



**PENGEMBANGAN STRIP TES BERBASIS PARAROSANILINA UNTUK  
DETEKSI FORMALIN DALAM SAMPEL TAHU**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Alni Riskyna Hasan  
NIM. 122210101115**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**PENGEMBANGAN STRIP TES BERBASIS PARAROSANILINA UNTUK  
DETEKSI FORMALIN DALAM SAMPEL TAHU**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Alni Riskyna Hasan  
NIM 122210101115**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada setiap hamba-Nya yang selalu berjuang di jalan-Nya dalam kebaikan dan menuntut ilmu.
2. Orang tua penulis Bapak H. Hasan dan Ibu Hj. Murziah, serta Ria Larici, ST, Adik Intan Karunia, Gading Hashari, Rio Anggara, Dwi Asmara dan Ragil Fathoni, terima kasih atas do'a, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, nasihat, semangat yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi keberhasilan penulis.
3. Guru-guru penulis sejak SD sampai SMA, dosen dan segenap civitas akademika Universitas Jember khususnya Fakultas Farmasi terhormat, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Teman-teman seperjuangan Farmasi 2012 dan almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTTO**

Sesungguhnya Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sesuai dengan kesanggupannya.

(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 286)

Kita merancang, Allah merancang, dan ketahuilah Allah sebaik-baik perancang.

(terjemahan Surat *Al-Imran* ayat 54)

Berusaha, Berdo'a, Pasrahkan, Tersenyum. Jika Gagal Ulangi Lagi, Ulangi lagi.

(H. Hasan)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alni Riskyna Hasan

NIM : 122210101115

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN STRIP TES BERBASIS PARAROSANILINA UNTUK DETEKSI FORMALIN DALAM SAMPEL TAHU” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan dalam institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Agustus 2016

Yang Menyatakan

(Alni Riskyna Hasan)

NIM 122210101115

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN STRIP TES BERBASIS PARAROSANILINA UNTUK  
DETEKSI FORMALIN DALAM SAMPEL TAHU**

Oleh

Alni Riskyna Hasan

NIM 122210101115

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul **“Pengembangan Strip Tes Berbasis Pararosanilina untuk Deteksi Formalin dalam Sampel Tahu”** telah diuji dan disahkan pada:

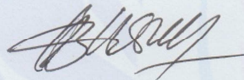
hari, tanggal : Jum'at, 19 Agustus 2016

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

**Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196902011994031002

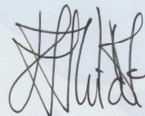


Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.  
NIP 198304282008122004

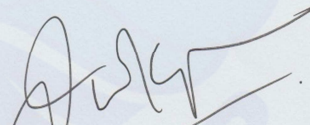
**Tim Penguji**

Tim Penguji I,

Tim Penguji II,



Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt.  
NIP 198204062006042001



Dwi Koko Prateko, S.Farm., M.Sc., Apt.  
NIP. 198504282009121004

Mengesahkan  
Dekan,



Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.  
NIP 197604142002122001

## RINGKASAN

**Pengembangan Strip Tes Berbasis Pararosanilina Untuk Deteksi Formalin dalam Sampel Tahu;** Alni Riskyna Hasan, 122210101115; 2016; 107 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Formalin merupakan nama dagang dari formaldehida yang biasanya mengandung sekitar 37% formaldehida. Pemejanaan formalin kedalam tubuh manusia dapat melalui pernafasan, mulut dan kontak dengan kulit. Formalin dalam tubuh dapat menekan fungsi sel, menyebabkan kerusakan organ tubuh, dan menyebabkan kanker karena formalin bersifat karsinogenik. Berdasarkan sampling dan pengujian laboratorium yang dilakukan Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) di Bandar Lampung dan beberapa tempat lain di Indonesia telah ditemukan sejumlah produk makanan meliputi tahu, mie basah, dan ikan yang memakai formalin sebagai pengawet. Padahal formalin sebagai pengawet dalam makan tidak diperbolehkan.

Pendeteksian formalin dapat dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), kromatografi gas (KG), atau spektrofotometri UV-Vis. Akan tetapi penggunaan metode-metode tersebut memiliki kelemahan yaitu diperlukan alat-alat serta perangkat pendukung yang mahal dan rumit, membutuhkan proses analisis yang relatif lama serta tidak semua orang dapat melakukan analisis ini karena harus memiliki keahlian dan pengetahuan dalam bidang instrumentasi. Oleh karena itu dalam penelitian ini dikembangkan suatu teknologi yang dapat mendeteksi formalin dalam sampel tahu yang lebih praktis, sederhana, cepat dan ekonomis tetapi memiliki efektivitas, selektivitas yang baik serta efisien dalam penggunaannya oleh masyarakat luas.

Teknologi yang dikembangkan adalah sensor kimia berupa strip tes. Strip tes didefinisikan sebagai bentuk miniatur dari suatu piranti analisis, yang hanya membutuhkan area deteksi yang kecil. Reagen yang digunakan untuk mendeteksi formalin dan diimobilisasi pada area deteksi strip tes adalah campuran reagen



pararosanilina dan HCl 4N. Fabrikasi striptes dilakukan dengan mengimobilisasi 4µl campuran reagen pada area deteksi yang berbahan kertas *whatman* dengan ukuran 0,5 x 0,5 cm. Strip tes kemudian dikerngkan ± 15 menit pada suhu ruang.

Hasil karakterisasi strip tes sebagai sensor formalin berbasis reagen pararosanilina meliputi : waktu respon strip tes 4 menit; waktu pakai strip tes 14 hari pada suhu *chiller* ( $\pm 4^{\circ}$  C); linieritas trip tes terhadap standar formalin berada pada rentang 2-80 ppm, pada pengujian dengan *imageJ* diperoleh  $y = 14,777 + 0,199x$ , nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,999,  $V_{xo} = 1,660$  % dan nilai  $X_p = 1,832$ . Sedangkan dengan menggunakan spektrofotometri Uv-vis diperoleh  $y = 0,351 + 0,008x$ , koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,999 nilai  $V_{xo} = 1,751$  % dan nilai  $X_p = 1,933$ ; batas deteksi (LOD) dengan menggunakan program *imageJ* dan spektrofotometri Uv-Vis sama yaitu 0,048 ppm dan 0,161 ppm; air cuka tidak memberikan interferensi pada pengukuran; metode strip tes sebagai sensor formalin telah memenuhi parameter presisi dengan nilai RSD dengan menggunakan program *imageJ* dan Spektrofotometri berturut-turut sebesar 4,133 % dan 4,085%. Nilai RSD yang dipersyaratkan untuk konsentrasi analit sebesar 0,01% adalah  $< 7,3$  %; strip tes juga memenuhi parameter akurasi dengan % recovery rata-rata 96,346 % dengan program *imageJ* dan 94,282 % dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis (80% -110%); metode strip tes sebagai sensor formalin dapat mendeteksi kadar formalin dari lima sampel yang diambil dari tempat yang berbeda di Kabupaten Jember.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Strip Tes Berbasis Pararosanilina untuk Deteksi Formalin dalam Sampel Tahu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Farmasi Universitas Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt. atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang penuh kesabaran memberi bimbingan, dorongan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terlaksana dengan baik;
3. Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.sc., Apt. selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran dan kritik yang diberikan demi kesempurnaan skripsi ini;
4. Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengorbanan, saran dan kritik kepada penulis;
6. Ibu wayan dan mbak hanny selaku teknisi Laboratorium Bio dan Kemosensor Fakultas Farmasi, terima kasih atas segala bantuannya selama proses penyelesaian skripsi ini;

7. Orang tua penulis Bapak H. Hasan dan Hj. Murziah, serta Kakak Ria Larici Hasan, ST,. Adik Intan Karunia Hasan, Gading Hashari Hasan, Rio Anggara Hasan, Dwi Asmara Hasan dan Ragil Fathoni Hasan, terima kasih atas do'a, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, nasihat, semangat kepada penulis selama selama penyusunan skripsi ini;
8. Keluarga besar di Jember, kakak, abang, bibi, om, pakde, bude, yang telah memberi dukungan, semangat, perhatian, doa, dan kasih sayang kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Sahabat yang nyata tapi tidak terlihat, Ocay, Irma, Atus, Upong, Ondel, Kupit, Adnan, terimakasih atas dukungan, doa dan semangat kepada penulis;
10. Sahabat sekaligus saudara seperjuangan selama di Jember, Trias, Coi, Gilang, Tika, Luki, Mupid, terimakasih atas kesabaran, semangat, bantuan dan kebersamaan menjalani suka duka selama di Jember;
11. Teman kesayangan Citra, Farida, Juwita, Yayan, Hidayah, Arimbi, Nora, Sarah, Dewi, Hafidi, Yodi, Dhany, Ozi, Adin, Alya, Adel, Arya, Agus, Zila, Dhea, Vinas, Markibo, Siti, Nunung, Raghda, Titis, Diah, Yasmin, terimakasih atas semangat, doa, kebersamaan, dukungan selama ini, kalian sangat menginspirasi serta banyak membantu penulis dalam segala hal.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 Petrok Rolas yang telah berjuang bersama-sama demi sebuah gelar Sarjana Farmasi yang akan selalu hidup menjadi sebuah keluarga;
13. Teman-teman kos anak tante mbak indah, mbak Amel, mbak Kiki, mbak Denok, mbak Silvi, mbak Wulan, Juwita, Mita, Novia, Kartini, Wangi, Alvin, Yemima, yang memberikan kenyamanan, semangat dan perhatian kepada penulis;
14. Teman-teman sekolah dari kanak-kanak hingga SMA, organisasi di kuliah dan KKN Curah Tatal (Sabil, Agan, Alif, Viky, Eca, Eka, Rika);
15. Guru-guru sejak bersekolah di SDN 045 Muara Jalai, Madrasah Padang Tarap, SMPN 1 Bangkinang Kota dan SMAN 1 Bangkinang Kota. Terima kasih atas segala ilmu yang kalian ajarkan pada penulis;

16. Karyawan umum, akademik, kemahasiswaan, teknisi laboratorium dan satpam Fakultas Farmasi;
17. Seluruh civitas akademika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satuper satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini sehingga penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 19 Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMANJUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Formalin</b> .....	5
2.1.1 Kegunaan Formalin.....	5
2.1.2 Toksisitas .....	6
<b>2.2 Tinjauan Tentang Sensor Kimia</b> .....	7
2.2.1 Definisi dan Mekanisme Sensor Kimia .....	7
2.2.2 Aplikasi Sensor Kimia .....	8
<b>2.3 Reagen Sensor Formalin</b> .....	9

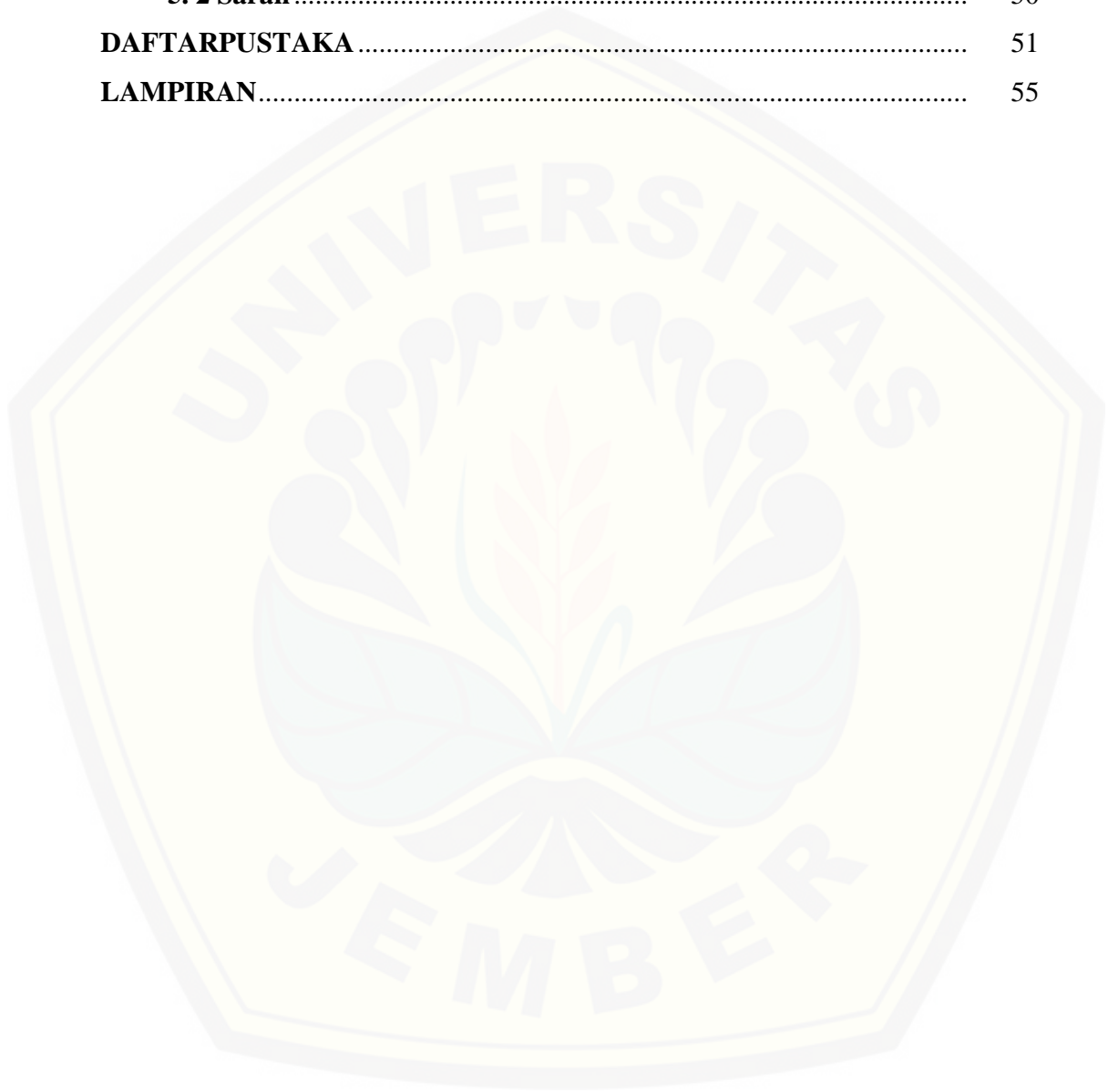
2.3.1 Pararosanilina Hidroklorida .....	9
2.3.1 Reaksi Pararosanilina dengan Formalin.....	10
<b>2.4 Tinjauan Tentang Srtip Tes .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Tinjauan Tentang Teknik Imobilisasi.....</b>	<b>12</b>
2.5.1 Adsorpsi .....	13
2.5.2 Enkapsulasi .....	14
2.5.3 Penjebakan.....	14
2.5.4 Ikatan Kovalen.....	15
2.5.5 Ikatan Silang .....	15
<b>2.6 Tinjauan Tentang Spektrofotometri Uv-Vis .....</b>	<b>16</b>
<b>2.7 Tinjauan Tentang Program <i>ImageJ</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Tinjauan Tentang Karakteristik Sensor Kimia .....</b>	<b>19</b>
3.8.1 Waktu Respon dan Waktu Pakai.....	19
3.8.2 Linieritas .....	19
3.8.3 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi .....	20
3.8.4 Selektivitas.....	20
3.8.5 Presisi.....	21
3.8.6 Akurasi.....	22
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Definisi Operasional .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Alat dan Bahan .....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Alat.....	25
3.4.2 Bahan .....	25
<b>3.5 Diagram Alur Penelitian.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>27</b>
3.6.1 Preparasi Reagen dan Standar.....	27
3.6.2 Fabrikasi Strip Tes .....	28



<b>3.7 Optimasi Strip Tes .....</b>	<b>28</b>
3.7.1 Proses Imobilisasi Reagen .....	28
3.7.2 Optimasi Konsentrasi Reagen.....	29
3.7.3 Optimasi Volume Reagen .....	29
<b>3.8 Karakterisasi Strip Tes .....</b>	<b>29</b>
3.8.1 Waktu Respon.....	29
3.8.2 Waktu Pakai Strip Tes .....	30
3.8.3 Linieritas .....	30
3.8.4 Batas Kuantitasi dan Deteksi .....	30
3.8.5 Selektivitas.....	31
3.8.2 Presisi .....	32
3.8.4 Akurasi.....	32
<b>3.9 Aplikasi Strip Tes Pada Sampel Tahu Dibandingkan     dengan Metode Spektrovotometri Uv-Vis.....</b>	<b>33</b>
<b>BAB4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Fabrikasi Strip Tes Berbasis Pararosanilina .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Optimasi Strip Tes Berbasis Pararosanilina.....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Optimasi Volume Reagen.....	35
4.2.2 Optimasi Konsentrasi Reagen.....	36
<b>4.3 Karakteristik Strip Tes .....</b>	<b>37</b>
4.3.1 Waktu Respon.....	37
4.3.2 Waktu Pakai Strip Tes .....	38
4.3.3 Linieritas .....	40
4.3.4 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ).....	43
4.3.5 Selektivitas.....	43
4.3.6 Presisi .....	45
4.3.7 Akurasi.....	46
<b>4.4 Aplikasi Strip Tes pada Sampel Tahu Dibandingkan     dengan Pengukuran Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis.....</b>	<b>47</b>

**BAB5.PENUTUP**

<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	49
<b>5. 2 Saran</b> .....	50
<b>DAFTARPUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	55



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik Teknik Imobilisasi .....	13
2.2 Konsentrasi Analit vs Presisi .....	22
2.3 Rentang % <i>Recovery</i> pada Konsentrasi yang Berbeda .....	23
3.1 Larutan Standar Kerja.....	27
3.2 Larutan Standar Kerja LOD & LOQ .....	31
4.1 Hasil Pengukuran Linieritas dengan Program <i>ImageJ</i> .....	41
4.2 Hasil Pengukuran Linieritas dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis...	41
4.3 Hasil Pengukuran $\Delta$ <i>Mean</i> RGB Selektivitas .....	44
4.4 Hasil Pengukuran Presisi dengan <i>ImageJ</i> .....	46
4.5 Hasil Pengukuran Presisi dengan Spektrofotometri Uv-Vis .....	46
4.6 Hasil Pengukuran Akurasi dengan <i>ImageJ</i> dan Spektrofotometri UV-Vis.....	47
4.7 Hasil Pengujian Beberapa Sampel Tahu dengan Program SPSS .....	48

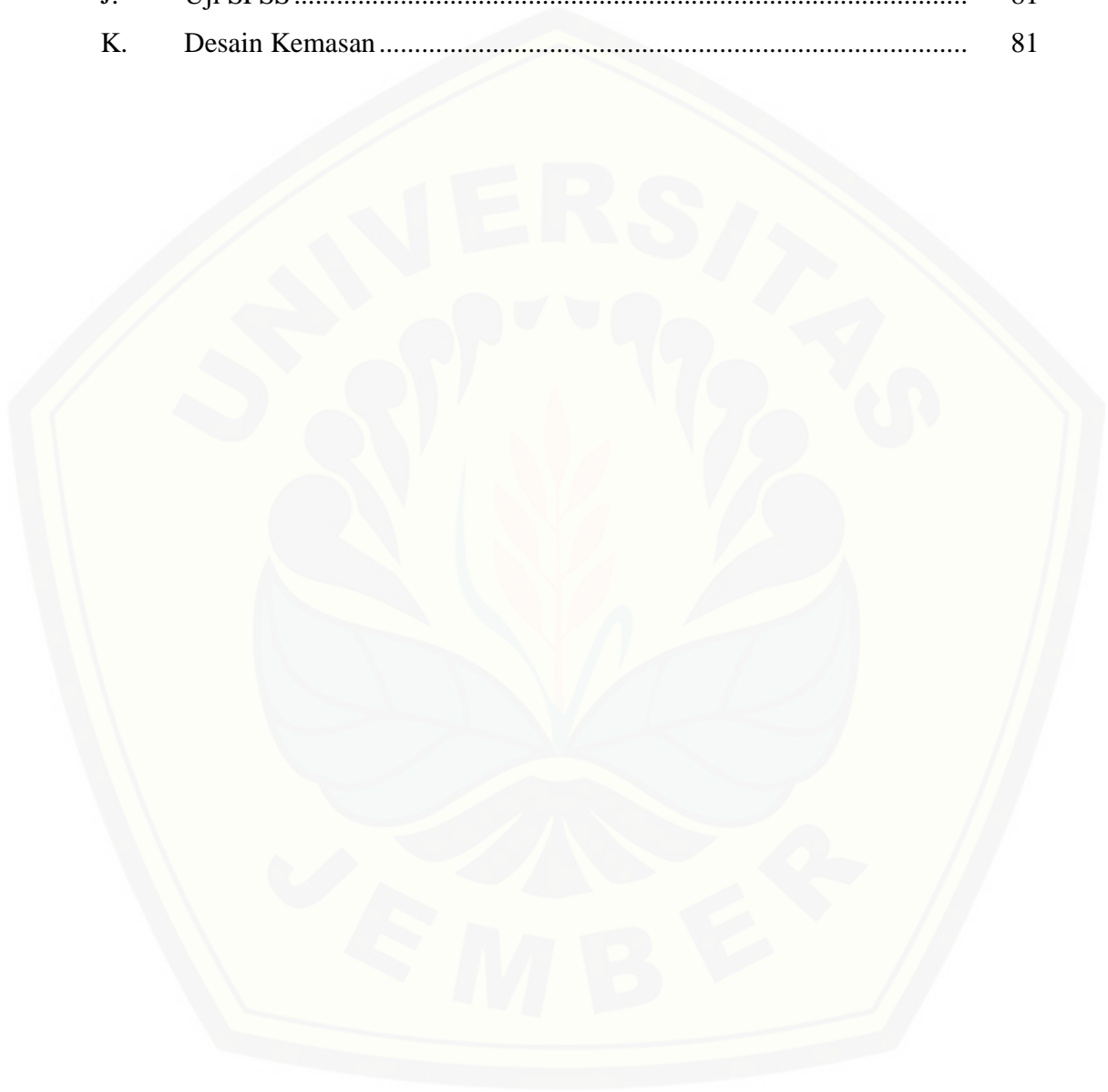
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Formalin .....	5
2.2 Skema Sensor Kimia .....	8
2.3 Struktur Pararosanilina .....	10
2.4 Reaksi Pembentukan Kompleks Pararosanilina dengan Formalin.....	11
2.5 Teknik Adsorpsi .....	13
2.6 Teknik Enkapsulasi .....	13
2.7 Teknik Penjebakan .....	15
2.8 Ikatan Kovalen .....	15
2.9 Ikatan Silang .....	16
2.10 Program <i>ImageJ</i> .....	18
2.11 Cara Pembacaan Nilai RGB pada Program <i>ImageJ</i> .....	18
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	26
3.2 Desain Strip Tes .....	28
4.1 Strip Tes Sebelum (a) dan Sesudah Bereaksi dengan Formalin (b).....	35
4.2 Optimasi Volume Reagen .....	36
4.3 Optimasi Konsentrasi Reagen .....	37
4.4 Waktu Respon Sensor .....	38
4.5 Hasil Pengukuran Waktu Pakai Strip Tes pada Suhu Ruang.....	39
4.6 Hasil Pengukuran Waktu Pakai Strip Tes pada Suhu <i>Chiller</i> .....	39
4.7 Kurva Linieritas Menggunakan Program <i>ImageJ</i> .....	42
4.8 Kurva Linieritas Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis.....	43
4.9 Hasil Pengukuran Selektivitas.....	44

DAFTARLAMPIRAN

	Halaman
A. Konsentrasi Reagen Optimum .....	55
B. Waktu Respon Sensor .....	56
C. Waktu Pakai Strip Tes.....	57
C.1 Suhu Ruang ( $\pm 25^{\circ}$ C).....	57
C.2 Suhu Chiller Lemari Es ( $\pm 4^{\circ}$ C) .....	58
D. Linieritas.....	59
D.1 Linieritas dengan Program <i>ImageJ</i> .....	59
D.2 Linieritas dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis.....	60
E. Penentuan LOD & LOQ.....	62
E.1 Penentuan LOD & LOQ dengan Program <i>ImageJ</i> .....	62
E.2 Penentuan LOD & LOQ dengan Spektrofotometri Uv-Vis .....	63
F. Presisi .....	65
F.1 Presisi dengan Metode Strip Tes.....	65
E.2 Presisi dengan Spektrofotometri Uv-Vis .....	67
G. Akurasi .....	69
F.1 Akurasi dengan Metode Strip Tes.....	69
E.2 Akurasi dengan Spektrofotometri Uv-Vis .....	70
H. Perhitungan % Interferensi (Selektivitas) .....	73
I. Data Perhitungan Penetapan Kadar Formalin dalam Sampel Tahu dengan Metode Strip Tes .....	74
I.1 Penetapan Kadar Sampel Tahu dengan metode Celup dengan Strip Tes.....	74
I.2 Penetapan Kadar Sampel Tahu dengan metode Tusuk dengan Strip Tes.....	77

I.3 Penetapan Kadar Sampel Tahu dengan metode Spektrofotometri Uv-Vis .....	78
J. Uji SPSS .....	81
K. Desain Kemasan .....	81





## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masyarakat membutuhkan produk makanan yang aman, bermutu dan bergizi untuk dikonsumsi karena kualitas sumber daya manusia salah satunya ditentukan oleh kualitas makanan yang dikonsumsi. Pada umumnya, pengolahan makanan membutuhkan cara pengawetan yang dapat mengawetkan makanan sampai beberapa waktu kemudian tanpa mengalami kerusakan atau perubahan penampilan. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengawetkan bahan makanan agar tidak cepat rusak yaitu menggunakan cara alami, biologis dan kimiawi. Proses pengawetan secara alami seperti pengaturan suhu, kadar air dan aliran udara. Contohnya pemasakan, pendinginan, pembekuan, pengeringan dan pengalengan. Proses pengawetan secara biologis misalnya dengan peragian/fermentasi. Terakhir, pengawetan secara kimiawi yang umumnya menggunakan bahan tambahan pangan (BTP). Kebanyakan bahan kimiawi memiliki beberapa efek yang bisa membahayakan tubuh (Lubis, 2009).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 tentang bahan tambahan pangan (BTP) jenis pengawet yang dilarang digunakan salah satunya adalah formalin. Formalin juga digolongkan sebagai karsinogenik pada manusia oleh *International Agency for Research on Cancer* (IARC) (IARC, 2004). Formalin biasanya digunakan sebagai bahan pengawet mayat dan pengawetan hewan untuk penelitian. Formalin juga berfungsi sebagai desinfektan, antiseptik, antihidrolis serta bahan baku industri pembuatan lem plywood, resin dan tekstil (Saparinto & Hidayati, 2010).

Pada awal Desember 2005, Badan POM melakukan sampling dan pengujian laboratorium secara serial dan serentak mencakup Bandar Lampung, Jakarta, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Mataram dan Makasar. Produk makanan atau sampel yang diuji meliputi tahu, mie basah dan ikan. Kondisi masing-masing daerah tidak sama untuk setiap produk tersebut. Badan POM tidak menemukan tahu

yang mengandung formalin di Yogyakarta dan Bandung, sedangkan di Jakarta relatif lebih tinggi yaitu 77,85% mengandung formalin. Sedangkan untuk ikan, Badan POM menemukan 52,63% ikan mengandung formalin di Jakarta dan 36,56% di Bandar Lampung. Untuk mie basah persentase sampel yang mengandung formalin rata-rata tinggi diatas 60% kecuali di Makasar 6,45% (Badan POM, 2006).

Pendeteksian formalin dapat dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), kromatografi gas (KG), atau spektrofotometri UV-Vis. Akan tetapi penggunaan metode-metode diatas memiliki kelemahan yaitu diperlukan alat-alat serta perangkat pendukung yang mahal dan rumit, membutuhkan proses analisis yang relatif lama serta tidak semua orang dapat melakukan analisis ini karena harus memiliki keahlian dan pengetahuan dalam bidang instrumentasi (Yuan *et al.*, 2010) sehingga diperlukan suatu alat pendeteksi formalin pada sampel makanan yang lebih praktis, sederhana, cepat dan ekonomis tetapi memiliki efektivitas, selektivitas yang baik serta efisien dalam penggunaannya oleh masyarakat luas.

Salah satu metode alternatif yang dapat digunakan untuk mendeteksi formalin yaitu dengan metode sensor kimia. Sensor kimia merupakan suatu alat analisis yang menggunakan reagen kimia yang dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas sehingga menghasilkan perubahan fisik kimiawi yang dapat diubah menjadi sinyal elektrik yang proporsional dengan konsentrasi analit (Kuswandi, 2010).

Sensor dengan menggunakan reagen pararosanilina untuk mendeteksi formalin telah banyak dikembangkan. Ada beberapa media yang telah dikembangkan sebagai sensor formalin, yaitu nata de coco, sol gel dan ada juga reagen yang langsung diaplikasikan ke sampel. Beberapa media tersebut kurang praktis untuk digunakan. Sehingga berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini akan dikembangkan suatu metode sensor kimia yang lebih sederhana dan praktis berupa strip tes. Strip tes akan memberikan kesimpulan yang cepat pada pengguna mengenai ada atau tidaknya formalin dalam sampel dan sebagai alat pra-seleksi yang membuat analisis hemat biaya dan waktu.

Pararosanilina akan diimobilisasi kedalam strip tes menggunakan teknik imobilisasi adsorpsi. Teknik ini memiliki beberapa keuntungan yaitu sangat mudah dipreparasi, mudah perawatannya, stabil, tidak mudah terdegradasi dan mudah dikembangkan (Eggins, 1996). Sehingga diharapkan pada penelitian ini dapat menciptakan suatu alat berupa strip tes yang mudah dalam proses pembuatannya kemudian dapat digunakan oleh masyarakat luas secara praktis dan ekonomis.

## **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah fabrikasi strip tes berbasis pararosanilina untuk deteksi formalin?
2. Bagaimanakah kondisi optimum strip tes tersebut meliputi konsentrasi reagen dan volume reagen?
3. Bagaimanakah karakteristik analisis strip tes tersebut meliputi waktu respon, waktu pakai, linieritas, batas deteksi dan batas kuantitasi, selektivitas, presisi serta akurasi?
4. Bagaimanakah cara aplikasi dan pembuktian strip tes pararosanilina tersebut pada sampel tahu yang ada di pasaran?

## **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

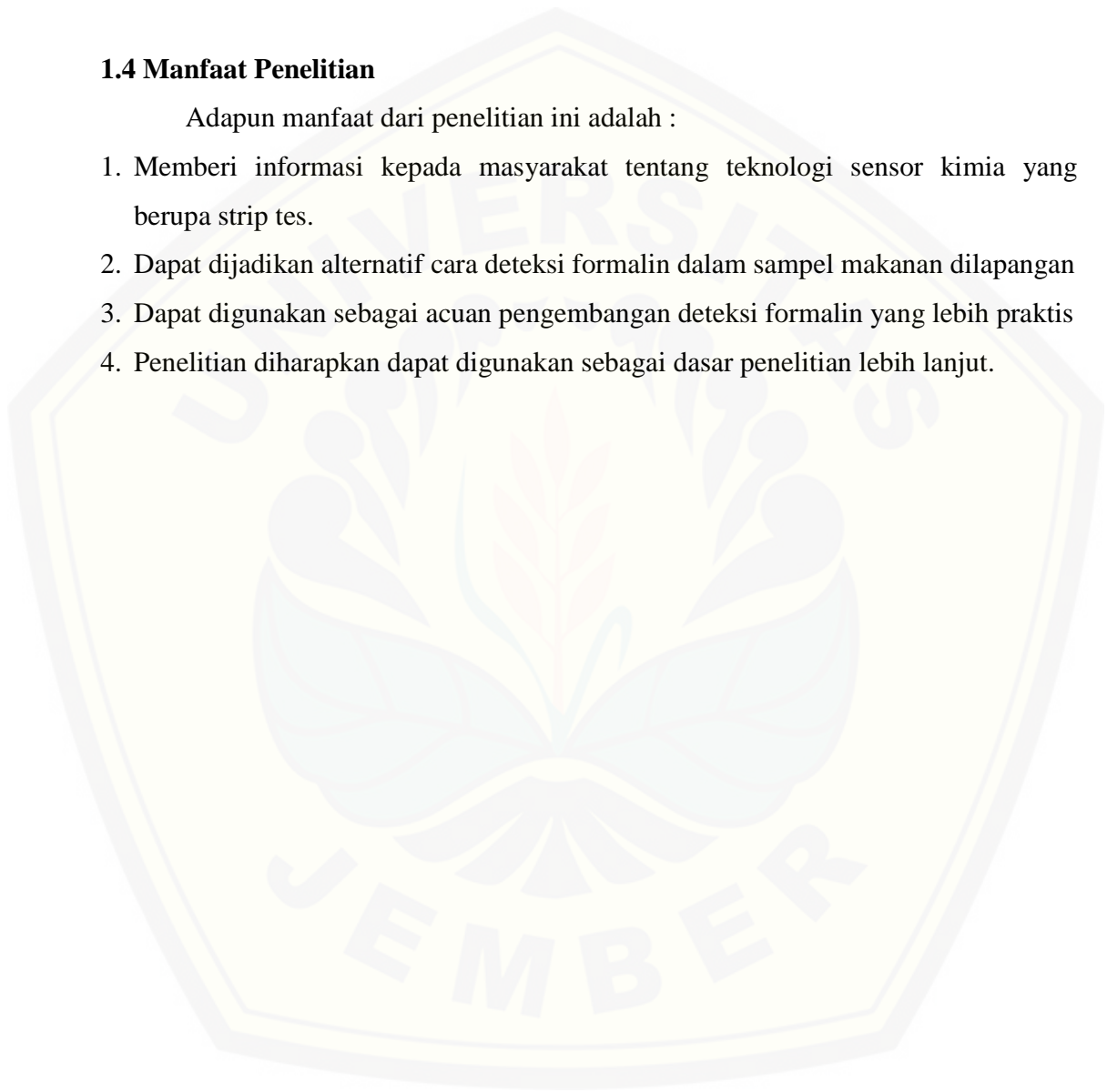
1. Menentukan fabrikasi strip tes berbasis pararosanilina untuk deteksi formalin pada sampel tahu.
2. Menentukan kondisi optimum strip tes tersebut, meliputi konsentrasi reagen dan volume reagen.
3. Menentukan karakteristik analisis strip tes tersebut yang meliputi waktu respon, waktu pakai, linieritas, batas deteksi dan batas kuantitasi, selektivitas, presisi serta akurasi.

4. Menentukan cara aplikasi dan pembuktian strip tes pararosanilina tersebut pada sampel tahu yang ada di pasaran.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

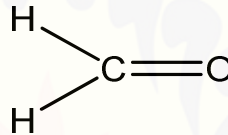
1. Memberi informasi kepada masyarakat tentang teknologi sensor kimia yang berupa strip tes.
2. Dapat dijadikan alternatif cara deteksi formalin dalam sampel makanan dilapangan
3. Dapat digunakan sebagai acuan pengembangan deteksi formalin yang lebih praktis
4. Penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Formalin

Formalin merupakan senyawa pertama dari seri/rangkaian aldehida alifatik. Formalin adalah larutan *aqueous* dari formaldehida, yang biasanya mengandung sekitar 37-40% formaldehida (EPA, 2010). Formalin dihasilkan dari reaksi oksidasi metanol dengan katalis perak pada temperatur 600-700° C (Saraswati *et al.*, 2009). Struktur molekul formalin diberikan pada Gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Struktur formalin

Formalin terdekomposisi pada suhu di atas 150° C. Pada temperatur ruang, formalin murni adalah gas tidak berwarna yang berbau tajam, melemaskan, dan mengiritasi. Formalin larut dalam air, alkohol, eter dan pelarut polar yang lain (EPA, 2010). Formalin mempunyai masa molekul relatif sebesar 30,03 dengan rumus molekul HCHO, mempunyai titik didih sebesar -19,5° C pada 760 mmHg dan titik leleh sebesar -92° C. Formalin mempunyai banyak nama kimia diantaranya adalah aldehida format, metanal, metil aldehida, metilena oksida, oksometana, oksimetilena (EPA, 2010).

#### 2.1.1. Kegunaan Formalin

Formalin digunakan sebagai agen pensteril dan desinfektan dalam lingkungan kerja dan rumah (Turkoglu *et al.*, 2008). Formalin secara luas digunakan dalam resin yang mengikat produk-produk kayu, bubuk kayu dan kertas. Formalin juga digunakan dalam pembuatan zat warna sintesis tekstil, plastik, industri kulit, dan pabrikasi kimia (Cogliano *et al.*, 2005).



Formalin dalam berbagai konsentrasi digunakan sebagai bakterisidal. Larutan formalin 10% dapat membunuh kuman tetapi dalam jangka waktu yang lama. Pada bagian anatomi kedokteran, formalin dengan konsentrasi 40% digunakan sebagai bahan pengawet kadaver untuk bahan praktikum. Pada pengawetan jenazah, formalin bersifat mengubah protein menjadi zat yang kenyal dan padat sehingga cocok dengan bahan untuk diseksi (Tarigan, 2004).

Formalin juga digunakan sebagai germisida, insektisida, dan fungisida dalam beberapa produk. Formalin ditemukan (sebagai bahan tambahan atau cemaran) dalam beberapa kosmetik, seperti beberapa sabun, sampo, krim kulit kering, pelembut kulit ari, krim kuku dan krim bercukur (EPA, 2010)

#### 2.1.2. Toksisitas

Pemejanaan formalin kedalam tubuh manusia dapat terjadi melalui pernapasan, mulut, dan kontak kulit (EPA, 2010). Akibat yang ditimbulkan dapat berupa luka bakar pada kulit, iritasi pada saluran pernafasan, reaksi alergi dan bahaya kanker pada manusia. Konsentrasi formalin yang tinggi dalam tubuh dapat menimbulkan reaksi kimia dengan hampir semua zat di dalam sel, sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kerusakan organ tubuh. Kerusakan di dalam sel terjadi karena formalin mengkoagulasi protein yang terdapat pada protoplasma dan nukleus (Saraswati *et al.*, 2009)

Formalin merupakan zat yang bersifat karsinogenik atau bisa menyebabkan kanker. Beberapa penelitian terhadap tikus dan anjing menunjukkan bahwa pemberian formalin dengan dosis tertentu jangka panjang dapat mengakibatkan kanker saluran cerna seperti *adenocarcinoma phylorus*, *preneoplastic hyperplasia pylorus* dan *adenocarcinoma duodenum*. Penelitian lainnya menyebutkan bahwa peningkatan resiko kanker faring (tenggorokan), *sinus* dan *cavumnasal* (hidung) pada pekerja tekstil akibat paparan formalin melalui hirupan (Judarwanto, 2006).

Gugus karbonil yang dimiliki formalin sangat aktif dapat bereaksi dengan gugus  $\text{NH}_2$  dari protein yang ada pada tubuh membentuk senyawa yang mengendap.



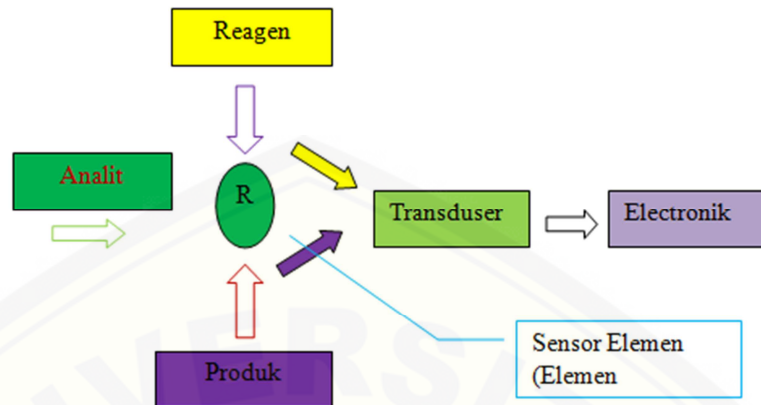
Enzim, hormon atau reseptor adalah protein tertier/kuartener yang jika bereaksi dengan karbonil dari formaldehida dapat menyebabkan hilangnya sifat spesifiknya. Metabolit yang terdapat pada RNA dan DNA pun akan dapat berikatan dengan gugus karbonil formaldehida yang mengakibatkan cacatnya gen. Akibat jangka panjang akan terjadi kanker (WHO, 2006).

Efek formalin pada produk makanan yang mengandung protein seperti tahu, bakso, ikan, ikan asin, dan mie sudah dapat dilihat yaitu berubahnya konsistensi menjadi keras atau kenyal pada produknya, tentunya hal ini akan terjadi juga jika formalin bebas masuk ke organ tubuh dan bereaksi dengan protein tubuh, maka membran sel, tulang rawan akan mengeras, enzim dan hormon akan berubah atau tidak berfungsi. Sifat permeabilitas dari sel akan hilang, akibatnya proses absorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi tubuh akan terganggu. Formalin mempunyai efek teratogenik (23,8%) dari kelahiran kelinci hamil saat konsentrasi 12 ppm (Al-Saraj, 2009)

## 2.2 Tinjauan tentang Sensor kimia

### 2.2.1. Definisi dan Mekanisme Sensor Kimia

Sensor didefinisikan sebagai perangkat atau alat yang digunakan untuk mendeteksi, mencari atau mengukur energi atau zat, memberi sinyal untuk pendeteksian atau pengukuran suatu sifat fisika atau kimia sebagai respon suatu perangkat (Kress-Rodgers, 1998). Sensor kimia merupakan suatu alat analisa (*analytical device*) yang berisi reagen kimia (*chemical material/reagent*) yang dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas sehingga menghasilkan perubahan fisika kimia yang dapat diubah (*physicichemical transducer*) menjadi sinyal elektrik proporsional dengan konsentrasi dari analit tersebut (Kuswandi, 2010). Mekanisme kerja sensor kimia ditunjukkan seperti di bawah ini :



Gambar 2.2 Skema sensor kimia (Kuswandi, 2010)

### 2.2.2. Aplikasi Sensor Kimia

Teknologi sensor kimia merupakan bidang ilmu multidisiplin yang dapat melakukan sensoran analit dibanyak sampel, Oleh karena itu sensor ini dapat diaplikasikan dibanyak bidang. Pada bagian ini akan digambarkan aplikasi sensor kimia untuk kebutuhan hidup sehari-hari, khususnya dibidang kesehatan. Banyak sensor kimia dapat digunakan untuk menentukan analit dalam sampel klinis seperti urin dan darah. Dimana bila dilakukan analisis klasik di laboratorium hasilnya didapatkan dalam beberapa jam atau bahkan hari, sedangkan sensor kimia bisa didapatkan hasil dalam hitungan menit. Sensor kimia juga bisa digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan dalam pemakaian obat-obatan, seperti penggunaan parasetamol atau aspirin yang over dosis maupun untuk monitoring klinis secara umum.

Sensor juga telah banyak diaplikasikan dalam dunia kefarmasian, baik pendidikan maupun industri farmasi. Contoh sensor kimia yang cukup populer dan sering kita gunakan di laboratorium adalah sensor pH, baik yang berupa kertas lakmus maupun pH meter. Keduanya dapat digunakan untuk menentukan asam-basa suatu larutan. Kertas lakmus ini memberikan indikasi secara kualitatif sifat asam-basa suatu larutan berdasarkan perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus tersebut,

sedangkan pH meter menggunakan prinsip kerja secara elektrokimia untuk mendeteksi adanya respon elektrik terhadap pH larutan yang kemudian bisa kita baca secara mudah dengan pembacaan digital (Kuswandi, 2010).

### 2.3 Reagen Sensor Formalin

Beberapa reagen kimia yang dapat digunakan untuk mendeteksi formalin adalah asam kromatofat, reagen nash dan pararosanilina. Asam kromatofat dengan rumus molekul  $C_{10}H_6O_8S_2Na_2 \cdot 2H_2O$  digunakan untuk mengikat formalin agar terlepas dari bahan. Formalin bereaksi dengan asam kromatofat menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna merah keunguan. Reaksinya dapat dipercepat dengan cara menambahkan asam fosfat dan hidrogen peroksida. Caranya bahan yang diduga mengandung formalin ditetesi dengan campuran asam kromatofat, asam fosfat, dan hidrogen peroksida. Jika dihasilkan warna merah keunguan maka dapat disimpulkan bahwa bahan tersebut mengandung formalin. Pereaksi asam kromatoprat memerlukan asam sulfat konsentrasi hampir pekat untuk dapat bereaksi membentuk warna. Asam sulfat konsentrasi hampir pekat bersifat korosif dan dapat menghancurkan kertas sehingga tidak dapat dikembangkan menjadi bentuk strip tes (Widyaningsih, 2006).

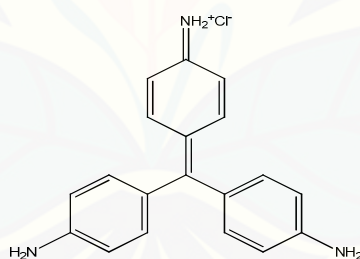
Reagen nash akan memberikan perubahan warna menjadi kuning jika bereaksi dengan formalin (Saptarini *et al.*, 2011). Sedangkan dengan menggunakan reagen pararosanilina akan terjadi reaksi yang membentuk sebuah kompleks formalin-pararosanilin berwarna ungu. Ketiga reagen tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi formalin. Namun, pada penelitian ini dipilih reagen pararosanilina. Hal ini karena pada penelitian ini ingin mengembangkan suatu metode baru yang berbeda dengan penelitian sebelumnya untuk mendeteksi formalin.

#### 2.3.1. Pararosanilina hidroklorida

Pararosanilina berwujud kristal padat, berwarna hijau gelap dan tidak berbau. Berat molekulnya sebesar 323.83 g/mol. Titik leleh sebesar 268-270 °C. Rumus

kimianya  $C_{19}H_{18}ClN_3$  atau  $C_{19}H_{17}HC1$ . Nama kimia dari pararosanilina hidroklorida adalah benzenamina, 4((4-aminofenil)(4-imino-2.5-sikloheksana-1-iliden)metil), monohidroklorida. Sinonim pararosanilina antara lain *basic fuchsin*, C.I. 42500, *basic red 9* hidroklorida, C.I. *basic red 9* monohidroklorida, paramagenta, *basic red 9*, C.I. *basic red* hidroklorida, *p-fuchsin* pararosanilin terdekomposisi pada suhu  $386^{\circ}C$  ( $514,4^{\circ}F$ )- $270^{\circ}C$  (Merck index, 2015)

Pararosanilina bersifat kationik, sangat sedikit larut dalam air dingin dan dietil eter, larut dalam alkohol. Kelarutannya dalam air 2-3 mg/ml air, kelarutannya dalam etanol 2-25 mg/ml etanol. Pararosanilina bersifat stabil, namun pada kondisi tertentu bersifat tidak stabil yaitu pada kondisi panas yang berlebihan dan adanya bahan-bahan yang tidak campur. Pararosanilina tidak campur dengan beberapa bahan: reaktif dengan zat-zat oksidator, zat-zat reduktor dan asam. Pararosanilina tidak korosif pada gelas dan tidak mengalami polimerisasi (Material Safety Data Sheet, 2005). Pararosanilina mempunyai struktur seperti pada Gambar 2.3 di bawah ini :

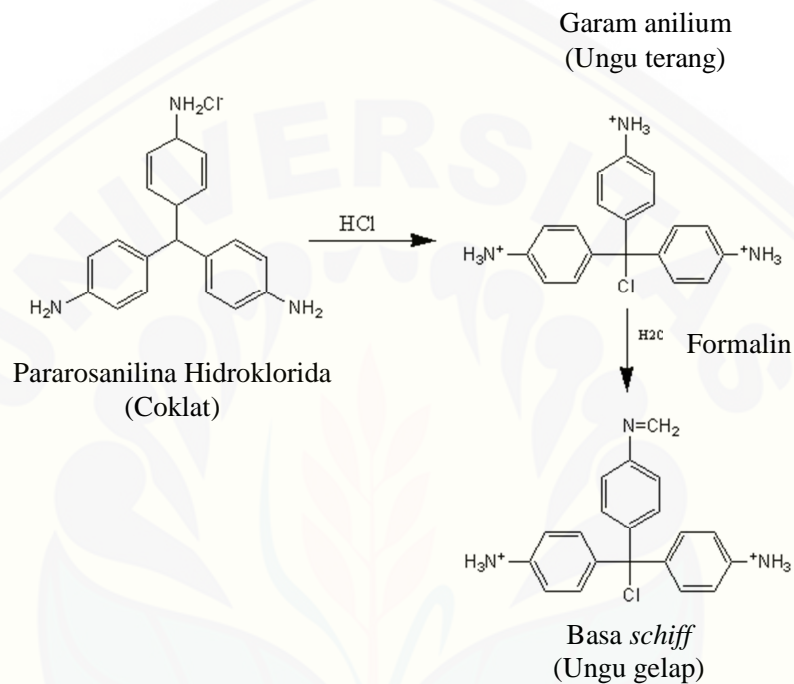


Gambar 2.3 Struktur pararosanilina

### 2.3.2. Reaksi Pararosanilina dengan Formalin

Skema reaksi pembentukan kromogen ungu diilustrasikan pada Gambar 2.4. pertama, pararosanilina hidroklorida direaksikan dengan asam klorida untuk membentuk garam anilium terdekolorisasi yang berwarna coklat bukan ungu gelap. Pada penambahan formalin terbentuk basa *schiff* yang distabilkan oleh konjugasi imin

dan cincin fenil. Derajat substitusi gugus  $\text{NH}_2$  diasumsikan menjadi satu karena ion anilinium ada dalam jumlah yang berlebih (Miksch *et al.*, 1981).



Gambar 2.4 Skema reaksi pembentukan kompleks pararosanilina dengan formalin

#### 2.4 Tinjauan Tentang Strip tes

Strip tes dapat didefinisikan sebagai bentuk miniatur dari suatu sistem sensor sebagai piranti analisis. Strip tes digunakan untuk mendeteksi keberadaan ion-ion dan senyawa-senyawa anorganik dan organik secara semikuantitatif. Produk strip tes biasanya dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi 1 atau 10 mg/L hingga jangkauan g/L. Strip tes memiliki kelebihan sebagai alat tes yang dapat digunakan dengan mudah dan dapat digunakan dimana saja (Merck Milipore, 2013).

Untuk skrining, strip tes memberikan kesimpulan yang cepat pada pengguna mengenai konsentrasi bahan yang ada pada sampel dan sebagai alat pra-seleksi yang



membuat analisis hemat biaya dan waktu. Pemeriksaan kualitas dan kontrol proses (*in-process-control*) dapat dilakukan dengan lebih cepat. Strip tes yang sudah digunakan, dapat dengan mudah dibuang karena didalam strip tes hanya mengandung sedikit reagen dan penggunaan film polietilen tereftalat (PET) sebagai material pendukung. Untuk penggunaan, zona-zona reaksi biasanya dibasahi terlebih dahulu dengan larutan yang telah diuji dengan cara melakukan celupan sederhana (*simple dipping*). Setelah waktu reaksi selesai, warna yang timbul pada zona reaksi dibandingkan dengan skala warna pada kemasan untuk menentukan konsentrasinya (Merck Millipore, 2013).

## 2.5 Tinjauan Tentang Teknik Imobilisasi

Imobilisasi merupakan suatu proses pengikatan molekul reagen pada bahan pendukung (*solid support material*), sehingga molekul reagen dapat tersebar di dalam fasa pendukung tersebut secara merata dan homogen. Pada sensor kimia, biasanya reagen yang digunakan diimobilisasi terlebih dahulu atau dijadikan fasa padat (sering disebut juga reagen kering) sehingga mudah dikendalikan (Kuswandi, 2010).

Secara garis besar imobilisasi reagen dapat digolongkan menjadi dua jenis metode imobilisasi yaitu metode fisika dan metode kimia. Metode imobilisasi secara fisika meliputi proses adsorpsi, entrapment, enkapsulasi dan interaksi elektrostatis. Sedangkan secara kimia meliputi pembentukan ikatan kovalen dan ikatan silang. Pemilihan teknik imobilisasi didasarkan pada kesesuaian dengan sifat-sifat reagen (Kuswandi, 2010). Kelebihan dan kekurangan dari setiap teknik imobilisasi yang biasa dilakukan ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

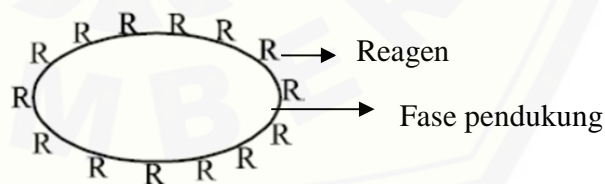


Tabel 2.1 Karakteristik teknik imobilisasi (Kuswandi, 2010)

Teknik Imobilisasi	Adsorpsi	Penjebakan	Ikatan kovalen	Ikatan silang
Kemudahan prosedur	Mudah	Mudah/sedang	Sedang/sulit	Mudah/sedang
Sifat reagen	Tetap	Tetap	Bisa berubah	Tetap
Mobilitas partikel	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi
Kapasitas pengikatan	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
Lepasnya reagen	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi
Stabilitas	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah
Waktu pakai	Pendek	Lama	Lama	Pendek
Biaya imobilisasi	Murah	Sedang	Mahal	Sedang

### 2.5.1. Adsorpsi

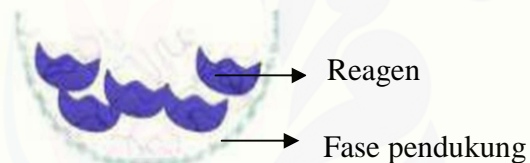
Penyarapan atau adsorpsi adalah teknik imobilisasi yang melibatkan reagen gaya *vander waals* atau ikatan hidrogen dalam mengikat molekul reagen pada fasa pendukung. Imobilisasi dengan metode adsorpsi dilakukan dengan cara menyerap atau mengadsorpsi molekul reagen di atas permukaan fasa pendukung. Adsorpsi mungkin adalah bentuk yang paling mudah dalam imobilisasi reagen pada material pendukung (Kuswandi, 2010). Beberapa keuntungan dari teknik imobilisasi ini menurut Eggins (1996) yaitu sangat mudah dipreparasi, mudah perawatannya, stabil dan tidak mudah terdegradasi, sangat mudah dikembangkan. Gambar imobilisasi reagen dengan teknik adsorpsi ditunjukkan pada Gambar 2.5 (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.5 Teknik adsorpsi (Kuswandi, 2010)

### 2.5.2. Enkapsulasi

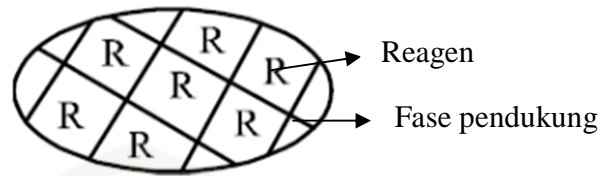
Salah satu teknik imobilisasi reagen secara fisika pada permukaan sensor adalah dengan teknik enkapsulasi atau sering pula disebut mikroenkapsulasi. Pada teknik ini biasanya sebuah membran semipermeabel digunakan untuk menjerat reagen kimia pada permukaan sensor. Material membran yang sering digunakan misalnya PVC (*Polyvinylchloride*), *celulose acetate*, *polycarbonate* dan *polytetrafluoroethylene* (teflon). Biasanya teknik imobilisasi dengan enkapsulasi cukup stabil terhadap perubahan temperatur dan pH, sehingga teknik ini banyak digunakan dalam pengembangan sensor kimia (Kuswandi, 2010). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik enkapsulasi ditunjukkan pada Gambar 2.6 (Kuswandi, 2010)



Gambar 2.6 Teknik enkapsulasi

### 2.5.3. Penjebakan

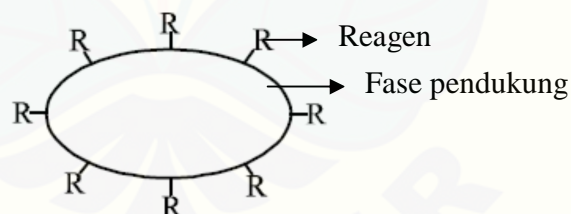
Penjebakan adalah teknik imobilisasi reagen dengan cara menjebak molekul reagen di dalam ruang antara material pendukung, misalnya polimer. Dalam teknik ini reagen dicampur dengan sebuah larutan monomer, yang kemudian mengalami polimerisasi untuk membentuk membran baik berupa gel maupun lapisan tipis, sehingga reagen tersebut dapat terperangkap di dalamnya. Kekurangan dari metode ini yaitu reaksi yang lambat sehingga berpengaruh pada respon waktu (Eggins, 1996). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik penjebakan ditunjukkan pada Gambar 2.7 (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.7 Teknik penjebakan (Kuswandi, 2010)

#### 2.5.4. Ikatan Kovalen

Metode imobilisasi secara kimiawi ini umumnya didasarkan pada pembentukan ikatan kovalen antara molekul reagen dengan gugus aktif atau gugus fungsi dari material pendukung, seperti polimer. Hal ini perlu suatu kondisi yang dapat dikontrol seperti pada temperatur rendah, memiliki kekuatan ionik yang kecil dan pH netral. Kelebihan dari teknik ini adalah ikatan yang terjadi sangat kuat sehingga tidak terjadi pelepasan material pada matriksnya. Metode ini menggunakan gugus-gugus nukleofilik seperti  $\text{NH}_2$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ,  $\text{SH}$  dan imidazol (Eggins, 1996). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik ikatan kovalen ditunjukkan pada Gambar 2.8 (Kuswandi, 2010).

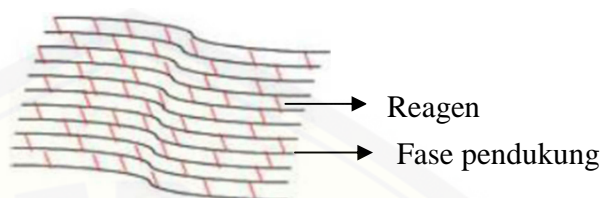


Gambar 2.8 Teknik ikatan kovalen (Kuswandi, 2010)

#### 2.5.5. Ikatan Silang

Pada metode ini reagen diikat secara kimia pada membran atau bahan pendukung padat lainnya. Senyawa dengan dua gugus fungsi ini (reagen difusi) dapat mengikatkan reagen pada membran atau bahan pendukung lainnya. Kekurangan dari teknik ini adalah kerusakan pada spesifikasi reagen dan hasil ikatan silang merupakan

senyawa yang sangat kaku (Eggins, 1996). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik ikatan silang ditunjukkan pada Gambar 2.9 (Kuswandi, 2010)



Gambar 2.9 Teknik ikatan silang (Kuswandi, 2010)

## 2.6 Tinjauan Tentang Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri adalah suatu teknik pengukuran keberadaan analit melalui sinyal yang dikeluarkan oleh analit berupa spektrum. Teknik spektrofotometri merupakan bagian dari analisis spektroskopi yang meliputi daerah ultraviolet dekat sampai dengan daerah inframerah jauh (Gani, 2000). Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer (Mulja & Suharman, 1995).

Pada analisis menggunakan alat spektrofotometri sinar tampak dilakukan pemilihan panjang gelombang dan pembuatan kurva kalibrasi. Panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang yang memiliki absorbansi maksimum dari suatu larutan baku pada konsentrasi tertentu. Kurva kalibrasi menunjukkan hubungan antara absorbansi dan konsentrasi baku sehingga diperoleh persamaan regresi linier. Persamaan regresi ini dipakai untuk menghitung kadar dalam sampel (Gandjar & Rohman, 2007).

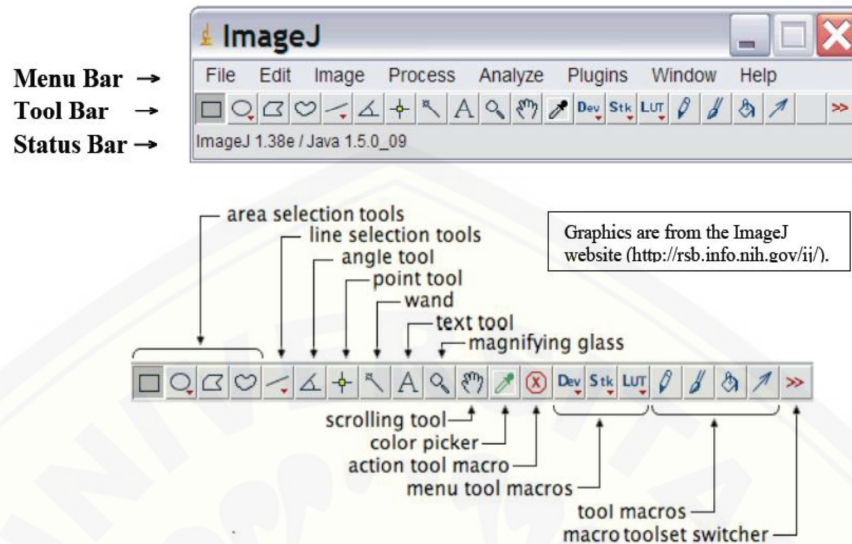
## 2.7 Tinjauan Tentang Program *ImageJ*

*ImageJ* merupakan suatu program analisis untuk gambar yang dibuat oleh *National Institutes of Health*. Program *imageJ* berisi *menu bar*, *tool bar*, dan *status bar* dan *progres bar*, gambar, histogram, profil garis dan lain-lain ditampilkan

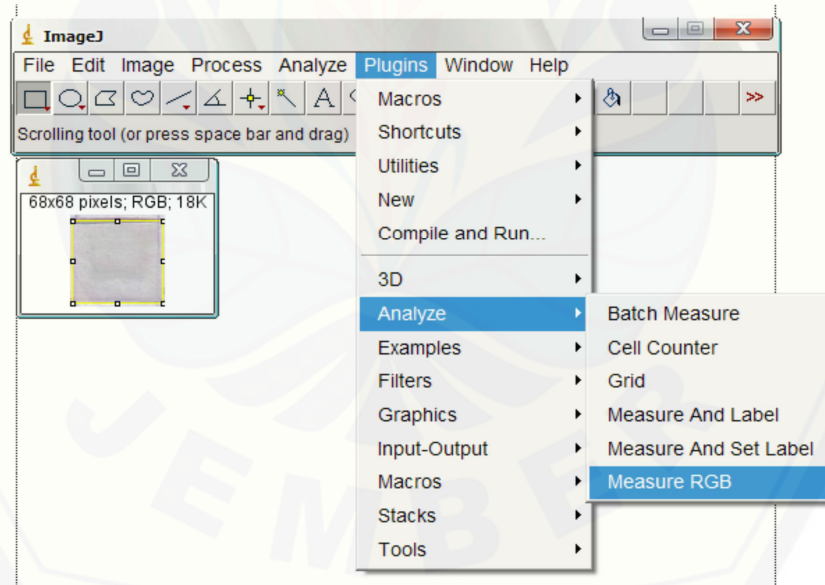
dalam menu tambahan. Ketika kursor berada di atas gambar, maka akan ditampilkan nilai koordinat dan koordinat tersebut diukur dalam *pixel*/detik. Dalam gambar digital, *pixel* adalah titik tunggal dalam pencitraan atau elemen terkecil dari gambar yang dapat dikendalikan dalam gambar digital. *imageJ* mengukur gambar secara nyata dengan kemampuan pengukuran 8-bit, 16-bit dan 32-bit untuk gambar *grayscale* dan 8-bit serta 32-bit untuk gambar berwarna. Ketajaman suatu gambar merupakan jumlah digit biner (bit) yang diperlukan untuk menggambarkan nilai *pixel* (Bailer, 2006)

*ImageJ* dapat digunakan untuk gambar *grayscale* yang memiliki ketajaman dari 1 bit (gambar hanya menunjukkan *pixel* dalam gambar hitam putih atau putih) sampai 32 bit per *pixel*. Sedangkan untuk gambar yang berwarna terdiri dari tiga warna yang mewakili warna primer yaitu warna merah, hijau dan biru. Dipilih warna merah, hijau dan biru dikarenakan warna-warna tersebut merupakan warna cahaya yang dapat menghasilkan spektrum sehingga dapat terlihat oleh pembaca. Selain itu, ketiga warna tersebut dapat bercampur secara bersamaan untuk membentuk warna apapun. Ketika intensitas tertinggi dari setiap warna dicampurkan bersama-sama, maka akan diperoleh cahaya putih. Sedangkan ketika tiap warna dicampurkan bersama-sama dengan intensitas sama dengan nol, maka hasilnya adalah cahaya hitam (Reinking, 2007). cara perhitungan nilai RGB dengan menggunakan program *ImageJ* dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan 2.11 di bawah ini.





Gambar 2.10 Program *imageJ*



Gambar 2.11 Cara pembacaan nilai RGB pada program *imageJ*



## 2.8 Tinjauan Tentang Karakteristik Sensor Kimia

Karakteristik sensor digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu membran dan reagen sebagai sensor untuk mendeteksi analit. Karakteristik sensor ini meliputi daerah kerja, batas deteksi dan batas kuantitasi, presisi, selektivitas, akurasi.

### 2.8.1. Waktu Respon dan Waktu Pakai

Waktu respon dari suatu piranti analisis seperti sensor kimia, dapat dinyatakan sebagai waktu antara pertama kali sensor direaksikan dengan analit dan waktu pertama kali respon sensor menghasilkan sinyal yang stabil (*steady-state*). Waktu pakai sensor dapat dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk memberikan reaksi yang sama dan stabil terhadap suatu analit pada konsentrasi tertentu hingga waktu respon tersebut mengalami penurunan drastis (biasanya lebih dari 15% dari respon sensor awal) (Kuswandi, 2010).

### 2.8.2. Linieritas

Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis yang memberika respon secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas biasanya dinyatakan dalam istilah variansi sekitar arah garis regresi yang dihitung berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil uji analit dalam sampel dengan berbagai konsentrasi analit. Perlakuan matematik dalam pengujian linearitas adalah melalui persamaan garis lurus dengan metode kuadrat terkecil antara hasil analisis terhadap konsentrasi analit (Harmita, 2004).

Dalam praktek, digunakan satu seri larutan yang berbeda konsentrasinya antara 50 – 150% kadar analit dalam sampel. Di dalam pustaka, sering ditemukan rentang konsentrasi yang digunakan antara 0 – 200%. Jumlah sampel yang dianalisis sekurang-kurangnya delapan buah sampel blanko. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisiensi korelasi  $r$  pada analisis regresi linier  $Y = a + bx$  dan juga nilai  $V_{x0}$ . Hubungan Linier yang ideal dicapai jika nilai  $r = +1$  atau  $-1$

bergantung pada arah garis (Harmita, 2004) dan nilai  $V_{x0} < 5\%$  (Ermer & Miller, 2005).

### 2.8.3. Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Batas deteksi (LOD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi merupakan parameter uji batas. Pada analisis yang tidak menggunakan instrumen batas tersebut ditentukan dengan mendeteksi analit dalam sampel pada pengenceran bertingkat. Pada analisis instrumen, batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blanko beberapa kali lalu dihitung simpangan baku respon blanko. Batas kuantitasi (LOQ) merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi (Harmita, 2004). Perhitungan batas deteksi dan kuantitasi dapat dilihat pada persamaan 2.1 di bawah ini :

$$Q = \frac{kxsb}{S1} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana, Q = LOD (batas deteksi) atau LOQ (batas kuantitasi)

K = untuk LOD dan 10 untuk LOQ

Sb = simpangan baku respon analitik dari blanko

S1 = arah garis linier dari kurva antara respon terhadap konsentrasi = slope

(b pada persamaan garis  $y = a + bx$ )

### 2.8.4. Selektivitas

Selektivitas adalah kemampuan untuk mengukur analit yang dituju secara tepat dan spesifik dengan adanya komponen-komponen lain dalam matriks sampel seperti ketidakmurnian, produk degradasi dan komponen matriks (Gandjar & Rohman, 2007). Selektivitas seringkali dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan (*degree of bias*) metode yang dilakukan terhadap sampel yang mengandung bahan yang ditambahkan berupa cemaran, hasil urai, senyawa sejenis, senyawa asing lainnya dan

dibandingkan terhadap hasil analisis sampel yang tidak mengandung bahan lain yang ditambahkan (Hermita, 2004). Selektivitas metode analisis dikategorikan baik apabila persen interferensi  $< \pm 5\%$ . Rumusnya ditentukan di bawah ini :

$$\% \text{ Interferensi} = \frac{(\text{mean RGB Fp} - \text{mean RGB Sf})}{\text{mean RGB Sf}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Fp : Formalin dengan pengganggu

Sf : Standar formalin

#### 2.8.5. Presisi

Presisi pada sensor kimia dapat dinyatakan sebagai kedekatan respon sensor terhadap respon lainnya untuk analit yang sama. Presisi sering pula dinyatakan dalam ukuran reproduibilitas dari suatu set pengukuran sensor terhadap analit. Sehingga biasanya dinyatakan dalam bentuk standar deviasi (s), baik standar deviasi relatif (RSD) maupun koefisien variasi (KV) (Kuswandi, 2010)

Kriteria presisi diberikan jika metode memberikan nilai RSD 2% atau kurang. Akan tetapi kriteria ini sangat fleksibel tergantung pada konsentrasi analit yang diperiksa, jumlah sampel, dan kondisi laboratorium. Dari penelitian dijumpai bahwa RSD meningkat dengan menurunnya kadar analit yang dianalisis (Harmita, 2004). Penentuan parameter presisi ditunjukkan pada Persamaan 2.3 dan 2.4 berikut ini :

$$SD = \sqrt{(\sum([x - \bar{x}]^2)) / (n - i)} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$CV = SD / \bar{x} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

SD = standar deviasi

X = sinyal rata-rata sampel

CV = koefisien variasi

Rentang RSD yang diijinkan pada setiap konsentrasi analit dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini : (Huber, 2007).

Tabel 2.2 Konsentrasi analit vs presisi

Analit pada sampel (%)	RSD (%)
100	1,3
>10	2,8
>1	2,7
>0,1	3,7
0,01	5,3
0,001	7,3
0,0001 (1 ppm)	11
0,00001 (100 ppb)	15
0,000001 (10 ppb)	21
0,0000001 (1ppb)	30

Sumber : Huber, 2007

#### 2.8.6. Akurasi

Akurasi merupakan ketelitian metode analisis atau kedekatan antara nilai terukur dengan nilai yang diterima baik nilai konvensional, nilai sebenarnya atau nilai rujukan. Akurasi diukur sebagai banyaknya analit yang diperoleh kembali (*recovery*) pada suatu pengukuran dengan melakukan spiking pada suatu sampel (Gandjar & Rohman, 2007). Akurasi dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu (Harmita, 2004) :

- a. Metode simulasi (*spike-placebo recovery*), yaitu pengukuran sejumlah analit bahan murni yang ditambahkan kedalam campuran bahan pembawa sediaan farmasi (plasebo) dan hasilnya dibandingkan dengan kadar analit yang sebenarnya. Penentuan persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan menggunakan tiga macam konsentrasi antara 80%-120% kali dari kadar analit yang diperkirakan.
- b. Metode penambahan standar atau pembanding (*standard addition method*), yaitu menambahkan sejumlah tertentu analit dalam sampel yang telah dianalisis untuk selanjutnya dianalisis kembali. Penambahan analit ditentukan dengan

menggunakan tiga macam konsentrasi antara 30%-60% kali dari kadar analit yang diperkirakan (Indrayanto & Yuwono, 2002). perhitungan % *recovery* dapat ditentukan dengan persamaan 2.5 berikut ini :

$$\% Recovery = \frac{\text{konsentrasi hasil percobaan}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Tabel 2.3 Rentang % *recovery* pada konsentrasi yang berbeda

Analit pada sampel (%)	% <i>recovery</i>
100	98-102
>10	98-102
>1	97-103
>0,1	95-105
0,01	90-107
0,001	90-107
0,0001 (1 ppm)	80-110
0,00001 (100 ppb)	80-110
0,000001 (10 ppb)	60-115
0,0000001 (1ppb)	40-120

Sumber : Huber, 2007

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *experimental laboratories*. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengembangkan suatu metode sensor kimia yang lebih sederhana dan praktis berupa strip tes yang akan memberikan kesimpulan yang cepat pada pengguna mengenai ada atau tidaknya formalin dalam sampel dan sebagai alat pra-seleksi yang membuat analisis menjadi hemat biaya dan waktu.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Desember 2015, bertempat di Laboratorium *Chemo and Biosensor*, Laboratorium Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

### 3.3 Definisi Operasional

- a. Penentuan formalin dilakukan berdasarkan perubahan warna strip tes dari merah muda menjadi ungu.
- b. RGB (*red, green, blue*) adalah analisis warna yang digunakan pada aplikasi *ImageJ* untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi pada saat reagen direaksikan dengan standar formalin atau pun sampel tahu.
- c. Pengukuran *mean RGB* merupakan rata-rata nilai *red, green, dan blue* pada masing masing pembacaan warna dengan program *imageJ*.
- d.  $\Delta mean RGB$  merupakan selisih antara *mean RGB* dari blanko dan *mean RGB* dari standar formalin ataupun sampel tahu.



### 3.4 Alat dan Bahan

#### 3.4.1. Alat

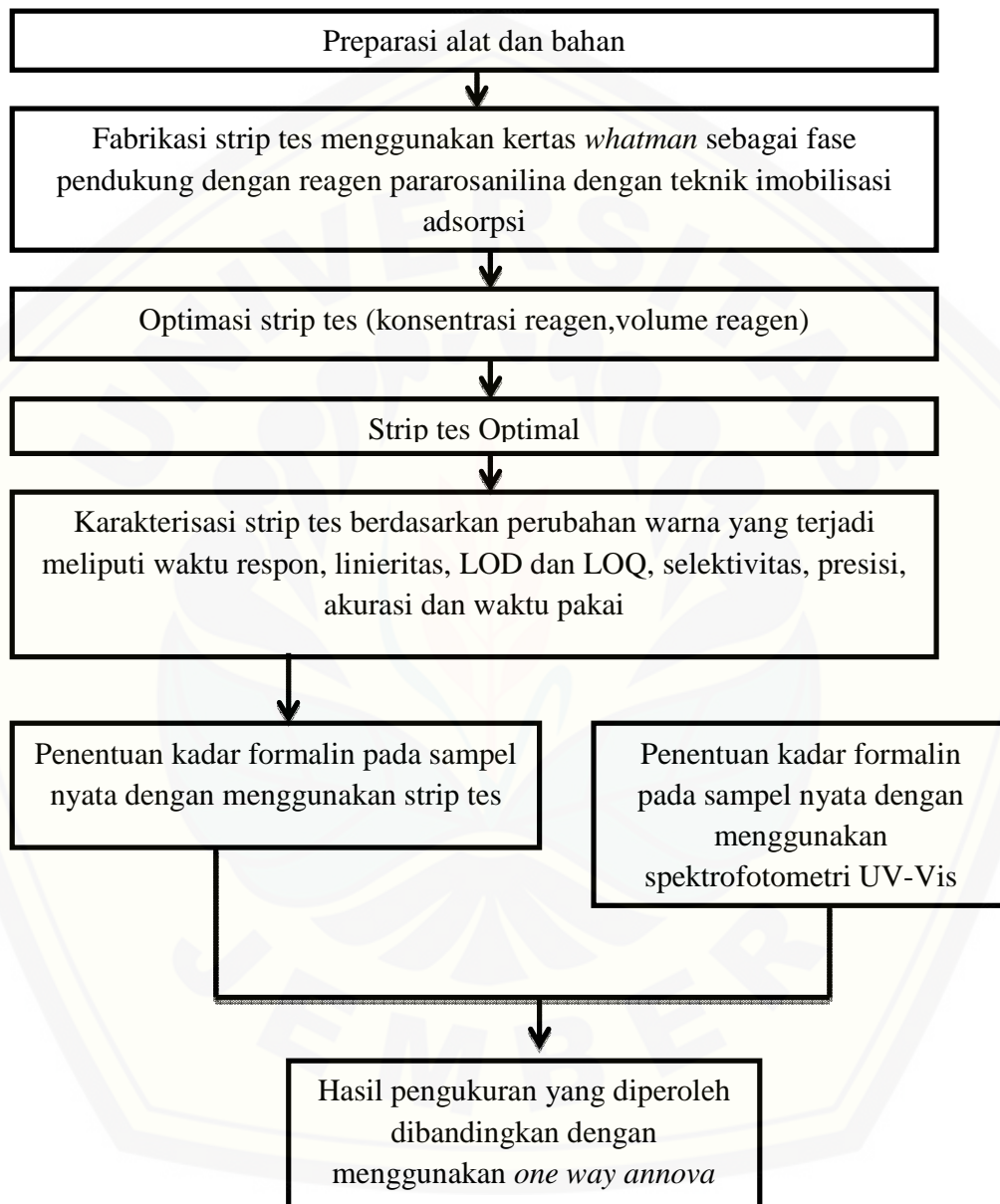
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas, *ball pipet*, *hairdryer*, *scanner (Scanoscan\_canon)*, neraca analitik, *ultrasonic cleaner (Elmasonic)*, program *imageJ*, spektrofotometri UV-Vis (Hitachi U-1800), program *validation method of analysis*, program *spss.16*, *sentrifuge (Hermle Z206A)*.

#### 3.4.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain reagen *pararosanilina hidroklorida (sigma-aldrich)*, *HCl 4N*, *formalin*, *aquadest*, kertas *whatman (No 1001 150)*, tahu dari Kabupaten Jember.

### 3.5 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

### 3.6 Prosedur penelitian

#### 3.6.1. Preparasi Reagen dan Standar

##### a. Penyiapan reagen pararosanilina

Pembuatan reagen pararosanilina dibuat dengan melarutkan 30 mg pararosanilina dalam 10 ml aquadest hingga didapat konsentrasi 3000 ppm. Kemudian ditambahkan 2 ml HCl 4N.

##### b. Penyiapan larutan standar Formalin

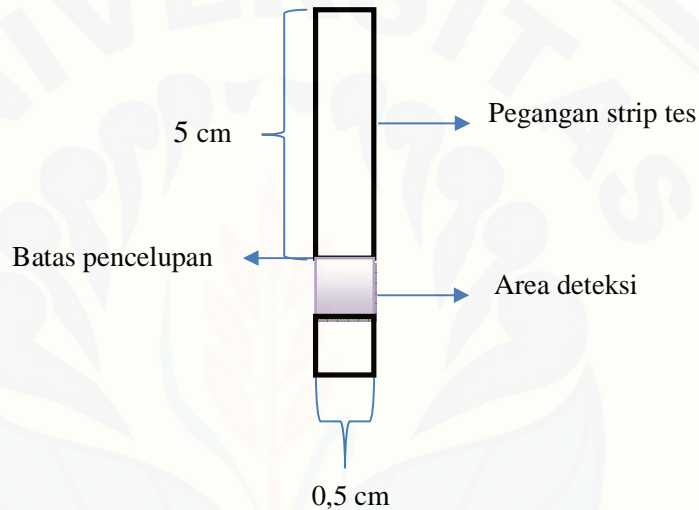
Larutan standar formalin yang ada dipasaran adalah larutan formalin 37%. Pembuatan larutan standar induk 1000 ppm dilakukan dengan cara memipet larutan formalin 37% sebanyak 2,5 ml kemudian diencerkan dengan aquadest dalam labu ukur 100 ml sampai tanda batas. Larutan standar induk ini kemudian digunakan untuk membuat larutan kerja yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi dan penentuan linieritas. Pembuatan larutan standar kerja dilakukan seperti pada tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1 Larutan standar kerja

Konsentrasi larutan yang diambil (ppm)	Jumlah larutan yang diambil (ml)	Volume labu ukur (ml)	Konsentrasi larutan (ppm)
1000	8	10	800
1000	6	10	600
1000	10	25	400
400	5	10	200
200	5	10	100
100	8	10	80
1000	6	10	60
100	5	10	50
1000	1	25	40
1000	3	100	30
1000	2	100	20
1000	1	100	10
40	2	10	8
30	2	10	6
40	1	10	4
30	1	10	3
20	1	10	2
10	1	10	1

### 3.6.2. Fabrikasi Strip Tes

Strip tes untuk deteksi formalin terdiri dari dua bagian, pegangan dan area deteksi yang dapat dilihat pada Gambar 3.2. Pegangan strip tes terbuat dari mika plastik yang tidak dapat menyerap cairan dengan ukuran 5 cm x 0,5 cm. Area deteksi terbuat dari kertas *whatman* yang berukuran 0,5 cm x 0,5 cm. Area deteksi direkatkan pada pegangan dengan menggunakan *doubletip* yang menutupi seluruh permukaan sisi belakang area deteksi.



Gambar 3.2 Desain strip tes

Proses imobilisasi reagen dilakukan dengan meneteskan campuran reagen sesuai dengan volume dan konsentrasi reagen terpilih pada area deteksi. Reagen selanjutnya ditunggu hingga kering. Pengeringan reagen dilakukan dengan cara dianginkan pada suhu ruang ( $\pm 25^{\circ}$  C).

## 3.7 Optimasi Strip Tes

### 3.7.1. Proses imobilisasi reagen

Proses imobilisasi ini dilakukan dengan meneteskan reagen pararosanilina volume optimum pada area reagen lalu tunggu sampai reagen di kertas mengering.

strip tes terbuat dari kertas whatman dengan bentuk segi empat dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm.

### 3.7.2. Optimasi Konsentrasi Reagen

Penentuan konsentrasi reagen dilakukan dengan mengimobilisasi larutan reagen pararosanilina dengan konsentrasi 1000 ppm yang dibuat dengan cara menimbang pararosanilina 10 mg kemudian ad 10 ml, 2000 ppm yang dibuat dengan cara menimbang pararosanilina 20 mg kemudian ad 10 ml, 3000 ppm yang dibuat dengan cara menimbang pararosanilina 30 mg kemudian ad 10 ml, 4000 ppm yang dibuat dengan cara menimbang pararosanilina 40 mg kemudian ad 10 ml dan 5000 ppm yang dibuat dengan cara menimbang pararosanilina 50 mg kemudian ad 10 ml kemudian ditetesi dengan larutan formalin 10 ppm. Konsentrasi reagen optimal ditunjukkan dengan perubahan warna yang signifikan dan memiliki nilai  $\Delta$  RGB yang paling besar.

### 3.7.3. Optimasi volume reagen

Reagen dengan konsentrasi optimum ditetaskan pada strip tes dengan masing-masing volume 2  $\mu$ L, 4  $\mu$ L dan 6  $\mu$ L. Parameter pemilihan pada optimasi ini adalah volume yang memberikan perubahan warna yang merata yang memenuhi seluruh area strip tes yang dapat dilihat secara kasat mata.

## 3.8 Karakterisasi Strip tes

### 3.8.1. Waktu Respon

Waktu respon strip tes dilakukan untuk mengukur waktu mulai strip tes dicelupkan kedalam sampel hingga terjadi perubahan warna secara sempurna dan konstan. Waktu respon dilakukan dengan cara mencelupkan strip tes yang telah diimobilisasi dengan reagen ke standar formalin 10 ppm. Kemudian dihitung nilai  $\Delta$  *mean* RGB tiap menit sampai menit ke-20. Untuk meningkatkan ketelitian waktu

diukur menggunakan *stopwatch*. Waktu respon ditentukan dari waktu yang menghasilkan nilai  $\Delta mean$  RGB yang stabil.

### 3.8.2. Waktu Pakai Strip tes

Pengujian waktu pakai dilakukan dengan membungkus strip tes dengan *aluminium foil* kemudian disimpan dalam plastik berperekat yang di dalamnya terdapat penyerap kelembaban berupa silika gel. Strip tes selanjutnya disimpan pada dua kondisi yang berbeda yaitu pada suhu ruang ( $\pm 25^\circ \text{C}$ ) dan suhu lemari es ( $\pm 4^\circ \text{C}$ ). Pengukuran untuk penentuan waktu pakai dilakukan dengan mengukur perubahan warna strip tes ketika dicelupkan ke dalam standar formalin 10 ppm setiap hari kemudian dilakukan perbandingan nilai  $\Delta mean RGB$  hingga mengalami penurunan lebih dari 15% dari respon sensor awal (pengukuran pada hari ke-0) (Kuswandi, 2010).

### 3.8.3. Linieritas

Penentuan linieritas dilakukan dengan cara mencelupkan strip tes ke dalam standar formalin 2 ppm, 4 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 50 ppm dan 80 ppm. Selanjutnya diamati perubahan warna yang terjadi. Kemudian dihitung nilai  $\Delta mean$  RGB dengan program *imageJ*. Data yang diperoleh pada pengujian linieritas selanjutnya dianalisis menggunakan program *Validation Method of Analysis* (Indrayanto *et al.*, 2003) sehingga diperoleh kurva linieritas antara konsentrasi dengan  $\Delta mean$  RGB. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan hubungan linieritas adalah koefisien korelasi ( $r$ ) dan nilai  $V_{x0}$ . Hubungan linier akan ideal bila harga  $r$  mendekati +1 atau -1 (Harmita, 2004) dan nilai  $V_{x0} < 5\%$  (Ermer dan Miller, 2005).

### 3.8.4. Batas Kuantitasi dan Batas Deteksi

Penentuan batas deteksi dan batas kuantitas dilakukan dengan membuat sejumlah larutan standar formalin dengan konsentrasi di bawah konsentrasi terkecil



dari rentang pengujian linieritas yaitu 1 ppm , 0,5 ppm, 0,3 ppm, 0,1 ppm, 0,05 ppm. Pembuatan larutan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini. Kemudian strip tes dicelupkan kebeberapa konsentrasi tersebut dan dihitung nilai  $\Delta$  mean RGB dengan program *imageJ*. Data yang diperoleh pada pengujian linieritas kemudian dianalisis menggunakan program *validation mehod of analysis*. Sehingga diperoleh kurva linieritas konsentrasi berbanding dengan nilai  $\Delta$  mean RGB. Dari hasil analisis data akan diperoleh nilai  $X_p$ .  $X_p$  ini menunjukkan nilai batas deteksi yang dihitung dari persamaan regresi (Wulandari *et al*, 2012). Sedangkan batas kuantitasi dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 di bawah ini :

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

Tabel 3.2 Pembuatan larutan kerja LOD dan LOQ

Konsentrasi larutan yang diambil (ppm)	Jumlah larutan yang diambil (ml)	Volume labu ukur (ml)	Konsentrasi larutan (ppm)
10	1	10	1
10	3	100	0,3
10	5	100	0,5
0,5	5	25	0,1
0,1	5	10	0,005

#### 3.8.5. Selektivitas

Penentuan selektivitas yaitu dengan membandingkan hasil analisis standar formalin yang mengandung komponen pengganggu dengan hasil pengukuran standar formalin tanpa penambahan komponen pengganggu. Komponen pengganggu pada penentuan selektivitas adalah air cuka. Awalnya standar formalin 10 ppm diukur  $\Delta$  mean RGBnya, kemudian standar formalin 10 ppm ditambah cuka dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 1:10, 1:100, setelah itu perubahan warna yang terjadi diukur nilai *mean* RGB-nya. Selanjutnya dihitung nilai  $\Delta$  mean RGB antara standar tanpa komponen pengganggu dan standar dengan komponen pengganggu yaitu air

cuka. Setelah didapatkan  $\Delta mean$  RGB, dihitung nilai % interferensinya menggunakan Persamaan 2.2.

#### 3.8.6. Presisi

Penentuan presisi dapat ditentukan dengan menghitung standar deviasi relatif (RSD) dari 6 kali pengukuran dimana pada setiap pengukuran digunakan strip tes yang berbeda. Penentuan presisi dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 100 gram sampel tahu yang dicampurkan dengan formalin 100 ppm. Preparasi sampel dilakukan dengan 5 g tahu disentrifus selama 20 menit. Kemudian ambil 1 ml filtrat ad 10 ml. Data diukur menggunakan program *imageJ*. Sehingga akan didapat nilai  $\Delta mean$  RGB. Pengujian dengan spektrofotometri UV-Vis, filtrat diambil 1 ml keemudian tambahkan reagen 1 ml ad 10 ml dengan aquades. Kemudian dihitung nilai standar deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV) dengan *imageJ* dan spektrofotometri UV-Vis. Kriteria penerimaan presisi untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.2.

#### 3.8.7. Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan penambahan standar adisi yaitu dengan menghitung % *recovery* dari tiap pengulangan pengukuran terhadap sampel yang telah diberi penambahan larutan standar sebesar 30%, 45% dan 60% dari konsentrasi uji. Penentuan akurasi dilakukan dengan menimbang 5 g sampel kemudian disentrifugasi selama 20 menit. Ambil 1 ml filtrat ad 10 ml aquadest. Kemudian celupkan strip tes kedalam larutan tersebut dan hitung nilai  $\Delta mean$  RGB nya. Pengujian dengan spektrofotometri UV-Vis dilakukan dengan 1 ml filtrat dilarutkan dengan 9 ml ditambahkan dengan 1 ml reagen kemudian ad aquades 10ml. Kemudian nilai  $\Delta mean$  RGB hasil pengukuran dimasukkan ke dalam persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi formalin dalam sampel. Dari konsentrasi formalin yang diperoleh akan dapat ditentukan massa formalin yang terdapat dalam sampel. Masa formalin hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan massa formalin secara

teoritis, sehingga dapat ditentukan harga % *recovery* menggunakan persamaan 3.2 di bawah ini :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{konsentrasi analit yang didapat}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Kriteria penerimaan % *recovery* untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada table 2.3. Kemudian lakukan hal yang sama pada data yang diperoleh dari spektrofotometri UV-Vis.

### 3.9 Aplikasi Metode Strip Tes pada Sampel Tahu Dibandingkan dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Sampel tahu digerus sampai halus, kemudian ditimbang sebanyak 5 g lalu dilarutkan dengan 10 ml aquades dan diultrasonik selama 15 menit. Larutan tersebut kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan endapan dan filtrat. Filtrat yang diperoleh disaring dengan kertas *whatman* dan siap untuk dianalisa dengan strip tes.

Pengujian dilakukan dengan dua metode strip tes yaitu metode celup dan tusuk serta menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Metode celup dilakukan dengan mencelupkan strip tes yang telah diimobilisasi reagen pada sampel yang telah dipreparasi tersebut dan diamati perubahan warna yang terjadi menggunakan  $\Delta \text{mean}$  RGB program *imageJ*. Metode tusuk dilakukan dengan menusukkan trip tes pada sampel tahu secara langsung kemudian diamati perubahan warna yang terjadi dan dihitung nilai  $\Delta \text{mean}$  RGB.

Pada pengujian menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dilakukan dengan mengukur absorbansi dari sampel pada panjang gelombang maksimum. Dari nilai absorbansi yang diperoleh dapat ditentukan konsentrasi formalin dalam sampel. Hasil pengukuran dari beberapa metode tersebut selanjutnya dibandingkan dengan *one way anova* menggunakan program SPSS 16.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Fabrikasi strip tes terdiri dari pegangan dan area deteksi berbahan kertas *whatman* yang telah diimobilisasi dengan campuran reagen pararosanilina secara adsorpsi dan dikeringkan  $\pm 15$  menit.
2. Kondisi optimum strip tes berbasis pararosanilina untuk menganalisis formalin dalam sampel tahu yaitu volume reagen optimum 4  $\mu\text{l}$  dan konsentrasi reagen optimum 3000 ppm.
3. Karakteristik strip tes berbasis pararosanilina dalam analisis formalin dalam sampel tahu meliputi :
  - a. Waktu respon strip tes untuk bereaksi dengan analit formalin adalah 4 menit.
  - b. Waktu pakai strip tes dalam menganalisis formalin dalam sampel tahu adalah 14 hari pada suhu *chiller* lemari es ( $\pm 4^\circ \text{C}$ )
  - c. Linieritas strip tes terhadap formalin berada pada rentang 2-80 ppm, dengan persamaan regresi  $y = 14,777 + 0,199x$  dengan nilai  $r = 0,999$ . Sedangkan pada pengukuran linieritas dengan metode spektrofotometri UV-Vis diperoleh nilai  $y = 0,351 + 0,008x$  dengan  $r = 0,999$ . Pada pengukuran menggunakan program *imageJ* diperoleh nilai  $V_{x0} = 1,660 \%$  dan nilai  $X_p = 1,832$ . Sedangkan dengan spektrofotometri UV-Vis diperoleh nilai  $V_{x0} = 1,751 \%$  dan nilai  $X_p = 1,933$ .
  - d. Dengan menggunakan strip tes maupun spektrofotometri UV-Vis didapat nilai LOD dan LOQ yang sama, yaitu 0,048 ppm dan 0,161 ppm.
  - e. Strip tes tidak terganggu dengan adanya air cuka dalam sampel tahu.

- f. Strip tes memenuhi parameter presisi dengan nilai RSD dengan menggunakan program *imageJ* dan Spektrofotometri UV-Vis berturut-turut sebesar 4,133 % dan 4,085 %. Nilai RSD yang dipersyaratkan untuk konsentrasi analit sebesar 0,01% adalah <7,3 %.
  - g. Strip tes memenuhi parameter akurasi dengan % *recovery* rata-rata sebesar 96,320 % dengan program *imageJ* dan 90,949 % dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Nilai % *recovery* untuk konsentrasi analit sebesar 0,001% adalah 80% -110%.
4. Strip tes berbasis reagen pararosanilina dapat diaplikasikan dengan baik pada penentuan formalin dalam sampel tahu.

## 5.2. Saran

Penelitian tentang “Pengembangan Strip Tes Berbasis Pararosanilina untuk Deteksi Formalin” ini masih membutuhkan pengembangan dan studi lebih lanjut terkait dengan waktu pakai dan selektivitas. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menghasilkan strip tes dengan waktu pakai yang lebih lama pada suhu ruang karena penggunaan strip tes ini pada suhu ruang. Selain itu dapat mengidentifikasi bahan pengganggu lain yang ada dalam sampel makanan lain yang dapat mempengaruhi sensor tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Saraj, A.A. 2009. Teratogenic Effect of Formaldehyde in Rabbits. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. Vol. 23 (1): 1-4
- Anggrahini, S. 2008. *Keamanan Pangan Kaitannya dengan Penggunaan Bahan Tambahan dan Kontaminan*. dokumen dipresentasikan dipidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1 april.
- Badan Pengawas Obat & Makanan RI. 2006. Keterangan Pers Badan POM Nomor : KH.00.01.1.241.002 Tentang Penyalahgunaan Formalin Untuk Pengawet Mie Basah, Tahu dan Ikan. Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. *ISSN 1829-9334*. Vol. 7 (1) : 1-12.
- Bailer, W. 2006. *Wriring ImageJ Plugins – tutorial*. Hagenberg, Austria : Department of Media Technology and Design, Austria University.
- Baker, M E. J. & Narayanaswamy, R. 1994. Development of an Optical Formaldehyde Sensor Based on the Use of Immobilized Pararosaniline. *Analyst*. Vol. 119 : 959-961
- Cogliano, V.J., Grosse Y., Baan, R.A., Straif, K., Secretan, M.B., & Ghissassi, F.E. 2005. *Summary of IARC Monographs on Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, and 1-Tert-Butoxy-2-Propanol*. France : The National Institute of Environmental Health Sciences.
- Eggins B.R. 1996. *Biosensor an Introduction*. New York: John Wiley and Sons.
- Ermer, J. & Miller, J. McB (Eds.). 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis A Guide to Best Practice*. Weinheim: WILEYVCH Verlag GmbH & Co. KgaA.
- Gani, A.A. 2000. Karakterisasi Spektra Infra merah Senyawa P2O3. *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol (1) : 1
- Gandjar, I.G. & Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta :Pustaka Pelajar
- Harmita. 2004. Review Artikel Petunjuk Pelaksanaan Validas Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. I:117-135








- Huber, L. 2007. *Validation and Qualification in Analytical Laboratories Second Edition*. New York: Informa Healthcare
- He, Q., E. Miller, W., Wong, A.P & Chang, C. J. 2006. A Selective Fluorescent Sensor for Detecting Lead in Living Cells. *Journal of The American Chemical Society*. Vol. 29: 9316-9317.
- Indrayanto, G & Yuwono, M. 2003. *Validation of TLC Analyses in Encyclopedia of Chromatography*. Surabaya: Airlangga University Indonesia
- International Agency For Research on Cancer. 2006. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. *World Health Organization-Summary of Data Reported and Evaluation*. Vol.88 : 1-16.
- Judarwanto W., 2008. *Pengaruh Formalin Bagi Sistem Tubuh*. <http://Putrakembara.org/archives8/00000066.shtml>.2008.
- Jothimuthu, P., Wilson, R.A., Herren, J., Haynes, E.N., Heineman, W.R & Papautsky, I. 2011. Lab-On-A-Chip Sensor For Detection of Highly Electronegative Heavy Metals by Anodic Stripping Voltammetry. *Biomed Microdevices*. Vol. 1:1-9
- Kress-Rodgers, E. 1998. Terms in Instrumentation and Sensor Technology. *Instrumentation and Sensors for the Food Industry*. Cambridge, UK : Woodhead Publishing Ltd: 673-691
- Krystofova, O., Trnkova, L., Adam, V., Zehnalek, J., Hubalek, J., Babula, P & Kizek, R. 2010. Electrochemical Microsensors for the Detection of Cadmium (II) and Lead (II) Ions in Plants. *Sensors*. Vol. 10: 5308-5328
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia Teori, Praktek, dan Aplikasi*. Jember : Jember University Press.
- Lubis, N D.A. 2009. *Pengawet Makanan yang Aman*. Medan : Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Material Savety Data Sheet. 2005. Basic Fuchsin MSDS. [http://www.sciencelab.com/xMSDS-Basic\\_Fuchsin-9923017](http://www.sciencelab.com/xMSDS-Basic_Fuchsin-9923017). [diakses 27 Mei 2016]

- Miksch, R.R., Anthon, D.W., Fanning, L.Z., Hollowell, C.D., Rezvan, K&Glanville J. 1981. Modified Pararosaniline Method For the Determination of Formaldehyde in Air. *Analytical Chemistry*. Vol. 53 : 2118-2123
- Merck Millipore. *Test Strip, Mquant™*. [http://www.merckmillipore.co.id/chemicals/teststrips/c\\_Y\\_Ob.s1OpO0AAAE1A41tk03?countryName=Indonesia](http://www.merckmillipore.co.id/chemicals/teststrips/c_Y_Ob.s1OpO0AAAE1A41tk03?countryName=Indonesia). [diakses 4 april 2016]
- Narayanaswamy, R. 2006. Optical Chemical Sensors and Bio- sensors for Food Safety and Security Applications. *Acta Biologica Szegediensis*. Vol. 50 (3-4): 105- 108.
- Ojeda, C. B. & Fuensanta, S. R. 2006. Recent Development in Optical Chemical Sensors Coupling with Flow Injection Analysis. *Sensors*. Vol. 6 (10) : 1245-1307
- Reinking, L. 2007. *ImageJ Basics*. Departemen of Biology: Millesville University
- Saraswati, T.R., Indraswari, E., & Nurani. 2009. Pengaruh Formalin, Diazepam dan Minuman Beralkohol Terhadap Konsumsi Pakan, Minum dan Bobot Tubuh Mus musculus. *J. Sains & Mat*. Vol. 17 (3) : 141-144
- Saptarini, N. M., Wardati, Y & Supriatna U., 2001. Deteksi Formalin dalam Tahu Di Pasar Tradisional Purwakarta. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 12, No. 1 : 37-34
- Saparinto, C. & Hidayati, D. 2010. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sukardi, F., Djuaidah, I. S., Nurkhakim, S., Sugama, K., Heruwati, E.S., Purba, M & Hanggoro, A. 2013. *Rekomendasi Teknologi Kelautan Perikanan*. Jakarta: Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Tarigan, D. 2004. *Toxicosis Formalin terhadap Tenaga Kerja pada Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara digital library
- Turkoglu, A.O., Sarsilmaz, M., Colakoglu, N., Zararsiz, I., Kuloglu, T., Pekmez, H & Tas, U. 2008. Formaldehyde-Induced Damage In Lungs and Effects of Caffeic Acid Phenethyl Ester : A Light Microscopic Study. *Eur. J. Gen. Med*. Vol. 5 (3) : 152-156.

- Merck Index. Pararosaniline Hydrochloride. <http://www.chemspider.com/chemical-structure.10818.html> [diakses 4 juli 2016]
- U.S. Environmental Protection Agency. 2010. *Toxicological Review of Formaldehyde-Inhalation Assessment, Vol 1-4 Introduction, Background and Toxicokinetics*. Washington, DC: EPA
- Winarno, F.G & Rahayu, T.S. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan.
- Wulandari, L., Yuwono, Mochammad & Indrayanto, G. 2012. Densitometric Determination of Mebhydrolin Napadisylate in Tablets. *Journal of Planar Chromatography*. Vol. 25 (1) : 60-64
- World Health Organization. 2006. *Information Product on Water Sanitation, Hygiene and Health 2005*. [http://www.who.int/water sanitation health](http://www.who.int/water_sanitation_health) [27 Maret 2016].
- Widyaningsih, Tri D. dan Murtini, ES. 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Trubus agrisarana. Jakarta.
- Yuan, X., Chapman, R.L & Wua, Z. 2010. Analytical Methods for Heavy Metals in Herbal Medicines. *Phytochemical Analysis*. Vol. 22: 189-198

**LAMPIRAN A. KONSENTRASI REAGEN OPTIMUM**

Konsentrasi	Gambar	$\Delta Mean$ RGB			$\Delta Mean$ RGB Rata-rata
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
1000 ppm		13,607	13,608	13,603	13,606
2000 ppm		18,244	18,251	18,241	18,245
3000 ppm		20,686	20,687	20,684	20,687
4000 ppm		15,564	15,567	15,568	15,566
5000 ppm		12,759	12,758	12,759	12,759

Pembuatan larutan :

$$\frac{10 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 1000 \text{ ppm}$$






















$$\frac{20 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2000 \text{ ppm}$$

$$\frac{30 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 3000 \text{ ppm}$$

$$\frac{40 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 4000 \text{ ppm}$$

$$\frac{50 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 5000 \text{ ppm}$$



















## LAMPIRAN B. WAKTU RESPON SENSOR

Waktu (Menit)	Gambar	<i>Mean RGB</i>			$\Delta$ <i>Mean RGB</i> Rata-rata
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	
Blanko					145,228
1		30,193	30,163	30,072	30,143
2		30,584	30,893	30,485	30,654
3		31,452	31,053	31,291	31,265
4		31,381	31,582	31,258	31,407
5		31,315	31,558	31,346	31,406
6		31,539	31,479	31,202	31,407
7		31,353	31,575	31,292	31,407
8		31,257	31,557	31,407	31,407
9		31,516	31,255	31,451	31,407
10		30,656	30,606	30,358	30,540
11		30,038	30,121	30,061	30,073
12		29,327	29,027	29,918	29,424
13		28,697	28,971	28,874	28,847
14		27,624	27,923	27,525	27,691
15		27,148	27,048	27,047	27,081
16		26,767	26,168	26,867	26,601
17		25,467	25,766	25,568	25,600
18		25,201	25,011	24,901	25,038
19		22,934	22,735	22,935	22,868
20		20,785	20,485	20,586	20,619











































**LAMPIRAN C. WAKTU PAKAI STRIP TES**

**C.1 Suhu Ruang ( $\pm 25^{\circ}$  C)**

Hari ke-	Gambar Strip Test		Blanko	$\Delta$ Mean RGB Rata-rata	% Penurunan $\Delta$ Mean RGB
	Sebelum	Sesudah			
0			132,830	17,121	-
1			131,642	16,513	3,549
2			131,679	15,948	6,849
3			131,082	15,719	8,189
4			130,521	15,275	10,780
5			130,035	14,856	13,231
6			129,613	14,212	16,993
7			129,013	13,249	19,770
8			128,024	12,115	24,036











C.2 Suhu *Chiller* Lemari Es ( $\pm 4^\circ \text{C}$ )

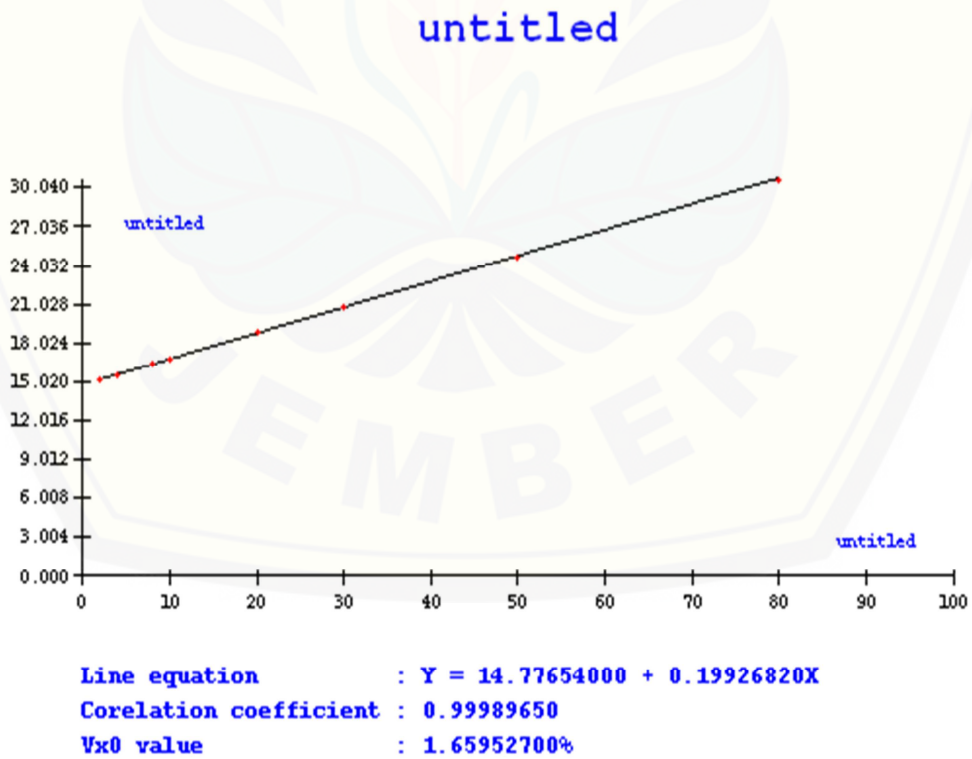
Hari ke-	Gambar Strip Test		Blanko	$\Delta$ Mean RGB Rata-rata	% Penurunan $\Delta$ Mean RGB
	Sebelum	Sesudah			
0			132,092	17,894	-
1			132,102	17,780	0,637
2			132,271	17,713	1,010
3			132,274	17,581	1,751
4			132,311	17,514	2,122
5			132,103	17,439	2,541
6			132,352	17,327	3,167
7			132,309	17,014	4,918
8			132,318	16,957	5,235
9			132,385	16,805	6,086
10			132,281	16,655	6,924
11			132,204	16,506	7,757
12			132,106	16,372	8,508
13			132,042	16,166	9,657
14			131,712	15,629	12,658
15			131,601	15,063	15,821
16			131,591	14,765	17,488
17			131,305	14,437	19,317
18			131,208	13,978	21,886
19			130,913	13,391	25,167

**LAMPIRAN D. LINIERITAS**

**D.1. Linieritas dengan Program *ImageJ***

Konsentrasi	Gambar	$\Delta$ Mean RGB			Rata-rata $\Delta$ mean RGB	SD	RSD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3			
2		15,124	15,128	15,12	15,124	0,004	0,026
4		15,52	15,49	15,5	15,503	0,015	0,099
8		16,361	16,37	16,389	16,373	0,014	0,087
10		16,726	16,72	16,715	16,720	0,006	0,033
20		18,892	18,906	18,905	18,901	0,008	0,041
30		20,845	20,856	20,871	20,857	0,013	0,063
50		24,732	24,753	24,652	24,712	0,053	0,216
80		30,451	31,413	30,155	30,673	0,658	2,144

Hasil Analisis Menggunakan Software *Validation Method Analysis*



## Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi Pada Penentuan Linieritas

```

Method           : Linearity
Probability      : 95%
Number of data   : 8
Line equation    : Y = 14.77654000 + 0.19926820X
Correlation coefficient : 0.99989650
Sy value        : 0.08432619
Vx0 value       : 1.65952700%
xp value        : 1.83238900

The Correlation coefficient is fullfilled the requirement ( > 0.99 )
The vx0 value is fullfilled the requirement ( 0% to 5% )
The xp value is OK ( < 2.00000000 )

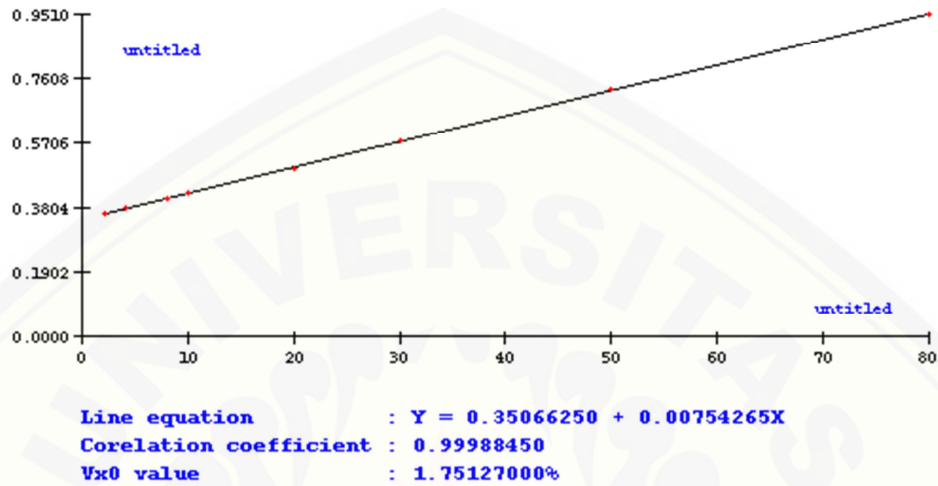
```

D.2 Linieritas dengan Metode Spektrofotometri *Uv-Vis*

Konsentrasi	Absorbansi			Rata-rata $\Delta$ <i>mean</i> RGB	SD	RSD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3			
2 ppm	0,368	0,365	0,367	0,367	0,0015	0,417
4 ppm	0,381	0,379	0,379	0,380	0,0012	0,304
8 ppm	0,399	0,396	0,397	0,397	0,0015	0,384
10 ppm	0,407	0,406	0,412	0,408	0,0032	0,787
20 ppm	0,424	0,426	0,431	0,427	0,0036	0,844
30 ppm	0,501	0,492	0,5	0,498	0,0049	0,991
50 ppm	0,579	0,584	0,581	0,581	0,0025	0,433
80 ppm	0,958	0,951	0,945	0,951	0,0065	0,684

Hasil Analisis Menggunakan Software *Validation Method Analysis*

untitled








Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi Pada Penentuan Linieritas

Method : Linearity  
 Probability : 95%  
 Number of data : 8  
 Line equation :  $Y = 0.35066250 + 0.00754265X$   
 Corelation coefficient : 0.99988450  
 Sy value : 0.00336835  
 Vx0 value : 1.75127000%  
 Xp value : 1.93331300

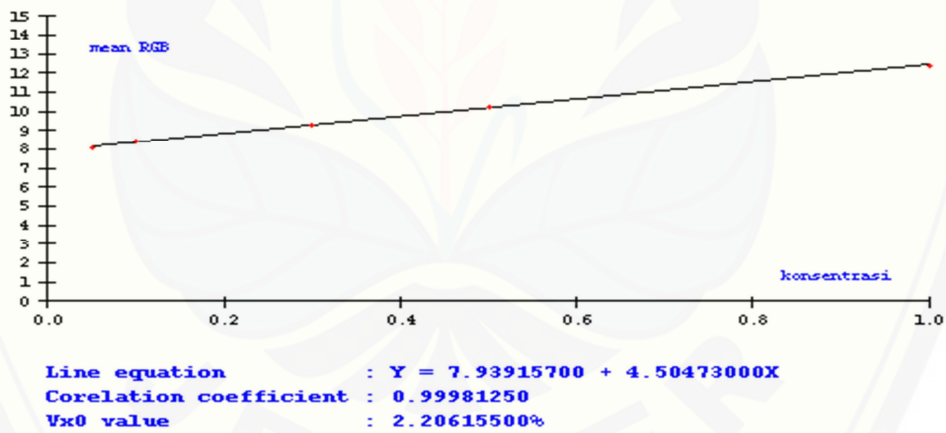
The corelation coefficient is fullfilled the requirement ( > 0.99 )  
 The vx0 value is fullfilled the requirement ( 0% to 5% )  
 The xp value is OK ( < 2.00000000 )

**LAMPIRAN E. PENENTUAN LOD & LOQ**

E.1 Penentuan LOD & LOQ dengan Program *ImageJ*

konsentrasi	Gambar	Mean RGB			Rata-rata $\Delta$ Mean RGB	SD	RSD
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3			
0,05		8,45	8,32	8,43	8,4	0,07	0,833
0,1		8,21	8,11	8,18	8,167	0,051	0,628
0,3		9,275	9,348	9,307	9,31	0,037	0,393
0,5		10,301	10,212	10,115	10,209	0,093	0,911
1		12,352	12,431	12,571	12,451	0,111	0,891

Hasil Analisis Menggunakan Software *Validation Method Analysis*



Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi Pada Penentuan Linieritas



Method : Linearity  
 Probability : 95%  
 Number of data : 5  
 Line equation :  $Y = 7.93915700 + 4.50473000X$   
 Correlation coefficient : 0.99981250  
 sy value : 0.03875871  
 vx0 value : 2.20615500%  
 xp value : 0.04834731

The correlation coefficient is fulfilled the requirement ( > 0.99 )  
 The vx0 value is fulfilled the requirement ( 0% to 5% )  
 The xp value is OK ( < 0.05000000 )

a. Perhitungan Batas Deteksi

Batas Deteksi = Nilai Xp

Batas Deteksi = 0,048 ppm

b. Perhitungan Batas Kuantitasi

Batas Kuantitasi = 10/3 BD

Batas Kuantitasi = 10/3 0,0483

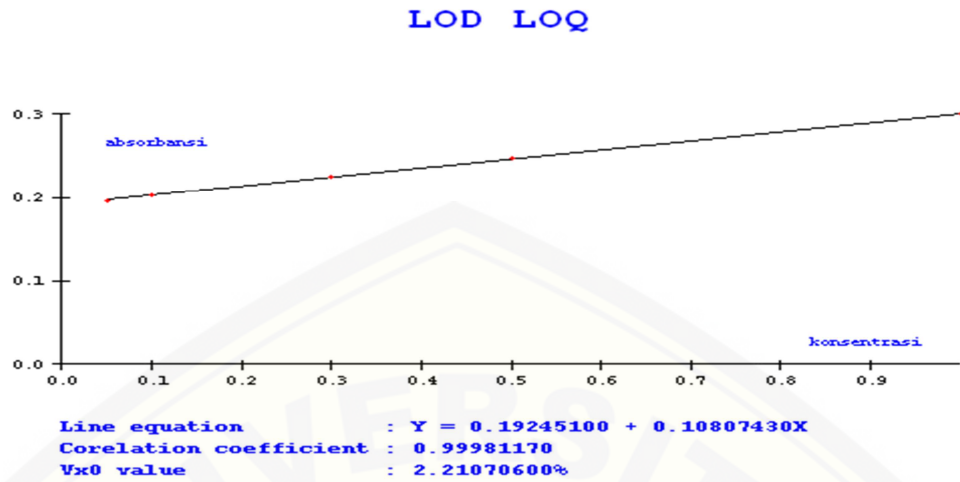
Batas Kuantitasi = 0,161 ppm

## E.2 Penentuan LOD & LOQ dengan spektro Uv-Vis

konsentrasi	Mean RGB			Rata-rata	SD	RSD
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3			
0,5	0,198	0,197	0,195	0,197	0,002	0,777
0,3	0,202	0,204	0,203	0,203	0,001	0,493
0,1	0,227	0,226	0,225	0,226	0,001	0,442
0,05	0,248	0,247	0,247	0,247	0,001	0,233
1	0,296	0,297	0,296	0,296	0,001	0,193

Hasil Analisis Menggunakan Software *Validation Method Analysis*





Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi Pada Penentuan Linieritas

```

Method          : Linearity
Probability      : 95%
Number of data  : 5
Line equation    : Y = 0.19245100 + 0.10807430X
Correlation coefficient : 0.99981170
Sy value        : 0.00093179
Vx0 value       : 2.21070600%
Xp value        : 0.04844598

The correlation coefficient is fullfilled the requirement ( > 0.99 )
The vx0 value is fullfilled the requirement ( 0% to 5% )
The xp value is OK ( < 0.05000000 )
    
```

a. Perhitungan Batas Deteksi

$$\text{Batas Deteksi} = \text{Nilai } X_p$$

$$\text{Batas Deteksi} = 0,048 \text{ ppm}$$

b. Perhitungan Batas Kuantitasi







$$\text{Batas Kuantitasi} = 10/3 \text{ BD}$$

$$\text{Batas Kuantitasi} = 10/3 \cdot 0,0484$$

$$\text{Batas Kuantitasi} = 0,161 \text{ ppm}$$

**LAMPIRAN F. PRESISI**

## F.1 Presisi dengan Metode Strip Tes

Penimbangan	Gambar	Blanko	Rata-rata $\Delta$ <i>mean</i> RGB
1		136,083	16,703
2		136,083	16,682
3		136,083	16,673
4		136,083	16,641
5		136,083	16,629
6		136,083	16,702
Rata-rata			16,672

Penimbangan Ke-	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	5524,1	9,678	0,002	$-9,132 \times 10^{-5}$	$8,340 \times 10^{-6}$
2	4966,3	9,573	0,002	$8,421 \times 10^{-5}$	$7,092 \times 10^{-9}$
3	5032,1	9,528	0,002	$5,002 \times 10^{-5}$	$2,502 \times 10^{-9}$
4	4957,2	9,367	0,002	$4,619 \times 10^{-5}$	$2,133 \times 10^{-9}$
5	5034,1	9,307	0,002	$5,346 \times 10^{-6}$	$2,858 \times 10^{-11}$
6	5531,1	9,673	0,002	$-9,445 \times 10^{-5}$	$8,920 \times 10^{-9}$
Rata-rata		9,521	0,002		
Jumlah					$2,902 \times 10^{-8}$
SD					$7,618 \times 10^{-5}$
% RSD					4,133 %

$$y = 14,777 + 0,199x$$

**Penimbangan 1 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{\frac{9,678 \text{ mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5524,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

**Penimbangan 2 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{9,573 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{4966,3 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

**Penimbangan 3 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{9,528 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5032,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

**Penimbangan 4 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{9,367 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{4957,2 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

**Penimbangan 5 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{9,307 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5034,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

**Penimbangan 6 :**

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar} &= \frac{9,673 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5531,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \% \end{aligned}$$

## F.2 Presisi dengan Metode Spektro *Uv-vis*

Penimbangan (mg)	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	% b/b	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
5103,1	0,429	9,75	0,002	$5,648 \times 10^{-5}$	$4,420 \times 10^{-20}$
5194,2	0,428	9,625	0,002	$8,906 \times 10^{-6}$	$7,931 \times 10^{-11}$
5106,1	0,43	9,875	0,002	$8,983 \times 10^{-5}$	$8,071 \times 10^{-9}$
5342,1	0,425	9,25	0,002	-0,0001	$1,268 \times 10^{-8}$
5142,7	0,427	9,5	0,002	$3,156 \times 10^{-6}$	$9,959 \times 10^{-12}$
5312,2	0,427	9,5	0,002	$-5,579 \times 10^{-5}$	$3,112 \times 10^{-9}$
Rata-rata		9,583	0,002		
Jumlah					$2,837 \times 10^{-8}$
SD					$7,533 \times 10^{-5}$
RSD					4,085 %

Persamaan Regresi :  $y = 0,351 + 0,008$

**Penimbangan 1 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,75 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5203,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**Penimbangan 2 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,625 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5194,2 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**Penimbangan 3 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5206,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**Penimbangan 4 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,25 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5312,1 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**Penimbangan 5 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,375 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5142,7 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**Penimbangan 6 :**

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar} &= \frac{9,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,01 \text{ l}}{5312,2 \text{ mg}} \times 100 \% \\ &= 0,002 \%\end{aligned}$$

**LAMPIRAN G. AKURASI****G.1 Perhitungan Akurasi dengan Strip Tes**

Persamaan Regresi :  $y = 14,777 + 0,199x$

- Konsentrasi rata-rata hasil uji presisi pada 5 g sampel = 9,521 ppm
- Adisi 30 % = 30% x 9,521 ppm = 2,856 ppm - 3 ppm
- Adisi 45 % = 45% x 9,521 ppm = 4,284 ppm - 4 ppm
- Adisi 60 % = 60% x 9,521 ppm = 5,713 ppm - 6 ppm
- Pembuatan larutan standar adisi
  - 10 ml formalin dari formalin 1000 ppm ad 100 ml = 100 ppm
    - Pipet 3 ml + aquadest ad 10 ml = 30 ppm
    - Pipet 4 ml + aquadest ad 10 ml = 40 ppm
    - Pipet 6 ml + aquadest ad 10 ml = 60 ppm
- Pembuatan sampel adisi 30 %
  - 5 g sampel + 1 ml standar 30 ppm + 9 ml aquadest
  - Konsentrasi teoritis = 9,521 + 3 ppm = 12,521 ppm
  - Masa teoritis = 0,125 mg
- Pembuatan sampel adisi 45 %
  - 5 g sampel + 1 ml standar 40 ppm + 9 ml aquadest
  - Konsentrasi teoritis = 9,521 + 4 ppm = 13,521 ppm
  - Masa teoritis = 0,135 mg
- Pembuatan sampel adisi 60 %
  - 5 g sampel + 1 ml standar 50 ppm + 9 ml aquadest
  - Konsentrasi teoritis = 9,521 + 6 ppm = 15,521 ppm
  - Masa teoritis = 0,155 mg

**Adisi 30 %**

Penimbangan	$\Delta$ Mean RGB	Konsentrasi (ppm)	Masa analit (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	17,299	12,729	0,127	101,829	1,961	3,845
2	16,961	11,873	0,119	94,982	-4,887	23,879
3	17,368	12,849	0,128	102,794	2,926	8,560
Jumlah						36,285
Rata-rata		12,483		99,868 %		
SD						4,25
RSD						4,265 %



**Adisi 45 %**

Penimbangan	$\Delta$ Mean RGB	Konsentrasi (ppm)	Masa analit (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	17,352	12,941	0,129	95,862	-1,439	2,072
2	17,363	12,997	0,130	96,271	-1,030	1,061
3	17,457	13,469	0,135	99,770	2,469	6,097
Jumlah						9,229
Rata-rata	17,391			97,301		
SD						2,148
RSD						2,207 %

**Adisi 60%**

Penimbangan	$\Delta$ Mean RGB	Konsentrasi (ppm)	Masa analit (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	17,558	13,977	0,140	90,171	-1,621	2,628
2	17,624	14,305	0,143	92,290	0,497	0,247
3	17,643	14,402	0,144	92,916	1,124	1,263
Jumlah						4,318
Rata-rata	17,719	14,227		91,792		
SD						1,438
RSD						1,567 %

**G.2. Perhitungan Akurasi dengan Spektrofotometri *Uv-Vis***

Persamaan Regresi :  $y = y = 0,351 + 0,008 x$

- Konsentrasi rata-rata hasil uji presisi pada 5 g sampel = 9,583 ppm
- Adisi 30 % = 30% x 9,583 ppm = 2,875 ppm - 3 ppm
- Adisi 45 % = 45% x 9,583 ppm = 4,312 ppm - 4 ppm
- Adisi 60 % = 60% x 9,583 ppm = 5,750 ppm - 6 ppm
- Pembuatan larutan standar adisi
- 10 ml formalin dari formalin 1000 ppm ad 100 ml = 100 ppm
  - Pipet 3 ml + aquadest ad 10 ml = 30 ppm
  - Pipet 4 ml + aquadest ad 10 ml = 40 ppm
  - Pipet 6 ml + aquadest ad 10 ml = 60 ppm

- Pembuatan sampel adisi 30 %  
5 g sampel + 1 ml standar 30 ppm + 9 ml aquadest  
Konsentrasi teoritis =  $9,583 + 3 \text{ ppm} = 12,583 \text{ ppm}$   
Masa teoritis = 0,126 mg
- Pembuatan sampel adisi 45 %  
5 g sampel + 1 ml standar 40 ppm + 9 ml aquadest  
Konsentrasi teoritis =  $9,583 + 4 \text{ ppm} = 13,583 \text{ ppm}$   
Masa teoritis = 0,136 mg
- Pembuatan sampel adisi 60 %  
5 g sampel + 1 ml standar 60 ppm + 9 ml aquadest  
Konsentrasi teoritis =  $9,583 + 6 \text{ ppm} = 15,583 \text{ ppm}$   
Masa teoritis = 0,156 mg

**Adisi 30%**

Penimbangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Masa (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,447	120,000	0,120	95,238	-2,315	5,358
2	0,448	12,125	0,121	96,230	-1,323	1,750
3	0,453	12,750	0,128	101,190	3,638	13,232
Jumlah						4,809
Rata-rata		12,292		97,553 %		
SD						3,180
RSD						3,269 %





**Adisi 45%**

Penimbangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Masa (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,456	13,125	0,131	96,507	1,225	1,502
2	0,453	12,750	0,128	93,75	-1,532	2,347
3	0,455	13,000	0,13	95,589	0,306	0,094
Jumlah						7,640
Rata-rata		12,928		95,282 %		
SD						1,403
RSD						1,473 %

**Adisi 60%**

Penimbangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Masa (mg)	% Recovery	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,465	14,25	0,143	91,346	1,335	1,783
2	0,462	13,875	0,139	88,942	-1,068	1,141
3	0,463	14	0,14	89,744	-0,267	0,071
Jumlah						2,996
Rata-rata		14,042		90,011		
SD						1,246
RSD						1,160 %

LAMPIRAN H. PERHITUNGAN % INTERFERENSI (SELEKTIVITAS)

Konsentrasi	Gambar	Blanko	Mean RGB			Δ Mean RGB			Rata-rata Δ Mean RGB	% Interferensi
			Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3		
Formalin 150 ppm		131,483	100,412	100,679	100,326	31,071	30,804	31,157	31,011	
Formalin : Cuka (150 : 150 ppm)		131,483	100,301	100,352	100,291	31,182	31,131	31,192	31,168	0,506
Formalin : Cuka (150 : 1500 ppm)		131,483	99,281	99,331	99,258	32,202	32,152	32,225	32,193	3,183
Formalin : Cuka (150 : 15000 ppm)		131,483	98,058	98,154	98,132	33,425	33,329	33,351	32,902	3,522

**LAMPIRAN I. DATA PERHITUNGAN PENETAPAN KADAR FORMALIN DALAM SAMPEL TAHU DENGAN METODE STRIP TES**

I.1. Hasil Penetapan Kadar Sampel A dengan metode celup dengan strip tes

**Sampel A**

Replikasi ke-	$\Delta$ Mean RGB	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	x-x	$(x-x)^2$
1	27,166	5001,9	62,291	0,012	-0,00016	$2,572 \times 10^{-8}$
2	27,260	5001,5	62,765	0,013	$-6,461 \times 10^{-5}$	$4,175 \times 10^{-9}$
3	27,553	5003,1	64,235	0,013	0,00022	$5,062 \times 10^{-8}$
Rata-rata jumlah			63,097	0,013		$8,052 \times 10^{-8}$
SD						0,0002
RSD						1,591 %

**Sampel B**

Replikasi ke-	$\Delta$ Mean RGB	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	x-x	$(x-x)^2$
1	30,696	5012,1	79,993	0,016	$-7,352 \times 10^{-5}$	$5,405 \times 10^{-9}$
2	31,066	5011,2	81,856	0,016	0,00030	$9,063 \times 10^{-8}$
3	30,515	5003,5	79,085	0,016	-0,00023	$5,177 \times 10^{-8}$
Rata-rata jumlah			80,312	0,016		
SD						1,478 %
						0,00027
RSD						1,696 %

**Sampel C**

Replikasi ke-	$\Delta$ Mean RGB	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	x-x	$(x-x)^2$
1	23,665	5010,1	44,665	0,009	0,0001	$2,089 \times 10^{-8}$
2	23,556	5001,8	44,114	0,009	$4,915 \times 10^{-5}$	$2,416 \times 10^{-9}$
3	23,316	5003,2	42,911	0,009	-0,0002	$3,752 \times 10^{-8}$
Rata-rata jumlah			43,897	0,009		
SD						$6,825 \times 10^{-8}$
						0,00017
RSD						1,988 %



**Sampel D**

Replikasi ke-	$\Delta$ Mean RGB	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	x-x	$(x-x)^2$
1	30,507	5012,1	79,045	0,016	$-8,662 \times 10^{-5}$	$7,504 \times 10^{-9}$
2	30,645	5011,2	79,740	0,016	$5,493 \times 10^{-5}$	$3,017 \times 10^{-9}$
3	30,588	5000,5	79,454	0,016	$3,170 \times 10^{-5}$	$1,005 \times 10^{-9}$
Rata-rata jumlah			79,413	0,016		$1,153 \times 10^{-7}$
SD						$7,591 \times 10^{-7}$
RSD						0,479 %

**Sampel E**

Replikasi ke-	$\Delta$ Mean RGB	Penimbangan (mg)	Konsentrasi (ppm)	% b/b	x-x	$(x-x)^2$
1	20,274	5004,2	27,621	0,006	0,0001	$1,031 \times 10^{-8}$
2	20,179	5001,3	27,144	0,005	$9,2873 \times 10^{-6}$	$8,625 \times 10^{-11}$
3	20,059	5001,5	26,544	0,005	-0,0001	$1,228 \times 10^{-8}$
Rata-rata jumlah			27,103	0,005		$2,268 \times 10^{-8}$
SD						0,0001
RSD						1,965 %

## I.2. Hasil Penetapan Kadar Sampel A dengan Metode Tusuk dengan Strip Tes

Sampel	$\Delta$ Mean RGB	Konsentrasi (ppm)
A	27,169	62,273
	27,271	62,782
	27,543	64,150
<b>Rata-rata</b>		<b>63,069</b>
B	30,679	79,908
	31,066	81,856
	30,513	79,075
<b>Rata-rata</b>		<b>80,280</b>
C	23,645	44,564
	23,557	44,122
	23,331	42,983
<b>Rata-rata</b>		<b>43,890</b>
D	30,503	79,062
	30,637	79,732
	30,582	79,459
<b>Rata-rata</b>	<b>30,503</b>	<b>79,418</b>
E	20,257	27,536
	20,17	27,101
	20,064	26,570
<b>Rata-rata</b>		<b>27,0687</b>

### I.3. Hasil Penetapan Kadar Sampel A dengan metode spektrofotometri Uv-Vis

#### Sampel A

Sampel A	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Penimbangan (mg)	Massa (mg)	% b/b	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,84	63,113	5001,7	6,3113	0,013	-8,305 x10 <sup>-5</sup>	6,898 x10 <sup>-9</sup>
2	0,84	63,113	5002,1	6,3113	0,013	-8,406 x10 <sup>-5</sup>	7,067 x10 <sup>-9</sup>
3	0,85	64,363	5001,6	6,436	0,013	0,00017	2,793 x10 <sup>-9</sup>
Rata-rata		63,529			0,013		
Jumlah							4,189x10 <sup>-8</sup>
SD							0,0001
RSD							1,139 %

#### SAMPEL B

Sampel B	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Penimbangan (mg)	Massa (mg)	% b/b	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,99	79,875	5001,2	7,988	0,016	3,086x10 <sup>-6</sup>	9,523 x10 <sup>-12</sup>
2	0,99	79,875	5003,2	7,988	0,016	-3,298 x10 <sup>-6</sup>	1,088 x10 <sup>-11</sup>
3	0,99	79,875	5002,1	7,988	0,016	2,124 x10 <sup>-7</sup>	4,511 x10 <sup>-14</sup>
Rata-rata		79,875			0,016		
Jumlah							2,045 x10 <sup>-11</sup>
SD							3,197 x10 <sup>-6</sup>
RSD							0,020 %

**SAMPEL C**

Sampel C	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Penimbangan (mg)	Massa (mg)	% b/b	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,7	43,625	5001,4	4,363	0,009	$5,804 \times 10^{-8}$	$3,368 \times 10^{-15}$
2	0,7	43,625	5002,1	4,363	0,009	$-1,163 \times 10^{-6}$	$1,352 \times 10^{-12}$
3	0,7	43,625	5000,8	4,363	0,009	$1,105 \times 10^{-6}$	$1,220 \times 10^{-12}$
Rata-rata		43,625			0,009		
Jumlah							$2,575 \times 10^{-12}$
SD							$1,135 \times 10^{-7}$
RSD							0,013 %

**SAMPEL D**

Sampel D	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Penimbangan (mg)	Massa (mg)	% b/b	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,99	79,875	5001,4	7,988	0,0160	$-6,391 \times 10^{-7}$	$4,085 \times 10^{-13}$
2	0,99	79,875	5002,1	7,988	0,0160	$-2,874 \times 10^{-6}$	$8,260 \times 10^{-12}$
3	0,99	79,875	5000,1	7,988	0,0160	$3,513 \times 10^{-6}$	$1,234 \times 10^{-11}$
Rata-rata		79,875			0,0160		
Jumlah							$2,101 \times 10^{-8}$
SD							$3,241 \times 10^{-6}$
RSD							0,013 %

**SAMPEL E**

Sampel E	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Penimbangan (mg)	Massa (mg)	% b/b	x-x	(x-x) <sup>2</sup>
1	0,57	27,375	5013,1	2,738	0,005	-4,475 x10 <sup>-6</sup>	2,002 x10 <sup>-11</sup>
2	0,57	27,375	5002,4	2,738	0,005	7,206 x10 <sup>-6</sup>	5,192 x10 <sup>-11</sup>
3	0,57	27,375	5011,5	2,738	0,005	-2,731 x10 <sup>-6</sup>	7,459 x10 <sup>-12</sup>
Rata-rata		27,375			0,005		
Jumlah							7,940 x10 <sup>-11</sup>
SD							6,301x10 <sup>-7</sup>
RSD							0,115

LAMPIRAN J. UJI SPSS

Descriptives

Kadar	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Strip tes celup	5	58.7662	23.09387	10.32789	30.0914	87.4410	27.10	80.32
Strip tes tusuk	5	58.7452	23.09689	10.32925	30.0666	87.4238	27.07	80.28
strip tes spektrofotometri Uv-vis	5	58.8558	23.06767	10.31618	30.2135	87.4981	27.38	79.88
Total	15	58.7891	21.37368	5.51866	46.9527	70.6254	27.07	80.32



**Tests of Normality**

Kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk	
	Statistic	df	Statistic	df
Kadar Strip tes celup	.214	5	.905	5
Strip tes tusuk	.215	5	.905	5
strip tes spektrofotometri UV-vis	.219	5	.895	5

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

**Test of Homogeneity of Variances**

Kadar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.000	2	12	1.000

**ANOVA**

Kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.035	2	.017	.000	1.000
Within Groups	6395.643	12	532.970		
Total	6395.678	14			

