



**STRIP TES BERBASIS KURKUMIN UNTUK DETEKSI BORAKS PADA  
SAMPEL MAKANAN**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Juwita Permata Sari Ginting**

**NIM. 122210101081**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**STRIP TES BERBASIS KURKUMIN UNTUK DETEKSI BORAKS PADA  
SAMPEL MAKANAN**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Juwita Permata Sari Ginting**

**NIM 122210101081**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang dengan petunjuk, rahmat, hidayah, tuntunan serta limpahan kasih-Nya memberikan kemudahan, memberikan arti dan kekuatan hidup dan Nabi Muhammad SWT sebagai panutan hidup;
2. Ibuku Nur Asli Tarigan dan Ayahku Cinta Rakyat Ginting yang senantiasa menjadi penyemangat dan inspirasi. Terima kasih yang tiada tara untuk semua pengorbanan, kepercayaan, cinta kasih dan doa yang tulus tanpa putus yang selalu mengiringi langkah dalam menjalani hidup;
3. Kakakku Ferry Ricardo Ginting, Denny Ginting, dan Donny Ginting yang selalu memberikan doa dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan studi ini;
4. Keluarga besar Alm. Mbah Sabu'din atas doa dan dukungannya selama ini;
5. Bapak ibu Guru di TK PGRI, SDN 1 Karangharjo, SMPN 1 Genteng, dan SMAN 1 Genteng di Kabupaten Banyuwangi serta Dosen-dosen dan segenap civitas akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kesabarannya memberikan ilmu dan membimbing penulis;
6. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

## MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sesuai dengan kesanggupannya.

(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 286)

Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi sesama.

(HR. Thabrani dan Daruquthni)

Bukan kesempatan yang akan menghebatkan Anda, tapi kesungguhan Anda di dalam kesempatan apa pun. Sukses berpihak kepada yang bersungguh-sungguh.

(Mario Teguh)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Juwita Permata Sari G

NIM : 122210101081

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Strip Tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 1 Juni 2016

Yang menyatakan,

(Juwita Permata Sari G)

NIM 122210101081

**SKRIPSI**

**STRIP TES BERBASIS KURKUMIN UNTUK DETEKSI BORAKS PADA  
SAMPEL MAKANAN**

Oleh

Juwita Permata Sari Ginting

NIM 122210101081

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Nia kristiningrum, S. Farm., M. Farm., Apt

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Strip Tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Rabu, 10 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

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

**Tim Penguji**

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Yuni Retnaningtyas, S.Si., M.Si., Apt  
NIP 19780609

Ari Satia Nugraha, S.F., GdipsSc., M.Sc-Res., Ph.D., Apt  
NIP 19780721200312100

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**Strip Tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan;**  
Juwita Permata Sari Ginting, 122210101081; 2016; 95 halaman; Fakultas Farmasi  
Universitas Jember.

Peningkatan kualitas sumber daya manusia salah satunya ditentukan oleh kualitas pangan yang dikomsumsinya. UU No. 7 tahun 1996 tentang pangan menyatakan bahwa pangan yang dikonsumsi harus memenuhi beberapa kriteria, di antaranya adalah aman, bergizi, bermutu, dan dapat terjangkau oleh daya beli masyarakat Berdasarkan permenkes RI No. 033 tahun 2012, bahan yang dilarang digunakan sebagai bahan tambahan makanan salah satunya adalah asam borat (*boric acid*) dan senyawanya. Gejala keracunan boraks akut meliputi rasa mual, muntah, suhu tubuh menurun, lemah, sakit kepala, *rash erythematous*, bahkan dapat menimbulkan *shock*.

Pengembangan suatu sensor kimia berupa strip tes diharapkan lebih efektif dan efisien dalam aplikasinya untuk melakukan monitoring terhadap penggunaan boraks pada produk bakso dibandingkan dengan instrumen lain yang lebih rumit. Pengembangan strip tes ini didasarkan pada reaksi antara boraks dengan reagen kurkumin. Kurkumin dapat mendeteksi adanya kandungan boraks pada makanan dengan menguraikan ikatan-ikatan boraks menjadi asam borat dan mengikatnya menjadi kompleks warna rosa atau yang biasa disebut dengan senyawa boron cyano kurkumin kompleks.

Fabrikasi strip tes pada penelitian ini dilakukan dengan mengimobilisasi reagen pada kertas *whatman* dengan ukuran 0,5 x 0,5 cm. pH optimum reagen kurkumin adalah 6. Konsentrasi reagen kurkumin yang digunakan adalah 1500 ppm. Volume reagen yang digunakan adalah 3 $\mu$ l yang merupakan volume optimum. Hasil karakterisasi strip tes sebagai sensor boraks berbasis reagen kurkumin meliputi:



waktu respon strip tes adalah 3 menit; linieritas strip tes terhadap standar boraks berada pada rentang 0,1 ppm - 10 ppm, dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,999, nilai  $V \times 0,678\%$  dan persamaan regresi yang diperoleh adalah  $y = 38,994 + 1,196x$ ; batas deteksi (LOD) dari strip tes sebesar 0,005 ppm sedangkan batas kuantitasi (LOQ) sebesar 0,018 ppm; strip tes sebagai sensor boraks akan terganggu dengan adanya komponen pengganggu berupa NaCl dengan perbandingan boraks dan NaCl sebesar 1:1000; metode strip tes sebagai sensor boraks memenuhi parameter presisi dengan nilai RSD > 15% yaitu 16,18%; strip tes juga memenuhi parameter akurasi dengan %recovery rata-rata sebesar 103,528%; strip tes sebagai sensor boraks stabil pada penyimpanan suhu dingin ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) dengan waktu pakai 25 hari. Metode strip tes sebagai sensor boraks tidak memberikan perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan metode pengukuran boraks menggunakan spektrofotometri *Uv-Vis*. Metode strip tes sebagai sensor boraks dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk mengukur kandungan boraks pada sampel bakso yang beredar di pasaran

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Strip Tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah keharibaan Nabi Muhammad SAW. 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. Ibu Lestyo Wulandari, S. Si., M. Farm., Apt. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi dan Ibu Nia Kristiningrum, S. Farm., Apt., M. Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran perhatian serta dengan sabar membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian dan skripsi ini;
3. Ibu Yuni Retnaningtyas, S.Si., M.Si., Apt dan Bapak Ari Satia Nugraha S.F., GdipSc, M.Sc-Res, Ph.D., Apt. selaku Dosen Penguji yang dengan sabar memberikan saran dalam penulisan skripsi ini;
4. Drs. Wiratmo, M.Sc., Apt selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, berbagai pengalaman dan selalu memotivasi penulis selama masa perkuliahan; staff dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Jember;

6. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi Universitas Jember yang telah membantu penulis selama penelitian;
7. Orang tua tercinta Cinta Rakyat Ginting dan Nur Asli Tarigan, Kakak Ferry Ginting, Denny Ginting, Donny Ginting, Desita, Anggi Nasution serta keluarga besar Alm. Mbah Sabu'din yang senantiasa memberikan semangat, doa dan cinta kasih selama ini;
8. Tri Handika Rachmanu yang tidak pernah putus untuk saling mendoakan dan mendukung penulis meskipun jarang berdekatan;
9. Partner pejuang Chemistry (Farida, Alni, Citra, Yayan, Nora, Hidayah, Arimbi, Sarah, Dhanny, Yodi, Mas Hafidi, Ozi, Alya, Mufit, Adel, Arya, Agus, Dewi, Arjun, Novialda, Helmi, Tsabit, Dea, Vinas, dan Nazil);
10. Sahabat-sahabatku AGJ (Lisa, Raghda, Nadia, Alya, dan Farida) dan Sahabat Petruk Rolas (Titis, Ifa, Viol, Imud, Argi, Galuh, Mia, Mbak Wilda, Yasmin, Gati, Afifah, Nidia, Mbak Siti, Nili, Nunung, Desy, Amel, Nurul Qomariah, Trias, Sendy, Christyn) yang telah menemani dan mendengarkan segala curahan hati serta keluh kesah penulis selama penelitian ini dan atas pengalaman yang tak terlupakan;
11. Teman kos Kalimantan 12 (Alni, Mbak Amel, Mita, Kartini, Wangi, Yemima, Alvin, dan Novia) atas pengalaman serunya;
12. Sahabat terbaikku Astri Novitasari, Rima Alvionita, Pristi Aprilia Herlingga yang tidak pernah putus dalam saling mendoakan dan saling mendukung penulis meskipun tidak saling berdekatan;
13. Teman-teman seperjuangan Petruk Rolass Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Penulis

Jember, 10 Agustus 2016



**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBINGBINGAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4

<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Tinjauan Bakso .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Tinjauan Pengawet Makanan.....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Boraks Pada Makanan .....	6
2.2.2. Dampak Boraks Terhadap Kesehatan .....	7
<b>2.3 Tinjauan Sensor Kimia .....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Definisi Sensor Kimia .....	8
2.3.2 Mekanisme Sensor Kimia .....	9
2.3.3 Teknik Imobilisasi.....	10
<b>2.4. Tinjauan Strip Tes.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Tinjauan Uji Boraks dengan Metode Spektrofotometri .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6. Tinjauan Kurkumin .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7. Tinjauan Program <i>Image J</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.8. Tinjauan Karakteristik Sensor Kimia .....</b>	<b>17</b>
2.8.1. Linieritas .....	18
2.8.2. Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ).....	18
2.8.3. Selektivitas .....	19
2.8.4. Presisi .....	19
2.8.5. Akurasi .....	20
2.8.6. Waktu Respon dan Waktu Pakai.....	21
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1. Jenis Penelitian.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3. Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>22</b>
3.3.1. Alat .....	22
3.3.2. Bahan.....	22
<b>3.4. Definisi Operasional .....</b>	<b>22</b>

<b>3.5. Diagram Alur Penelitian .....</b>	<b>24</b>
<b>3.6. Prosedur Penelitian .....</b>	<b>25</b>
3.6.1. Preparasi Reagen dan Sampel .....	25
3.6.2. Optimasi Strip Tes.....	26
<b>3.7. Karakterisasi Strip Tes .....</b>	<b>27</b>
3.7.1. Waktu Respon .....	27
3.7.2. Linieritas.....	27
3.7.3. Batas Deteksi (LOD) dan (LOQ) .....	28
3.7.4. Selektivitas (Interfensi) .....	28
3.7.5. Presisi .....	29
3.7.6. Akurasi .....	29
3.7.7. Waktu Pakai.....	30
<b>3.8 Analisis Boraks pada Sampel Bakso dengan Metode Spektrofotometri</b>	
<i>Uv-Vis</i> .....	30
3.8.1. Preparasi Sampel dan Pereaksi.....	30
3.8.2. Optimasi Panjang Gelombang.....	31
3.8.3. Validasi Metode .....	31
<b>3.9. Aplikasi Metode Strip Tes pada Sampel Bakso Dibandingkan dengan</b>	
<b>Metode Spektrofotometri <i>Uv-Vis</i> .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Fabrikasi Strip Tes .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2. Optimasi Strip Tes.....</b>	<b>34</b>
4.2.1. Optimasi pH Reagen.....	34
4.2.2. Optimasi Volume Reagen.....	34
4.2.3. Optimasi Konsentrasi Reagen .....	35
<b>4.3. Karakterisasi Strip Tes .....</b>	<b>36</b>
4.3.1. Waktu Respon .....	36
4.3.2. Linieritas.....	37

4.3.3. Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) .....	42
4.3.4. Selektivitas .....	43
4.3.5. Presisi .....	44
4.3.6. Akurasi .....	46
4.3.7. Waktu Pakai.....	46
<b>4.4. Analisis Boraks pada Sampel Bakso dengan Metode Spektrofotometri <i>Uv-Vis</i> .....</b>	<b>49</b>
<b>4.5. Aplikasi Metode Strip Tes pada Sampel Bakso Dibandingkan dengan Metode Spektrofotometri <i>Uv-Vis</i>.....</b>	<b>50</b>
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>52</b>
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Warna kurkumin pada berbagai Ph (Kusumopradono, 1990) .....	16
Tabel 2.2 Kriteria penerimaan studi akurasi dan presisi untuk konsentrasi analit yang berbeda (Huber, 2007) .....	21
Tabel 4.1 Perubahan nilai mean RGB terhadap waktu .....	37
Tabel 4.2 Hasil pengukuran linieritas .....	38
Tabel 4.3 Data parameter pengujian linieritas metode strip tes .....	42
Tabel 4.4 Data parameter pengujian LOD dan LOQ metode strip tes .....	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian selektivitas metode strip tes .....	44
Tabel 4.6 Hasil uji prewsisi antara metode strip tes .....	45
Tabel 4.7 Hasil uji presisi antara metode strip tes .....	45
Tabel 4.8 Hasil uji akurasi metode strip tes .....	46
Tabel 4.9 Hasil pengukuran boraks pada sampel bakso dengan beberapa preparasi .....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema sensor kimia (Kuswandi, 2010).....	9
Gambar 2.2 Sensor kimia berbasis reaksi kunci-anak kunci (Key-lock) (Kuswandi,2010).....	9
Gambar 2.3 Teknik adsorpsi .....	10
Gambar 2.4 Teknik entrapment.....	11
Gambar 2.5 Teknik ikatan kovalen (Kuswandi, 2010) .....	12
Gambar 2.6 Teknik crosslinking .....	12
Gambar 2.7 Mekanisme reaksi boraks dengan reagen kurkumin (Raisani, 2013).14	
Gambar 2.8 Struktur kimia kunyit .....	15
Gambar 2.9 Program Image J (Reinking, 2007) .....	17
Gambar 2.10 Cara perhitungann nilai RGB dengan program Image J .....	17
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian .....	24
Gambar 3.2 Desain strip tes .....	25
Gambar 4.1 Strip Tes .....	33
Gambar 4.2 Kurva optimasi pH reagen.....	34
Gambar 4.3 Optimasi volume reagen .....	35
Gambar 4.4 Hasil optimasi volume reagen .....	35

Gambar 4.5 Kurva optimasi konsentrasi reagen .....	36
Gambar 4.6 Kurva waktu respon strip tes .....	37
Gambar 4.7 Kurva linieritas 0,1 ppm-10 ppm .....	41
Gambar 4.8 Kurva linieritas 0,02 pm – 10 ppm.....	41
Gambar 4.9 Kurva penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ)...	42
Gambar 4.10 Hasil pengujian selektivitas.....	44
Gambar 4.11 Perubahan nilai $\Delta$ mean RGB terhadap waktu pada strip tes yang disimpan di suhu dingin ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) .....	48
Gambar 4.12 Perubahan nilai $\Delta$ mean RGB terhadap waktu pada strip tes yang disimpan di suhu ruang ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) .....	48

**DAFTAR RUMUS**

	Halaman
2.1.Persamaan Hukum <i>Lambert-Beer</i> .....	13
2.2.Persamaan Limit Deteksi (LOD) dan Limit Kuantitasi (LOQ) ....	19
2.3.Persamaan Simpangan Baku Respon (Sb) .....	19
2.4.Persamaan untuk nilai SD .....	20
2.5.Persamaan untuk nilai RSD .....	20
2.6.Persamaan Persen Perolehan Kembali ( <i>% Recovery</i> ).....	21
3.1.Persamaan Perhitungan Limit Kuantitasi (LOQ).....	28
3.2.Persamaan Persen Interfensi .....	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data optimasi pH Reagen.....	58
B. Data Optimasi pH Reagen.....	58
C. Data Optimasi Konsentrasi Reagen .....	58
D. Waktu Respon .....	59
E. Data dan Perhitungan Linieritas Metode Strip Tes .....	60
F. Data dan Perhitungan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) Metode Strip tes .....	61
G. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Selektivitas Metode Strip Tes .....	63
H. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Presisi Metode Strip Tes .....	65
I. Data dan Perhitungan Pengujian Akurasi Metode Strip Tes .....	67
J. Data dan Perhitungan Penetapan Kadar Boraks Dalam Sampel Bakso dengan Metode Tusuk Strip Tes .....	71
K. Data dan Perhitungan Penetapan Kadar Boraks Dalam Sampel Bakso dengan Metode Celup Strip Tes .....	73
L. Data Hasil dan Perhitungan Waktu Pakai .....	78
M. Analisis Boraks dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis .....	81
N. Hasil uji <i>One Way Anova</i> .....	93
O. Kemasan Produk Strip Tes.....	95

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Peningkatan kualitas sumber daya manusia salah satunya ditentukan oleh kualitas pangan yang dikomsumsinya. UU No. 7 tahun 1996 tentang pangan menyatakan bahwa pangan yang dikonsumsi harus memenuhi beberapa kriteria, di antaranya adalah aman, bergizi, bermutu, dan dapat terjangkau oleh daya beli masyarakat. Cemaran yang terdapat pada pangan umumnya berasal dari bahan tambahan yang dapat diduga digunakan sebagai pengawet, pewarna, pemanis, dan aroma. Berdasarkan permenkes RI No. 033 tahun 2012, bahan yang dilarang digunakan sebagai bahan tambahan makanan salah satunya adalah asam borat (*boric acid*) dan senyawanya (Depkes, 2012). Gejala keracunan boraks akut meliputi rasa mual, muntah, suhu tubuh menurun, lemah, sakit kepala, *rash erythematous*, bahkan dapat menimbulkan *shock*. Kematian pada orang dewasa dapat terjadi dalam dosis 15-25 gram, sedangkan pada anak dosis 5-6 gram. Asam borat dan senyawanya akan memberikan dampak kronis mulai dari dosis 0,2 mg/kg/hari (USDA, 2006).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan boraks pada makanan. Data Survei Keamanan Pangan Badan POM RI tahun 2010 menyatakan penyalahgunaan boraks sebesar 8,80%. Analisis boraks pada lontong yang dilakukan oleh Anisyah Nasution di Medan tahun 2009 menyatakan bahwa 62,5% lontong yang beredar di kelurahan Padang Bulan Kota Medan mengandung boraks. Di Kabupaten Jember Badan Besar Pengawas Obat dan Makanan Jawa Timur memeriksa sampel berupa cilok, tahu, asinan dan minuman seperti es buah dan es doger di depan salah satu SD Negeri Kecamatan Kaliwates yang positif mengandung boraks dan bahan yang berbahaya lainnya (Astro, 2015). Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun pemerintah telah melarang penggunaan boraks, ternyata sebagian produsen makanan masih menggunakannya.

Dalam memonitoring kadar boraks di dalam makanan untuk mencegah timbulnya dampak negatif diperlukan suatu instrumen analisis yang baik yaitu instrumen analisis yang mampu memberikan informasi kandungan pengawet dalam makanan secara cepat dan akurat. Metode yang banyak digunakan untuk menganalisis boraks pada makanan diantaranya metode spektrofotometri UV-Vis dan spektrofotometer serapan atom (AAS). Kedua metode analisis tersebut sangat sensitif akan tetapi diperlukan waktu analisis yang cukup lama, membutuhkan instrumen yang relatif mahal, biaya analisis tinggi, membutuhkan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, dan biaya perawatan instrumen yang juga sangat tinggi sehingga mengakibatkan metode tersebut tidak ekonomis (Reis et al, 2009), oleh karena itu perlu diupayakan suatu teknologi deteksi untuk memonitoring kadar boraks di dalam makanan yang dapat dipakai setiap saat, mudah penggunaannya serta ekonomis. Salah satu teknologi yang banyak dikembangkan saat ini adalah sensor kimia. Sensor kimia adalah satu alat analisis (*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 menjadi sinyal elektrik yang proporsional dengan konsentrasi dari analit tersebut (*physicochemical transducer*) (Kuswandi, 2010).

Salah satu zat yang dapat mendeteksi adanya boraks ialah kurkumin, yakni zat warna yang terkandung dalam umbi tanaman kunyit (*Curcuma domestica* val.) Kurkumin dapat berfungsi sebagai indikator karena terjadinya perubahan warna dari kuning muda coklat menjadi coklat pada pH sekitar 4,5 – 9,9. Kurkumin dapat mendeteksi adanya kandungan boraks pada makanan karena kurkumin mampu menguraikan ikatan-ikatan boraks menjadi asam borat dan mengikatnya menjadi kompleks warna rosa atau yang biasa disebut dengan senyawa boron cyano kurkumin kompleks (Raisani, 2103 ).

Pada penelitian ini penulis mencoba mengembangkan sensor kimia berupa strip tes berbasis kurkumin yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan boraks dan memperkirakan kadar yang digunakan pada makanan. Pengembangan tersebut

dilakukan dengan mengimobilisasi kurkumin yang sensitif dan selektif terhadap boraks di dalam strip tes sebagai fase pendukung sensor, sehingga dapat menghasilkan sensor dengan kondisi pengukuran yang cepat dan tepat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah fabrikasi strip tes berbasis kurkumin untuk deteksi boraks?
- b. Bagaimanakah kondisi optimal operasional strip tes sebagai sensor boraks yang meliputi pH, volume reagen dan konsentrasi reagen?
- c. Bagaimanakah karakteristik strip tes sebagai sensor boraks yang meliputi daerah linier, batas deteksi, selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon dan waktu pakai dengan perubahan warna?
- d. Apakah metode strip tes sebagai sensor boraks dapat diaplikasikan untuk deteksi boraks pada sampel bakso di pasaran?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

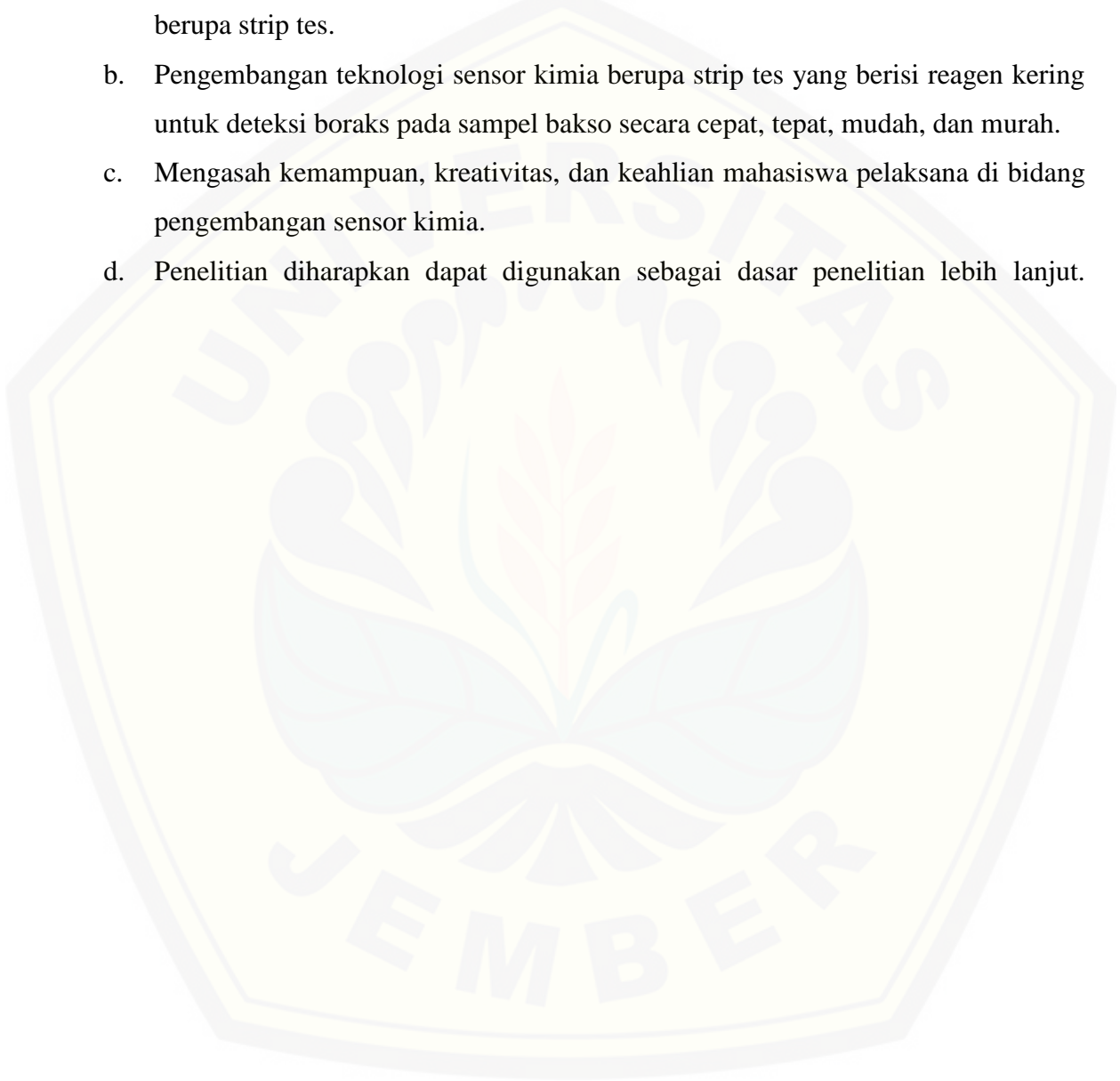
- a. Menentukan fabrikasi strip tes berbasis kurkumin untuk deteksi boraks.
- b. Menentukan kondisi optimal operasional strip tes sebagai sensor boraks yang meliputi pH, volume reagen, dan konsentrasi reagen.
- c. Menentukan karakteristik strip tes sebagai sensor boraks yang meliputi daerah linier, batas deteksi, selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon, dan waktu pakai dengan perubahan warna.
- d. Menentukan apakah strip tes sebagai sensor boraks dapat diaplikasikan untuk deteksi boraks pada sampel bakso di pasaran.



## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa:

- a. Memberi informasi kepada masyarakat tentang teknologi sensor kimia yang berupa strip tes.
- b. Pengembangan teknologi sensor kimia berupa strip tes yang berisi reagen kering untuk deteksi boraks pada sampel bakso secara cepat, tepat, mudah, dan murah.
- c. Mengasah kemampuan, kreativitas, dan keahlian mahasiswa pelaksana di bidang pengembangan sensor kimia.
- d. Penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Bakso

Bakso didefinisikan sebagai daging yang dihaluskan, dicampur dengan tepung pati, lalu dibentuk bulat-bulat dengan tangan sebesar kelereng atau lebih besar dan dimasukkan ke dalam air panas jika ingin dikonsumsi. Dalam pembuatan adonan bakso, potong-potong kecil daging, kemudian cincang halus dengan menggunakan pisau tajam atau blender. Setelah itu daging diuleni dengan es batu atau air es (10-15% berat daging) dan garam serta bumbu lainnya sampai menjadi adonan yang kalis dan plastis sehingga mudah dibentuk. Sedikit demi sedikit ditambahkan tepung kanji agar adonan lebih mengikat. Penambahan tepung kanji cukup 15-20% berat daging (Ngadiwaluyo dan Suharjito, 2003 dalam Wibowo, 2000).

Dalam penyajiannya, bakso umumnya disajikan panas-panas dengan kuah kaldu sapi bening, dicampur mi, bihun, taoge, tahu, terkadang telur, ditaburi bawang goreng dan seledri. Bakso sangat populer dan dapat ditemukan di seluruh Indonesia dari gerobak pedagang kaki lima hingga restoran. Berbagai jenis bakso sekarang banyak di tawarkan dalam bentuk makanan beku yang dijual di pasar swalayan. Irisan bakso dapat juga dijadikan pelengkap jenis makanan lain seperti mi goreng, nasi goreng, atau cap cai.

### 2.2. Tinjauan Pengawet Makanan

Sesuai SK Menkes RI No. 722 tahun 1988 tentang Bahan Tambahan Makanan, yang dimaksud bahan pengawet adalah bahan tambahan makanan yang mencegah atau menghambat fermentasi pengasaman atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Keamanan suatu pengawet makanan harus mempertimbangkan jumlah yang mungkin dikonsumsi dalam produk makanan atau jumlah zat yang akan terbentuk dalam makanan dari penggunaan pengawet jika

dicerna oleh manusia atau hewan, termasuk potensi menyebabkan kanker (FDA, 2003). Dengan demikian pengawet diperlukan dalam pengolahan makanan, namun kita harus tetap mempertimbangkan keamanannya. Hingga kini, penggunaan pengawet yang tidak sesuai masih sering terjadi dan sudah semakin luas, tanpa memperhatikan dampaknya terhadap kesehatan konsumen (Abrams dan Atkinson, 2003).

#### 2.2.1. Boraks Pada Makanan

Sifat fisika dan kimia boraks antara lain memiliki berat molekul (BM) 381,4, titik lebur 175°C, titik didih 320°C, tidak larut dalam alkohol dan asam, larut dalam gliserol, larut dalam air, kelarutannya adalah 6 g/100 ml air dan pH-nya 9,5 (BPOM, 2002). Menurut Timm (1966) dan Lewis (1993) dalam Stefanny (2006), sifat kimia asam borat antara lain: titik lebur 170,9°C, titik didih 300°C, kelarutannya dalam air pada suhu ruang ( $\pm 27^\circ\text{C}$ ), semakin tinggi suhu yang digunakan untuk melarutkan boraks (100°C) maka tingkat kelarutannya juga semakin tinggi, kelarutannya dalam air adalah 4-5 g/100 ml air.

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 722/MenKes/Per/IX/88 boraks dinyatakan sebagai bahan berbahaya dan dilarang untuk digunakan dalam pembuatan makanan. Meskipun bukan pengawet makanan, boraks sering pula digunakan sebagai pengawet makanan. Selain sebagai pengawet, bahan ini berfungsi pula mengenyalkan makanan. Makanan yang sering ditambahkan boraks diantaranya adalah bakso, lontong, mie, kerupuk, dan berbagai makanan tradisional seperti “lempeng” dan “alen-alen”. Di masyarakat daerah tertentu boraks juga dikenal dengan sebutan garam “bleng”, “bleng” atau “pajer” dan sering digunakan untuk mengawetkan nasi untuk dibuat makanan yang sering disebut legendar atau *gendar* (Yuliarti, 2007).

Karakteristik makanan yang mengandung boraks diantaranya bakso yang menggunakan boraks memiliki kekenyalan khas yang berbeda dari kekenyalan bakso yang menggunakan banyak daging. Kerupuk yang mengandung boraks ketika digoreng akan mengembang dan empuk, teksturnya bagus dan renyah. Mie basah

biasanya lebih awet sampai 2 hari pada suhu kamar (25 derajat celcius), berbau menyengat, kenyal, tidak lengket dan agak mengkilap (Yuliarti, 2007).

### 2.2.2. Dampak Boraks Terhadap Kesehatan

Boraks merupakan racun bagi semua sel. Pengaruhnya terhadap organ tubuh tergantung konsentrasi yang dicapai dalam organ tubuh. Karena kadar tertinggi tercapai pada waktu diekskresi maka ginjal merupakan organ yang paling terpengaruh dibandingkan dengan organ yang lain. Dosis tertinggi yaitu 10-20 g/kg berat badan orang dewasa dan 5 g/kg berat badan anak-anak akan menyebabkan keracunan bahkan kematian. (Saparinto dan Hidayati, 2006).

Efek negatif dari penggunaan boraks dalam pemanfaatannya yang salah pada kehidupan dapat berdampak sangat buruk pada kesehatan manusia. Boraks memiliki efek racun yang sangat berbahaya pada sistem metabolisme manusia sebagai halnya zat-zat tambahan makanan lain yang merusak kesehatan manusia. Dalam makanan boraks akan terserap oleh darah dan disimpan dalam hati. Karena tidak mudah larut dalam air boraks bersifat kumulatif. Dari hasil percobaan dengan tikus menunjukkan bahwa boraks bersifat karsinogenik. Selain itu boraks juga dapat menyebabkan gangguan pada bayi, gangguan proses reproduksi, menimbulkan iritasi pada lambung, dan atau menyebabkan gangguan pada ginjal, hati, dan testes (Suklan H, 2002).

Sering mengkonsumsi makanan mengandung boraks akan menyebabkan gangguan otak, hati, lemak dan ginjal. Dalam jumlah banyak, boraks menyebabkan demam, anuria (tidak terbentuknya urin), koma, merangsang sistem saraf pusat, menimbulkan depresi, apatis, sianosis, tekanan darah turun, kerusakan ginjal, pingsan bahkan kematian (Widyaningsih dan Murtini, 2006). Keracunan kronis dapat disebabkan oleh absorpsi dalam waktu lama. Akibat yang timbul diantaranya anoreksia, berat badan turun, muntah, diare, ruam kulit, alposia, anemia dan konvulsi. Penggunaan boraks apabila dikonsumsi secara terus-menerus dapat mengganggu gerak pencernaan usus, kelainan pada susunan saraf, depresi dan kekacauan mental. Dalam jumlah serta dosis tertentu, boraks bisa mengakibatkan degradasi mental, serta

rusaknya saluran pencernaan, ginjal, hati dan kulit karena boraks cepat diabsorpsi oleh saluran pernapasan dan pencernaan, kulit yang luka atau membran mukosa (Saparinto dan Hidayati, 2006).

Gejala awal keracunan boraks bisa berlangsung beberapa jam hingga seminggu setelah mengonsumsi atau kontak dalam dosis toksis. Gejala klinis keracunan boraks biasanya ditandai dengan hal-hal berikut (Saparinto dan Hidayati, 2006):

- a. Sakit perut sebelah atas, muntah dan mencret
- b. Sakit kepala, gelisah
- c. Penyakit kulit berat
- d. Muka pucat dan kadang-kadang kulit kebiruan
- e. Sesak nafas dan kegagalan sirkulasi darah
- f. Hilangnya cairan dalam tubuh
- g. Degenerasi lemak hati dan ginjal
- h. Otot-otot muka dan anggota badan bergetar diikuti dengan kejang-kejang
- i. Kadang-kadang tidak kencing dan sakit kuning
- j. Tidak memiliki nafsu makan, diare ringan dan sakit kepala
- k. Kematian

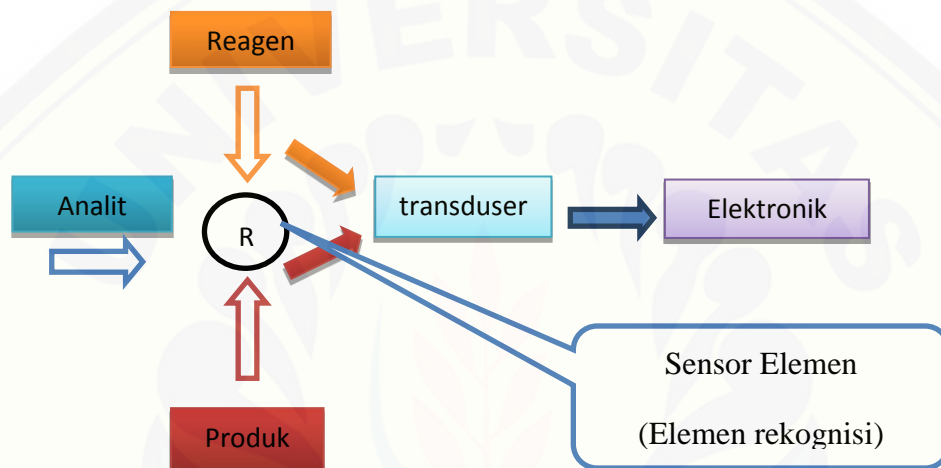
### 2.3. Tinjauan Sensor Kimia

#### 2.3.1. Definisi Sensor Kimia

Sensor merupakan suatu sistem rangkaian perangkat yang menghasilkan informasi analisis kualitatif dan kuantitatif secara spesifik dengan pengenalan yang memanfaatkan elemen biologis (seperti reseptor biologis, enzim, hormon, antigen, antibodi, mikroba) atau kimia (reagen-reagen kimia) yang mengalami kontak dengan analit (Kress *et al*, 1998).

Sensor kimia adalah 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-kimiawi yang dapat diubah (*physicochemical transducer*) menjadi sinyal elektrik proporsional dengan

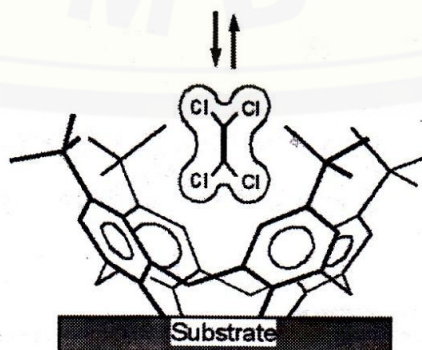
konsentrasi dari analit tersebut. Sensor kimia biasanya banyak diaplikasikan untuk mendeteksi entitas kimiawi dengan menggunakan reaksi kimia dari reagen kimia yang sesuai. Entitas kimiawi yang dideteksi tersebut biasanya disebut analit. Secara garis besar sensor kimia secara skematis dapat digambarkan seperti gambar 2.1.(Kuswandi, 2010).



Gambar 2. 1 Skema sensor kimia (Kuswandi, 2010)

### 2.3.2. Mekanisme Sensor Kimia

Pada gambar tersebut dideskripsikan suatu sensor kimia yang berbasis reaksi kunci anak kunci (*key-lock*). Sensor kimia jenis ini biasanya didesain dengan suatu reaksi yang sangat spesifik, misalnya reaksi spesifik pada sisi aktif suatu polimer. Sehingga sensor jenis ini memiliki selektifitas yang tinggi dalam suatu analit (Kuswandi, 2010).



### 2.3.3. Teknik Imobilisasi

Pada sensor kimia, biasanya reagen yang digunakan diimobilisasi terlebih dahulu atau dijadikan fase padat (sering disebut juga reagen kering) sehingga mudah dikendalikan. Imobilisasi merupakan suatu proses pengikatan molekul reagen pada bahan pendukung (solid support material), sehingga molekul reagen dapat tersebar didalam fase pendukung tersebut secara merata dan homogen (Kuswandi, 2010). Menurut Eggins (1996), teknik imobilisasi adalah suatu teknik memerangkap reagen dalam suatu matriks polimer reaksi kunci-anak kunci (key-lock) yang tetap ada.

(Kuswandi, 2010)

Secara umum, tidak ada satu pun teknik imobilisasi yang dapat digunakan untuk semua jenis reagen. Pemilihan teknik imobilisasi biasanya didasarkan kesesuaiannya dengan sifat-sifat reagen. Proses imobilisasi tidak akan berhasil bila fase pendukung tidak sesuai atau kompatibel dengan reagen. Metode imobilisasi terbagi menjadi dua jenis yaitu secara fisik dan kimia. (Kuswandi, 2010).

#### a. Metode imobilisasi secara fisik

##### 1) Penyerapan (*adsorpsi*)

Penyerapan atau *adsorpsi* adalah teknik imobilisasi yang melibatkan gaya-gaya *Van der waals* atau ikatan hidrogen dalam mengikat molekul reagen pada fase pendukung. Imobilisasi dengan metode *adsorpsi* dilakukan dengan cara menyerap atau mengadsorpsi reagen di atas fase pendukung (Kuswandi, 2010).

Gambar imobilisasi reagen dengan cara *adsorpsi* ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Teknik adsorpsi

## 2) Pemerangkapan (*entrapment*)

Pemerangkapan atau *entrapmen* adalah teknik imobilisasi reagen dengan cara memerangkap molekul reagen di dalam ruang antara material pendukung, misalnya polimer, selama proses polimerisasi berlangsung. Contohnya adalah pemerangkapan molekul reagen di dalam matrik gel poliakrilamid (Kuswandi, 2010). Gambar imobilisasi reagen dengan cara *entrapmen* ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Teknik entrapment

## 3) Interaksi elektrostatik

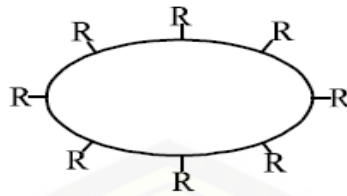
Interaksi elektrostatik atau ionik biasanya digunakan untuk reagen yang mempunyai muatan negative dengan fase pendukung yang memiliki muatan positif atau sebaliknya. Fase pendukung yang biasanya digunakan dalam teknik imobilisasi jenis ini ialah resin penukar ion (Kuswandi, 2010).

### b. Metode imobilisasi secara kimia

#### 1) Ikatan kovalen

Teknik imobilisasi secara ikatan kovalen melibatkan pembentukan ikatan kovalen antara molekul reagen dengan fase pendukungnya. Ikatan kovalen dirancang dengan menggunakan gugus fungsi terhadap membran ataupun bahan pendukung lainnya sehingga memungkinkan terjadinya ikatan antara bioktif molekul dengan gugus fungsi yang ditambahkan. Bagian dari bioktif molekul yang akan dikaitkan bukan merupakan sisi aktif (katalis). Kelebihan dari teknik ini adalah ikatan yang terjadi sangat kuat sehingga tidak terjadi pelepasan material pada matriksnya (Eggins, 1996). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik ikatan kovalen ditunjukkan pada gambar 2.5





Gambar 2. 5 Teknik ikatan kovalen (Kuswandi, 2010)

## 2) *Crosslinking*

Pada metode ini reagen diikat secara kimia pada membran atau bahan pendukung padat lainnya. Senyawa dengan dua gugus fungsi ini (reagen difungsi) dapat mengikat reagen pada membran atau bahan pendukung lainnya. Kekurangan dari teknik ini adalah kerusakan pada spesifikasi reagen dan hasil *crosslinking* merupakan senyawa yang sangat kaku (Eggins, 1996). Gambar imobilisasi reagen dengan teknik *crosslinking* ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 Teknik crosslinking

## 2.4. Tinjauan Strip Tes

Strip tes merupakan suatu bentuk miniaturisasi dari metode analisis yang disebut juga laboratorium berjalan. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi secara semikuantitatif keberadaan ion-ion dan senyawa-senyawa anorganik maupun organik. Metode ini dapat memberikan kesimpulan yang cepat untuk mengetahui konsentrasi bahan yang ada pada sampel dan sebagai alat praseleksi yang membuat analisis hemat biaya dan waktu (Merck, 2013). Pemeriksaan kualitas dan pengontrolan analit dalam sampel dapat dilakukan dengan lebih cepat karena

integrasi dari semua proses terjadi dalam satu *device*, seperti penyamplingan, *pretreatment* sampel, separasi, reaksi kimia, deteksi analit dan analisis data dapat dilakukan dalam satu *microdevice* analisis (Kuswandi, 2010).

## 2.5. Tinjauan Uji Boraks Dengan Metode Spektrofotometri

Penetapan kadar boraks dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya adalah dengan metode spektrofotometri sinar tampak. Metode spektrofotometri sinar tampak digunakan untuk pemeriksaan kuantitatif boraks. Larutan boraks merupakan larutan yang tidak berwarna, hal ini menjadi kendala karena larutan yang akan digunakan dengan spektrofotometri UV-Vis harus memiliki gugus kromofor yang ditandai dengan warna. Sehingga pada penelitian ini boraks direaksikan dengan kurkumin sebagai pembentuk kompleks warna rosocyanin yang menghasilkan warna rosa (Roth,1978).

Reaksi pembentukan Rosocyanin oleh asam kuat yang diilustrasikan pada gambar 2.7. Boraks terurai dari ikatan-ikatannya menjadi asam borat dan diikat oleh kurkumin membentuk kompleks warna rosa yang sering disebut kelat rosasianin atau senyawa boron cyano kurkumin kompleks yaitu suatu zat yang berwarna merah (Raisani, 2013)

Spektrofotometri adalah pengukuran absorpsi energi cahaya oleh suatu molekul pada suatu panjang gelombang tertentu untuk tujuan analisa kualitatif dan kuantitatif. Bila suatu molekul dikenakan radiasi elektromagnetik maka molekul tersebut akan menyerap radiasi elektromagnetik yang energinya sesuai. Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa intensitas yang diserap oleh larutan zat berbanding lurus dengan tebal dan kosentrasi larutan dan berbanding terbalik dengan transmitan. Hukum Lambert-Beer dapat dituliskan seperti persamaan 2.1 (Gandjar dan Rohman, 2007).

$$A = abc = \log 1/T \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

A = absorpsi (energi radiasi yang diserap oleh molekul)

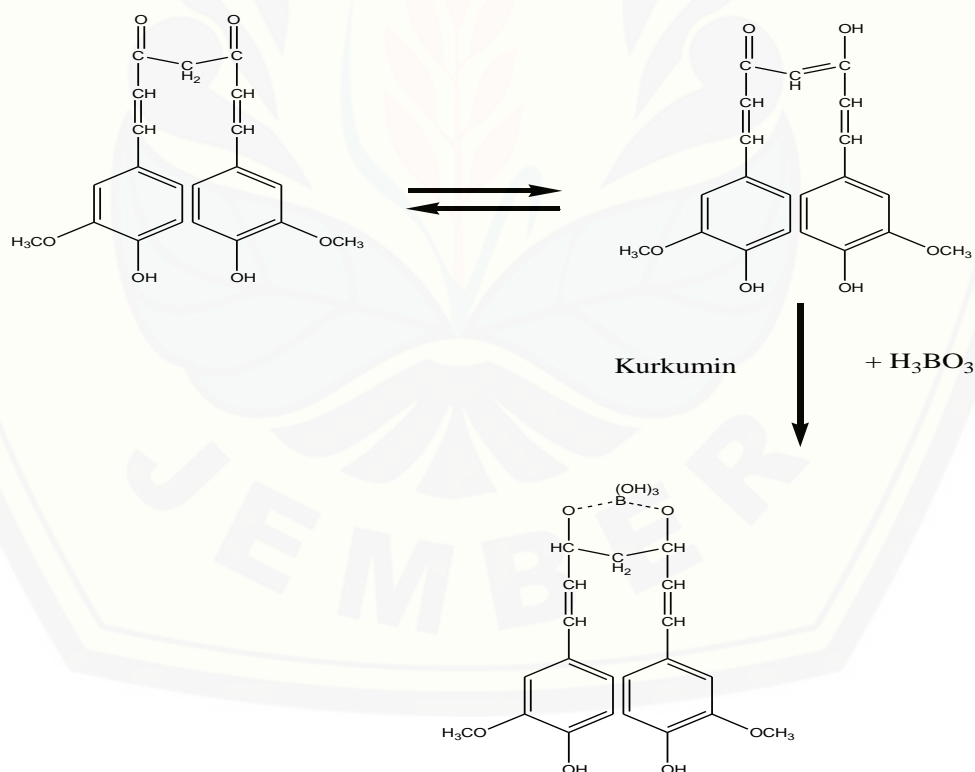
a = koefisien ekstingsi

b = tebal sel (cm)

c = konsentrasi analit

T = transmittan (energi radiasi yang dilewatkan)

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 dan Rohman, 2007).



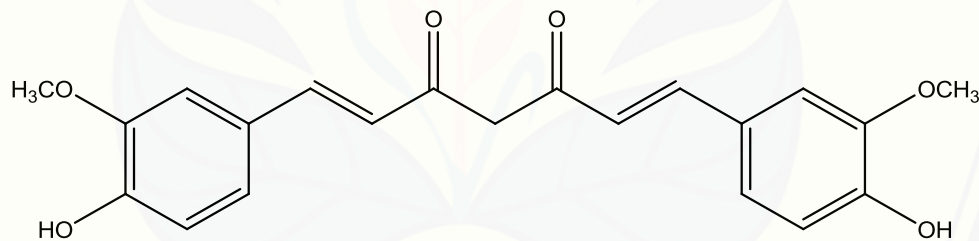
Gambar 2. 7 Mekanisme reaksi boraks dengan reagen kurkumin (Raisani, 2013)

## 2.6. Tinjauan Kurkumin

Kurkumin, atau disebut juga dengan [1,7- bis(4-hydroxy-3-methoxyfenil)-1,6-heptadiene- 3,5-dione], adalah sebuah senyawa pewarna alami kuning-oranye (Zaibunnisa,2009), yang terdapat pada kunyit (Ratna,2008). Kunyit (*Curcuma Domestica Valet*) termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Sub Divisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledonae  
Ordo : Zingiberales  
Famili : Zingiberaceae  
Genus : Curcuma  
Spesies : Curcuma Domestica Valet

Struktur kimia kurkumin dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Struktur kimia kunyit

Rimpang kunyit mengandung kurkuminoid sekitar 10%, kurkumin 1-5%, dan sisanya terdiri atas demektosikurkumin serta bisdemetoksi-kurkumin. Komponen yang terpenting dari umbi kunyit adalah zat warna kurkumin dan minyak atsirinya. Kurkumin merupakan zat warna yang secara biogenetis berasal dari fenil alanin, asam malonat, dan asam sitrat (Stahl, E., 1985).

Zat warna kurkumin merupakan kristal berwarna kuning orange, tidak larut dalam ether, larut dalam minyak, dalam alkali berwarna merah kecoklatan, sedangkan dalam asam berwarna kuning muda (Nugroho, 1998). Kurkumin memberikan warna

yang berbeda pada setiap harga pH seperti tersaji pada Tabel 2.1 (Kusumopradono, 1990).

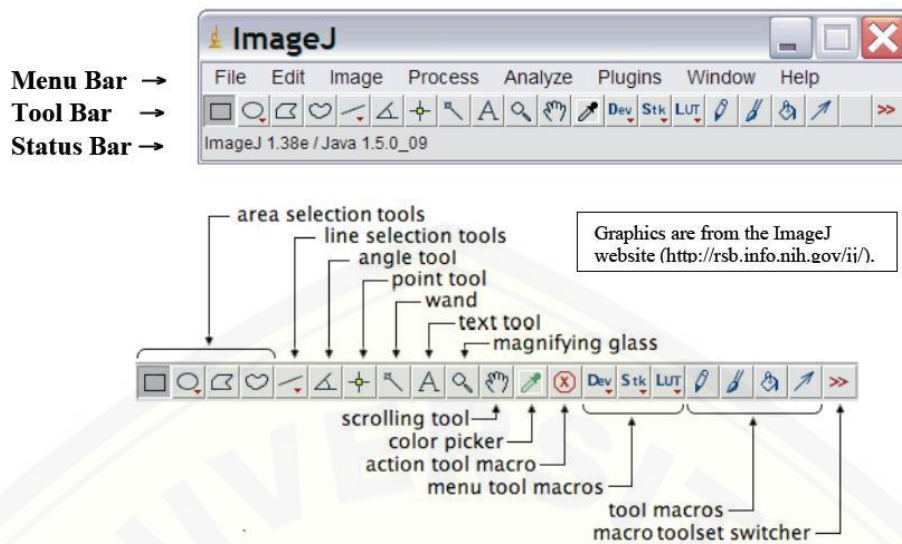
Tabel 2. 1 Warna kurkumin pada berbagai pH (Kusumopradono, 1990)

pH	Warna
4,5	Kuning muda pucat
6,7	Kuning
7,2	Kuning merah
7,5	Kuning merah coklat
8,0	Kuning coklat
8,3	Kuning coklat
8,5	Kuning coklat
9,7	Coklat kemerahan
9,9	Coklat

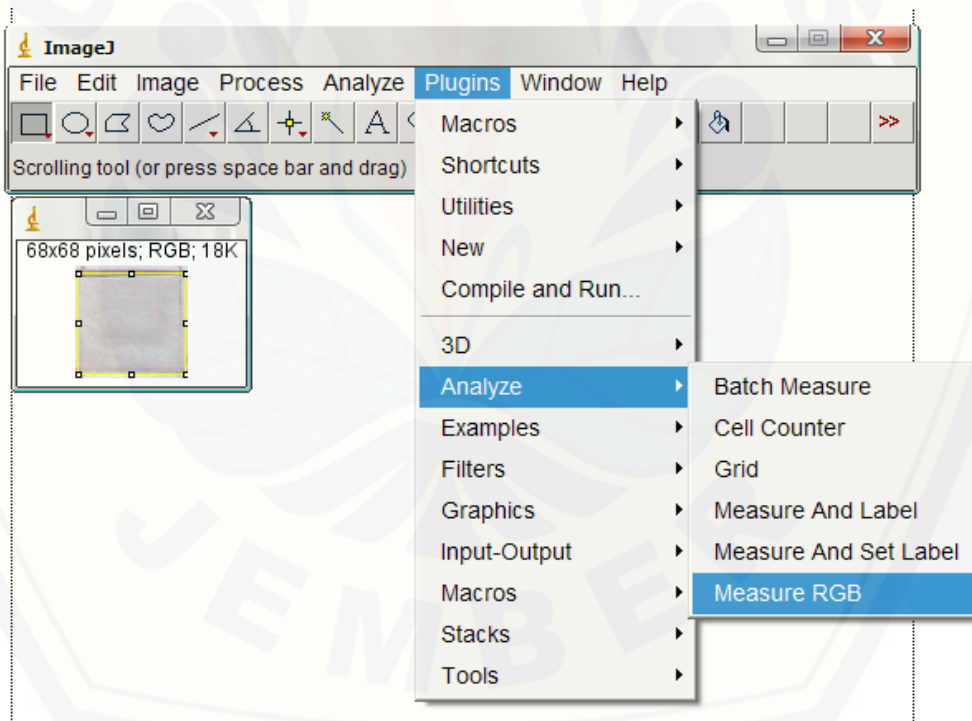
## 2.7. Tinjauan Program *ImageJ*

*ImageJ* merupakan suatu program analisis untuk gambar yang di buat oleh *National Institutes of Health*. Program *ImageJ* berisi menu-menu *bar*, *tool bar*, dan *status bar* yang dapat dilihat pada gambar 2.9. Ketika krusor berada di atas gambar, maka akan di tampilkan 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 dikenali (Reinking, 2007).

Penentuan nilai RGB dengan menggunakan program *ImageJ* didasarkan pada nilai perhitungan dari tiga warna yang mewakili warna primer yaitu 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 dengan bersamaan untuk membentuk warna apapun. Ketika intensitas tertinggi dari setiap warna di campurkan bersama-sama, maka akan diperoleh cahaya putih. Sedangkan ketika setiap warna dicampurkan bersama-sama dengan intensitas sama dengan nol, maka hasilnya adalah cahaya hitam (Ferreira dan Rasban, 2010). Cara perhitungan nilai RGB dengan menggunakan program *imageJ* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 9 Program ImageJ ( Reinking, 2007)



Gambar 2. 10 Cara perhitungan nilai RGB dengan program Image J

## 2.8. Tinjauan Karakteristik Sensor Kimia

Karakteristik sensor digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu membran dan reagen sebagai sensor untuk mendeteksi analit. Karakteristik sensor kimia

meliputi linieritas, batas deteksi dan batas kuantitasi (LOD dan LOQ), sensitivitas, selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon, dan waktu pakai.

### 2.8.1. Linieritas

Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis yang memberikan respon secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linieritas 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 linieritas 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 dan Miller, 2005).

### 2.8.2. Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

LOD adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. LOQ merupakan parameter analisis yang diartikan sebagai jumlah terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi. Penentuan batas deteksi suatu metode berbeda-beda tergantung pada metode analisis itu menggunakan instrumen atau tidak (Harmita, 2004).

Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blangko beberapa kali lalu dihitung simpangan baku respon blangko dan formula seperti persamaan 2.2 dibawah ini (Harmita, 2004) :

$$Q = \frac{k \times Sb}{SI} \dots\dots\dots(2.2)$$

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

k = 3 untuk LOD atau 10 untuk LOQ

Sb = simpangan baku respon analitik dari blangko

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

Simpangan baku respon (Sb) dapat dihitung dengan persamaan 2.3 berikut :

$$Sb = \sqrt{\frac{\sum(y-yi)^2}{n-2}} \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan  $y_i = a + bx$

### 2.8.3. Selektivitas

Selektivitas atau spesifikasi suatu metode adalah kemampuan suatu metode yang hanya mengukur zat tertentu saja secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel (Harmita, 2004). 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. (Harmita, 2004).

### 2.8.4. Presisi

Secara definitif, presisi pada sensor kimia dapat dinyatakan sebagai kedekatan respon sensor terhadap respon lainnya untuk analit yang sama. Selain itu, presisi dari respon sensor terhadap analit sering pula dinyatakan dalam ukuran reproduibilitas



dari suatu set pengukuran sensor terhadap analit (Kuswandi, 2010). Kriteria penerimaan presisi 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, dimana nilai RSD dapat ditentukan melalui persamaan 2.4 dan 2.5 (Harmita, 2004). Kriteria penerimaan presisi untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada table 2.1.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

#### 2.8.5. Akurasi

Akurasi adalah kedekatan hasil pengukuran analit dalam sampel yang diperoleh dari suatu metode (hasil percobaan dibandingkan kadar analit yang sebenarnya). Akurasi sering dinyatakan dalam persen perolehan kembali (*%Recovery*), dimana kriteria penerimaan *% recovery* ini dapat dilihat pada table 2.1. Persen perolehan kembali diperoleh melalui pengukuran sejumlah analit yang diketahui kadarnya ditambahkan dalam sampel. Akurasi dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu (Harmita, 2004):

- a. Metode simulasi (*spike-placebo recovery*), yaitu pengukuran sejumlah analit bahan murni yang ditambahkan ke dalam 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. Perhitungan % *recovery* dapat ditentukan dengan rumus matematik seperti pada persamaan 2.6.

$$\%Recovery = \frac{\text{konsentrasi hasil percobaan}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Tabel 2.2 Kriteria penerimaan studi akurasi dan presisi untuk konsentrasi analit yang berbeda (Huber, 2007)

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

#### 2.8.6. Waktu Respon dan Waktu Pakai

Waktu respon dari suatu piranti analisis seperti sensor kimia, sesuai dengan rekomendasi dari IUPAC dapat dinyatakan sebagai waktu antara pertama kali sensor direaksikan dengan sampel (bisa dicelupkan, diekpos, atau dialirkan) dan waktu pertama kali respon sensor menghasilkan sinyal yang stabil (*steady-state*). Sering pula dinyatakan sebagai waktu sensor memberikan respon sebesar 90% ( $t_{90}$ ) dari total respon yang dihasilkan (Kuswandi, 2010). Sedangkan waktu pakai sensor dapat dinyatakan sebagai waktu dimana sensor tersebut memberikan reaksi yang sama dan stabil terhadap suatu analit pada konsentrasi yang sama hingga waktu respon sensor tersebut terhadap analit mengalami penurunan drastis (biasanya lebih dari 15% dari respon sensor semula atau awal). Dengan demikian maka dapat diketahui berapa lama dan berapa kali suatu sensor kimia dapat digunakan untuk pengukuran suatu analit (Kuswandi, 2010).

## BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *experimental laboratories*.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Sensor Kimia dan Biosensor Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penelitian dilakukan bulan Desember - Juni 2016.

### 3.3. Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain spektrofotometri *Uv-Vis* (Hitachi U-1800), program *Validation Method of Analysis*, program spss.16, *sentrifuge* (Hermle Z206A), *ball pipet*, *beaker glass*, *hair dryer*, labu ukur, pipet ukur, erlenmeyer, *scanner* (*Scanoscan\_cannon*), neraca analitik, pipet volume, pipet mikro, *aluminium foil*, botol semprot, *yellow tip*, *ultrasonic*, *hot plate*, vial.

#### 3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain kertas *whatman* (No 1001 150), boraks (Merck), kurkumin 0,125%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, etanol 96%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat p.a, asam asetat glacial p.a, aquadest dan sampel bakso di pasaran.

### 3.4. Definisi Operasional

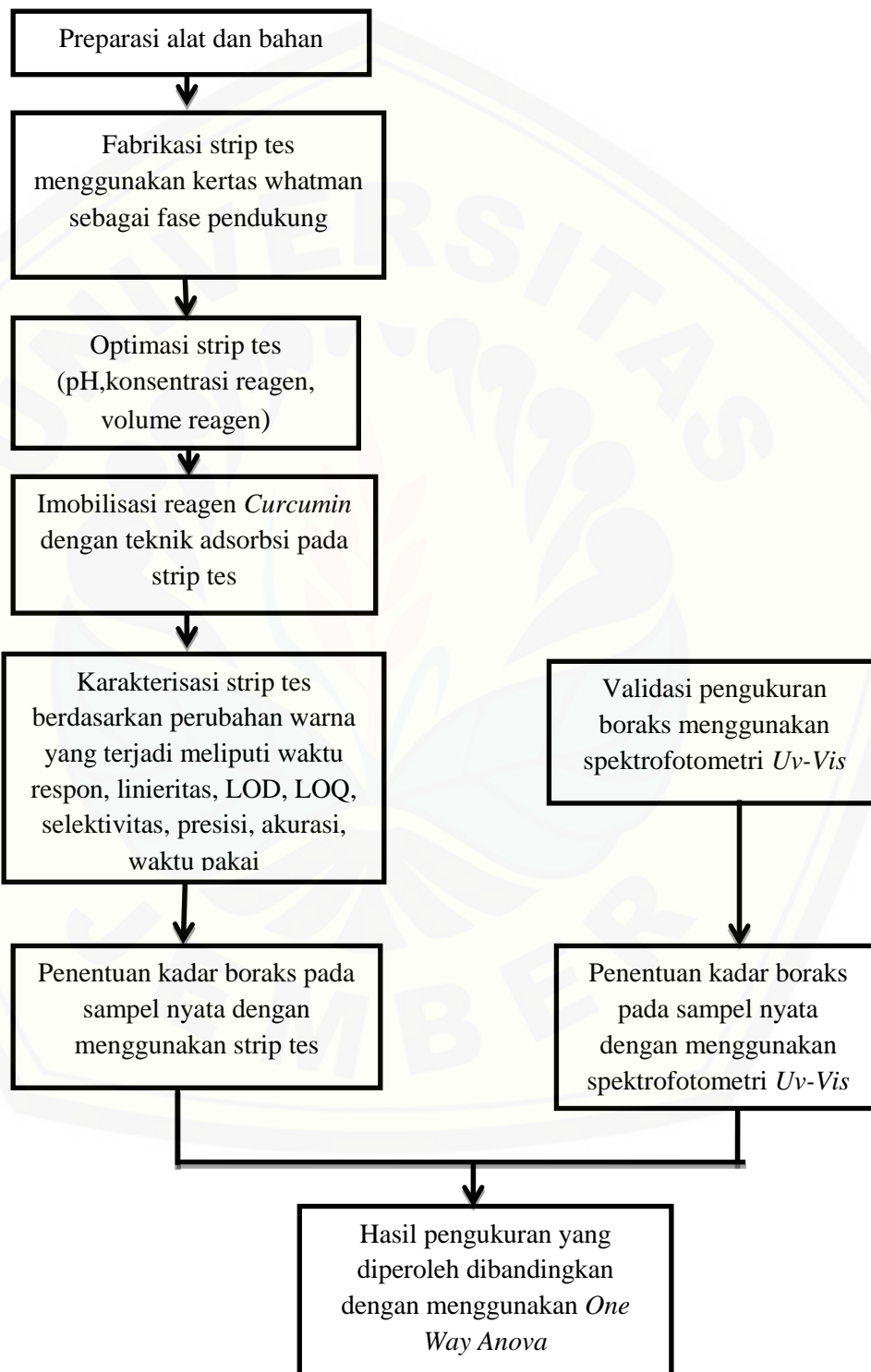
- a. Penentuan boraks dilakukan berdasarkan perubahan warna strip tes dari kuning menjadi merah coklat.
- b. RGB (*red, green, blue*) adalah analisis warna yang digunakan pada aplikasi *ImageJ* untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi pada saat reagen direaksikan dengan standar boraks atau pun sampel bakso.

- c. Pengukuran *mean RGB* merupakan rata-rata nilai *red*, *green*, dan *blue* pada masing masing pembacaan warna dengan program *ImageJ*.
- d. Pengambilan gambar pada perubahan warna strip tes dilakukan dengan menggunakan *scanner*.
- e.  $\Delta mean RGB$  merupakan selisih antara *mean RGB* dari blanko dan *mean RGB* dari standar boraks ataupun sampel bakso.



### 3.5. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

### 3.6. Prosedur Penelitian

#### 3.6.1. Preparasi Reagen dan Sampel

a. Pembuatan larutan reagen kurkumin

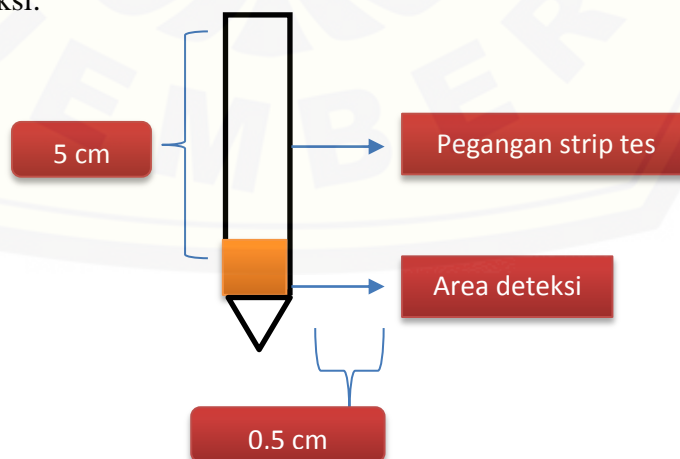
Larutan reagen kurkumin dibuat dengan melarutkan kurkumin dalam asam asetat pekat hingga terlarut.

b. Preparasi sampel

Sampel bakso digerus sampai halus, kemudian ditimbang sebanyak 0,5 g lalu dilarutkan dengan 10 ml aquadest dan diultrasonik selama 15 menit. Selanjutnya larutan dipanaskan pada suhu 100°C selama 45 menit untuk memastikan bahwa semua boraks dalam sampel telah larut. Larutan tersebut kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan endapan dan filtrat. Filtrat yang diperoleh disaring dengan kertas *whatman* siap untuk dianalisa dengan strip tes.

c. Fabrikasi strip tes

Strip tes untuk deteksi boraks 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 kurkumin sesuai dengan volume dan konsentrasi reagen terpilih pada area deteksi. Reagen selanjutnya ditunggu hingga kering. Pengeringan reagen dilakukan dengan cara dianginkan pada suhu ruang ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.6.2. Optimasi Strip Tes

#### a. Optimasi pH Reagen

Larutan dapar sitrat yang telah dibuat dengan rentang pH 4, 5 dan 6 diujikan terhadap reagen kurkumin yang diteteskan pada area deteksi, selanjutnya strip tes dicelupkan pada standar boraks. Perubahan warna yang terjadi dianalisis dengan program *imageJ* untuk mengetahui nilai  $\Delta mean RGB$  terbesar.

#### b. Optimasi Volume Reagen

Optimasi volume reagen yang dapat memenuhi area deteksi dilakukan dengan meneteskan reagen kurkumin, yaitu dengan volume 1 $\mu\text{l}$ , 2 $\mu\text{l}$ , 3 $\mu\text{l}$ , 4 $\mu\text{l}$ . Setelah diperoleh volume yang dapat memenuhi seluruh area deteksi, selanjutnya dilakukan penentuan volume yang memberikan nilai  $\Delta mean RGB$  terbesar. Reagen kurkumin diteteskan pada area deteksi sesuai dengan volume yang dapat memenuhi area deteksi, selanjutnya strip tes dicelupkan pada standar boraks. Perubahan warna yang terjadi dianalisis dengan program *imageJ* untuk mengetahui nilai  $\Delta mean RGB$ . Volume reagen optimum merupakan volume dimana reagen dapat memenuhi seluruh area deteksi (kertas *whatman*) dan memberikan nilai  $\Delta mean RGB$  terbesar.

#### c. Optimasi Konsentrasi Reagen

Optimasi konsentrasi reagen dilakukan dengan meneteskan sebanyak hasil optimasi volume reagen kunyit 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm pada strip tes, kemudian strip tes dicelupkan sampai batas pencelupan pada larutan standar boraks 0,2 ppm. Langkah berikutnya dilakukan pengukuran intensitas warna pada masing-masing strip tes dengan program *ImageJ* untuk menentukan nilai  $\Delta mean RGB$ .

Penentuan konsentrasi reagen optimal dapat dilihat dari konsentrasi reagen yang dapat memberikan nilai  $\Delta mean RGB$  terbesar.

### 3.7 Karakterisasi Strip Tes

#### 3.7.1. Waktu Respon

Penentuan waktu respon dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan standar boraks 0,2 ppm untuk bereaksi dengan sensor hingga memberikan respon warna (*mean RGB*) yang relatif konstan. Penentuan waktu respon dilakukan dengan mencelupkan strip tes yang telah diimobilisasi sampai batas pencelupan ke dalam standar boraks kemudian mengukur nilai *mean RGB* dari perubahan warna yang terjadi. Pengukuran waktu respon dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* setiap menit dari menit ke-1 sampai menit ke-7.

#### 3.7.2. Linieritas

Penentuan linieritas dilakukan dengan cara mencelupkan strip tes ke dalam standar boraks dengan rentang konsentrasi 25-200% dari konsentrasi uji yang digunakan, yaitu 0,2 ppm dan selanjutnya diamati perubahan warna yang terjadi. Konsentrasi uji yang digunakan merupakan batas maksimum dari penggunaan pengawet boraks pada produk makanan. 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  $Vx0$  (RSD). Hubungan linier akan ideal bila harga  $r$  mendekati +1 atau -1 (Harmita, 2004) dan nilai  $Vx0 < 5\%$  (Ermer dan Miller, 2005).



### 3.7.3. Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ) dilakukan dengan membuat sejumlah larutan standar boraks dengan konsentrasi di bawah konsentrasi terkecil dari rentang pengujian linieritas. Data yang diperoleh pada pengujian linieritas kemudian dianalisis menggunakan program *Validation Method of Analysis* (Indrayanto *et al.*, 2003) sehingga diperoleh kurva linieritas konsentrasi berbanding dengan nilai  $\Delta mean RGB$ . Dari hasil analisis data akan diperoleh nilai  $X_p$ , dimana nilai ini menunjukkan nilai batas deteksi (*Limit of Detection/LOD*) yang dihitung dari persamaan regresi (Wulandari *et al.*, 2012). Untuk nilai LOQ dapat dihitung melalui persamaan 3.1.

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

### 3.7.4. Selektivitas (Interferensi)

Penentuan selektivitas dilakukan dengan menggunakan standar boraks 0,2 ppm yang telah diberi pengganggu protein berupa air rebusan daging sapi yang diasumsikan sebagai protein larut air, NaCl (1000 ppm dan 2000 ppm), dan monosodium glutamate (MSG) (200 ppm dan 400 ppm) dengan perbandingan volume antara standar dan komponen pengganggu 1:1. Penentuan selektivitas dilakukan dengan cara mengukur nilai  $\Delta mean RGB$ , langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai  $\Delta mean RGB$  dari standar boraks 0,2 ppm yang tidak mengandung komponen pengganggu dengan nilai  $\Delta mean RGB$  standar boraks 100 ppm yang telah diberi komponen pengganggu. Selektivitas suatu metode analisis terhadap analit dapat digolongkan baik jika % interferensi <5% (Rashid, tanpa tahun). Nilai % interferensi dihitung berdasarkan persamaan 3.2.

$$\% \text{Interferensi} = \frac{\Delta mean RGB \text{ uji} - \Delta mean RGB \text{ standar}}{\Delta mean RGB \text{ standar}} \times 100\% \dots\dots(3.2)$$

### 3.7.5. Presisi

Penentuan presisi dapat ditentukan dengan menghitung standar deviasi relatif (RSD) (seperti pada persamaan 2.4 dan 2.5) dari 6 kali pengukuran yang dilakukan dimana pada setiap pengukuran digunakan strip tes yang berbeda. Penentuan presisi dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak enam kali replikasi dan dipreparasi seperti pada sub bab 3.6.1. Strip tes selanjutnya di celupkan ke dalam masing-masing sampel. Perubahan warna yang terjadi pada strip tes diukur dengan program *ImageJ* sehingga diperoleh nilai  $\Delta mean RGB$ . Kriteria penerimaan presisi untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.2.

### 3.7.6. Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan metode penambahan standar adisi yaitu dengan persen *recovery* dari tiga kali penambahan analit sebesar 30, 45 dan 60% dari konsentrasi sampel hasil pengukuran presisi. Penentuan akurasi dilakukan dengan menimbang 0,5 g sampel yang dilarutkan dengan 10 ml aquadest, kemudian disentrifugasi dan diambil filtratnya kemudian ditambah 1 ml standar adisi dalam labu ukur 10 ml. Strip tes kemudian di celupkan pada campuran larutan tersebut dan diamati perubahan warna yang terjadi. Nilai  $\Delta mean RGB$  hasil pengukuran kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi boraks dalam sampel. Dari konsentrasi boraks yang diperoleh akan dapat ditentukan massa boraks yang terdapat dalam sampel. Massa boraks hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan massa boraks secara teoritis, sehingga dapat ditentukan harga % *recovery*. Nilai % *recovery* dihitung berdasarkan persamaan 2.6. Kriteria penerimaan % *recovery* untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.2

### 3.7.7. Waktu Pakai

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 boraks 0,2 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 Analisis Boraks pada Sampel Bakso dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

### 3.8.1. Preparasi Sampel dan Pereaksi

#### a. Pembuatan bakso simulasi

Daging 250 g yang sudah digiling sampai halus, campur bersama garam 10 mg dan aduk, lalu masukkan bawang putih dan merica. Setelah adonan rata masukkan tepung 25 g dan 1 putih telur aduk sampai tercampur. Kemudian, bentuk adonan menjadi bulatan menggunakan 2 sendok dan rebus dalam air mendidih hingga bakso mengapung, angkat dan tiriskan.

#### b. Pembuatan pereaksi kurkumin 0,125%

Pembuatan Larutan kurkumin 0,125%. Ditimbang kurkumin sebanyak 12,5 mg, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, ditambahkan asam asetat pekat sampai larut.

#### c. Preparasi sampel

Sampel sebanyak 0,5 g dilarutkan dalam 10 ml aquadest, dipipet 0,2 ml tambahkan 1ml larutan kurkumin 0,125% dan 1 ml asam sulfat pekat - asam asetat glasial (1:1). Pindahkan ke dalam labu ukur 10 ml dengan bantuan etanol 96%.

### 3.8.2. Optimasi Panjang Gelombang

Larutan boraks 0,1 ppm, 0,2 ppm dan 0,3 ppm dan larutan blanko, ditambah reagen sesuai dengan tahap preparasi sampel. Selanjutnya diamati spektranya dengan Spektrofotometri *UV-Vis* pada panjang gelombang 400-700 nm untuk menentukan panjang gelombang terpilihnya.

### 3.8.3. Validasi Metode

#### a. Linieritas

Larutan baku kerja dengan konsentrasi 0,05 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,3 ppm; 0,4 ppm; 0,5 ppm; 0,7 ppm; 0,8 ppm; 1 ppm. Selanjutnya ditambah reagen sesuai dengan tahap preparasi sampel dan diamati absorbansinya.

#### b. Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

Larutan baku kerja boraks dengan konsentrasi 0,001 ppm; 0,005 ppm; 0,01 ppm; 0,03 ppm; 0,05 ppm dan blanko. Selanjutnya ditambah reagen sesuai dengan tahap preparasi sampel dan diamati absorbansinya.

#### c. Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan menimbang sampel 0,5 g yang telah ditambah boraks 0,5 mg sebanyak enam kali sesuai preparasi sampel dan diamati absorbansinya. Kemudian dihitung konsentrasi rata-rata, Standart Deviasi (SD) dan Standar Deviasi Relatif (RSD).

#### d. Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan metode standar adisi (penambahan standar) yaitu menambahkan sejumlah tertentu analit dalam sampel yang telah dianalisis untuk selanjutnya dianalisis kembali. Pada masing-masing sampel adisi dilakukan dengan 3 kali replikasi. Penentuan akurasi dilakukan dengan menimbang 0,5 g sampel yang dilarutkan dengan 10 ml aquadest kemudian disentrifugasi dan diambil filtratnya kemudian ditambahkan dengan 1 ml standar adisi selanjutnya sesuai preparasi sampel dan diamati absorbansinya. Nilai absorbansi hasil pengukuran kemudian dimasukkan

ke dalam persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi boraks dalam sampel. Dari konsentrasi boraks yang diperoleh akan dapat ditentukan massa boraks yang terdapat dalam sampel. Massa boraks hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan massa boraks secara teoritis, sehingga dapat ditentukan harga % *recovery*. Nilai % *recovery* dihitung berdasarkan persamaan 2.6. Kriteria penenerimaan % *recovery* untuk konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.2

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

Penelitian ini menggunakan sampel nyata berupa bakso yang beredar di pasaran khususnya yang diambil dari empat tempat penjualan di wilayah Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember. Sampel bakso yang digunakan yaitu berlabel A, B, C, D. Pengujian dilakukan dengan melakukan preparasi sampel terlebih dahulu seperti pada sub bab 3.6.1.

Pengujian menggunakan metode strip tes dilakukan dengan menusukkan strip tes pada masing-masing sampel kemudian dilakukan pengukuran nilai *mean* RGB. Pengujian menggunakan metode strip tes lainnya dilakukan dengan mencelupkan strip tes pada masing-masing sampel kemudian dilakukan pengukuran nilai *mean* RGB. Pengukuran nilai *mean* RGB digunakan untuk menghitung konsentrasi boraks pada masing-masing sampel. 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 boraks dalam sampel. Hasil kadar yang diperoleh dari ketiga metode tersebut selanjutnya dibandingkan dengan metode *One Way Anova* menggunakan program spss.16. Ketiga metode dapat dikatakan tidak berbeda secara signifikan apabila nilai signifikansi dari uji *One Way Anova*  $> 0,05$  (Dahlan, 2006)

## BAB V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Fabrikasi strip tes sensor boraks meliputi :
  - a. Pembuatan desain strip tes. Strip tes terdiri dari dua bagian yaitu area deteksi yang terbuat dari kertas *whatmann* berukuran 0,5 cm x 0,5 cm dan pegangan strip tes yang terbuat dari kertas *art paper* yang tidak dapat menyerap cairan dengan ukuran 5 cm x 0,5 cm.
  - b. Proses imobilisasi reagen. Imobilisasi reagen dilakukan dengan meneteskan campuran reagen sebanyak 3  $\mu$ l pada area deteksi.
  - c. Proses pengeringan strip tes. Strip tes yang telah diimobilisasi selanjutnya dikeringkan dengan cara dianginkan pada suhu ruang ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).
2. Kondisi optimal strip tes sebagai sensor boraks meliputi :
  - a. pH reagen optimum adalah 6.
  - b. Volume reagen optimum adalah 3  $\mu$ l.
  - c. Konsentrasi reagen optimum adalah pada konsentrasi 1500 ppm.
3. Karakterisasi strip tes sebagai sensor boraks meliputi :
  - a. Waktu respon yang dibutuhkan strip tes untuk bereaksi dengan standar dan sampel adalah 3 menit.
  - b. Linieritas metode strip tes terhadap standar boraks berada pada rentang 0,1 ppm-10 ppm, dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,999, nilai  $V_{x0}$  (RSD) 0,678% dan persamaan regresi yang diperoleh adalah  $y = 1,1965x + 38,995$ .
  - c. Batas deteksi (LOD) dari metode strip tes sebesar 0,019 ppm sedangkan batas kuantitasi (LOQ) sebesar 0,063 ppm.

- d. Strip tes sebagai sensor boraks akan terganggu dengan adanya komponen pengganggu berupa NaCl dengan perbandingan kadar 1:1000
  - e. Metode strip tes sebagai sensor boraks tidak memenuhi parameter presisi dengan RSD lebih dari 15% yaitu 16,18%.
  - f. Metode strip tes sebagai sensor boraks memenuhi parameter akurasi dengan % *recovery* rata-rata sebesar 103,528%.
  - g. Strip tes sebagai sensor boraks stabil pada penyimpanan suhu dingin ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) dengan waktu pakai  $\pm 25$  hari.
4. Metode strip tes sebagai sensor boraks dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk mengukur kandungan boraks pada produk bakso yang beredar di pasaran.

## 5.2 Saran

Penelitian tentang “Strip tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan” masih diperlukan studi lebih lanjut mengenai uji presisi dan waktu pakai. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menghasilkan sensor boraks yang dapat memenuhi kriteria presisi dengan pengembangan metode preparasi sampel yang lebih sempurna dan waktu pakai yang lebih lama sehingga dapat diaplikasikan secara nyata untuk masyarakat umum.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abrams, S. A & Atkinson, S. A. 2003. Calcium, Magnesium, Phosphorus and Vitamin D Fortification of Complementary Food. *J Nutrition*. Hal:133: 299-308.
- Asteriani, Elmatris & Endrinaldi. 2006. *Identifikasi dan Penetapan Kadar Boraks pada Mie Basah yang Beredar Dibeberapa Pasar di Kota Padang*. Padang.
- Astro, M. 2015. *Badan Besar POM Temukan Makanan Mengandung Boraks di SD Negeri Kecamatan Kaliwates*. Koran Antara. [4 Maret 2015]
- Departemen Kesehatan RI. 1995. *Farmakope Indonesia* Edisi III. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. Hal: 49 -50,427-428.
- Departemen Kesehatan RI. 1995. *Farmakope Indonesia* Edisi IV. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan 1979. Hal: 605,1061-1063.
- Departemen Kesehatan RI. 1999. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1168/MENKES/PER/X/1999. Tentang Bahan Tambahan Makanan*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan RI. 2012. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Des Rosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi III. Jakarta: UI Press. Hal: 76- 77.
- Dreisbach, R. H. 1974. *Handbook of Poisoning* 8th Ed. Lange Medical Publication, Los Altos, California. Hal: 314-315.
- Eggins, B. R. 1996. *Biosensor an Introduction*. New York: John Wiley and Sons.



- Elmatris., Asterina & Endrinaldi. 2006. *Identifikasi dan Penetapan Kadar Boraks pada Mie Basah yang Beredar di Beberapa Pasar di Kota Padang*. Ringkasan Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Padang dan Labor Kimia Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Padang.
- Ermer, J. & Miller, J. McB (Eds.). 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis A Guide to Best Practice*. Weinheim: WILEYVCH Verlag GmbH & Co. KgaA.
- FDA. 2003. *U.S. Food and Drug Administration*. Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Ferreira. T. A. & Rasband, W. 2010. *The ImageJ User Guide*. <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/user-guide.pdf>. [10 Januari 2016].
- Gandjar, I. G. & Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Goodman, L. S., Gilman, A. *The Pharmacological Basis of Therapeutics 5th ed*. Macmillan Publishing Co.,Inc,NY. 1975. Hal: 994 – 995.
- Gosselin, R. E., Smith, Robert P., Hodge, H. C. *Clinical Toxicology of Commercial Products*, 5th ed. London. Hal: 66-68.
- Haddad, L. M., Winchester, J. F. *Borats on Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose*. WB Saunders Co. Philadelphia-London-Montreal-Toronto-Sydney-Tokyo.1990. Hal: 1447-1449.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 1 (3): 127.
- Huber, L. 2007. *Validation and Qualification in Analytical Laboratories*. Second Edition. New York: Informa Healthcare USA, Inc.
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia Teori, Praktek, dan Aplikasi*. Jember: Jember University Press.

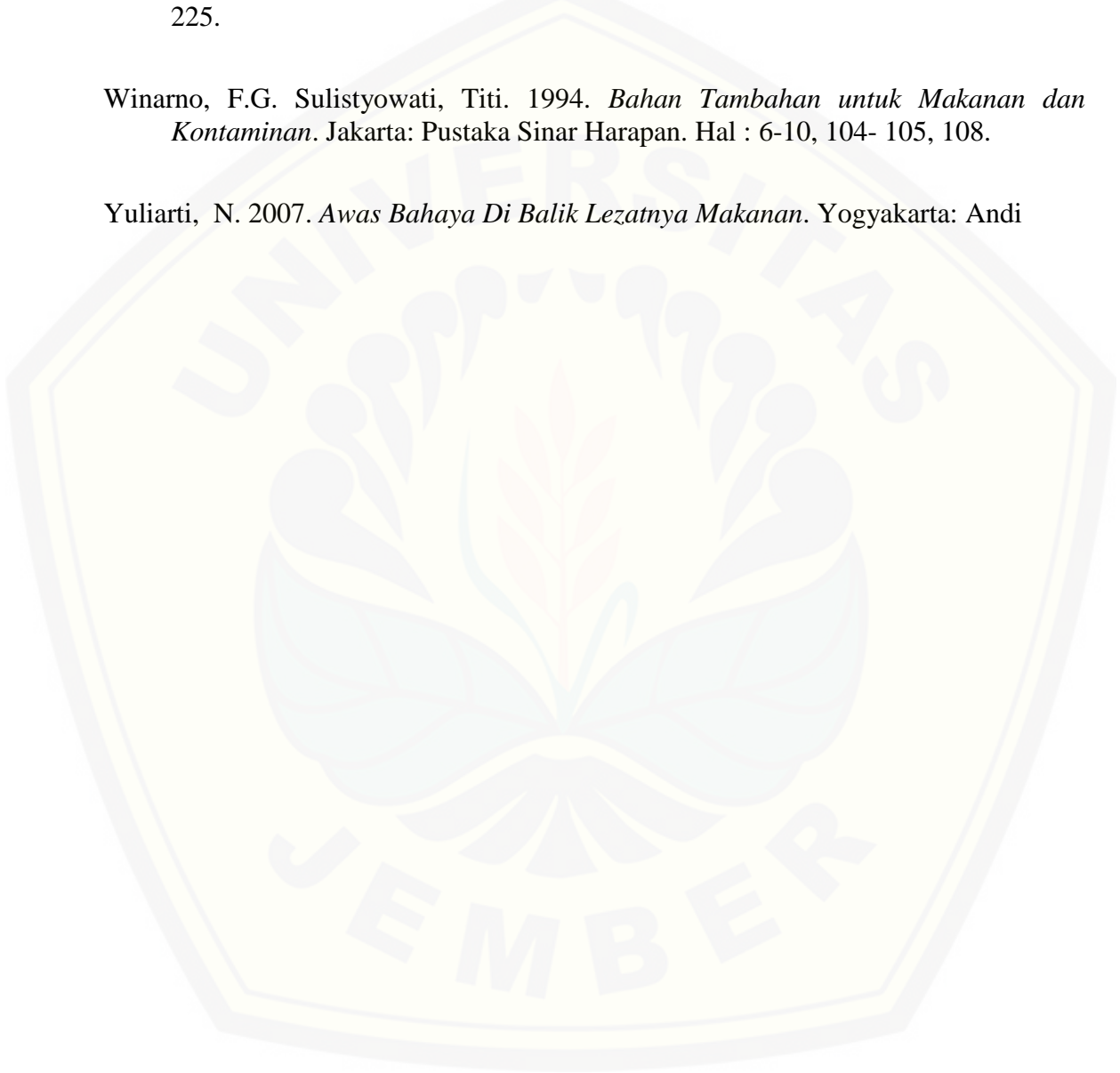
- Kress-Rogers, E. 1998. Terms in Instrumentation and Sensor Technology. *Instrumentation and sensors for the food industry* (pp.673-691). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.
- Nugroho, N. A. 1998. *Manfaat dan Prospek Pengembangan Kunyit*. PT Trubus Agriwidya, Ungaran. Hal: 3, 4, 40-41.
- Panjaitan L, 2010, *Pemeriksaan dan Penetapan Kadar Boraks dalam Bakso di Kota Madya Medan Sumatra Utara*, Fakultas Farmasi Universitas Sumatra Utara.
- Reinking, L. 2007. *Image J Basics*. Department of Biology. Millersville University.
- Reis, P. B., Ramos, R. Mauro., Souza, L. F., Cancado, Silvana de Vasconcelos. 2009. *Validation of Spectrophotometric Method to Detect and Quantify Nitrite in Ham Pate*. BJPS. Vol.45
- Reynold, J. E. F. *Martindale The Extra Pharmacopoeia, 28th ed.* The Pharmaceutical Press. London. 1982. Hal: 337, 432.
- Roth, H. J. *Pharmaeutische Analytic* .George thime Verlag. Sutgart. 1978. Hal : 22-23.
- Saparinto, C., Hidayati, D. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta: Kanisius
- Stahl, E. 1985. *Analisa Obat Secara Kromatografi dan Mikroskopi*. Institut Teknologi Bandung. Hal: 3-18, 190-191
- Suklan, H. 2002 *Apa dan Mengapa Boraks Dalam Makanan*. Penyehatan Air dan Sanitasi (PAS); Vol. IV Nomor 7
- USDA, Forest Service. 2006. *Human Health and Ecological Risk Assessment for Borax*. US Department of Agriculture.
- Wibowo, S. 2000. *Pembuatan Bakso Ikan dan Bakso Daging*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Widyaningsih, T. D & Murtini, E. S. 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Jakarta: Trubus Agrisarana.

Winarno, F. G. 1988. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Press. Hal: 224-225.




Winarno, F.G. Sulistyowati, Titi. 1994. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. Hal : 6-10, 104- 105, 108.

Yuliarti, N. 2007. *Awas Bahaya Di Balik Lezatnya Makanan*. Yogyakarta: Andi





LAMPIRAN




**Lampiran A. Data Optimasi pH Reagen**

Gambar	pH	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	$\Delta mean$ RGB 1	$\Delta mean$ RGB 2	$\Delta mean$ RGB 3	Rata-rata
	4	160,379	161,728	160,207	201,108	40,729	39,380	40,901	40,337
	5	158,403	159,652	159,604	201,108	42,705	41,456	41,504	41,888
	6	152,002	153,754	154,243	201,108	49,106	49,106	46,865	48,359

**Lampiran B. Data Optimasi Volume Reagen**

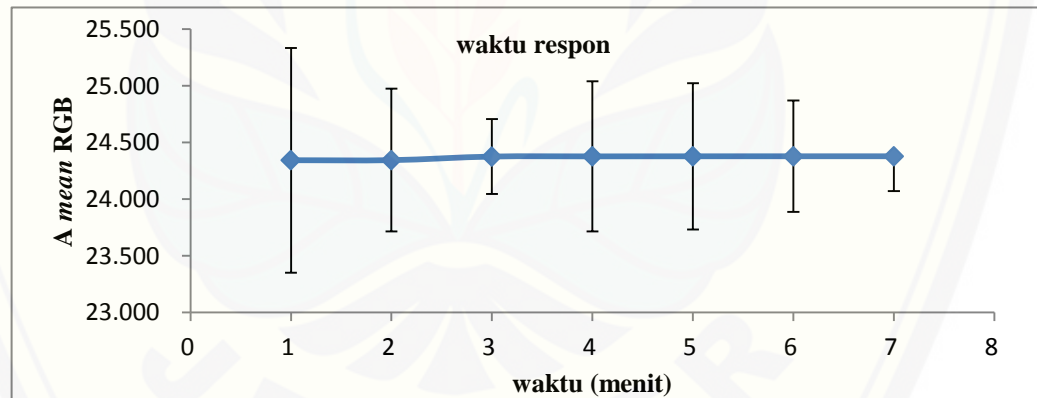
Volume	Gambar	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	$\Delta mean$ RGB 1	$\Delta mean$ RGB 2	$\Delta mean$ RGB 3	Rata-rata
2 mikro		199,542	199,728	199,886	228,696	29,154	28,968	28,810	28,977
3 mikro		182,627	182,997	182,845	228,696	46,069	45,699	45,851	45,873

**Lampiran C. Data Optimasi Konsentrasi Reagen**

Gambar	Konsentrasi	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	$\Delta mean$ RGB 1	$\Delta mean$ RGB 2	$\Delta mean$ RGB 3	Rata-rata
	1000 ppm	157,497	157,353	157,450	195,678	38,181	38,325	38,228	38,245
	1500 ppm	148,586	148,420	148,410	195,678	43,587	47,092	47,268	45,986
	2000 ppm	163,970	163,993	163,890	195,678	31,708	31,685	31,788	31,727

## Lampiran D. Waktu Respon

Waktu	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	$\Delta$ mean RGB 1	$\Delta$ mean RGB 2	$\Delta$ mean RGB 3	Rata- rata	SD	RSD
1	177,893	176,370	176,034	201,108	23,215	24,738	25,074	24,342	0,991	4,070
2	176,908	177,311	176,076	201,108	24,200	23,797	25,032	24,343	0,630	2,587
3	177,115	176,546	176,539	201,108	23,993	24,562	24,569	24,375	0,331	1,356
4	176,841	176,022	177,332	201,108	24,267	25,086	23,776	24,376	0,662	2,715
5	176,182	176,570	177,441	201,108	24,926	24,538	23,667	24,377	0,645	2,645
6	176,172	177,099	176,921	201,108	24,936	24,009	24,187	24,377	0,492	2,018
7	176,893	176,377	176,922	201,108	24,215	24,731	24,186	24,377	0,307	1,258

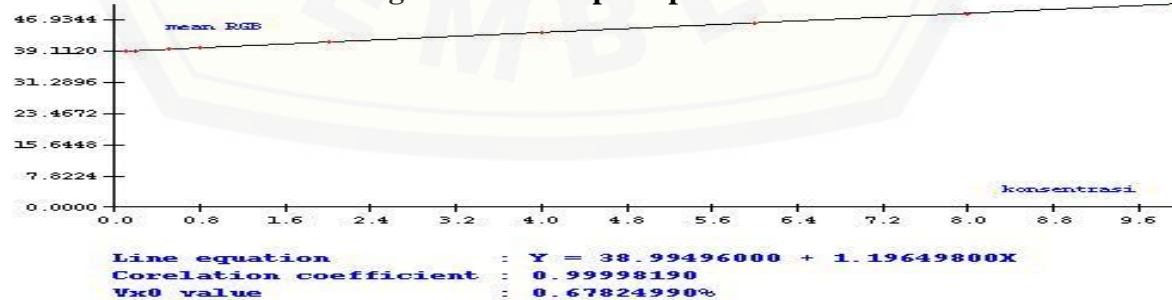


## Lampiran E. Data dan Perhitungan Linieritas Metode Strip Tes

### E.1 Data Konsentrasi Standar Boraks

Standar	Gambar	Blanko	$\Delta$ mean RGB 1	$\Delta$ mean RGB 2	$\Delta$ mean RGB 3	Rata-rata	SD	RSD
0,1		211,966	39,457	38,911	38,969	39,112	0,300	0,767
0,2		211,966	39,794	38,912	38,973	39,226	0,493	1,256
0,5		211,966	39,894	39,423	39,445	39,587	0,266	0,671
0,8		211,966	39,946	39,462	40,348	39,919	0,444	1,111
2		211,966	41,933	40,635	41,634	41,401	0,680	1,642
4		211,966	44,146	43,946	43,434	43,842	0,367	0,838
6		211,966	46,966	45,968	45,589	46,174	0,711	1,540
8		211,966	49,077	48,866	47,759	48,567	0,708	1,458
10		211,966	51,633	50,645	50,531	50,936	0,606	1,190






### E.2 Kurva Linieritas Konsentrasi Berbanding $\Delta$ mean RGB pada penentuan Linieritas



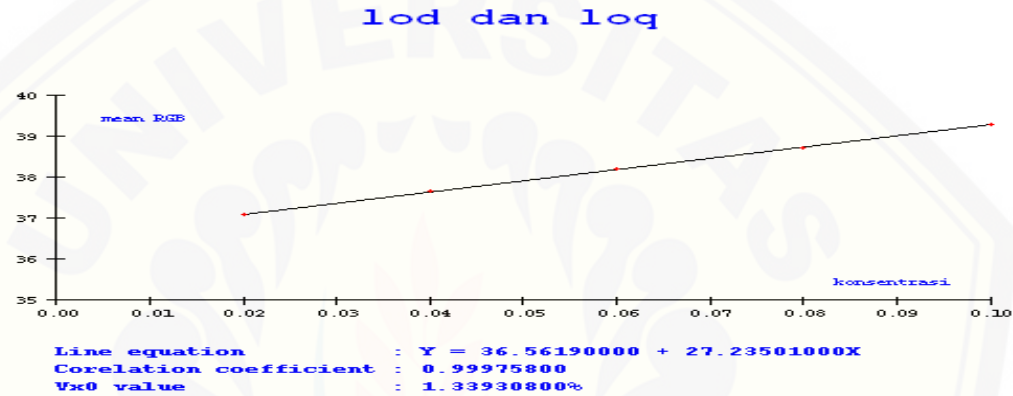
**E.3 Tabel Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi pada Penentuan Linieritas**

Keterangan	Hasil
Metode	Linieritas
<i>Probability</i>	95%
Jumlah Data	9
Persamaan Garis	$Y = 38,99496000 + 1,19649800X$
Koefisien Korelasi	0,99998190
$V_{x0}$	0,67824990%
$X_p$	0,09969166

**Lampiran F. Data dan Perhitungan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) Metode Strip Tes**

Standar	Gambar	Blanko	$\Delta mean$ RGB 1	$\Delta mean$ RGB 2	$\Delta mean$ RGB 3	Rata-rata	SD	% RSD
0,1		211,966	39,086	39,326	39,484	39,298	0,2	0,509
0,08		211,966	38,946	39,014	38,18	38,713	0,463	1,196
0,06		211,966	37,928	38,713	37,97	38,203	0,441	1,155
0,04		211,966	37,455	38,2	37,355	37,67	0,461	1,225
0,02		211,966	36,889	37,32	37,08	37,096	0,215	0,582

**F.1 Kurva Linieritas Konsentrasi Berbanding Δmean RGB pada penentuan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi**



**F.2 Tabel Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi pada Penentuan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi**

Keterangan	Hasil
Metode	Linieritas
Probability	95%
Jumlah Data	5
Persamaan Garis	$Y = 36,56199000 + 27,23951000x$
Koefisien Korelasi	0,99975790
Vx0	1,33948300%
Xp	0,00537502



a. Perhitungan Batas Deteksi

Batas Deteksi = Nilai Xp

Batas Deteksi = 0,005 ppm

b. Perhitungan Batas Kuantitasi







Batas kuantitasi = 10/3 BD

Batas Kuantitasi = 10/3 0,005

Batas Kuantitasi = 0,018 ppm

**Lampiran G. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Selektivitas Metode Strip Tes**

**G.1. Hasil Uji Selektivitas**

Standar 0,2 ppm	Blanko	$\Delta$ mean RGB 1	$\Delta$ mean RGB 2	$\Delta$ mean RGB 3	$\Delta$ mean RGB 4	$\Delta$ mean RGB 5	Rata-rata	% Interfensi
	211,966	39.457	39.412	39.459	39.455	39.453	39.447	
Boraks 0,2 ppm + MSG 20ppm 	211,966	39,472	39,490	39,476	39,501	39,486	39,485	0,07%
Boraks 0,2 ppm + MSG 40ppm 	211,966	40.601	40.625	40.424	40.335	40.380	40.473	2,57%%
Boraks 0,2 ppm + NaCl 100 ppm 	211,966	41.135	41.014	41.095	41.035	41.125	41.081	4,12%
Boraks 0,2 ppm + NaCl 200 ppm 	211,966	43.101	43.024	43.509	43.031	42.990	43.131	9,311%
Protein 	211,966	40.609	40.534	40.721	40.853	40.669	40.677	3,091%

**G.2. Perhitungan Selektivitas****a. Boraks 0,2 ppm : MSG 20 ppm**

- Boraks 0,2 ppm
  - 0,01 gram ad air 100 ml = 100 ppm
  - 1ml/10 ml x 100 ppm= 10 ppm
  - 0,2 ml/ 10 ml x 10 ppm = 0,2 ppm
- MSG 20 ppm
  - 0,2 gram ad air 100 ml = 2000 ppm
  - 0,1 ml/ 10 ml x 2000 ppm = 20 ppm

**b. Boraks 0,2 ppm : MSG 40 ppm**

- Boraks 0,2 ppm
  - 0,01 gram ad air 100 ml = 100 ppm
  - 1ml/10 ml x 100 ppm= 10 ppm
  - 0,2 ml/ 10 ml x 10 ppm = 0,2 ppm
- MSG 20 ppm
  - 0,2 gram ad air 100 ml = 2000 ppm
  - 0,2 ml/ 10 ml x 2000 ppm = 40 ppm

**c. Boraks 0,2 ppm : NaCl 100 ppm**

- Boraks 0,2 ppm
  - 0,01 gram ad air 100 ml = 100 ppm
  - 1ml/10 ml x 100 ppm= 10 ppm
  - 0,2 ml/ 10 ml x 10 ppm = 0,2 ppm
- NaCl 100 ppm
  - 0,1 gram ad air 100 ml = 1000 ppm
  - 1 ml / 10 ml x 1000 = 100 ppm

**d. Boraks 0,2 ppm : NaCl 200 ppm**







- Boraks 0,2 ppm

- 0,01 gram ad air 100 ml = 100 ppm
- 1ml/10 ml x 100 ppm= 10 ppm
- 0,2 ml/ 10 ml x 10 ppm = 0,2 ppm
- NaCl 200 ppm
  - 0,1 gram ad air 100 ml = 1000 ppm
  - 2 ml / 10 ml x 1000 = 200 ppm

## Lampiran H.Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Presisi Metode Strip Tes

Persamaan regresi :  $y = 38,991 + 1,193 x$

### H.1 Hasil Pengujian Presisi Repeabilitas

Sampel	Gambar	Mean RGB	Blanko	$\Delta$ mean RGB	Massa analit (mg)	Konsentrasi (ppm)	%b/b (%)
Rep 1		175,932	215.872	39,94	0,008	0,795	0,002
Rep 2		175,911	215.872	39,961	0,008	0,813	0,002
Rep 3		176,072	215.872	39,8	0,007	0,678	0,001
Rep 4		175,951	215.872	39,921	0,008	0,780	0,002
Rep 5		175,954	215.872	39,918	0,008	0,777	0,002
Rep 6		176,075	215.872	39,797	0,007	0,676	0,001
<b>Rata-rata</b>					<b>0,008</b>	<b>0,753</b>	<b>0,002</b>

**H.2 Contoh Perhitungan %b/b**

$$\%b/b = \frac{\text{Massa analit}}{\text{Massa Sampel}} \times 100 \%$$

Replikasi 1 =  $\frac{0,008}{500} \times 100 \% = 0,002\%$

**Perhitungan SD dan % RSD**

<b>%b/b (%)</b>	<b><math>x - \bar{x}</math></b>	<b><math>(x - \bar{x})^2</math></b>
<b>0,002</b>	0,00008	$7,1674 \times 10^{-9}$
<b>0,002</b>	0,00012	$1,43678 \times 10^{-8}$
<b>0,001</b>	-0,00015	$2,25126 \times 10^{-8}$
<b>0,002</b>	0,00005	$2,78869 \times 10^{-9}$
<b>0,002</b>	0,00005	$2,28281 \times 10^{-9}$
<b>0,001</b>	-0,00016	$2,40471 \times 10^{-8}$
<b>= 0,002</b>	<b><math>\Sigma(x - \bar{x})^2</math></b>	<b><math>7,31664 \times 10^{-8}</math></b>
	<b>SD</b>	<b><math>1,2 \times 10^{-4}</math></b>
	<b>%RSD</b>	<b>8,03 %</b>

**H.3 Hasil pengujian presisi antara ( Uji presisi pada 3 hari berbeda dengan n=6)**

Hari ke-	Kadar b/b (%)	RSD (n=6) (%)
1	0,00151	8,03
2	0,00412	17,59
3	0,00289	22,94
Rata-rata RSD/CV		16,18

**Lampiran I.Data dan Perhitungan Pengujian Akurasi Metode Strip Tes**

Persamaan Regresi :  $y = 38,995 + 1,196x$

**I.1 Hasil Pengujian Akurasi**

Adisi 30 %	$\Delta mean$ RGB	Konsentrasi hasil percobaan (ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa hasil percobaan (mg)	% <i>Recovery</i>
<b>Replikasi 1</b>	40,175	0,992	0,00953	0,00992	104,140%
<b>Replikasi 2</b>	40,177	0,994	0,00953	0,00994	104,316%
<b>Replikasi 3</b>	40,136	0,960	0,00953	0,00960	100,710%
<b>Replikasi 4</b>	40,100	0,930	0,00953	0,00930	97,543%
<b>Replikasi 5</b>	40,075	0,909	0,00953	0,00909	95,345%
				Rata-rata	100,411%

Adisi 45%	$\Delta mean$ RGB	Konsentrasi hasil percobaan (ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa hasil percobaan (mg)	% <i>Recovery</i>
Replikasi 1	40,274	1,075	0,01053	0,01075	102,131%
Replikasi 2	40,340	1,131	0,01053	0,01131	107,385%
Replikasi 3	40,281	1,081	0,01053	0,01081	102,688%
Replikasi 4	40,330	1,122	0,01053	0,01122	106,589%
Replikasi 5	40,279	1,080	0,01053	0,01080	102,529%
Rata-rata					104,264%

Adisi 60%	$\Delta mean$ RGB	Konsentrasi hasil Percobaan (ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa hasil percobaan (mg)	% <i>Recovery</i>
Replikasi 1	40,395	1,177	0,01153	0,01177	102,070%
Replikasi 2	40,488	1,255	0,01153	0,01255	108,831%
Replikasi 3	40,396	1,178	0,01153	0,01178	102,143%
Replikasi 4	40,473	1,242	0,01153	0,01242	107,740%
Replikasi 5	40,487	1,254	0,01153	0,01254	108,758%
Rata-rata					105,908%

### I.2 Contoh perhitungan % *Recovery*

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Massa hasil percobaan}}{\text{Massa teoritis}} \times 100\%$$

$$\text{Replikasi 1} = \frac{0,00992 \text{ mg}}{0,00953 \text{ mg}} \times 100\% = 104,140\%$$

### I.3 Perhitungan Pembuatan Sampel Adisi

- Konsentrasi rata-rata hasil uji presisi pada 0,5 gram sampel yang dilarutkan dalam aquades ad 10 ml = 0,753 ppm
- Adisi 30% =  $30\% \times 0,753 \text{ ppm} = 0,2 \text{ ppm}$   
Adisi 45% =  $45\% \times 0,753 \text{ ppm} = 0,3 \text{ ppm}$   
Adisi 60% =  $60\% \times 0,753 \text{ ppm} = 0,4 \text{ ppm}$
- Pembuatan Larutan Standar Adisi  
Penimbangan Standar Boraks  
1 mg standar boraks ad 100 ml = 10 ppm
  - Dipipet 2 ml + air ad 10 ml = standar 2 ppm
  - Dipipet 3 ml + air ad 10 ml = standar 3 ppm
  - Dipipet 4 ml + air ad 10 ml = standar 4 ppm
- Pembuatan Sampel Adisi 30% :  
0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml akuades, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks 2 ppm dilarutkan dalam akuades ad 10 ml  
Konsentrasi teoritis =  $0,753 \text{ ppm} + 0,2 \text{ ppm} = 0,953 \text{ ppm}$   
Massa teoritis =  $9,53 \times 10^{-3} \text{ mg}$
- Z Pembuatan Sampel Adisi 45% :  
0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml aquadest, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks 3 ppm dilarutkan dalam akuades ad 10 ml  
Konsentrasi teoritis =  $0,753 \text{ ppm} + 0,3 \text{ ppm} = 1,053 \text{ ppm}$   
Massa teoritis =  $1,053 \times 10^{-2} \text{ mg}$
- Pembuatan Sampel Adisi 60% :  
0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml aquadest, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks 4 ppm dilarutkan dalam akuades ad 10 ml  
Konsentrasi teoritis =  $0,753 \text{ ppm} + 0,4 \text{ ppm}$

$= 1,153 \text{ ppm}$   
 Massa teoritis  $= 1,153 \times 10^{-2} \text{ mg}$

**I.4 Perhitungan SD dan % RSD dari % Recovery Sampel Adisi**


Adisi 30%	x	x- $\bar{x}$	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
Replikasi 1	104,140	3,729	13,908
Replikasi 2	104,316	3,905	15,251
Replikasi 3	100,710	0,299	0,089
Replikasi 4	97,543	-2,867	8,222
Replikasi 5	95,345	-5,066	25,667
$\bar{x}$	100,411	$\sum(x - \bar{x})^2$	63,137
		SD	3,973
		RSD	3,957%
Adisi 45%	x	x- $\bar{x}$	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
Replikasi 1	102,131	-2,133	4,551
Replikasi 2	107,385	3,120	9,737
Replikasi 3	102,688	-1,576	2,484
Replikasi 4	106,589	2,324	5,403
Replikasi 5	102,529	-1,735	3,011
$\bar{x}$	104,264	$\sum(x - \bar{x})^2$	25,187




		SD	2,509
		<b>RSD</b>	<b>2,407%</b>
<b>Adisi 60%</b>	<b>x</b>	<b><math>x - \bar{x}</math></b>	<b><math>(x - \bar{x})^2</math></b>
<b>Replikasi 1</b>	102,070	3,839	14,734
<b>Replikasi 2</b>	108,831	2,923	8,541
<b>Replikasi 3</b>	102,143	3,766	14,181
<b>Replikasi 4</b>	107,740	1,832	3,356
<b>Replikasi 5</b>	108,758	2,850	8,121
$\bar{x}$	105,908	$\sum(x - \bar{x})^2$	48,935
		SD	3,498
		<b>RSD</b>	<b>3,303%</b>

**Lampiran J. Data dan perhitungan Penetapan Kadar Boraks Dalam Sampel Bakso dengan Metode Tusuk Strip Tes**


**J.1. Hasil Penetapan Kadar Sampel A**

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)
Replikasi 1		39,9090000	0,7650502
Replikasi 2		39,8980000	0,7558528
Replikasi 3		39,9990000	0,8403010
Replikasi 4		39,8940000	0,7525084
Replikasi 5		39,9200000	0,7742475
		Rata-rata	0,7775920






**J.2. Hasil Penetapan Kadar Sampel B**

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)
Replikasi 1		39,9600000	0,8076923
Replikasi 2		40,0920000	0,9180602
Replikasi 3		39,9100000	0,7658863
Replikasi 4		40,0980000	0,9230769
Replikasi 5		40,0430000	0,8770903
		Rata-rata	0,8583612






**J.3. Hasil Penetapan Kadar Sampel C**

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)
Replikasi 1		39,9010000	0,7583612
Replikasi 2		40,0040000	0,8444816
Replikasi 3		39,8090000	0,6814381
Replikasi 4		40,0010000	0,8419732
Replikasi 5		40,0120000	0,8511706
		Rata-rata	0,7954849

**J.4. Hasil Penetapan Kadar Sampel D**

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)
Replikasi 1		40,1970000	1,0058528
Replikasi 2		39,9530000	0,8018395
Replikasi 3		40,1420000	0,9598662
Replikasi 4		39,9120000	0,7675585
Replikasi 5		40,1910000	1,0008361
		Rata-rata	0,9071906






**Lampiran K. Data dan perhitungan Penetapan Kadar Boraks Dalam Sampel Bakso dengan Metode Celup Strip Tes****K.1. Hasil Penetapan Kadar Sampel A**

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1		39,9490000	0,7984950	0,0079849	0,0015970
Replikasi 2		39,9360000	0,7876254	0,0078763	0,0015753
Replikasi 3		39,9840000	0,8277592	0,0082776	0,0016555
Replikasi 4		39,9150000	0,7700669	0,0077007	0,0015401
Replikasi 5		39,8200000	0,6906355	0,0069064	0,0013813
		Rata-rata	0,7749164	0,0077492	0,0015498

**Perhitungan SD dan %RSD**

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,0015970	0,0000472	0,000000002
Replikasi 2	0,0015753	0,0000254	0,000000001
Replikasi 3	0,0016555	0,0001057	0,000000011
Replikasi 4	0,0015401	-0,0000097	0,000000000
Replikasi 5	0,0013813	-0,0001686	0,000000028
$\bar{x}$	0,0015498	$\sum(x - \bar{x})^2$	0,000000043
		SD	0,000103134
		RSD	6,654525646

**K.2. Hasil Penetapan Kadar Sampel B**


Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1		39,9690000	0,8152174	0,0081522	0,0016304
Replikasi 2		40,0090000	0,8486622	0,0084866	0,0016973
Replikasi 3		39,8940000	0,7525084	0,0075251	0,0015050
Replikasi 4		39,9950000	0,8369565	0,0083696	0,0016739
Replikasi 5		40,1990000	1,0075251	0,0100753	0,0020151
		Rata-rata	0,8521739	0,0085217	0,0017043

**Perhitungan SD dan %RSD**

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,0016304	-0,0000739	0,000000005
Replikasi 2	0,0016973	-0,0000070	0,000000000

Replikasi 3	0,0015050	-0,0001993	0,000000040
Replikasi 4	0,0016739	-0,0000304	0,000000001
Replikasi 5	0,0020151	0,0003107	0,000000097
$\bar{x}$	0,0017043	$(x-\bar{x})^2$	0,000000143
		SD	0,000188883
		RSD	11,082437429

### K.3. Hasil Penetapan Kadar Sampel C






Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1		39,9450000	0,7951505	0,0079515	0,0015903
Replikasi 2		39,9840000	0,8277592	0,0082776	0,0016555
Replikasi 3		39,8190000	0,6897993	0,0068980	0,0013796
Replikasi 4		39,9020000	0,7591973	0,0075920	0,0015184
Replikasi 5		39,9690000	0,8152174	0,0081522	0,0016304
		Rata-rata	0,7774247	0,0077742	0,0015548

### Perhitungan SD dan %RSD

Replikasi	x	$x-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
Replikasi 1	0,0015903	0,0000355	0,000000001
Replikasi 2	0,0016555	0,0001007	0,000000010
Replikasi 3	0,0013796	-0,0001753	0,000000031
Replikasi 4	0,0015184	-0,0000365	0,000000001
Replikasi 5	0,0016304	0,0000756	0,000000006

$\bar{x}$	0,0015548	$\sum(x - \bar{x})^2$	0,000000049
		SD	0,000110844
		RSD	7,128951469

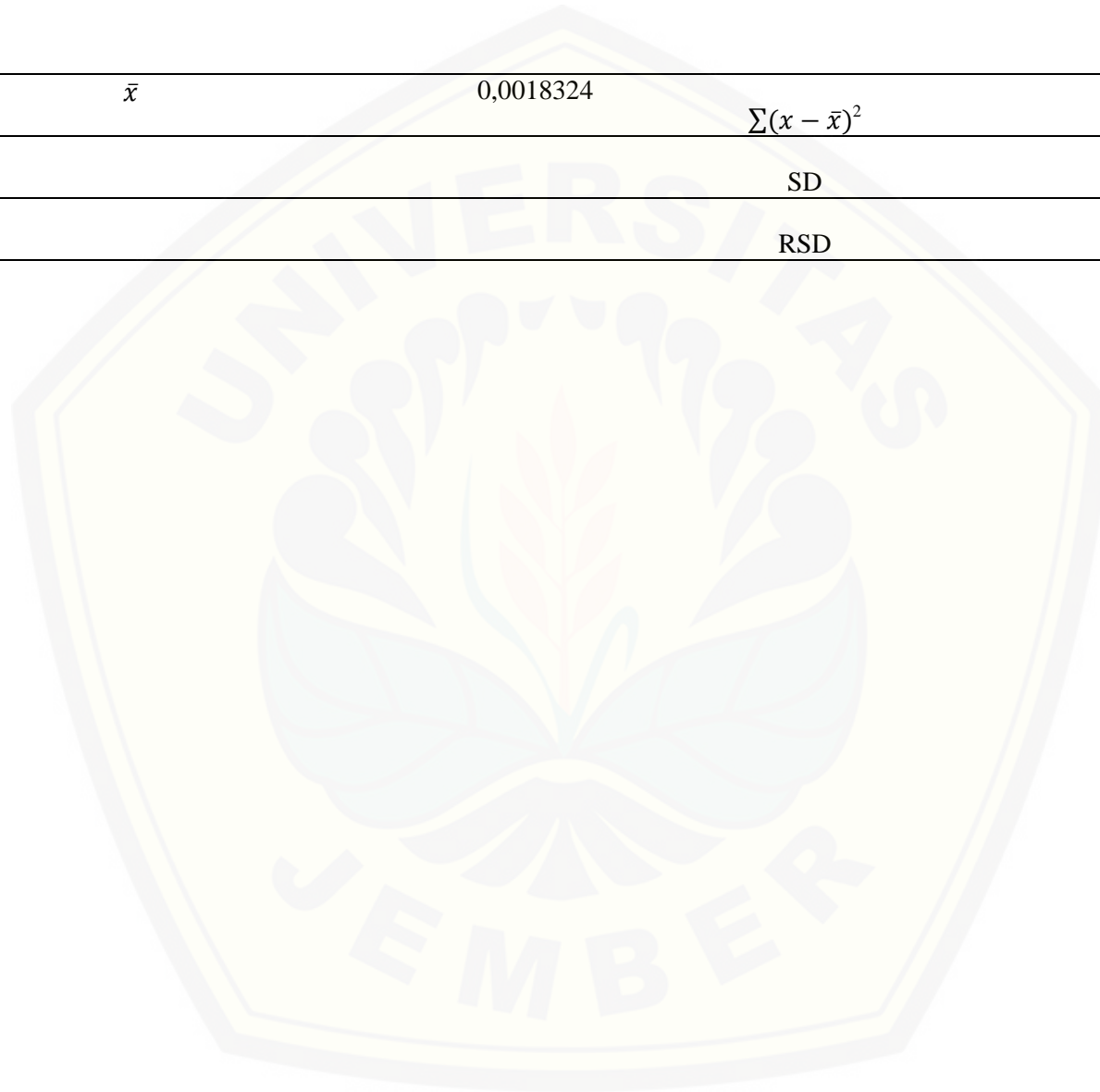
#### K.4. Hasil Penetapan Kadar Sampel D

Replikasi	Gambar	$\Delta$ mean RGB	konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1		40,1930000	1,0025084	0,0100251	0,0020050
Replikasi 2		40,0880000	0,9147157	0,0091472	0,0018294
Replikasi 3		40,2760000	1,0719064	0,0107191	0,0021438
Replikasi 4		39,9960000	0,8377926	0,0083779	0,0016756
Replikasi 5		39,8960000	0,7541806	0,0075418	0,0015084
		Rata-rata	0,9162207	0,0091622	0,0018324

#### Perhitungan SD dan %RSD

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,0020050	0,0001726	0,000000030
Replikasi 2	0,0018294	-0,0000030	0,000000000
Replikasi 3	0,0021438	0,0003114	0,000000097
Replikasi 4	0,0016756	-0,0001569	0,000000025
Replikasi 5	0,0015084	-0,0003241	0,000000105

$\bar{x}$	0,0018324		0,000000256
		$\Sigma(x - \bar{x})^2$	0,000253168
		SD	
		RSD	13,815859415



## Lampiran L. Data Hasil dan Perhitungan Waktu Pakai

### L.1. Penyimpanan pada Suhu Dingin

#### Minggu 1

Hari ke-	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	<i>mean</i> RGB 1	<i>mean</i> RGB 2	<i>mean</i> RGB 3	Rata-rata	% penurunan
0	179,878	179,799	179,786	218,8	38,922	39,001	39,014	38,979	-
1	179,667	179,759	179,744	218,621	38,954	38,862	38,877	38,898	0,209
2	178,632	178,333	178,219	217,029	38,397	38,696	38,81	38,634	0,886
3	177,007	177,066	177,109	215,506	38,499	38,44	38,397	38,445	1,369
4	176,824	176,524	176,425	215,021	38,197	38,497	38,596	38,430	1,408
5	175,796	175,688	175,616	214,11	38,314	38,422	38,494	38,410	1,460
6	175,783	175,656	175,54	213,806	38,023	38,15	38,266	38,146	2,136
7	175,101	175,382	175,323	213,414	38,313	38,032	38,091	38,145	2,139

#### Minggu 2

Hari ke-	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	<i>mean</i> RGB 1	<i>mean</i> RGB 2	<i>mean</i> RGB 3	Rata-rata	% penurunan
1	174,978	174,899	174,986	213,009	38,031	38,11	38,023	38,055	2,371
2	174,467	174,639	174,419	212,606	38,139	37,967	38,187	38,098	2,261
3	174,102	174,048	174,079	211,571	37,469	37,523	37,492	37,495	2,950



4	173,777	173,66	173,735	211,064	37,287	37,404	37,329	37,340	4,205
5	173,724	173,61	173,412	210,623	36,899	37,013	37,211	37,041	4,972
6	172,71	172,641	172,597	209,501	36,791	36,86	36,904	36,852	5,458
7	172,105	172,078	172,053	208,728	36,623	36,65	36,675	36,649	5,977

**Minggu 3**

Hari ke-	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	mean RGB 1	mean RGB 2	mean RGB 3	Rata-rata	% penurunan
1	171,971	171,999	171,864	208,467	36,496	36,468	36,603	36,522	6,303
2	171,367	171,433	171,219	207,346	35,979	35,913	36,127	36,006	7,626
3	171,302	171,266	171,109	207,078	35,776	35,812	35,969	35,852	8,021
4	171,004	171,105	171,025	206,777	35,773	35,672	35,752	35,732	8,329
5	169,796	169,88	169,616	205,401	35,605	35,521	35,785	35,637	8,574
6	169,082	169,156	169,145	204,562	35,48	35,406	35,417	35,434	9,094
7	168,901	168,882	168,741	204,221	35,32	35,339	35,48	35,380	9,234

**Minggu 4**

Hari ke-	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	mean RGB 1	mean RGB 2	mean RGB 3	Rata-rata	% penurunan
1	168,667	168,759	168,744	203,437	34,77	34,678	34,693	34,714	10,943
2	168,443	168,271	168,358	203,017	34,574	34,746	34,659	34,660	11,081
3	167,824	167,724	167,625	202,185	34,361	34,461	34,56	34,461	11,592
4	166,707	166,661	166,509	199,798	33,091	33,137	33,289	33,172	14,897
5	165,796	165,688	165,616	198,099	32,303	32,411	32,483	32,399	16,881
6	165,783	165,656	165,540	197,753	31,97	32,097	32,213	32,093	17,665
7	165,101	165,382	165,323	197,056	31,955	31,674	31,733	31,787	18,450

## L.2. Penyimpanan pada Suhu Ruang

Hari ke-	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Blanko	<i>mean</i> RGB 1	<i>mean</i> RGB 2	<i>mean</i> RGB 3	Rata-rata	% penurunan
0	179,906	179,977	179,895	218,881	38,975	38,904	38,986	38,955	
1	179,796	179,754	179,298	218,747	38,951	38,993	39,449	39,131	-0,452
2	178,597	178,453	178,56	217,313	38,716	38,86	38,753	38,776	0,459
3	177,71	177,698	177,729	216,429	38,719	38,731	38,7	38,717	0,612
4	177,355	177,365	177,347	215,919	38,564	38,554	38,572	38,563	1,005
5	177,43	177,376	177,42	215,542	38,112	38,166	38,122	38,133	2,109
6	177,141	177,175	177,201	215,172	38,031	37,997	37,971	38,000	2,452
7	177,262	177,287	177,401	214,877	37,615	37,59	37,476	37,560	3,580
8	176,675	176,876	176,634	214,076	37,401	37,2	37,442	37,348	4,126
9	176,497	176,543	176,453	213,641	37,144	37,098	37,188	37,143	4,651
10	175,761	175,887	175,821	210,377	34,616	34,49	34,556	34,554	11,298
11	175,555	175,498	175,51	209,791	34,236	34,293	34,281	34,270	12,027
12	175,502	175,482	175,5	208,452	32,95	32,97	32,952	32,957	15,396
13	174,962	174,987	174,976	207,912	32,95	32,925	32,936	32,937	15,449
14	173,841	173,871	173,886	206,757	32,916	32,886	32,871	32,891	15,567
15	173,654	173,643	173,645	206,021	32,367	32,378	32,376	32,374	16,895

**Lampiran M. Analisis Boraks dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis**

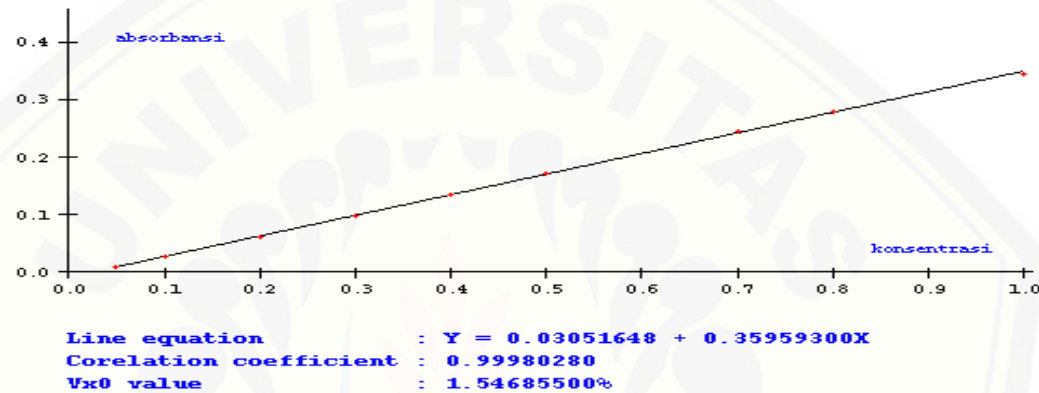
Parameter	Hasil
Linearitas	$y = 0,03051648 + 0,35959300 x$ $r = 0,999 ; Vx0 = 1,546\%$
LOD dan LOQ	LOD = 0,0009 LOQ = 0,0029
Presisi Akurasi	RSD = 9,06% %Recovery = 98,371%

**M.1. Lineritas**

**Data Konsentrasi Standar Boraks**

Standar	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rata-rata	SD	% RSD
0,05	0,049	0,047	0,048	0,048	0,001	1,723
0,1	0,065	0,067	0,066	0,066	0,001	1,515
0,2	0,103	0,110	0,101	0,101	0,002	1,507
0,3	0,137	0,139	0,136	0,137	0,002	1,112
0,4	0,173	0,179	0,175	0,176	0,003	1,739
0,5	0,212	0,213	0,214	0,213	0,001	0,469
0,7	0,287	0,283	0,289	0,286	0,003	1,022
0,8	0,323	0,317	0,319	0,320	0,003	0,956
1	0,384	0,387	0,389	0,387	0,003	0,651

## Kurva Linieritas Konsentrasi Berbanding Absorbansi pada Penentuan Linieritas



Tabel Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi pada Penentuan Linieritas

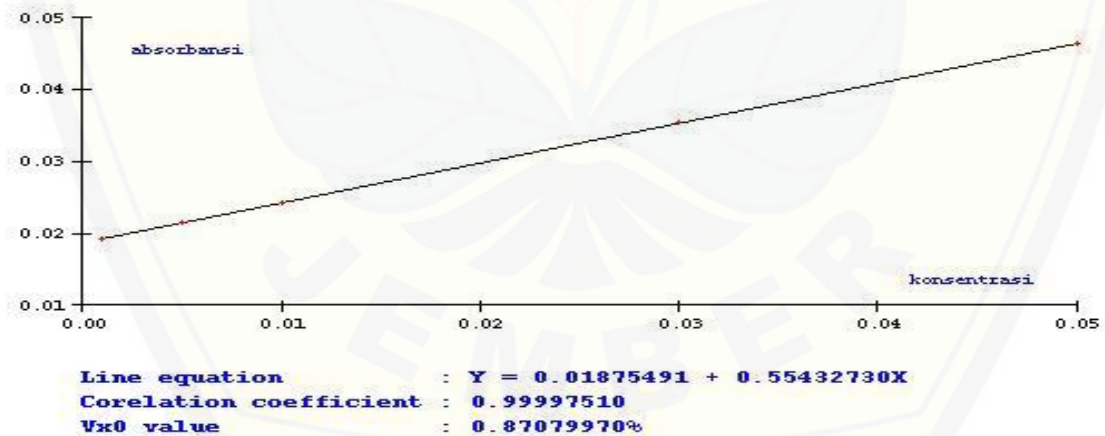
Keterangan	Hasil
Metode	Linearitas
Probability	95%
Jumlah Data	9
Persamaan Garis	$Y = 0,03051648 + 0,35959300$ x
Koefisien Korelasi	0,99980280
Vx0	1,54685500 %
Xp	0,03043425

**M.2 Limit Deteksi (LOD) dan Limit Kuantitasi (LOQ)**

**Data Konsentrasi dan Absorbansi Standar Boraks**

Standar	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rata-rata	SD	% RSD
0,05	0,047	0,046	0,0463	0,046433333	0,00051316	1,105154653
0,03	0,035	0,0358	0,0359	0,035566667	0,000493288	1,386939886
0,01	0,024	0,0242	0,0247	0,0243	0,000360555	1,483765957
0,005	0,0214	0,022	0,0213	0,021566667	0,000378594	1,75545853
0,001	0,0192	0,0195	0,0188	0,019166667	0,000351188	1,832287609

**Kurva Linieritas Konsentrasi Berbanding Absorbansi Standar Boraks pada Penentuan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi**



**Tabel Hasil Analisis Parameter Linieritas dengan Program Validasi pada Penentuan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi**

Keterangan	Hasil
Metode	Linearitas
<i>Probability</i>	95%
Jumlah Data	5
Persamaan Garis	$Y = 0,01875491 + 0,55432730 x$
Koefisien Korelasi	0,99997510
$V_{x0}$	0,87079970 %
$X_p$	0,00093379

a. Perhitungan Batas Deteksi

Batas Deteksi = Nilai  $X_p$

Batas Deteksi = 0,0009

b. Perhitungan Batas Kuantitasi

Batas kuantitasi =  $10/3$  BD

Batas Kuantitasi =  $10/3$  0,0009

Batas Kuantitasi = 0.0029

**M.3. Presisi**

**Hasil Pengujian Presisi**

Replikasi	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Rep 1	0,288	0,748441926	0,007484419	0,001496884
Rep 2	0,293	0,762606232	0,007626062	0,001525212
Rep 3	0,282	0,731444759	0,007314448	0,00146289
Rep 4	0,277	0,717280453	0,007172805	0,001434561
Rep 5	0,245	0,626628895	0,006266289	0,001253258
Rep 6	0,241	0,61529745	0,006152975	0,001230595
	Rata-rata	0,700283286	0,007002833	0,001400567

**Perhitungan SD dan RSD**

Replikasi	X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,001496884	$9,63173 \times 10^{-5}$	$9,27702 \times 10^{-9}$
Replikasi 2	0,001525212	$0,000124646 \times 10^{-5}$	$1,55366 \times 10^{-9}$
Replikasi 3	0,00146289	$6,23229E-05 \times 10^{-5}$	$3,88415 \times 10^{-9}$
Replikasi 4	0,001434561	$3,39943E-05 \times 10^{-5}$	$1,15561 \times 10^{-9}$
Replikasi 5	0,001253258	$-0,000147309 \times 10^{-5}$	$2,16999 \times 10^{-8}$
Replikasi 6	0,001230595	$-0,000169972 \times 10^{-5}$	$2,88904 \times 10^{-8}$
$\bar{x}$	0,001400567	$\sum(x - \bar{x})^2$	$8,04436 \times 10^{-8}$

SD	1,27 x 10 <sup>-4</sup>
%RSD	9,06%

#### M.4. Akurasi

##### Hasil Pengujian Akurasi

Sampel adisi 30%	Absorbansi	Konsentrasi Hasil Percobaan(ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa Hasil percobaan (mg)	% Recovery
Rep 1	0,361	0,9439	0,00953	0,0094	99,053
Rep 2	0,372	0,9749	0,00953	0,0097	102,286
Rep 3	0,369	0,9664	0,00953	0,00967	101,405
				Rata-Rata	100,915

Sampel adisi 45%	Absorbansi	Konsentrasi Hasil Percobaan(ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa Hasil percobaan (mg)	% Recovery
Rep 1	0,391	1,028	0,01053	0,0103	97,627
Rep 2	0,398	1,048	0,01053	0,0105	99,489
Rep 3	0,4	1,053	0,01053	0,0105	100,021
				Rata-Rata	99,046

Sampel adisi 60%	Absorbansi	Konsentrasi Hasil Percobaan(ppm)	Massa teoritis (mg)	Massa Hasil percobaan (mg)	% Recovery
Rep 1	0,409	1,078	0,01153	0,1078	93,533
Rep 2	0,421	1,112	0,01153	0,011	96,448
Rep 3	0,417	1,100	0,01153	0,011	95,476
				Rata-Rata	95,152%



- 
- Konsentrasi rata-rata hasil uji presisi pada 0,5 gram sampel yang dilarutkan dalam akuades ad 10 ml = 0,7 ppm
  - Adisi 30% = 30% x 0,7 ppm = 0,2 ppm  
 Adisi 45% = 45% x 0,7 ppm = 0,3 ppm  
 Adisi 60% = 60% x 0,7 ppm = 0,4 ppm
  
  - Pembuatan Larutan Standar  
 Adisi Penimbangan Standar  
 Boraks  
 1 mg standar boraks ad 100 ml = 10 ppm  
 Dipipet 2 ml + air ad 10 ml = standar 2 ppm  
 Dipipet 3 ml + air ad 10 ml = standar 3 ppm  
 Dipipet 4 ml + air ad 10 ml = standar 4 ppm
  - Pembuatan Sampel Adisi 30% :  
 0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml akuades, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks 2 ppm + 1 ml kurkumin + 1 ml asam asetat glasial:asam sulfat pekat (1:1) ad 10 ml etanol 96%  
 Konsentrasi teoritis = 0,753 ppm + 0,2 ppm  
 = 0,953 ppm  
 Massa teoritis =  $9,53 \times 10^{-3}$  mg
  - Pembuatan Sampel Adisi 45% :  
 0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml akuades, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks 3 ppm + 1 ml kurkumin + 1 ml asam asetat glasial:asam sulfat pekat (1:1) ad 10 ml etanol 96%  
 Konsentrasi teoritis = 0,753 ppm + 0,3 ppm  
 = 1,053 ppm  
 Massa teoritis =  $1,053 \times 10^{-2}$  mg
  - Pembuatan Sampel Adisi 60% :  
 0,5 gram sampel diadkan dalam 10 ml akuades, disentrifugasi dan filtrat yang diperoleh + 1 ml Standar Boraks ppm +

1 ml kurkumin + 1 ml asam asetat glasial:asam sulfat pekat (1:1) ad 10 ml etanol 96%

Konsentrasi

teoritis = 0,753 ppm + 0,4 ppm

= 1,153 ppm

Massa teoritis = 1,153 x 10<sup>-2</sup> mg

### Perhitungan SD dan % RSD dari % Recovery Sampel

#### Adisi

Adisi 30%	x	x - $\bar{x}$	(x - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
<b>Replikasi 1</b>		-	
	99,053	1,862	3,365
<b>Replikasi 2</b>			
	102,286	1,372	1881
<b>Replikasi 3</b>			
	101,405	0,49	0,24
$\bar{x}$		$\sum(x - \bar{x})^2$	
	100,915		5,587
		SD	
			1,671
		<b>RSD</b>	
			1,656
Adisi 45%	x	x - $\bar{x}$	
<b>Replikasi 1</b>			
	97,627	-1,419	2,013
<b>Replikasi 2</b>			
	99,489	0,443	0,197
<b>Replikasi 3</b>			
	100,021	0,975	0,951
$\bar{x}$		$\sum(x - \bar{x})^2$	
	99,406		3,161

SD			
1,257			
RSD			
1,269			
Adisi 60%	x	x- $\bar{x}$	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
<b>Replikasi 1</b>	93,533	-1,62	2,623
<b>Replikasi 2</b>	96,448	-1,296	1,679
<b>Replikasi 3</b>	95,476	0,324	0,105
$\bar{x}$	95,152	$\Sigma(x - \bar{x})^2$	4,407
SD			
1,484			
RSD			
1,560			

#### M.5. Data Hasil dan Perhitungan Penetapan Boraks Dalam Bakso dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis

##### Hasil Penetapan Kadar Sampel A

Sampel A	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	% b/b (%)
Rep 1	0,296	0,771104816	0,007711048	0,00154221
Rep 2	0,302	0,788101983	0,00788102	0,001576204

Rep 3	0,2899	0,753824363	0,007538244	0,001507649
Rata-rata	0,295966667	0,771010387	0,007710104	0,001542021

#### Perhitungan SD dan % RSD Sampel A

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,00154221	$1,88857 \times 10^{-7}$	$3,56671 \times 10^{-14}$
Replikasi 2	0,001576204	$3,41832 \times 10^{-5}$	$1,16849 \times 10^{-9}$
Replikasi 3	0,001507649	$-3,4372 \times 10^{-5}$	$1,18144 \times 10^{-9}$
$\bar{x}$	0,001542021	$\sum(x - \bar{x})^2$	$2,34996 \times 10^{-9}$
		SD	$3,43 \times 10^{-5}$
		RSD	2,2%

#### Hasil Penetapan Kadar Sampel B

Sampel B	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1	0,31	0,810764873	0,008107649	0,00162153
Replikasi 2	0,334	0,878753541	0,008787535	0,001757507
Replikasi 3	0,353	0,932577904	0,009325779	0,001865156
Rata-rata	0,332333333	0,874032106	0,008740321	0,001748064

#### Perhitungan SD dan % RSD Sampel B

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
Replikasi 1	0,00162153	-0,000126534	$1,6011 \times 10^{-8}$
Replikasi 2	0,001757507	9,44287E-06	$8,91678 \times 10^{-11}$
Replikasi 3	0,001865156	0,000117092	$1,37104 \times 10^{-8}$
$\bar{x}$	0,001748064	$\sum(x - \bar{x})^2$	$2,98106 \times 10^{-8}$
		SD	$1,22 \times 10^{-4}$

%RSD

6,98

**Hasil Penetapan Kadar Sampel C**

Sampel C	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1	0,299	0,779603399	0,007796034	0,001559207
Replikasi 2	0,294	0,765439093	0,007654391	0,001530878
Replikasi 3	0,31	0,810764873	0,008107649	0,00162153
Rata-rata	0,301	0,785269122	0,007852691	0,001570538

**Perhitungan SD dan % RSD Sampel C**

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
<b>Replikasi 1</b>	0,001559207	$-1,13314 \times 10^{-5}$	$1,28402 \times 10^{-10}$
<b>Replikasi 2</b>	0,001530878	$-3,96601 \times 10^{-5}$	$1,57292 \times 10^{-9}$
<b>Replikasi 3</b>	0,00162153	$5,09915 \times 10^{-5}$	$2,60013 \times 10^{-9}$
$\bar{x}$	0,001570538	$\sum(x - \bar{x})^2$	$4,30145 \times 10^{-9}$
		SD	$4,64 \times 10^{-5}$
		%RSD	2,95

**Hasil Penetapan Kadar Sampel D**

Sampel D	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Massa (mg)	%b/b
Replikasi 1	0,326	0,856090652	0,008560907	0,001712181
Replikasi 2	0,345	0,909915014	0,00909915	0,00181983
Replikasi 3	0,359	0,949575071	0,009495751	0,00189915
Rata-rata	0,343333333	0,905193579	0,009051936	0,001810387

**Perhitungan SD dan % RSD Sampel D**

Replikasi	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
<b>Replikasi 1</b>	0,001712181	$-9,82059 \times 10^{-5}$	$9,64439 \times 10^{-9}$
<b>Replikasi 2</b>	0,00181983	$9,44287 \times 10^{-6}$	$8,91678 \times 10^{-11}$
<b>Replikasi 3</b>	0,00189915	$8,8763 \times 10^{-5}$	$7,87887 \times 10^{-9}$
$\bar{x}$	0,001810387	$\sum(x - \bar{x})^2$	$1,76124 \times 10^{-8}$
		SD	$9,38 \times 10^{-5}$
		%RSD	5,18E+00

**Lampiran N. Hasil uji One Way Anova**

**Tests of Normality**

kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar strip tes tusuk	.247	4	.	.931	4	.598
strip tes celup	.289	4	.	.868	4	.291
spektrofotometri	.269	4	.	.893	4	.397

a. Lilliefors Significance Correction

**Descriptives**

Konsentrasi

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
strip tes tusuk	4	.83450	.059332	.029666	.74009	.92891	.778	.907
strip tes celup	4	.82625	.061381	.030690	.72858	.92392	.775	.901
spektrofotometri	4	.83650	.069926	.034963	.72523	.94777	.771	.916
Total	12	.83242	.057815	.016690	.79568	.86915	.771	.916

**Test of Homogeneity of Variances**

Kadar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.312	2	9	.740

**ANOVA**

Kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	2	.000	.029	.971
Within Groups	.037	9	.004		
Total	.037	11			



Lampiran O. Kemasan Produk Strip Tes

