



**SCANOMETRI SENSOR UNTUK RHODAMIN B BERBASIS
 $Zn(CNS)_2$ PADA SAMPEL SAUS TOMAT**

SKRIPSI

Oleh

**SHEILA APRILLIA IZZATI
NIM 142210101022**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**SCANOMETRI SENSOR UNTUK RHODAMIN B BERBASIS
Zn(CNS)₂ PADA SAMPEL SAUS TOMAT**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu Fakultas Farmasi dan mencapai gelar
Sarjana Farmasi

SKRIPSI

Oleh

**SHEILA APRILLIA IZZATI
NIM 142210101022**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, dengan segala rahmat, hidayah, karunia, serta petunjuk-Nya yang telah memberikan segala yang terbaik terhadap hamba-Nya.
2. Ayahanda Alm. Moh. Waston, S.Pd., M.Pd. dan Ibunda Sri Yanik, S.Pd. tercinta, yang selalu selalu memberikan dukungan dan doa serta semangat yang mengalir tiada henti kepada penulis.
3. Bapak dan Ibu Guru serta Dosen yang telah membimbing penulis dan memberikan ilmunya sedari penulis mengenyam bangku TK Dharma Wanita Jenggawah Jember, SD Negeri Jenggawah 1 Jember, SMP Negeri 2 Jember, SMA Negeri 4 Jember dan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
4. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.
5. Teman-teman Farmasi Angkatan 2014 (Pharmagen) yang selalu memotivasi dan memberikan semangat serta dukungan.

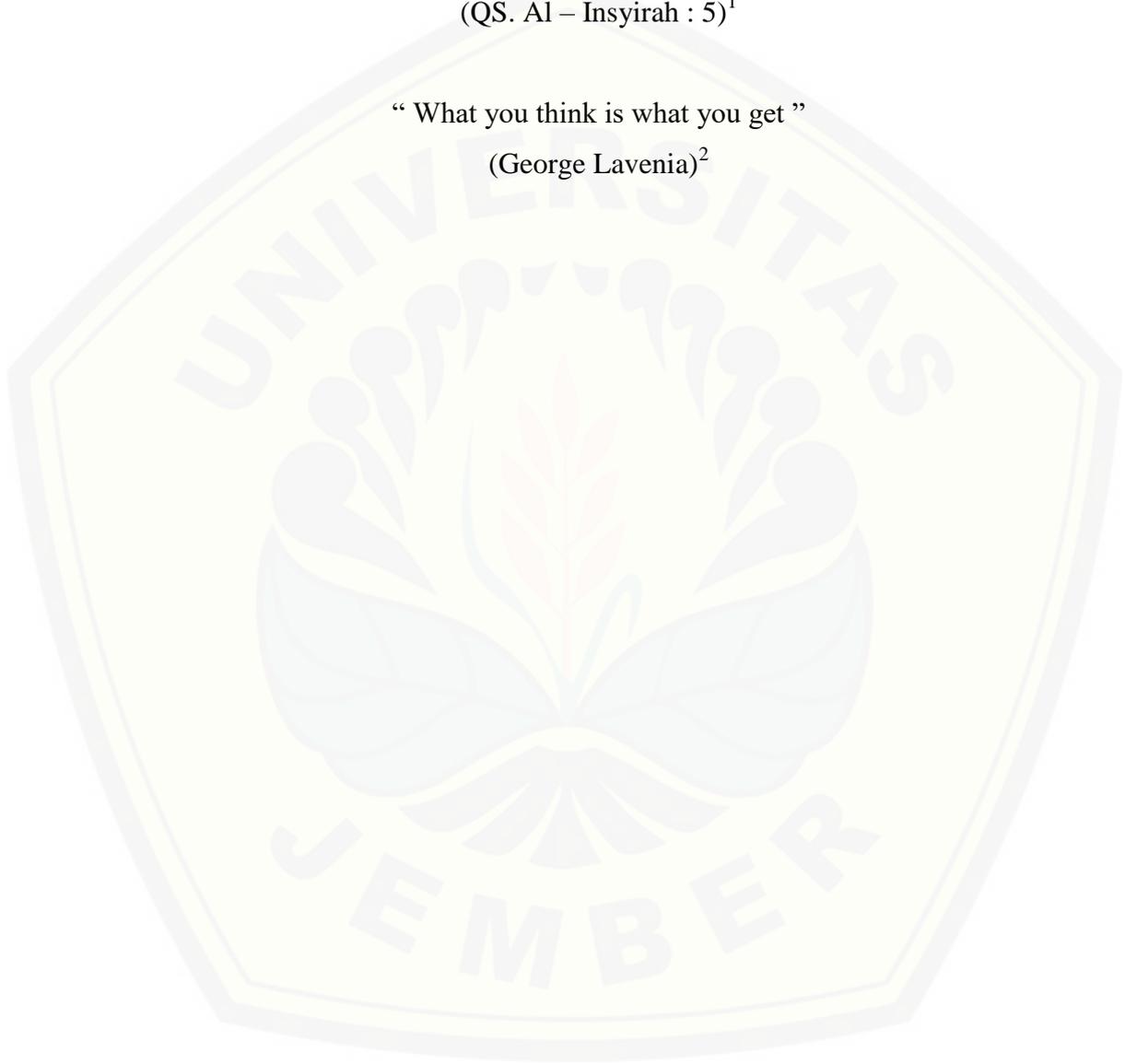
MOTO

“ Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ”

(QS. Al – Insyirah : 5)¹

“ What you think is what you get ”

(George Lavenia)²



¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 2009. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: Kumudasmoro Grafindo.

² George Lavenia.1998. *What You Think is what You Get: Realizing Your Creative Power and True Potential : a No-philosophy Philosophy*. US: Earth Foundation.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sheila Aprillia Izzati

NIM : 142210101022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: Scanometri Sensor untuk Rhodamin B Berbasis $Zn(CNS)_2$ pada Sampel Saus Tomat adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Desember 2018

Yang menyatakan,

Sheila Aprillia Izzati

NIM 142210101022

SKRIPSI

**SCANOMETRI SENSOR UNTUK RHODAMIN B BERBASIS
Zn(CNS)₂ PADA SAMPEL SAUS TOMAT**

Oleh :

Sheila Aprillia Izzati

NIM 142210101022

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Assoc. Prof. Ari Satia Nugraha, S.F., GdipSc, M.Sc-Res, Ph.D., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Scanometri Sensor untuk Rhodamin B Berbasis $Zn(CNS)_2$ pada Sampel Saus Tomat” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 10 Desember 2018

tempat : Ruang Kuliah 1 Fakultas Farmasi Universitas Jember

Ketua,

Anggota I,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

NIP. 196902011994031002

Anggota II,

Dwi Koko Pratoko., S.Farm., M.Sc., Apt.

NIP. 198504282009121004

Anggota III,

Assoc. Prof. Ari Satia Nugraha, S.F., GdipSc., M.Sc-Res., Ph.D., Apt.

NIP. 197807212003121001

Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt.

NIP. 198204062006042001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.

NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Scanometri Sensor untuk Rhodamin B Berbasis $Zn(CNS)_2$ pada Sampel Saus Tomat; Sheila Aprillia Izzati, 142210101022; 2018; 96 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Proses pengolahan makanan saat ini tidak hanya memberikan rasa tetapi menampilkan bentuk yang menarik. Produsen meningkatkan daya tarik konsumen dengan menambahkan bahan tambahan pangan dalam proses pengolahannya. Pada proses pengolahan makanan dan minuman sering ditambah dengan bahan pewarna. Terdapat dua bahan pewarna yaitu bahan pewarna alami dan pewarna buatan (sintesis). Zat warna alami mempunyai beberapa kekurangan apabila dibandingkan dengan zat warna buatan yaitu cenderung bersifat tidak stabil dan harga produksi yang mahal serta memiliki *life time* singkat.

Rhodamin B dan kuning metanil termasuk dalam bahan warna tambahan yang dilarang penggunaannya dalam produksi pangan karena berbahaya sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal POM Depkes RI Nomor: 00386/C/SK/II/90 tentang Perubahan Lampiran Permenkes RI No. 239/Men.Kes//Per/V/85. Menurut Hastomo (2008) bahwa rhodamin B akan terakumulasi dan bersifat racun di dalam tubuh manusia dalam jangka panjang menyebabkan penyakit seperti tumor dan kanker di organ tubuh manusia. Beberapa penelitian membuktikan bahwa rhodamin B berbahaya apabila digunakan untuk memproduksi makanan. Hal ini dibuktikan dengan hasil suatu penelitian yang memperlihatkan terjadinya perubahan bentuk dan organisasi sel di dalam jaringan hati dari normal menjadi patologis dari uji toksisitas oleh Siswati dan Slamet (2000).

Rhodamin B merupakan bahan pewarna buatan berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, jika dilarutkan pada konsentrasi tinggi menjadi berwarna merah keunguan dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah (Trestianti, 2003). Dalam produksi kertas, pewarna untuk tekstil dan sebagai reagensia

Rhodamin B sering digunakan (Anonim, 2007). Dari struktur kimia rhodamin B termasuk golongan *xanthene* (Gambar 2.1). Hasil penelitian uji toksisitas menunjukkan bahwa rhodamin B memiliki LD_{50} lebih dari 2000 mg/kg (Tabel 2.4) (Otterstätter, 1999).

Telah dilakukan penelitian dan metode guna mengetahui adanya bahan pewarna rhodamin B dalam produk makanan. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis oleh Wirasto (2008) dan Hastomo (2008) dan voltametri oleh Susilo (2010). Prinsip dari metode KLT yaitu pemisahan pewarna makanan sintetik yang ada di produksi makanan. Menurut Wirasto (2008) bahwa selain metode Kromatografi Lapis Tipis ada beberapa metode pemisahan yang lain, yaitu kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), kromatografi kertas dan juga elektroforesis kapiler. Akan tetapi dalam praktiknya metode tersebut cukup rumit untuk dilakukan oleh masyarakat sehingga membutuhkan sebuah sensor kimia yang selektif dan spesifik untuk mengetahui kandungan rhodamin B dalam produk makanan atau minuman.

Dalam penelitian ini dikembangkan sensor kimia untuk analisis rhodamin B dalam sampel saus tomat dengan menggunakan reagen $Zn(CNS)_2$. Pada sensor kimia ini, linieritas yang didapat meliputi rentang konsentrasi 200 ppm – 1000 ppm dengan persamaan regresi yang diperoleh adalah $y = 9,569 + 0,062 x$ dan nilai koefisien korelasi atau $r = 0,999$. Sensor kimia ini tidak akan terganggu dengan adanya komponen pengganggu berupa Natrium Benzoat sebagai bahan pengawet dengan perbandingan kadar standar rhodamin B dan Natrium Benzoat sebesar 1:1, 1:10 maupun 1:100. Nilai Batas Deteksi (LOD) yang diperoleh adalah 7,768 ppm sedangkan nilai Batas Kuantitasi (LOQ) adalah 23,304 ppm. Pada perhitungan presisi diperoleh nilai $RSD = 0,407\%$. Untuk penentuan akurasi dengan metode sensor kimia diperoleh % *recovery* rata-rata sebesar 100,092%.

Berdasarkan hasil aplikasi sampel, metode sensor kimia sebagai sensor rhodamin B dapat digunakan namun di dalam sampel saus tomat tidak terdapat rhodamin B. Kemungkinan menggunakan pewarna makanan lainnya.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Scanometri Sensor untuk Rhodamin B Berbasis $Zn(CNS)_2$ pada Sampel Saus Tomat”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Assoc. Prof. Ari Satia Nugraha, S.F., GdipSc, M.Sc-Res, Ph.D., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian serta dengan sabar membimbing dan membantu penulis untuk menyelesaikan penelitian dan skripsi ini;
3. Bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Penguji I, Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt. dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Penguji II yang dengan sabar memberikan saran dalam penulisan skripsi ini;
4. Ibu Evi Umayah Ulfa, S.Si., M.Si., Apt. dan Bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama saya menjadi mahasiswa;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberi ilmu dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan, juga staf dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama saya menjadi mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Jember.

6. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi yang selalu sabar dalam membantu dan memberikan saran selama penulis melakukan penelitian;
7. Orang tua tercinta Ayah Alm. Moh. Waston, S.Pd., M.Pd., Ibu Sri Yanik, S.Pd. dan Kakak tersayang Vina Pratiwi Ayu Ipmawati, A.Md.Kep. yang senantiasa memberi doa, kasih sayang, semangat dan motivasi yang tak terhingga untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Rekan kerja laboratorium kimia dan biosensor (Yanti, Rafli, Lelly, Arum, Alfi, Ary, Ninik, Rizki, Resa, Zahra, Ayu, Liya, Ain, Putu, Osi, Illa, Mia, Eva, Ainun, Laili, Mila, Fajar, Agus, Fitri dan Erika) dan tentor terbaik (mas Hilmi dan mbak Galen) atas segala masukan, *sharing* pengalaman, cerita dan bantuan yang telah diberikan;
9. Sahabat terbaik Rizka Dewi Noviana yang selama ini menemani perjalanan, memberikan doa, kasih sayang, motivasi dan semangat kepada penulis;
10. Sahabat Anjing Imut (Rizka, Yogi, Ary, Rafli dan Joppy) yang selalu setia menemani dan memberikan semangat;
11. Sahabat sejak SMA (Irqami Rachma Dwi Dagsy, S.Pd., Ira Wijayanti, S.P., dan Ni Made Ema Kartini, S.Tr.Keb) yang telah memberikan semangatnya dan waktunya selama ini;
12. Kepala Desa Pejaten, Kec. Bondowoso, Kab. Bondowoso dan Teman seperjuangan KKN UMD 30 (Astri, Ika, Viana, Elvina, Ayu, Adil, Edo, Mas Verly dan Hambali) yang saling memberikan semangat dan dukungan yang luar biasa hingga saat ini, semoga silaturahmi kita tetap terjalin dan tetap kompak dimanapun nantinya kita berada;
13. *Stratum Corneum Squad* (Ninik, Iped, Liya, Zahra, Rafli dan Ary) atas segala cerita dan bantuan;
14. Kencur Squad (Agus, Ain, Dwi Ayu, Putu, Ayu Respati, Della, Fajar, Joppy, Liya, Rafli, Rizki, Rizka, Sheila, Tya, Yogi Dan Zahra) atas segala masukan, *sharing* pengalaman, cerita dan bantuan yang telah diberikan;
15. Sahabat seperjuangan (Ni'matin Choiroh dan Devi Ayu Larasati) atas segala kebersamaan, doa dan semangat yang telah diberikan;

16. Keluarga Besar BEMF Farmasi UNEJ, yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan;
17. Teman-teman angkatan 2014 Fakultas Farmasi Universitas Jember (Pharmagen) yang tidak dapat disebutkan satu per satu;
18. Rekan-rekan kerja di Badan Eksekutif Mahasiswa tahun 2015, 2016 dan 2017 yang telah menjadi tempat berproses selama ini;
19. Teman-teman kost *Yudya Residence* yang selalu memberikan semangat dan dukungan;
20. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu, terima kasih kepada semua pihak yang membantu keberhasilan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 10 Desember 2018

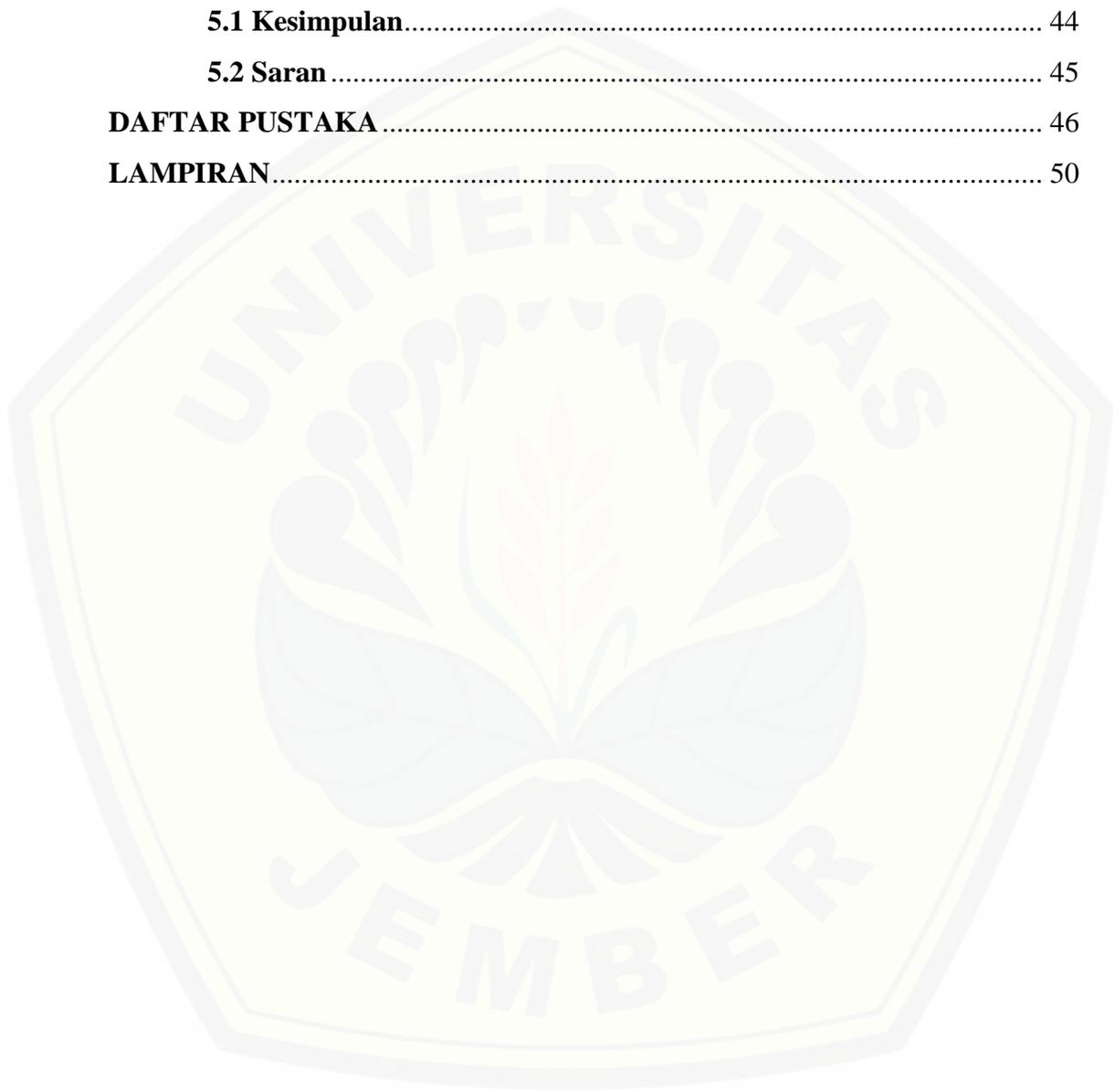
Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR RUMUS | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Saus Tomat | 5 |
| 2.2 Tinjauan Rhodamin B | 6 |
| 2.3 Tinjauan Zn(CNS)₂..... | 10 |
| 2.4 Tinjauan Sensor Kimia | 11 |
| 2.5 Tinjauan Reaksi Reagen dan Rhodamin B | 13 |
| 2.6 Tinjauan Imobilisasi | 13 |
| 2.7 Tinjauan Aplikasi Sensor Kimia | 15 |
| 2.8 Tinjauan Program <i>ImageJ</i>..... | 16 |
| 2.9 Tinjauan Karakteristik Sensor Kimia | 18 |
| 2.9.1 Linieritas | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.9.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) | 18 |
| 2.9.3 Selektivitas..... | 19 |
| 2.9.4 Akurasi..... | 19 |
| 2.9.5 Waktu Respon dan Waktu Pakai (Stabilitas)..... | 20 |
| 2.10 Tinjauan Kromatografi Lapis Tipis..... | 20 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 22 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 22 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 22 |
| 3.3 Alat dan Bahan Penelitian | 22 |
| 3.4 Definisi Operasional | 23 |
| 3.5 Alur Penelitian | 24 |
| 3.6 Prosedur Penelitian..... | 24 |
| 3.6.1 Preparasi Reagen dan Sampel | 27 |
| 3.6.2 Optimasi Strip Tes | 27 |
| 3.7 Karakterisasi Strip Tes | 27 |
| 3.7.1 Linieritas | 27 |
| 3.7.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi(LOQ) | 27 |
| 3.7.3 Selektivitas..... | 27 |
| 3.7.4 Akurasi | 28 |
| 3.7.5 Waktu Respon dan Waktu Pakai..... | 28 |
| 3.8 Aplikasi Metode Strip Tes pada Sampel Saus Tomat | 29 |
| 3.9 Aplikasi Kromatografi Lapis Tipis pada Sampel Saus Tomat.. | 29 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 30 |
| 4.1 Fabrikasi Sensor Kimia..... | 30 |
| 4.2 Optimasi Sensor Kimia | 32 |
| 4.3 Karakteristik Sensor Kimia | 33 |
| 4.3.1 Linieritas | 33 |
| 4.3.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)..... | 35 |
| 4.3.3 Selektivitas (% interferensi) | 36 |
| 4.3.4 Presisi | 37 |
| 4.3.5 Akurasi | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.6 Waktu Respon dan Waktu Pakai..... | 39 |
| 4.4 Aplikasi Strip Tes pada Sampel Saus Tomat | 42 |
| 4.5 Analisis Sampel Saus Tomat dengan Metode KLT | 43 |
| BAB 5. PENUTUP..... | 44 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 44 |
| 5.2 Saran | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |
| LAMPIRAN..... | 50 |



DAFTAR TABEL

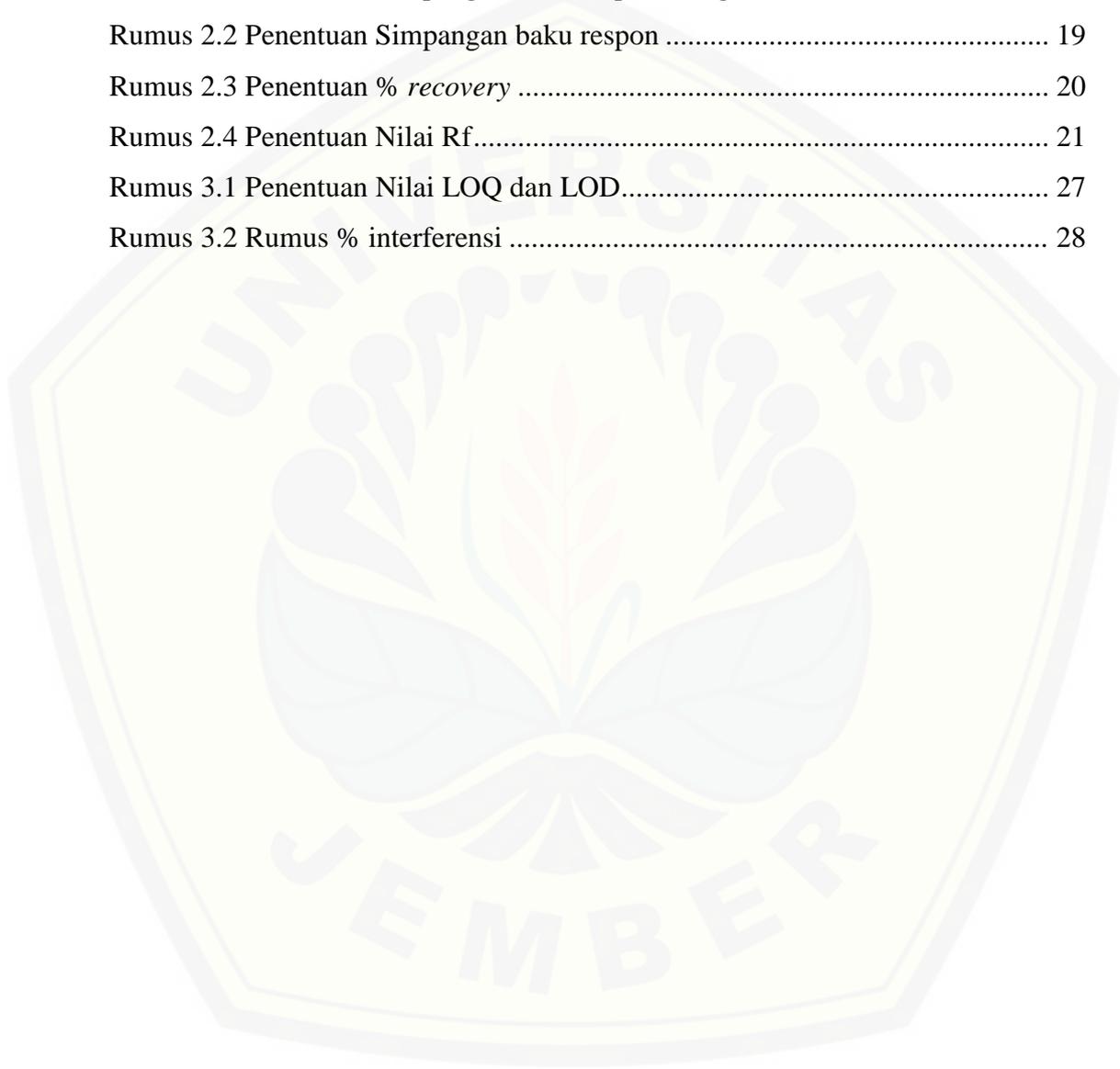
| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Zat Pewarna Alami bagi Makanan dan Minuman yang Diijinkan di Indonesia | 8 |
| Tabel 2.2 Zat Pewarna Sintetik bagi Makanan dan Minuman yang Diijinkan di Indonesia | 8 |
| Tabel 2.3 Zat Pewarna yang Dinyatakan sebagai Bahan Berbahaya | 9 |
| Tabel 2.4 Data Toksikologi dan Dermatologi Rhodamin B..... | 10 |
| Tabel 2.5 Data Rhodamin B | 10 |
| Tabel 2.6 Persen <i>recovery</i> analit pada konsentrasi yang berbeda..... | 20 |
| Tabel 4.1 Hasil pemilihan konsentrasi reagen optimum. | 32 |
| Tabel 4.2 Hasil karakterisasi linieritas | 33 |
| Tabel 4.3 Data parameter pengujian linieritas metode strip tes..... | 34 |
| Tabel 4.4 Data parameter pengujian LOD dan LOQ metode strip tes..... | 36 |
| Tabel 4.5 Nilai batas deteksi dan kuantitasi | 36 |
| Tabel 4.6 Hasil pengujian selektivitas | 37 |
| Tabel 4.7 Nilai RSD pada 3 hari yang berbeda..... | 38 |
| Tabel 4.8 Hasil rata-rata % <i>recovery</i> | 39 |
| Tabel 4.9 Data penyimpanan suhu ruang..... | 41 |
| Tabel 4.10 Data penyimpanan suhu lemari es | 41 |
| Tabel 4.11 Hasil analisis sampel pada strip tes..... | 42 |
| Tabel 4.12 Kondisi analisis KLT | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Struktur Rhodamin B..... | 6 |
| Gambar 2.2 Struktur ligan CNS ⁻ | 11 |
| Gambar 2.3 Analogi sebuah sensor kimia | 12 |
| Gambar 2.4 Skema sensor kimia..... | 12 |
| Gambar 2.5 Dugaan reaksi Zn(CNS) ₂ dengan rhodamin B | 13 |
| Gambar 2.6 Metode imobilisasi | 14 |
| Gambar 2.7 Program <i>ImageJ</i> | 17 |
| Gambar 2.8 Cara Perhitungan Nilai <i>RGB</i> dengan Program <i>ImageJ</i> | 17 |
| Gambar 3.1 Skema Alur Penelitian..... | 24 |
| Gambar 3.2 Desain strip tes | 26 |
| Gambar 4.1 Strip tes simulasi | 30 |
| Gambar 4.2 Strip tes..... | 31 |
| Gambar 4.3 Strip tes setelah ditetesi rhodamin B | 31 |
| Gambar 4.4 Kurva Linieritas..... | 34 |
| Gambar 4.5 Kurva penentuan LOD dan LOQ | 35 |
| Gambar 4.6 Kurva waktu respon sensor rhodamin B | 40 |
| Gambar 4.7 Lempeng KLT setelah eluasi..... | 43 |

DAFTAR RUMUS

| | Halaman |
|--|---------|
| Rumus 2.1 Penentuan Simpangan baku respon blangko dan formula..... | 18 |
| Rumus 2.2 Penentuan Simpangan baku respon | 19 |
| Rumus 2.3 Penentuan % <i>recovery</i> | 20 |
| Rumus 2.4 Penentuan Nilai R_f | 21 |
| Rumus 3.1 Penentuan Nilai LOQ dan LOD..... | 27 |
| Rumus 3.2 Rumus % interferensi | 28 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran A. Foto Alat | 50 |
| Lampiran B. Foto Bahan | 51 |
| Lampiran C. Optimasi Konsentrasi Reagen | 53 |
| Lampiran D. Linieritas | 56 |
| Lampiran E. LOD dan LOQ | 58 |
| Lampiran F. Presisi | 59 |
| Lampiran G. Akurasi | 67 |
| Lampiran H. Waktu Respon | 72 |
| Lampiran I. Waktu Pakai | 73 |
| Lampiran J. Kadar Sampel | 74 |
| Lampiran K. Desain Kemasan | 77 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia melakukan aktivitas setiap harinya. Dalam melakukan aktivitas manusia membutuhkan energi. Energi yang didapatkan dalam hidup seorang manusia salah satunya adalah dari makanan yang dimakan setiap harinya terutama makanan yang mempunyai gizi seimbang. Makanan yang mempunyai gizi seimbang akan menghasilkan tubuh yang sehat. Kualitas makanan yang baik akan didapat dengan memperhatikan proses dari pengolahannya. Proses pengolahan makanan saat ini tidak hanya memberikan rasa tetapi menampilkan bentuk yang menarik. Produsen meningkatkan daya tarik konsumen dengan menambahkan bahan tambahan pangan atau yang sering disebut dengan Bahan Tambahan Pangan (BTP) dalam proses pengolahannya. Bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam makanan dalam jumlah kecil, dengan tujuan untuk memperbaiki penampakan, citarasa, tekstur dan memperpanjang masa penyimpanan disebut Bahan Tambahan Pangan (BTP). Pada proses pengolahan makanan dan minuman sering ditambah dengan bahan pewarna. Menurut deMan (1997) bahwa untuk menentukan kualitas produk dapat dilihat dari warna makanan ataupun minuman, seperti dari warna memberikan petunjuk dalam hal perubahan kimia dari makanan.

Terdapat dua bahan pewarna yaitu bahan pewarna alami dan pewarna buatan (sintesis). Zat warna alami mempunyai beberapa kekurangan apabila dibandingkan dengan zat warna buatan yaitu cenderung bersifat tidak stabil dan harga produksi yang mahal serta memiliki *lifetime* singkat.

Saat ini banyak juga produsen yang memberikan warna pada makanan yang diproduksi dengan pewarna alami antara lain dari bayam merah, daun suji, kunyit, tomat, buah naga, daun pandan dan lainnya. Saat ini, banyak juga produsen yang masih menggunakan bahan pewarna buatan (sintesis) untuk mewarnai makanan yang akan diproduksi. Contoh bahan pewarna buatan

(sintesis) yaitu rhodamin B, *zarcarmine*, *tartazine*, *amaranth*, kuning metanil, *quinolone yellow*, *erythrosine* dan sebagainya. Namun banyak juga produsen makanan atau minuman memilih menggunakan cara yang relatif murah dan cepat yaitu menggunakan bahan pewarna buatan (sintesis) untuk meminimalisir biaya produksi, dimana bahan pewarna buatan memiliki warna yang lebih menarik dibandingkan dengan bahan pewarna alami.

Rhodamin B dan kuning metanil termasuk dalam bahan pewarna tambahan yang dilarang penggunaannya dalam produksi pangan karena berbahaya sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal POM Depkes RI Nomor: 00386/C/SK/II/90 tentang Perubahan Lampiran Permenkes RI No. 239/Men.Kes//Per/V/85. Menurut Hastomo (2008) bahwa rhodamin B akan terakumulasi dan bersifat racun di dalam tubuh manusia dalam jangka panjang menyebabkan penyakit seperti tumor dan kanker di organ tubuh manusia. Beberapa penelitian membuktikan bahwa rhodamin B berbahaya apabila digunakan untuk memproduksi makanan. Hal ini dibuktikan dengan hasil suatu penelitian yang memperlihatkan terjadinya perubahan bentuk dan organisasi sel di dalam jaringan hati normal menjadi patologis dari uji toksisitas oleh Siswati dan Slamet (2000). Penemuan penggunaan bahan pewarna rhodamin B biasanya pada produk makanan anak-anak, namun menurut penelitian yang dilakukan Mudjajanto (2007) bahwa banyak ditemukan penggunaan bahan pewarna rhodamin B pada produk industri rumahan yaitu pada terasi, krupuk, sosis, sirup, cendol dan lainnya. Malpraktek penggunaan bahan tambahan pangan ilegal pada pengolahan makanan dipengaruhi oleh aspek teknis, sosial budaya, ekonomi, kelembagaan maupun kebijakan (Riyadi dkk., 2007)

Telah dilakukan penelitian guna mengetahui adanya bahan pewarna rhodamin B dalam produk makanan. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis oleh Wirasto (2008) dan Hastomo (2008) dan Voltametri oleh Susilo (2010). Prinsip dari metode KLT yaitu pemisahan pewarna makanan sintetik yang ada di produksi makanan. Menurut Wirasto (2008) bahwa selain metode Kromatografi Lapis Tipis ada

beberapa metode pemisahan yang lain, yaitu kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), kromatografi kertas dan juga elektroforesis kapiler. Metode yang berdasarkan pada kurva arus potensial analisis yaitu menggunakan metode voltametri dengan cara mengukur arus yang mengalir dalam elektroda kerja selama potensial tersebut akan diubah perlahan-lahan di daerah potensial tertentu. Dalam praktiknya metode tersebut cukup rumit untuk dilakukan oleh masyarakat sehingga membutuhkan sebuah sensor kimia yang selektif dan spesifik untuk mengetahui kandungan rhodamin B dalam produk makanan atau minuman. Secara umum, karakterisasi sensor kimia adalah sensitifitas, selektifitas, waktu respon dan waktu *recovery*, serta stabilitas dan juga daya tahan yang baik.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba mengembangkan sensor kimia berbentuk strip tes berbasis $Zn(CNS)_2$ yang digunakan untuk mengetahui adanya rhodamin B dalam produk saus tomat. Pengembangan dilakukan dengan cara mengimobilisasi reagen $Zn(CNS)_2$ yang bersifat sensitif dan selektif terhadap rhodamin B di dalam strip tes sebagai fase pendukung sensor, sehingga menghasilkan sensor dengan kondisi pengukuran yang cepat dan tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kondisi optimal konsentrasi reagen $Zn(CNS)_2$ pada operasional strip tes sebagai sensor rhodamin B?
2. Bagaimanakah karakteristik strip tes sebagai sensor rhodamin B yang meliputi daerah linier, batas deteksi, selektivitas/interferensi, presisi, akurasi, waktu respon dan waktu pakai dilihat dari perubahan warna?
3. Bagaimanakah metode strip tes sebagai sensor rhodamin B dapat diaplikasikan untuk deteksi rhodamin B pada sampel saus tomat di pasaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi optimal konsentrasi reagen $Zn(CNS)_2$ pada operasional strip tes sebagai sensor rhodamin B.
2. Menentukan karakteristik strip tes sebagai sensor rhodamin B yang meliputi daerah linier, batas deteksi, selektivitas/interferensi, presisi, akurasi, waktu respon dan waktu pakai dilihat dari perubahan warna.
3. Menentukan apakah strip tes sebagai sensor rhodamin B dapat diaplikasikan untuk deteksi rhodamin B pada sampel saus tomat di pasaran.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa:

1. Memberi informasi kepada masyarakat tentang teknologi sensor kimia yang berupa strip tes.
2. Pengembangan teknologi sensor kimia berupa strip tes yang berisi reagen untuk deteksi rhodamin B pada sampel saus tomat secara cepat, tepat, mudah dan murah.
3. Mengasah kemampuan, kreativitas dan keahlian mahasiswa pelaksana di bidang pengembangan sensor kimia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

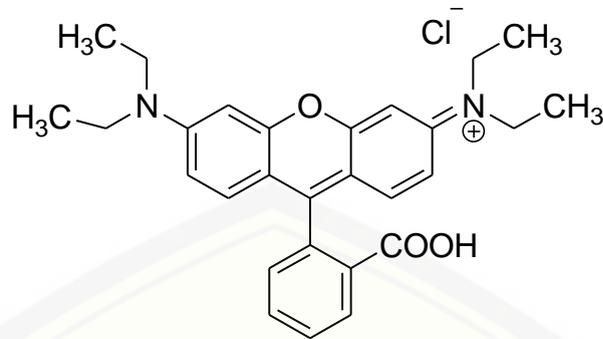
2.1 Tinjauan Saus Tomat

Saus atau sering disebut dengan saos merupakan makanan yang dibuat dari buah atau sayuran, memiliki aroma dan rasa yang khas serta merangsang berbentuk pasta atau cairan kental. Di Indonesia terdapat saus tomat dan saus cabai. Saus tomat yang terbuat dari bubur buah tomat serta bahan lainnya merupakan cairan kental berbentuk pasta. Makanan kecil seperti perkedel, bakwan dan lainnya adalah padanan bagi saus tomat dan saus cabai. Selain itu, makanan seperti bakso, mie ayam, *sea food* dan lainnya seakan tidak lengkap jika tidak menambahkan saus cabai ataupun saus tomat. Bahkan saus tomat dan saus cabai saat ini banyak digunakan pada restoran yang cukup besar seperti restoran cepat saji.

Terdapat sekitar 24 perusahaan di Indonesia yang telah memproduksi saus tomat. Diketahui dari jumlah perusahaan tersebut bahwa telah terjadi peningkatan jumlah perusahaan saus tomat apabila dibandingkan dengan tahun 2003 terdapat sejumlah 16 perusahaan yang telah memproduksi saus tomat. Salah satu keunggulan industri saus tomat yaitu ketersediaan bahan baku buah tomat di Indonesia yang melimpah. Bahan tambahan yang akan digunakan dalam memproduksi saus tomat adalah bumbu dan bahan pengawet. Bumbu digunakan dalam menambah citarasa suatu produk saus tomat. Bumbu yang banyak digunakan yaitu monosodium glutamat (MSG). Bahan pengawet sering dipakai guna menambah daya tahan dari produk saus tomat. Bahan tambahan pengawet yang telah banyak digunakan dalam memproduksi saus tomat antara lain asam benzoat atau sodium benzoat.

Selain saus tomat, juga terdapat saus cabai yang juga dikonsumsi oleh masyarakat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk (2014) menyatakan bahwa saus cabai yang digunakan sebagai pelengkap dari makanan yang dijual pedagang belum sepenuhnya terbebas dari zat pewarna berbahaya yang penggunaannya dilarang dari segi jenis maupun kadar.

2.2 Tinjauan Rhodamin B



Gambar 2.1. Struktur Rhodamin B

Rhodamin B merupakan bahan pewarna buatan berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, jika dilarutkan pada konsentrasi tinggi menjadi berwarna merah keunguan dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah (Trestianti, 2003). Rumus empirisnya adalah $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$ (nama IUPAC Rhodamine B yaitu [9 - (2 - *carboxyphenyl*) - 6 - *diethylamino* - 3 - *xanthenylidene*] - diethylammonium chloride). Dalam produksi kertas, pewarna untuk tekstil, fluoresensi pada biotek dan sebagai reagensia Rhodamin B sering digunakan (Anonim, 2007). Dari struktur kimia rhodamin B termasuk golongan *xanthene* (Gambar 2.1). Hasil penelitian uji toksisitas menunjukkan bahwa rhodamin B memiliki LD_{50} lebih dari 2000 mg/kg (Tabel 2.4) (Otterstätter, 1999).

Penggunaan rhodamin B tentunya berbahaya bagi kesehatan. Penumpukan rhodamin B dilemak dalam jangka waktu yang lama jumlahnya terus menerus bertambah di dalam tubuh dan dapat menimbulkan kerusakan pada organ tubuh sampai mengakibatkan kematian (Mamoto dan Fatimawali, 2013). Fungsi Rhodamin B umumnya sebagai pewarna kertas dan tekstil. Apabila dipergunakan sebagai pewarna kosmetika, dapat menimbulkan iritasi pada kulit. Jika terkena mata dapat menimbulkan iritasi pada mata, mata kemerahan serta menimbulkan kerusakan hati jika terpapar dengan konsentrasi yang tinggi. Hal tersebut didukung oleh suatu data penelitian pada tikus. Diketahui bahwa pada tikus yang diberi Rhodamin B selama seminggu berturut-turut adanya peningkatan berat hati, ginjal dan limpa. Perubahan berat tersebut diikuti perubahan anatomi berupa pembesaran organnya. Hal ini terjadi karena Rhodamin

B menumpuk di lemak sehingga dalam jangka waktu yang lama jumlahnya terus bertambah di dalam tubuh dan dapat menimbulkan kerusakan pada organ tubuh sampai mengakibatkan kematian (Widana dan Yuningrat, 2007). Selain itu, penelitian yang juga dilakukan oleh Mayori, dkk (2013) menghasilkan bahwa dosis dan lama pemberian Rhodamin B pada mencit memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase kerusakan glomerulus. Hasil analisis histologis ginjal mencit memperlihatkan adanya tingkat kerusakan pada komponen penyusun ginjal yang meningkat seiring tingginya dosis dan lama pemberian. Kerusakan yang ditemukan berupa penyempitan ruang bowman pada glomerulus, hipertropi, nekrosis dan serosis tubulus.

Penelitian sebelumnya untuk menganalisis kandungan rhodamin B dengan cara Kromatografi Lapis Tipis yang dilakukan oleh Utami dan Suhendi (2009), menunjukkan bahwa dari 41 jajanan pasar yang dijual di enam pasar Kecamatan Laweyan Kotamadya Surakarta sebanyak 15 sampel mengandung rhodamin B. Selain itu penelitian lainnya yang dilakukan oleh Jusnita dan Lioba (2016) menunjukkan bahwa dari 25 sampel terdapat empat sampel (16%) lipstik yang menunjukkan kandungan Rhodamin B, yaitu sampel lipstik dengan kode D2 dan D3 dari Pasar Bambu Kuning dan lipstik dengan kode E5 dan E6 yang diperoleh dari Pasar Sunter Podomoro dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Faisal, dkk (2018) menganalisis Rhodamin B pada kerupuk berwarna merah yang beredar di beberapa pasar di kota Medan dengan metode kromatografi lapis tipis menunjukkan hasil negatif tidak mengandung Rhodamin B, namun beberapa diduga mengandung pewarna sintetis lain sehingga perlu penelitian lebih lanjut sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Dawile, dkk. (2013) menunjukkan bahwa terdapat sampel kerupuk yang positif mengandung rhodamin B. Rhodamin B pada sampel dari pasar yaitu sebesar 0,28 $\mu\text{g/ml}$.

Tabel 2.1. Zat Pewarna Alami bagi Makanan dan Minuman yang Diijinkan di Indonesia

| Warna | Nama | Nomor indeks nama |
|--------|--------------------------|-------------------|
| Merah | Alkanat | 75520 |
| Merah | Cochineal red (karmin) | 75470 |
| Kuning | Annato | 75120 |
| Kuning | Karoten | 75130 |
| Kuning | Kurkumin | 75300 |
| Kuning | Safron | 75100 |
| Hijau | Klorofil | 75810 |
| Biru | Ultramarin | 77007 |
| Coklat | Karamel | - |
| Hitam | Carbon black | 77266 |
| Hitam | Besi oksida | 77499 |
| Putih | Titanium dioksida | 77891 |

Sumber : Winarno (2002)

Tabel 2.2. Zat Pewarna Sintetik bagi Makanan dan Minuman yang Diijinkandi Indonesia

| Warna | Nama | Nomor indeks nama |
|--------|-----------------------------|-------------------|
| Merah | Carmoisine | 14720 |
| Merah | Amaranth | 16185 |
| Merah | Erythrosium | 45430 |
| Oranye | Sunsetyellow FCF | 15985 |
| Kuning | Tartrazine | 19140 |
| Kuning | Quineline yellow | 47005 |
| Hijau | Fast green FCF | 42053 |
| Biru | Brilliant blue FCF | 42090 |
| Biru | Indigocarmine (indigotine) | 42090 |
| Ungu | Violet GB | 42640 |

Sumber : Winarno (2002)

Tabel 2.3. Zat Pewarna yang Dinyatakan sebagai Bahan Berbahaya

| No | Nama | Nomor indeks |
|----|---|--------------|
| 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) Burn Unber (Pigment Brown 7) | 27755 |
| 5 | Chrysoidine (C. I. Basic Orange 2) | 77491 |
| 6 | Auramine (C.I Basic Yellow 2) | 11270 |
| 7 | Chrysoine 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 | Fast Yellow AB (C. I. Food Yellow 2) | 13015 |
| 12 | Guinea Green B (C. I. Acid Green No. 3) | 42085 |
| 13 | Indanthrene Blue (C. I. Food Blue 4) | 69800 |
| 14 | Magenta (C. I. Basic Violet 14) | 42510 |
| 15 | Metanil Yellow (Ext. D&C Yellow No.) | 13065 |
| 16 | Oil Orange SS (C. I. Solvent Orange 2) | 12100 |
| 17 | Oil Orange XO (C. I. SolventOrange 7) | 12140 |
| 18 | Oil Orange AB (C. I. SolventYellow 5) | 11380 |
| 19 | Oil Yellow AB (C. I. SolventYellow 6) | 11390 |
| 20 | Orange G (C. I. Food Orange 4) | 16230 |
| 21 | Orange GGN (C. I. Food Orange 2) | 15980 |
| 22 | Orange RN (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 | Scarlet GN (Food Red 2) | 14815 |
| 30 | Violet 6 B | 42640 |

Sumber : Anonim (1985)

Tabel 2.4. Data Toksikologi dan Dermatologi Rhodamin B

| No | Subjek | Keterangan |
|----|-------------------------------------|---------------|
| 1 | Uji LD ₅₀ pada mencit | > 2000 mg/kg |
| 2 | Test komabilitas kulit pada kelinci | tidak iritasi |
| 3 | Test komabilitas membran mukosa | iritasi kuat |

Sumber : Otterstätter (1999)

Tabel 2.5. Data Rhodamin B

| No | Keterangan | Penjelasan |
|----|---------------|--|
| 1. | Berat Molekul | 479,02 |
| 2. | Rumus Molekul | C ₂₈ H ₃₁ ClN ₂ O ₃ |
| 3. | Nomor CAS | 81-88-9 |
| 4. | Titik Lebur | 165°C |
| 5. | Kelarutan | Sangat larut dalam air dan alkohol; sedikit larut dalam asam klorida dan natrium hidroksida. |
| 6. | Nama Kimia | N-[9-(2-karboksifenil)-6-(diethyl amino)-3H-xanthene-3-ylidene]-N-etiletanaminium klorida. |
| 7. | Sinonim | Tetraetilrhodamin; D & C Red No 19; Rhodamin B Klorida; C.I basic violet 10; C.I. 45170 |
| 8. | Deskripsi | Kristal hijau atau serbuk merah violet. |

Sumber : Anonim (2007)

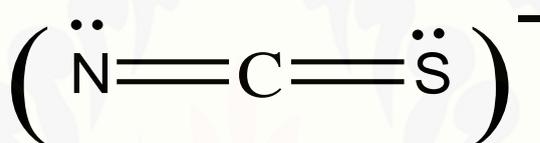
2.3 Tinjauan Zn(CNS)₂

Ligan CNS⁻ adalah salah satu ligan jembatan yang dapat menghubungkan dua atom pusat untuk membentuk suatu senyawa koordinasi inti ganda. Ligan ini dapat dengan mudah diperoleh dan tidak bersifat racun serta tidak reaktif sehingga aman digunakan dalam penelitian. Senyawa ini berbentuk serbuk kristal, tidak berwarna, memiliki titik leleh kurang lebih 173°C. Dapat larut dalam pelarut air dan beberapa pelarut organik seperti

aseton dan alkohol (Budavari, 2001). Ligan CNS^- dapat diperoleh dari garam kalium tiosianat (KCNS) maupun natrium tiosianat (NaCNS).

Kompleks tiosianat dari beberapa logam, khususnya Co, Hg dan Fe telah diketahui dengan baik dan secara ekstensif telah dipelajari, namun masih ada sedikit perhatian terhadap kompleks tiosianat dari Zn yaitu 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).

Menurut Setyawati (2007) bahwa pada strukturnya, ligan CNS^- mempunyai dua atom donor yang dapat disumbangkan ke atom pusat, yaitu atom donor N dan atom donor S. Struktur CNS^- pada Gambar 2.2.

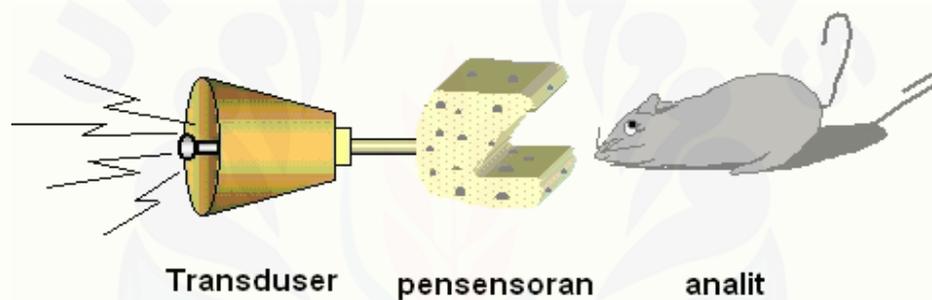


Gambar 2.2 Struktur ligan CNS^-

2.4 Tinjauan Sensor Kimia

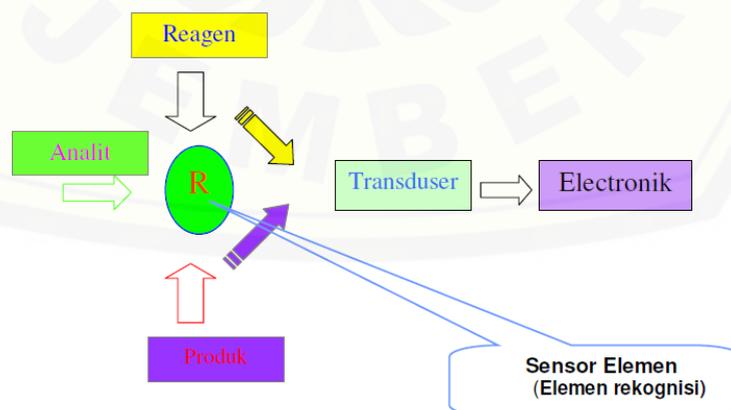
Sensor dapat didefinisikan sebagai alat yang bisa mentransformasi (mengubah) suatu energi ke bentuk yang lain. Seperti contoh sensor temperatur yang memiliki respon terhadap perubahan suhu, sehingga mampu mengubah energi panas menjadi satuan temperatur dalam *celcius/kelvin*. Salah satu contoh sensor kimia yang sering kita jumpai secara baik adalah kertas pH atau disebut juga kertas lakmus, yang dapat digunakan dalam menentukan suatu asam basa pada larutan. Kertas lakmus dapat memberikan indikasi secara kualitatif sifat asam basa pada suatu larutan dengan berdasarkan perubahan warna yang terlihat pada kertas lakmus. Sedangkan alat lain yang dapat digunakan dengan lebih tepat dalam pengukuran pH pada larutan yaitu pH meter. Alat tersebut sebenarnya dengan menggunakan prinsip kerja secara elektrokimia dalam mendeteksi adanya respon elektrik terhadap pH pada larutan yang akan kita baca dengan mudah dalam pembacaan digital.

Dalam metode tersebut, sensor pH, baik dengan kertas lakmus, pH indikator ataupun pH meter berupa elektroda gelas, dapat memberikan suatu respon atau mendeteksi derajat dalam asam basa suatu larutan. Respon tersebut baik secara kimiawi ataupun elektrik yang kemudian diubah menjadi sinyal yang dapat diamati, biasanya langsung oleh mata kita. Pada kertas lakmus atau pH indikator, dapat dilihat secara mudah oleh mata kita karena terdapat perubahan warna yang terjadi sedangkan pada pH meter, respon elektrik yang berupa suatu perubahan tegangan/voltase harus dirubah terlebih dahulu menjadi respon yang dapat dengan mudah diamati yaitu berupa displai digital. Biasanya, bagian alat yang mengkonversi respon listrik tersebut disebut dengan transduser atau pengubah sinyal. Secara karikaturis sensor kimia dianalogikan seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Analogi sebuah sensor kimia.

Secara garis besar sensor kimia secara skematis dapat digambarkan seperti Gambar 2.4.

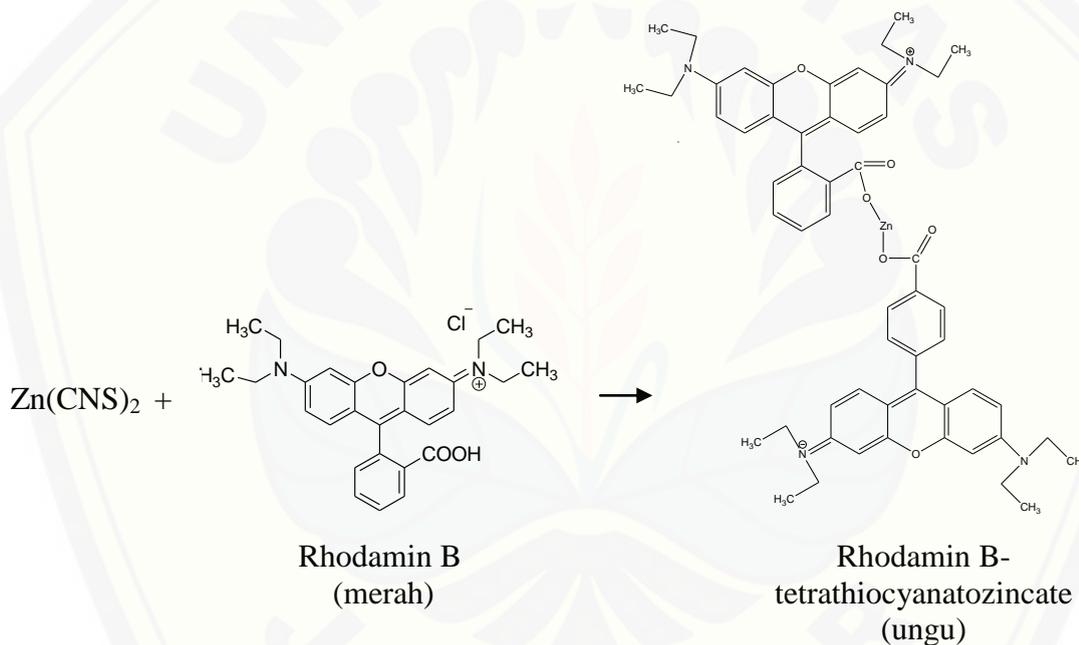


Gambar 2.4. Skema sensor kimia.

Secara singkat sensor kimia dapat diartikan sebagai ilmu kimia yang melibatkan reaksi kimia yang spesifik terhadap analit tertentu dengan instrumentasi, yang mampu merubah (transdus) dari perubahan fisika-kimia tersebut menjadi sinyal listrik sehingga mudah dibaca baik secara analog dengan jarum penunjuk maupun secara digital, dengan *digital display*.

2.5 Tinjauan Reaksi Reagen dan Rhodamin B

Terbentuknya kompleks $(RB)_2\text{-Zn(CNS)}_4$ ditunjukkan dengan perubahan warna dari warna merah menjadi warna ungu. Persamaan reaksinya dapat dilihat pada gambar 2.5.

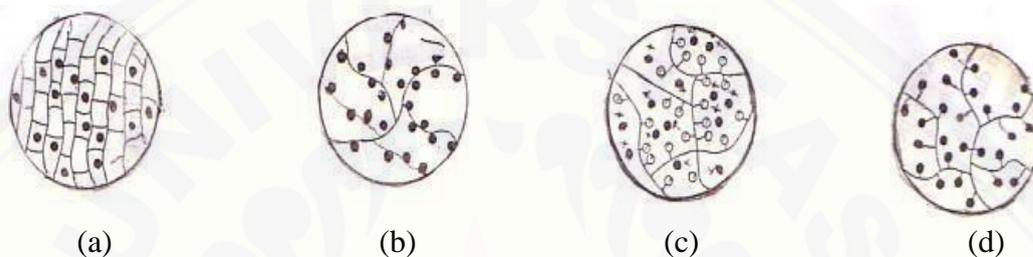


Gambar 2.5. Dugaan reaksi Zn(CNS)_2 dengan rhodamin B (Puspitasari, 2011)

2.6 Tinjauan Imobilisasi

Proses pengikatan molekul reagen pada fase padat atau bahan pendukung secara merata dan homogen sehingga terjadi pertukaran dengan larutan sampel mengandung analit untuk dideteksi disebut imobilisasi reagen. Pada sensor kimia, untuk mempermudah pengendalian reagen maka diubah menjadi padatan (reagen kering) atau diimmobilisasi terlebih dahulu (Kuswandi, 2010).

Secara umum tidak ada satupun metode immobilisasi yang dapat digunakan untuk semua jenis reagen. Sehingga, teknik pemilihan immobilisasi didasarkan pada kesesuaiannya dengan sifat reagen. Metode immobilisasi terbagi menjadi 2 jenis, yaitu secara fisika dan kimia. Metode immobilisasi secara fisika yaitu pemerangkapan (*entrapment*), interaksi elektrostatis, pengkapsulan (enkapsulasi) dan penyerapan (adsorpsi). Sedangkan secara kimia meliputi *crosslinking* dan *covalent linkage* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.6. Metode imobilisasi (a) pemerangkapan/ *entrapment*; (b) penyerapan/adsorpsi; (c) interaksi elektrostatis dan (d) ikatan kovalen (Kuswandi, 2010)

Pemerangkapan atau *entrapment* merupakan teknik immobilisasi reagen dengan memerangkap molekul reagen dalam ruang antara di material pendukung, contohnya polimer, selama proses polimerisasi berlangsung. Misalnya yakni pemerangkapan molekul reagen dalam matrik gel poliakrilamida, film sol-gel dan sebagainya.

Penyerapan atau adsorpsi merupakan teknik immobilisasi yang melibatkan gaya Van der Waals atau ikatan hidrogen dalam mengikat molekul reagen dalam fasa pendukung. Metode adsorpsi dapat dilakukan dengan menyerap atau mengabsorpsi molekul reagen di atas permukaan dalam fasa pendukung. Interaksi elektrostatis atau ionik biasanya dapat digunakan untuk reagen yang mempunyai muatan negatif dengan fasa pendukung yang memiliki muatan positif atau sebaliknya. Fasa pendukung yang biasa digunakan dalam teknik immobilisasi jenis ini adalah resin penukar ion.

Dalam teknik immobilisasi secara ikatan kovalen, biasanya melibatkan pembentukan ikatan kovalen antara molekul reagen dengan fasa pendukung. Ikatan antara reagen dengan fasa pendukung dalam teknik ini biasanya lebih kuat karena merupakan immobilisasi secara kimia dibandingkan dengan teknik immobilisasi secara fisik. Secara umum dalam proses immobilisasi, fasa pendukung merupakan satu elemen penting. Karenanya kesesuaian fasa pendukung dengan reagen memberikan pengaruh yang amat besar dalam proses immobilisasi. Proses immobilisasi tidak akan berhasil bila fasa pendukung tidak sesuai atau kompatibel dengan reagen.

2.7 Tinjauan Aplikasi Sensor Kimia

Terdapat berbagai bidang yang cukup potensial dalam aplikasi sensor kimia untuk kebutuhan hidup sehari-hari, seperti bidang kesehatan, industri dan monitoring lingkungan.

Dalam bidang kesehatan seperti pengukuran darah, gas-gas dan ion-ion serta metabolit lainnya merupakan hal yang sangat penting untuk menunjukkan kondisi kesehatan pasien, khususnya pasien yang berada di rumah sakit dalam perawatan intensif. Ada beberapa sensor kimia yang bisa digunakan untuk menentukan kandungan analit dalam sampel klinis darah dan urin, dimana apabila menggunakan analisis klasik oleh laboratorium hasil bisa diperoleh dalam beberapa jam atau bahkan dalam hitungan hari. Sedangkan apabila menggunakan sensor kimia hasil bisa didapatkan dalam hitungan menit seperti penyimpangan dalam hal pemakaian obat, seperti penggunaan parasetamol atau aspirin yang melebihi dosis maupun untuk *monitoring* klinis secara umum.

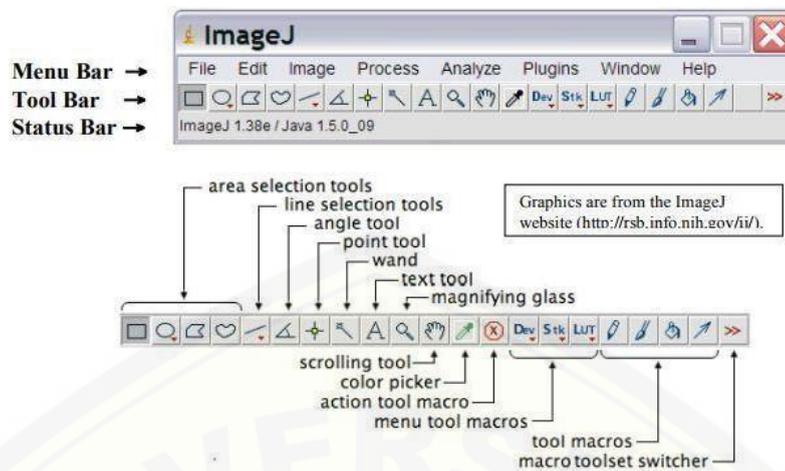
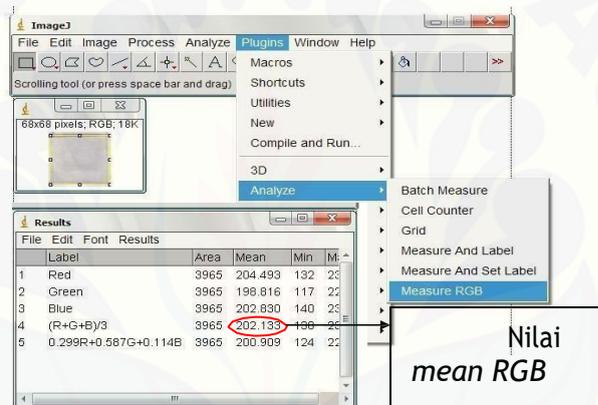
Dalam bidang industri, sensor kimia sering digunakan dalam proses jalannya industri, misalnya dalam proses fermentasi, yang dapat dilakukan dalam proses ini ada tiga cara, yaitu: (i) secara *off-line* di laboratorium; (ii) *off-line* di lokasi pabrik; (iii) *on-line*, dalam *real-time* secara langsung. Biasanya parameter yang dimonitoring pada proses fermentasi tersebut meliputi: pH, CO₂ dan O₂. Dengan proses pemantauan yang menggunakan sensor kimia, maka diharapkan

kualitas produk yang dihasilkan dapat ditingkatkan, begitu pula dengan jumlah produk dan kualitas bahan mentah produk bisa dimonitor dengan lebih baik. Selain itu, penerapan sensor kimia sangat terbuka lebar dibanyak bidang industri seperti industri farmasi, makanan dan minuman secara umum.

Dalam bidang lingkungan, pengaplikasian sensor kimia digunakan untuk memonitor potensial analit sebagai polutan sangat terbuka lebar, seperti logam berat baik dalam lingkungan tanah, air dan udara serta lingkungan lainnya. BOD, tingkat keasaman dan kebasahan, pestisida, buangan industri merupakan beberapa contoh parameter yang memerlukan monitoring secara intensif. Pemonitoran secara kontinyu dan *real-time* sangat diperlukan dalam pemantauan lingkungan khususnya untuk polutan-polutan yang berbahaya bagi kesehatan. Selain itu, bidang-bidang yang potensial menghasilkan polutan adalah industri pertambangan, industri berat lainnya seperti kertas dan pulp termasuk area potensial dimana sensor kimia sangat tepat digunakan dalam pemantauan polusi yang dihasilkan.

2.8 Tinjauan Program *ImageJ*

Program *ImageJ* yang dibuat oleh *National Institutes of Health* yang berisi menu-menu seperti *bar*, *tool bar* dan *status bar* merupakan program analisis untuk optic yang dapat dilihat pada gambar 2.6. Nilai koordinat dan koordinat akan muncul ketika kursor berada di atas gambar, dan akan diukur dalam pixel/detik. Titik tunggal pada elemen terkecil atau pencitraan dari gambar digital disebut pixel (Reinking, 2007).

Gambar 2.7 Program *ImageJ* (Reinking, 2007)Gambar 2.8 Cara Perhitungan Nilai *RGB* dengan Program *ImageJ* (Reinking, 2007)

Program *ImageJ* digunakan untuk penentuan nilai *RGB* dengan didasarkan pada hasil perhitungan nilai yang mewakili dari tiga warna primer *red*, *green* dan *blue*. Pemilihan *red*, *green* dan *blue* karena merupakan warna cahaya yang dapat menghasilkan spektrum. Selain itu, ketiga warna tersebut dapat bergabung secara bersamaan membentuk banyak warna. Cahaya putih diperoleh ketika intensitas tertinggi dari setiap warna digabungkan secara bersama sedangkan cahaya hitam akan terbentuk ketika setiap warna digabungkan secara bersama pada intensitas yang sama dengan nol (Ferreira dan Rasband, 2010). Untuk menghitung nilai *red*, *green* dan *blue* dengan menggunakan program *imageJ* dapat dilihat pada gambar 2.7.

2.9 Tinjauan Karakteristik Sensor Kimia

Karakteristik sensor kimia digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu reagen sebagai sensor untuk mendeteksi analit. Karakteristik sensor kimia antara lain:

2.9.1 Linieritas

Linieritas adalah suatu kemampuan metode analisis yang memberikan respon dengan bantuan transformasi matematik yang baik secara langsung, dan proporsional pada konsentrasi analit dalam sampel. Perlakuan matematik dalam pengujian linieritas adalah melalui persamaan garis lurus dengan metode kuadrat terkecil antara hasil analisis terhadap konsentrasi analit (Harmita, 2004). Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisiensi korelasi r pada analisis regresi linier $Y = a + bx$. Hubungan Linier yang ideal dicapai jika nilai $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis (Harmita, 2004) dan nilai $V_{x0} < 5\%$ (Ermer dan Miller, 2005).

2.9.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Jumlah terkecil pada analit dalam sampel yang memberikan respon secara signifikan dibandingkan dengan blanko disebut sebagai batas deteksi sedangkan jumlah terkecil dari analit dalam sampel yang masih memenuhi kriteria presisi dan akurasi adalah batas kuantitasi. Metode penentuan batas deteksi berbeda-beda tergantung pada instrumen yang digunakan pada metode analisis itu digunakan atau tidak. Untuk pengukuran batas deteksi dapat menggunakan respon blanko dan respon simpangan baku pada blanko. Terlihat pada rumus 2.1 (Harmita, 2004).

Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan formula seperti persamaan 2.1 di bawah ini (Harmita, 2004):

$$Q = \frac{k \times Sb}{s_1} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

Q = LOD (batas deteksi) atau LOQ (Batas kuantitasi)

k = 3 untuk LOD atau 10 untuk LOQ

Sb = simpangan baku respon analitik dari blanko

S_1 = arah garis linier dari kurva antara respon terhadap konsentrasi = slope

Simpangan baku respon (S_b) dapat dihitung dengan persamaan 2.2 berikut :

$$S_b = \sqrt{\frac{\sum(y-y_i)^2}{n-2}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan $y_i = a + bx$

2.9.3 Selektivitas

Kemampuan metode untuk mengukur zat tertentu secara seksama dengan adanya kemungkinan komponen lain dalam matriks sampel dinyatakan sebagai selektivitas. Derajat penyimpangan (*degree of bias*) dapat dinyatakan sebagai selektivitas yakni digunakan pada sampel yang terkontaminasi cemaran senyawa asing kemudian dibandingkan dengan hasil analisis bahan yang tidak terkontaminasi (Harmita, 2004).

Parameter ini adalah karakteristik yang paling penting dari sebuah biosensor karena merupakan suatu penentu apakah metode yang digunakan bebas dari adanya senyawa pengganggu yang terkandung dalam sampel. Karena tidak ada metode analisis yang terjamin bebas dari adanya senyawa pengganggu, seperti ion-ion yang dapat mengganggu analisis (Kuswandi, 2010)

2.9.4 Akurasi

Kedekatan atau kesesuaian respon antara rata-rata respon pada sensor terhadap nilai yang sebenarnya disebut sebagai akurasi (Kuswandi, 2010). Menurut Harmita (2004) akurasi adalah kedekatan hasil pengukuran analit dalam sampel yang diperoleh dari suatu metode (hasil percobaan dibandingkan kadar analit yang sebenarnya). Persen perolehan kembali (*% Recovery*) juga disebut dengan akurasi. Pada kriteria penenerimaan *% recovery* ditunjukkan pada tabel 2.1. Penambahan sejumlah sampel pada analit yang telah diketahui kadarnya dilakukan untuk menghitung persen perolehan kembali.

Biasanya biosensor memiliki akurasi yang baik, yakni di bawah $\pm 5\%$ (Harmita, 2004). Perhitungan *% recovery* yang diijinkan pada setiap konsentrasi analit pada matriks dapat dilihat pada rumus 2.3.

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi hasil percobaan}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.3)$$

Tabel 2.6 Persen *recovery* analit pada konsentrasi yang berbeda

| Konsentrasi analit (%) | Unit | Akurasi (Recovery) | Presisi (RSD,%) |
|------------------------|---------|--------------------|-----------------|
| 100 | 100% | 98-102 | 1.3 |
| ≥10 | 10% | 98-102 | 2.7 |
| ≥1 | 1% | 97-103 | 2.8 |
| ≥0,1 | 0,1% | 95-105 | 3.7 |
| 0,01 | 100 ppm | 90-107 | 5.3 |
| 0,001 | 10 ppm | 80-110 | 7.3 |
| 0,0001 | 1 ppm | 80-110 | 11 |
| 0,00001 | 100 ppb | 80-110 | 15 |
| 0,000001 | 10 ppb | 60-115 | 21 |
| 0,0000001 | 1 ppb | 40-120 | 30 |

Sumber : Huber (2007)

2.9.5 Waktu Respon dan Waktu Pakai (Stabilitas)

Waktu pertama kali sensor bereaksi dengan analit dan respon sensor menghasilkan sinyal yang stabil disebut sebagai waktu respon sensor kimia (piranti analisis). Stabilitas merupakan waktu ketika sensor kimia dibuat dan disimpan dalam kurun waktu tertentu hingga tidak memberikan respon sensor saat digunakan pada analit (Kuswandi, 2010).

2.10 Tinjauan Kromatografi Lapis Tipis

Kromatografi lapis tipis adalah prosedur pemisahan zat terlarut oleh suatu proses migrasi diferensial dinamis dalam sistem yang terdiri dari dua fase atau lebih, salah satunya bergerak berkesinambungan dalam arah tertentu dan di dalam zat-zat itu menunjukkan perbedaan mobilitas yang disebabkan adanya perbedaan dalam adsorpsi, partisi, tekanan uap, ukuran molekul atau kerapatan ion, sehingga masing-masing zat dapat diidentifikasi dengan metode analitik (Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan RI, 1995). Teknik kromatografi biasanya membutuhkan zat terlarut yang terdistribusi antara dua fase yaitu fase diam dan

fase gerak. Fase diam yang digunakan dalam KLT merupakan penjerap berukuran kecil dengan diameter partikel antara 10-30 μm . Semakin kecil ukuran partikel dan semakin sempit kisaran ukuran fase diam, maka semakin baik kinerja KLT dalam hal efisiensi dan resolusinya, jika sampel yang digunakan terlalu banyak maka akan menurunkan resolusinya.

Parameter dari kromatografi lapis tipis adalah faktor retensi (R_f) merupakan perbandingan jarak yang ditempuh solut dengan jarak yang ditempuh fase gerak. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$R_f = \frac{\text{jarak yang ditempuh solut (cm)}}{\text{jarak yang ditempuh fase gerak (cm)}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Nilai R_f biasanya lebih kecil dari 1, sedangkan jika dikalikan dengan 100 akan bernilai 1-100, sehingga parameter ini dapat digunakan untuk perhitungan kualitatif dalam pengujian sampel pada kromatografi lapis tipis (Sumarno, 2001). Pada R_f kurang 0,2 belum terjadi kesetimbangan antara komponen senyawa dengan fase diam dan fase gerak sehingga bentuk noda biasanya kurang simetris. Pada bilangan R_f diatas 0,8 noda analit akan diganggu oleh absorbansi pengotor lempeng fase diam yang teramati pada visualisasi dengan lampu UV (Wulandari, 2011).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian *experimental laboratories* yaitu mengembangkan sensor kimia berbasis strip tes untuk mendeteksi rhodamin B pada saus tomat.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Chemo and Biosensor Group*, Laboratorium kimia Farmasi, di Fakultas Farmasi, Universitas Jember (UNEJ) Jalan Kalimantan 1 No 2 Sumbersari, Jember Jawa Timur, Indonesia pada bulan Maret 2018 hingga November 2018.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan antara lain: *sputit*, *ball pipet*, set alat gelas, *hair dryer* (Sharp[®]), *spatula*, *aluminium foil*, *ultrasonic homogenizer* (Elmasonic[®]), *sentrifuge* (Hermle Z206A), *magnetic stirrer* (Thermo[®]), pipet volume (Pyrex[®]), neraca analitik (Sartorius[®]), *scanner* (Canon[®]), lemari pendingin (Sharp[®]), lampu UV dan laptop.

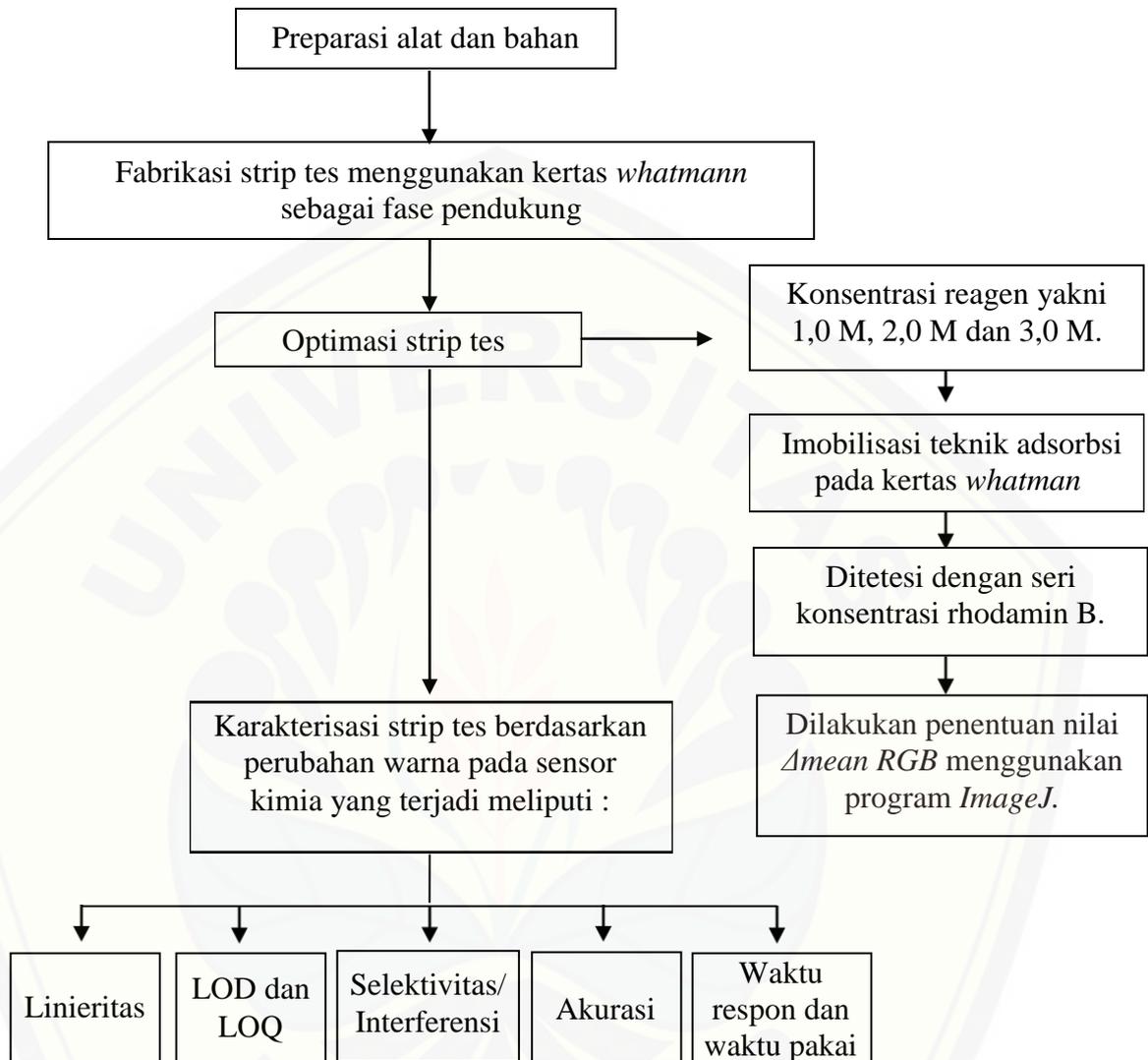
3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain kertas *whatman* (No 1001 150), rhodamin B (Merck[®]), ZnCl₂ (Merck[®]), KCNS (Merck[®]), akuades, lempeng silika gel, Natrium benzoat, metanol *pa* (Merck[®]), etil asetat (Merck[®]), *n*-butanol (Merck[®]), amonia (Merck[®]) dan sampel saus tomat dipasaran.

3.4 Definisi Operasional

1. Penentuan rhodamin B didasarkan pada perubahan warna strip tes dari merah/merah muda menjadi ungu.
2. *RGB* adalah program *ImageJ* yang digunakan untuk melihat respon warna yang terjadi saat analit bereaksi dengan reagen.
3. Pengukuran *Mean RGB* merupakan rata-rata nilai *red*, *green* dan *blue* pada masing-masing pembacaan warna dengan program *ImageJ*.
4. Pengambilan gambar pada perubahan warna strip tes dilakukan dengan menggunakan kamera dan *scanner*.
5. Δ *Mean Red* merupakan selisih antara *Mean Red* dari blanko dan *Mean Red* dari standar rhodamin B ataupun sampel saus tomat.

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Skema Alur Penelitian

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Preparasi Reagen dan Sampel

a. Pembuatan larutan reagen $Zn(CNS)_2$ 3,0 M

Ditimbang 10,2 gram $ZnCl_2$ lalu dilarutkan dengan akuades dalam beaker glass 50 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, di tambahkan akuades sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

Ditimbang sebanyak 14,55 gram serbuk KCNS, dilarutkan dengan akuades dalam gelas beker 50 mL. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

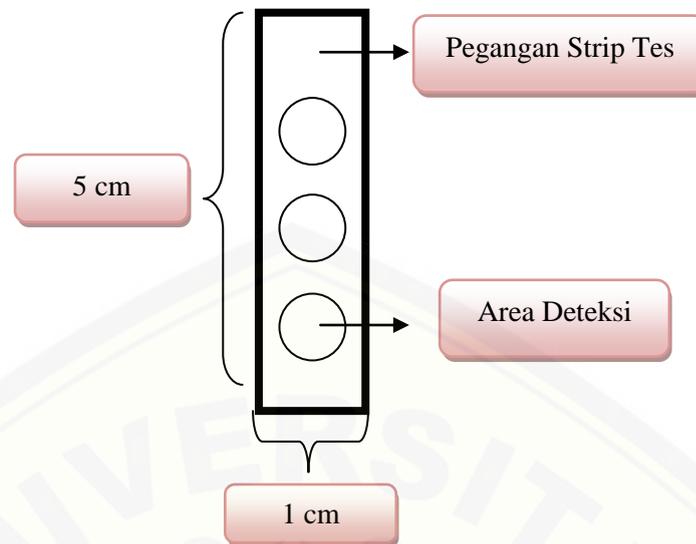
b. Preparasi sampel

Sampel saus tomat ditimbang sebanyak $\pm 0,50$ gram dan dilarutkan dengan 10 ml akuadest dan diultrasonik selama 15 menit. Selanjutnya larutan dipanaskan pada suhu $100^\circ C$ selama 45 menit untuk memastikan bahwa semua rhodamin B dalam sampel telah larut. Kemudian untuk memisahkan endapan dan filtrat, larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 20 menit. Filtrat yang diperoleh disaring dengan kertas *whatman* siap untuk dianalisa dengan strip tes.

Preparasi sederhana yang akan dilakukan yaitu dengan melarutkan $\pm 5,0$ gram sampel saus tomat dengan air mendidih hingga larut kemudian dianalisa dengan strip tes.

c. Fabrikasi strip tes

Strip tes yang digunakan untuk mendeteksi rhodamin B memiliki bagian pegangan dan bagian untuk mendeteksi ditunjukkan oleh gambar 3.2. Bagian pegangan strip tes digunakan bahan yang tahan terhadap cairan dengan ukuran 5 cm x 1 cm yang terbuat dari mika plastik. Bagian deteksi rhodamin B digunakan bahan yang terbuat dari kertas *whatman* berbentuk lingkaran. Bagian deteksi direkatkan menggunakan *double tape* pada pegangan yang menutupi seluruh permukaan sisi belakang bagian deteksi.



Gambar 3. 2 Desain strip tes

Untuk melakukan imobilisasi reagen dilakukan dengan mencampurkan reagen $Zn(CNS)_2$ sesuai volume dan konsentrasi reagen terpilih pada area deteksi. Reagen ditunggu hingga kering dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruang ($\pm 25^\circ C$).

3.6.2 Optimasi Strip tes

Optimasi strip tes yang dilakukan adalah optimasi konsentrasi reagen. Optimasi konsentrasi reagen dilakukan dengan membuat tiga konsentrasi yakni 1,0 M, 2,0 M dan 3,0 M. Kemudian diimobilisasi pada kertas *whatman* dengan dibasahi selama 30 menit dan dikeringkan. Setelah kering, kertas *whatman* tersebut ditetesi dengan seri konsentrasi rhodamin B diantaranya 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm. Langkah berikutnya dilakukan penentuan nilai $\Delta Mean Red$ menggunakan program *ImageJ* dengan mengukur intensitas warna pada masing-masing strip tes. Penentuan konsentrasi reagen optimal dapat dilihat dari konsentrasi reagen yang dapat memberikan nilai $\Delta Mean Red$ terbesar.

3.7 Karakterisasi Strip Tes

3.7.1 Linieritas

Penentuan linieritas dilakukan dengan cara mencelupkan strip tes ke dalam standar rhodamin B dengan rentang konsentrasi 25-200% dari konsentrasi uji yang digunakan, yaitu 10-800 ppm dan selanjutnya diamati perubahan warna yang terjadi. Konsentrasi uji yang digunakan merupakan batas maksimum dari penggunaan pewarna rhodamin B pada makanan. Data yang diperoleh pada pengujian linieritas selanjutnya dianalisis menggunakan program *Validation Method of Analysis* (Indrayantiet *al.*, 2003) sehingga memperoleh kurva linieritas antara konsentrasi dengan $\Delta Mean Red$. Hubungan linieritas dapat ditentukan oleh koefisien korelasi (r) dan nilai V_{x0} (RSD). Linieritas ideal bila nilai r mendekati +1 atau -1 (Harmita, 2004) dan nilai $V_{x0} < 5\%$ (Ermer dan Miller, 2005).

3.7.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) dengan membuat sejumlah larutan standar rhodamin B dengan konsentrasi paling kecil dari rentang uji linieritas. Kemudian menganalisis data menggunakan program *Validation Method of Analysis* dan memperoleh kurva linieritas konsentrasi berbanding dengan nilai *red*, *green* dan *blue*. Hasil analisis data akan diperoleh X_p , nilai tersebut menunjukkan nilai LOD dihitung dari persamaan regresi. Untuk nilai LOQ dapat dihitung melalui persamaan 3.1.

$$LOD = X_p, LOQ = \frac{10}{3} \times LOD \dots \dots \dots (3.1)$$

3.7.3 Selektivitas

Penentuan selektivitas dilakukan dengan cara menggunakan standar rhodamin B 10 ppm yang kemudian ditambah dengan sampel saus tomat yang diasumsikan mempunyai komponen pengganggu. Preparasi sampel dapat dilihat pada bab 3.6. penentuan selektivitas dilakukan dengan membuat perbandingan volume antara standar dan sampel 1:1, 1:10 dan 1:100. Pengukuran nilai $\Delta Mean Red$ untuk menentukan selektivitas, selanjutnya dilakukan perbandingan antara

nilai $\Delta Mean Red$ standar rhodamin B yang telah diberi komponen pengganggu dengan tanpa pengganggu. Teknik ini dinyatakan selektif jika memberikan hasil % interferensi kurang dari 5%. Perhitungan selektifitas dapat menggunakan rumus 3.2.

$$\% Interferensi = x 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

3.7.4 Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan menimbang $\pm 0,5$ gr sampel larutkan dalam 10 ml air kemudian disentrifugasi dan diambil filtratnya kemudian ditambahkan 1 ml standar simulasi. Kemudian mengaplikasikan strip tes ke dalam campuran larutan tersebut dan mengamati perubahan warna. Memasukkan hasil pengukuran nilai $\Delta Mean Red$ ke dalam persamaan regresi sehingga memperoleh konsentrasi rhodamin B dalam sampel. Konsentrasi rhodamin B yang diperoleh akan menentukan massa rhodamin B dalam sampel. Kemudian membandingkan massa hasil pengukuran tersebut secara teoritis, sehingga dapat menentukan nilai % *recovery*. Nilai % *recovery* dihitung berdasarkan rumus 2.6. Persyaratan % *recovery* dapat diterima untuk konsentrasi yang berbeda ditunjukkan pada tabel 2.1.

3.7.5 Waktu Respon dan Waktu Pakai

Pengukuran waktu untuk standar rhodamin B memberikan respon perubahan warna ($\Delta Mean Red$) yang relatif konstan, disebut penentuan waktu respon. Kemudian mengaplikasikan strip tes ke dalam standar rhodamin B digunakan untuk memperoleh waktu respon, selanjutnya mengukur waktu respon dengan menggunakan *stopwatch* di setiap menit, dan dilakukan perhitungan nilai $\Delta Mean Red$ dari respon perubahan warna yang terjadi.

Pengujian waktu pakai dengan membungkus strip tes dengan *aluminium foil* dan disimpan dalam plastik berperekat yang di dalamnya terdapat penyerap kelembaban. Strip tes disimpan pada kondisi berbeda, yaitu suhu ($25^{\circ} \pm 2$) °C dan suhu lemari es ($4^{\circ} \pm 2$) °C. Menentukan stabilitas dengan mengukur perubahan warna ketika mencelupkan strip tes dalam rhodamin B setiap minggu di konsentrasi terpilih, kemudian membandingkan nilai $\Delta Mean Red$ sampai

penurunan lebih dari 15% dari respon sensor awal (pengukuran pada hari ke-0) (Kuswandi, 2010).

3.8 Aplikasi Metode Strip Tes pada Sampel Saus Tomat

Penelitian ini menggunakan sampel nyata berupa saus tomat yang beredar di pasaran khususnya yang diambil dari tiga tempat penjualan di wilayah Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember. Sampel saus tomat yang digunakan yaitu berlabel A, B, C. Terlebih dahulu melakukan preparasi sampel untuk menguji kandungan rhodamin B seperti pada sub bab 3.6.1.

Penggunaan metode strip tes untuk menguji kandungan rhodamin B pada saus tomat dengan cara menusukkan strip tes kemudian mengukur nilai *Mean RGB*. Selain itu juga dapat mencelupkan strip tes pada sampel kemudian mengukur nilai *Mean RGB*. Pengukuran nilai *Mean red, green, blue* digunakan untuk menghitung konsentrasi rhodamin B pada sampel.

3.9 Aplikasi Kromatografi Lapis Tipis pada Sampel Saus Tomat

Sebagai pembanding dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Metode KLT dipilih karena praktis dan dapat memisahkan suatu senyawa. Metode KLT ini dilakukan untuk membuktikan ada tidaknya kandungan rhodamin B di dalam sampel saus tomat yang dipilih dalam penelitian ini. Kondisi analisis metode KLT yaitu menggunakan lempeng silika gel, fase gerak campuran dari etil asetat – n-butanol – amonia (20:55:25), pelarut menggunakan metanol dan batas deteksi 2 µg/ml.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengembangan sensor kimia berbasis strip tes untuk deteksi rhodamin menggunakan reagen optimum $\text{Zn}(\text{CNS})_2$ 3M.
2. Hasil karakterisasi strip tes menunjukkan bahwa :
 - a. Linieritas dengan $r = 0,999$,
 - b. $\text{LOD} = 7,768$ ppm dan $\text{LOQ} = 23,304$ ppm,
 - c. % interferensi menggunakan Natrium benzoat tidak $\geq 5\%$. Pengujian %interferensi tidak menggunakan pewarna merah yang lainnya sehingga sensor kimia belum bisa dikatakan selektif terhadap rhodamin B.
 - d. Presisi dengan $\text{RSD} 0,407\%$ dan akurasi dengan nilai % *recovery* 100,092%.
 - e. Waktu respon berada pada rentang menit ke-3 sampai 6,
 - f. Stabil apabila disimpan pada suhu ruangan maupun *chiller*.
3. Penetapan kadar rhodamin B di dalam sampel saus tomat yang beredar di pasaran yakni Sampel A, B dan C menggunakan metode strip tes berturut-turut sebesar -107,686, -76,011 dan -137,331. Hal tersebut menunjukkan bahwa di dalam sampel tidak terkandung rhodamin B. Pada sampel simulasi yang berisikan rhodamin B memiliki konsentrasi 200,091 ppm, sehingga strip tes dapat digunakan dan dipercaya untuk mendeteksi rhodamin B.

5.2 Saran

Penelitian mengenai pengembangan sensor kimia untuk deteksi rhodamin B perlu dikembangkan dengan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dikembangkan lebih lanjut sensor kimia berbasis strip tes untuk meningkatkan waktu respon sensor.
2. Perlu dikembangkan lebih lanjut pengujian selektivitas sensor kimia menggunakan pewarna merah lainnya untuk menghitung nilai %interferensi.
3. Perlu dikembangkan lebih lanjut sensor kimia berbasis strip tes untuk deteksi kadar rhodamin B dalam sampel saus tomat lainnya yang beredar di pasaran.
4. Perlu dilakukan analisis data menggunakan metode selain Kromatografi Lapis Tipis (KLT).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2007. *Merck Katalog Bahan*. Jakarta: PT Merck Tbk.
- 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*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Budavari, S, 2001. *The Merck Index An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*, 13th Edition. New York: Merck Research Laboratories Inc.
- Dawile, Sherly, Fatimawali dan F. Wehantouw. 2013. Analisis Zat Pewarna Rhodamin B pada Kerupuk yang Beredar di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSTRAT*. Vol 2(03). 4-5
- deMan, M John. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung: ITB.
- Ermer, J. & Miller, J. McB (Eds.). 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis A Guide to Best Practice*. Weinheim: WILEYVCH Verlag GmbH & Co.KgaA.
- Faisal, Hendri, Supriyanto dan A. Reza. 2018. Analisis Kualitatif Rhodamin B pada Kerupuk Berwarna Merah yang Beredar di Kota Medan Tahun 2018. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*. Vol 2(1). 36-40
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 1 (3): 127.

- 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.
- Huber, M. E., Castro, P., 2007. *Marine Biology*, 6th Edition, The MC.Graw Hill Companies, inc. New York.
- Indrayanti., Widianingsih., Riniatsih., 2003. *Kajian Potensi Kerang-Kerangan (Bivalvia) dan Siput Laut (Gastropoda) di Ekosistem Padang Lamun Perairan Jepara*. Universitas Diponegoro.
- Jusnita, Nina dan Lioba. 2016. Identifikasi Rhodamin B pada Sediaan Lipstik yang Beredar di Pasar Jakarta Utara dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*. Vol 1(2). 5-8.
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia Teori, Praktek, dan Aplikasi*. Jember: UNEJ Press.
- Mamoto, Lidya Valdan dan Fatimawali G. Citraningtyas. 2013. Analisis Rhodamin B pada Lipstik yang Beredar di Pasar Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol 2(02). 2-3.
- Mayori, Riska, N. Marusin dan D. H. Tjong. 2013. Pengaruh Pemberian Rhodamin B Terhadap Struktur Histologis Ginjal Mencit Putih (*Mus musculus L.*). *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. Vol 2(1). 43-49.
- Mudjajanto, E.S. 2007. *Tahu Makanan Favorit yang Keamanannya Perlu Diwaspadai*. Jakarta: Kompas.
- Otterstätter, G. 1999. *Coloring of Food, Drugs, and Cosmetics*, translated by Mixa A., 223., New York: Marcel Dekker, Inc.

- Permenkes RI. 1985. *Zat Warna Tertentu Yang Dinyatakan Sebagai Bahan Berbahaya*. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- 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.
- Putra, Ilham Rizka, Asterina dan L. Isona. 2014. Gambaran Zat Pewarna Merah pada Saus Cabai yang Terdapat pada Jajanan yang Dijual di Sekolah Dasar Negeri Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol 3(3). 4-7.
- Reinking, L. 2007. *Image J Basics*. Department of Biology. Millersville University.
- Ringbom, A., 1963, *Complexation in Analytical Chemistry Interscience publ., A Division of John Willey and Sons*,. New York.
- Riyadi, Putut Har, A. N. Bambang dan T. W. Agustini. 2007. Analisis Kebijakan Keamanan Pangan Produk Hasil Perikanan di Pantura Jawa Tengah dan DIY. *Jurnal Pasir Laut*. Vol 2(2): 7-9.
- Setyawati, H. 2007. *Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Koordinasi Inti Ganda Besi(III)-fenantrolin Menggunakan Ligan Jembatan CNS⁻*. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Siswati, P. dan J. S. Slamet. 2000. Uji Toksisitas Zat Warna Rhodamin B terhadap Jaringan Hati Mencit (*Mus Muscullus*). *Jurnal Toksikologi Indonesia* Vol.3(1): 18-27.

- Susilo, N . R. 2010. *Analisis Rhodamin B Secara Voltmmetri dengan Elektroda Glassi Karbon. Skripsi.* Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Sumarno. 2001. *Kromatografi Teori Dasar.* Yogyakarta: Bagian Kimia Farmasi Universitas Gadjah Mada.
- Trestianti, 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.
- Utami, Wahyu dan A. Suhendi. 2009. Analisis Rhodamin B dalam Jajanan Pasar dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi.* Vol 10(2). 145-155.
- Widana, Gede Agus Beni dan N. W. Yuningrat. 2007. Analisis Bahan Pewarna Berbahaya pada Sediaan Kosmetika di Wilayah Kecamatan Buleleng Kabupaten Buleleng. *Jurnal Pengembangan Penelitian Sains dan Humaniora.* Vol 1(1). 23-36
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*, 183, 184, 187, 193, 194. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- 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.
- Wulandari, Lesty. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis.* Jember: PT Taman Kampus Presindo.

LAMPIRAN

Lampiran A. Foto Alat



A.1. Scanner



A.2. Laptop



A.3 Magnetic Stirrer



A.4. Vial



A.5. Timbangan analitik



A.6. Ultrasonic Homogenizer



A.7. Sentrifus



A.8. Alat- alat gelas



A.9. Lemari Pendingin



A.9. Lampu Ultraviolet (UV)

Lampiran B. Foto Bahan



B.1. Rhodamin B



B.2. KCN



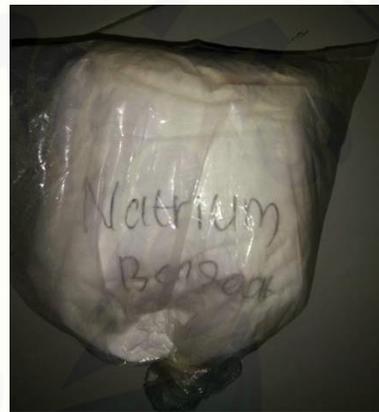
B.3. $ZnCl_2$



B.4. Kertas Saring *Whatman*



B.5. Lempeng silika gel



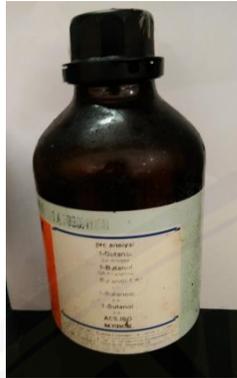
B.6. Natrium Benzoat



B.7. Metanol pa



B.8. Etil Asetat



B.9. *n*-butanol



B.10. Amonia

LAMPIRAN C. Optimasi konsentrasi reagen

Pemilihan Reagen

| Keterangan | 10 ppm | 50 ppm | 100 ppm | 200 ppm | 400 ppm | 800 ppm | 1000 ppm |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Blangko |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,0 M |  |  |  |  |  |  |  |
| 2,0 M |  |  |  |  |  |  |  |
| 3,0 M |  |  |  |  |  |  |  |

- Reagen 1,0 M

| Kadar Analit (ppm) | <i>Mean</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> |
|-----------------------|-------------|------------------------------------|
| Blanko | 248,721 | 0 |
| 10 | 248,103 | 0,618 |
| 50 | 234,842 | 13,879 |
| 100 | 230,603 | 18,118 |
| 200 | 229,434 | 19,287 |
| 400 | 218,66 | 30,061 |
| 800 | 205,399 | 43,322 |
| 1000 | 197,665 | 51,056 |

- Reagen 2,0 M

| Kadar Analit (ppm) | <i>Mean</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> |
|-----------------------|-------------|------------------------------------|
| Blanko | 248,721 | 0 |
| 10 | 247,195 | 1,526 |
| 50 | 233,145 | 15,576 |
| 100 | 228,875 | 19,846 |
| 200 | 227,397 | 21,324 |
| 400 | 216,209 | 32,512 |
| 800 | 190,048 | 58,673 |
| 1000 | 179,211 | 69,510 |

- Reagen 3,0 M

| Kadar Analit (ppm) | Mean | Δ Mean Red |
|-----------------------|---------|----------------------|
| Blanko | 248,721 | 0 |
| 10 | 246,359 | 2,362 |
| 50 | 232,304 | 16,417 |
| 100 | 226,988 | 21,733 |
| 200 | 226,548 | 22,173 |
| 400 | 214,487 | 34,234 |
| 800 | 189,182 | 59,539 |
| 1000 | 175,969 | 72,752 |

Perhitungan Reagen

Persamaan reaksi :



Perbandingan ZnCl_2 : KCNS = 1:2

- Pembuatan larutan kerja ZnCl_2 (3,0 M)

$$\text{BM ZnCl}_2 = 136$$

$$M = \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \times \frac{1000}{v}$$

$$3 = \frac{\text{gram}}{136} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{gram} = 40,8$$

➔ Menimbang ZnCl_2 sebesar 40,8 gram dilarutkan dalam 100 mL akuades.

- Pembuatan larutan kerja KCNS (3,0 M)

BM KCNS = 97

$$M = \frac{\text{gram}}{BM} \times \frac{1000}{v}$$

$$3 = \frac{\text{gram}}{97} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

gram = 29,1

→ Menimbang KCNS sebesar 29,1 gram dilarutkan dalam 100 mL akuades.

LAMPIRAN D. Linieritas

Tabel Gambar Linieritas

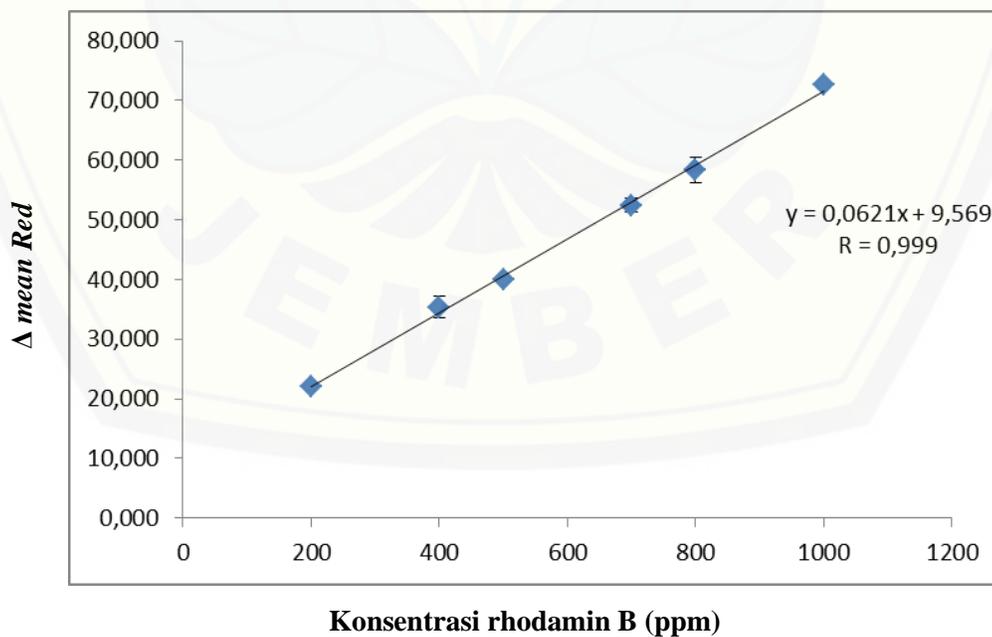
| Konsentrasi standar rhodamin B | Gambar |
|-----------------------------------|--|
| BLANKO |  |
| 200 |  |
| 400 |  |
| 500 |  |
| 700 |  |
| 800 |  |
| 1000 |  |

Tabel Linieritas

| Konsentrasi Analit (ppm) | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rata- rata <i>Mean</i> <i>Red</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> | SD | RSD (%) |
|--------------------------------|---------|---------|---------|--|------------------------------------|-------|------------|
| BLANKO | 248,721 | 248,920 | 248,644 | 248,762 | - | - | |
| 200 | 226,548 | 226,909 | 226,596 | 226,684 | 22,077 | 0,085 | 0,385 |
| 400 | 214,487 | 214,560 | 211,135 | 213,394 | 35,368 | 1,856 | 5,246 |
| 500 | 209,140 | 208,675 | 208,678 | 208,831 | 39,931 | 0,333 | 0,835 |
| 700 | 195,631 | 197,783 | 195,512 | 196,309 | 52,453 | 1,140 | 2,173 |
| 800 | 189,182 | 192,940 | 188,969 | 190,364 | 58,398 | 2,095 | 3,588 |
| 1000 | 175,969 | 176,261 | 175,929 | 176,053 | 72,591 | 0,181 | 0,250 |
| | | | | Rata-rata | | 0,948 | 2,079 |

Regresi Linier $Y = 0,062x + 9,569$

Koefisien Korelasi $R = 0,999$



LAMPIRAN E. LOD dan LOQ

Tabel LOD LOQ

| Kadar Analit (ppm) | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rata- rata | Δ Mean Red | SD | RSD (%) |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------------|----------------------|-------|------------|
| Blanko | 248,721 | 248,920 | 248,644 | 248,762 | 0 | 0,000 | - |
| 10 | 246,359 | 246,409 | 246,089 | 246,286 | 2,476 | 0,101 | 4,085 |
| 25 | 243,623 | 243,985 | 243,804 | 243,804 | 5,204 | 0,008 | 0,155 |
| 50 | 232,304 | 233,198 | 232,722 | 232,741 | 10,810 | 0,288 | 2,661 |
| 80 | 231,111 | 231,336 | 231,013 | 231,153 | 17,608 | 0,024 | 0,134 |
| 100 | 226,988 | 226,886 | 227,959 | 227,228 | 21,484 | 0,708 | 3,296 |
| | | | | Rata-rata | | 0,188 | 2,066 |

$$Y = 0,216 X + 0,067$$

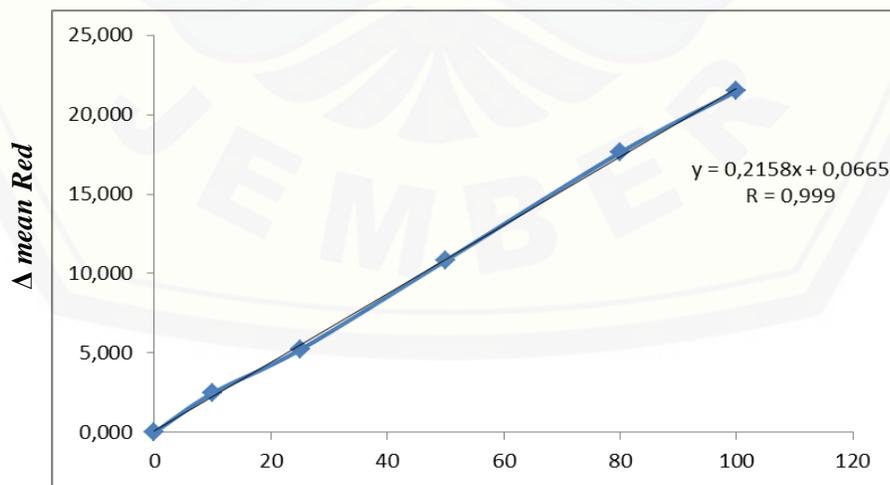
Coefficient of correlation (r) = 0,999

Residual standard deviation (Sy) = 278,099

Process variation coefficient (Vx0) = 2,439%

Detection limit (DL) = 7,768

Quantitation Limit (QL) = 23,304



Konsentrasi rhodamin B (ppm)

LAMPIRAN F. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Presisi

Persamaan regresi:

$$Y = 0,062 X + 9,569$$

F.1. Hasil Pengujian Repeatabilitas Presisi

- Hasil Uji Presisi Hari Pertama

| Sampel | Gambar | Mean Red | Δ Mean Red | Konsentrasi (ppm) | Kadar b/b(%) |
|-----------|--|----------|-------------------|-------------------|--------------|
| Rep 1 |  | 194,702 | 14,549 | 80,323 | 0,161 |
| Rep 2 | | 194,698 | 14,553 | 80,387 | 0,161 |
| Rep 3 | | 194,707 | 14,544 | 80,241 | 0,160 |
| Rep 4 | | 194,696 | 14,555 | 80,419 | 0,161 |
| Rep 5 | | 194,724 | 14,527 | 79,968 | 0,160 |
| Rep 6 | | 194,719 | 14,532 | 80,048 | 0,160 |
| Rata-rata | | | | | 0,161 |
| SD | | | | | 0,000548 |
| RSD | | | | | 0,341% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

Kurva kalibrasi $Y = 0,062 X + 9,569$

$$14,549 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,323 \text{ ppm}$$

Dalam 10 mL $= 80,323 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 803,23 \mu\text{g}$

$$= 803,23 \mu\text{g} = 0,00080323 \text{ g}$$

Kadar dalam sampel $= 0,00080323 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$

$$= 0,161\%$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,553 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,387 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,387 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 803,87 \text{ } \mu\text{g}$$

$$= 803,87 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080387 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080387 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,161\%$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,544 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,241 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,241 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 802,41 \text{ } \mu\text{g}$$

$$= 802,41 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080241 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080241 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,160\%$$

4. Replikasi 4

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,555 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,419 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,419 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 804,19 \text{ } \mu\text{g}$$

$$= 804,19 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080419 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080419 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,161\%$$

5. Replikasi 5

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,527 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,968 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 79,968 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 799,68 \text{ } \mu\text{g}$$

$$= 799,68 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079968 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar dalam sampel} &= 0,00079968 \text{ g}/0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\%\end{aligned}$$

6. Replikasi 6

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,532 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,048 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}\text{Dalam } 10 \text{ mL} &= 80,048 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 800,48 \mu\text{g} \\ &= 800,48 \mu\text{g} = 0,00080048 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar dalam sampel} &= 0,00080048 \text{ g}/0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\%\end{aligned}$$

- Hasil Uji Presisi Hari Kedua

| Sampel | Gambar | Mean Red | Δ Mean Red | Konsentrasi (ppm) | Kadar b/b(%) |
|-----------|---|----------|-------------------|-------------------|--------------|
| Rep 1 |  | 194,743 | 14,508 | 79,661 | 0,159 |
| Rep 2 |  | 194,689 | 14,562 | 80,532 | 0,161 |
| Rep 3 |  | 194,754 | 14,497 | 79,484 | 0,159 |
| Rep 4 |  | 194,730 | 14,521 | 79,871 | 0,160 |
| Rep 5 |  | 194,693 | 14,558 | 80,468 | 0,161 |
| Rep 6 |  | 194,711 | 14,540 | 80,177 | 0,160 |
| Rata-rata | | | | | 0,160 |
| SD | | | | | 0,000894 |
| RSD | | | | | 0,559% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,508 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,661 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 79,661 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 796,61 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 796,61 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079661 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00079661 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,159\% \end{aligned}$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,562 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,532 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 80,532 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 805,32 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 805,32 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080532 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00080532 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,161\% \end{aligned}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,497 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,484 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 79,484 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 794,84 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 794,84 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079484 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00079484 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,159\% \end{aligned}$$

4. Replikasi 4

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,521 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,871 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 79,871 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 798,71 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 798,71 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079871 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,0007987 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\% \end{aligned}$$

5. Replikasi 5

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,558 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,468 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,468 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 804,68 \mu\text{g}$$

$$= 804,68 \mu\text{g} = 0,00080468 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080468 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,161\%$$

6. Replikasi 6

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,540 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,177 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,177 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 801,77 \mu\text{g}$$

$$= 801,77 \mu\text{g} = 0,00080177 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080177 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,160\%$$

- Hasil Uji Presisi Hari Ketiga

| Sampel | Gambar | Mean Red | Δ Mean Red | Konsentrasi (ppm) | Kadar b/b(%) |
|-----------|---|----------|-------------------|-------------------|--------------|
| Rep 1 |  | 194,688 | 14,563 | 80,548 | 0,161 |
| Rep 2 |  | 194,726 | 14,525 | 79,935 | 0,160 |
| Rep 3 |  | 194,735 | 14,516 | 79,790 | 0,160 |
| Rep 4 |  | 194,694 | 14,557 | 80,451 | 0,161 |
| Rep 5 |  | 194,718 | 14,533 | 80,065 | 0,160 |
| Rep 6 |  | 194,720 | 14,531 | 80,032 | 0,160 |
| Rata-rata | | | | | 0,160 |
| SD | | | | | 0,000516 |
| RSD | | | | | 0,322% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,563 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,548 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,548 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 805,48 \mu\text{g}$$

$$= 805,48 \mu\text{g} = 0,00080548 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080548 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,161\%$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,525 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,935 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 79,935 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 799,35 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 799,35 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079935 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00079935 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\% \end{aligned}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,516 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 79,790 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 79,790 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 797,90 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 797,90 \text{ } \mu\text{g} = 0,00079790 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00079790 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\% \end{aligned}$$

4. Replikasi 4

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,557 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,451 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 80,451 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 804,51 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 804,51 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080451 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00080451 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,161\% \end{aligned}$$

5. Replikasi 5

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$15,533 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,065 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam 10 mL} &= 80,065 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 800,65 \text{ } \mu\text{g} \\ &= 800,65 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080,065 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar dalam sampel} &= 0,00080065 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\% \\ &= 0,160\% \end{aligned}$$

6. Replikasi 6

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$14,531 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 80,032 \text{ ppm}$$

$$\text{Dalam 10 mL} = 80,032 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} = 800,32 \text{ } \mu\text{g}$$

$$= 800,32 \text{ } \mu\text{g} = 0,00080032 \text{ g}$$

$$\text{Kadar dalam sampel} = 0,00080032 \text{ g} / 0,500 \text{ g} \times 100\%$$

$$= 0,160\%$$

F.2. Hasil Pengujian Presisi Antara (Uji presisi pada 3 hari berbeda)

| Hari ke- | Kadar b/b (%) | RSD (n=6) (%) |
|----------|------------------|---------------|
| 1 | 0,161 | 0,341 |
| 2 | 0,160 | 0,559 |
| 3 | 0,160 | 0,322 |
| | Rata-rata RSD/CV | 0,407 |

F.3. Penentuan Konsentrasi Hasil Uji Presisi

| Hari ke - | Konsentrasi (ppm) |
|-----------|-------------------|
| 1 | 80,231 |
| 2 | 80,032 |
| 3 | 80,137 |
| Rata-rata | 80,133 |

LAMPIRAN G. Akurasi

Perhitungan Akurasi

Hasil konsentrasi rata-rata presisi 80,133 ppm ~ 80 ppm

$$\begin{aligned}80 \text{ ppm } (\mu\text{g/mL}) \text{ dalam } 10 \text{ mL} &= 800 \mu\text{g} \\ &= 0,0008 \text{ g}\end{aligned}$$

- Pembuatan Simulasi 80%

$$\begin{aligned}80\% \times 80 \mu\text{g/mL} &= 64 \mu\text{g/mL} \\ \text{Dalam } 10 \text{ mL} &= 64 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 640 \mu\text{g} \\ &= 0,0064 \text{ g}\end{aligned}$$

Larutan standart 640 ppm dipipet sebanyak 1 mL.

- Pembuatan Simulasi 100%

$$\begin{aligned}100\% \times 80 \mu\text{g/mL} &= 80 \mu\text{g/mL} \\ \text{Dalam } 10 \text{ mL} &= 80 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 800 \mu\text{g} \\ &= 0,008 \text{ g}\end{aligned}$$

Larutan standart 800 ppm dipipet sebanyak 1 mL.

- Pembuatan Simulasi 120%

$$120\% \times 80 \mu\text{g/mL} = 96 \mu\text{g/mL}$$

$$\text{Dalam } 10 \text{ mL} = 96 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$= 960 \mu\text{g}$$

$$= 0,0096 \text{ g}$$

Larutan standart 960 ppm dipipet sebanyak 1 mL.

| Penambahan Analit (%) | Gambar |
|-----------------------|---|
| Blanko |  |
| 80 replikasi 1 |  |
| 80 replikasi 2 |  |
| 80 replikasi 3 |  |
| 100 replikasi 1 |  |
| 100 replikasi 2 |  |
| 100 replikasi 3 |  |
| 120 replikasi 1 |  |
| 120 replikasi 2 |  |
| 120 replikasi 3 |  |

- Hasil Uji Akurasi Simulasi 80%

| Simulasi 80% | <i>Mean</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> | Kadar Terdeteksi (ppm) | Kadar Teoritis (ppm) | Akurasi (%) |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| Replikasi 1 | 220,510 | 13,524 | 63,790 | 64 | 100,33 |
| Replikasi 2 | 219,948 | 13,536 | 63,983 | 64 | 100,03 |
| Replikasi 3 | 220,300 | 13,522 | 63,758 | 64 | 100,38 |
| Rata-rata % recovery | | | | | 100,245 |
| SD | | | | | 0,191 |
| RSD | | | | | 0,190% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 13,524 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 63,790 \text{ ppm} \end{aligned}$$

2. Replikasi 2

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 13,536 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 63,983 \text{ ppm} \end{aligned}$$

3. Replikasi 3

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 13,522 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 63,758 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- Hasil Uji Akurasi Simulasi 100%

| Simulasi 100% | <i>Mean</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> | Kadar Terdeteksi (ppm) | Kadar Teoritis (ppm) | Akurasi (%) |
|----------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| Replikasi 1 | 218,516 | 14,526 | 79,951 | 80 | 100,06 |
| Replikasi 2 | 218,552 | 14,495 | 79,451 | 80 | 100,69 |
| Replikasi 3 | 217,850 | 14,540 | 80,177 | 80 | 99,779 |
| Rata-rata % recovery | | | | | 100,177 |
| SD | | | | | 0,467 |
| RSD | | | | | 0,466% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi} \quad Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 14,526 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 79,951 \text{ ppm} \end{aligned}$$

2. Replikasi 2

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi} \quad Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 14,495 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 79,451 \text{ ppm} \end{aligned}$$

3. Replikasi 3

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi} \quad Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 14,540 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 80,177 \text{ ppm} \end{aligned}$$

• Hasil Uji Akurasi Simulasi 120%

| Simulasi 120% | <i>Mean</i> | Δ <i>Mean</i> <i>Red</i> | Kadar Terdeteksi (ppm) | Kadar Teoritis (ppm) | Akurasi (%) |
|-----------------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| Replikasi 1 | 217,431 | 15,532 | 96,177 | 96 | 99,816 |
| Replikasi 2 | 217,179 | 15,516 | 95,919 | 96 | 100,08 |
| Replikasi 3 | 217,005 | 15,541 | 96,323 | 96 | 99,665 |
| Rata-rata % <i>recovery</i> | | | | | 99,855 |
| SD | | | | | 0,213 |
| RSD | | | | | 0,213% |

Perhitungan:

1. Replikasi 1

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 15,532 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 96,177 \text{ ppm} \end{aligned}$$

2. Replikasi 2

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 15,516 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 95,919 \text{ ppm} \end{aligned}$$

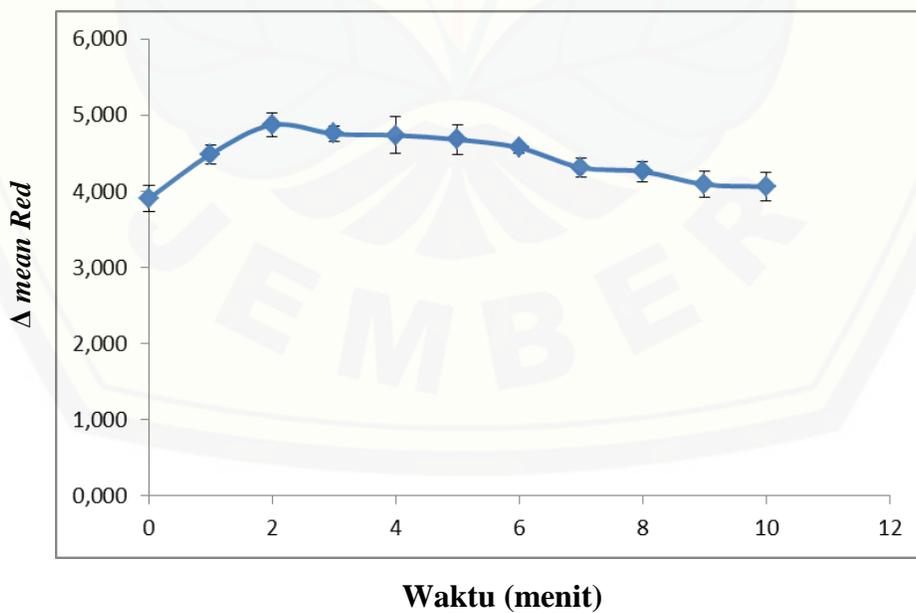
3. Replikasi 3

$$\begin{aligned} \text{Kurva kalibrasi } Y &= 0,062 X + 9,569 \\ 15,541 &= 0,062 X + 9,569 \\ x &= 96,323 \text{ ppm} \end{aligned}$$

| Penambahan Analit (%) | % <i>Recovery</i> | Rata-rata % <i>Recovery</i> | SD | RSD (%) |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------|------------|
| 80 | 100,245 | | | |
| 100 | 100,177 | 100,092 | 0,290 | 0,290 % |
| 120 | 99,855 | | | |

LAMPIRAN H. Penentuan Waktu Respon

| Waktu (menit) | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rata-rata | $\Delta mean$ <i>Red</i> |
|------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------------------------|
| 0 | 216,258 | 215,974 | 216,278 | 216,170 | 3,904 |
| 1 | 215,660 | 215,886 | 215,677 | 215,741 | 4,486 |
| 2 | 215,263 | 214,954 | 215,584 | 215,267 | 4,871 |
| 3 | 215,457 | 215,291 | 215,287 | 215,345 | 4,755 |
| 4 | 215,704 | 215,498 | 215,225 | 215,476 | 4,735 |
| 5 | 215,541 | 215,897 | 215,839 | 215,759 | 4,679 |
| 6 | 215,528 | 215,433 | 215,566 | 215,509 | 4,572 |
| 7 | 215,649 | 215,768 | 215,508 | 215,642 | 4,312 |
| 8 | 216,056 | 216,174 | 215,904 | 216,045 | 4,259 |
| 9 | 215,943 | 216,163 | 216,288 | 216,131 | 4,091 |
| 10 | 216,032 | 215,828 | 216,199 | 216,020 | 4,060 |



LAMPIRAN I. Penentuan Waktu Pakai**Suhu Ruang**

| Hari Ke- | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rata-rata | Δ | | RSD (%) | Penurunan (%) | |
|-------------|---------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|------------|------------------|--|
| | | | | | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | | | |
| | | | | | <i>Red</i> | | | | |
| 1 | 227,031 | 226,686 | 226,014 | 226,577 | 0,000 | 0,517 | 0,228 | 0,000 | |
| 2 | 226,633 | 226,725 | 226,648 | 226,669 | 0,092 | 0,049 | 0,022 | 0,040 | |
| 3 | 227,088 | 226,977 | 226,033 | 226,699 | 0,122 | 0,580 | 0,256 | 0,050 | |
| 4 | 227,170 | 226,935 | 225,862 | 226,656 | 0,079 | 0,697 | 0,308 | 0,030 | |
| 5 | 227,190 | 226,952 | 226,003 | 226,715 | 0,138 | 0,628 | 0,277 | 0,060 | |
| 6 | 227,122 | 226,895 | 225,794 | 226,604 | 0,027 | 0,710 | 0,314 | 0,010 | |
| 7 | 227,157 | 226,867 | 225,921 | 226,648 | 0,071 | 0,646 | 0,285 | 0,030 | |
| 8 | 227,212 | 226,866 | 226,021 | 226,700 | 0,123 | 0,613 | 0,270 | 0,050 | |

Suhu Chiller

| Hari Ke- | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rata-rata | Δ | | RSD (%) | Penurunan (%) | |
|-------------|---------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|------------|------------------|--|
| | | | | | <i>Mean</i> | <i>SD</i> | | | |
| | | | | | <i>Red</i> | | | | |
| 1 | 226,995 | 226,957 | 225,799 | 226,584 | 0,000 | 0,680 | 0,300 | 0,000 | |
| 2 | 226,653 | 227,207 | 226,429 | 226,763 | 0,179 | 0,400 | 0,177 | 0,080 | |
| 3 | 227,316 | 226,647 | 226,088 | 226,684 | 0,100 | 0,615 | 0,271 | 0,040 | |
| 4 | 226,821 | 227,026 | 226,876 | 226,908 | 0,324 | 0,106 | 0,047 | 0,010 | |
| 5 | 227,179 | 226,878 | 226,048 | 226,702 | 0,118 | 0,586 | 0,258 | 0,050 | |
| 6 | 227,232 | 226,902 | 225,819 | 226,651 | 0,067 | 0,739 | 0,326 | 0,030 | |
| 7 | 227,201 | 226,905 | 226,075 | 226,727 | 0,143 | 0,584 | 0,258 | 0,060 | |
| 8 | 227,105 | 227,011 | 226,095 | 226,737 | 0,153 | 0,558 | 0,246 | 0,070 | |

LAMPIRAN J. Penentuan Kadar Sampel

| Sampel | Gambar | Mean | Δ Mean Red | Kadar (ppm) |
|-----------------------|---|---------|-------------------|-------------|
| Blanko | | 220,423 | - | - |
| Sampel A Rep 1 |  | 223,360 | 2,937 | |
| Sampel A Rep 2 |  | 223,234 | 2,811 | -107,785 |
| Sampel A Rep 3 |  | 223,334 | 2,911 | |
| Sampel B Rep 1 |  | 225,248 | 4,825 | |
| Sampel B Rep 2 |  | 225,302 | 4,879 | -76,081 |
| Sampel B Rep 3 |  | 225,275 | 4,852 | |
| Sampel C Rep 1 |  | 219,358 | 1,065 | |
| Sampel C Rep 2 |  | 219,382 | 1,041 | -137,451 |
| Sampel C Rep 3 |  | 219,389 | 1,034 | |
| Sampel Simulasi Rep 1 |  | 198,416 | 22,007 | |
| Sampel Simulasi Rep 2 |  | 198,474 | 21,949 | 200,274 |
| Sampel Simulasi Rep 3 |  | 198,421 | 22,002 | |

- Perhitungan Sampel A:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$2,937 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -106,968 \text{ ppm}$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$2,811 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -109,000 \text{ ppm}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$2,911 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -107,387 \text{ ppm}$$

• Perhitungan Sampel B:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$4,825 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -76,516 \text{ ppm}$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$4,879 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -75,645 \text{ ppm}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$4,852 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -76,081 \text{ ppm}$$

• Perhitungan Sampel C:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$1,065 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -137,145 \text{ ppm}$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$1,041 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -137,548 \text{ ppm}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$1,034 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = -137,661 \text{ ppm}$$

- Perhitungan Sampel Simulasi:

1. Replikasi 1

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$22,007 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 200,612 \text{ ppm}$$

2. Replikasi 2

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$21,949 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 199,677 \text{ ppm}$$

3. Replikasi 3

$$\text{Kurva kalibrasi } Y = 0,062 X + 9,569$$

$$22,002 = 0,062 X + 9,569$$

$$x = 200,532 \text{ ppm}$$

Lampiran K. Kemasan Produk Sensor Kimia

