

**PERBANDINGAN SENSOR KIMIA SEDERHANA MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica Val*) DAN KURKUMIN UNTUK  
IDENTIFIKASI NATRIUM TETRABORAT PADA BAKSO**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NURIYAH SULKHA  
NIM. 17630044**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**PERBANDINGAN SENSOR KIMIA SEDERHANA MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica Val*) DAN KURKUMIN UNTUK  
IDENTIFIKASI NATRIUM TETRABORAT PADA BAKSO**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NURIYAH SULKHA  
NIM. 17630044**

**Diajukan Kepada :  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**PERBANDINGAN SENSOR KIMIA SEDERHANA MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica Val*) DAN KURKUMIN UNTUK  
IDENTIFIKASI NATRIUM TETRABORAT PADA BAKSO**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**NURIYAH SULKHA**  
NIM. 17630044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
pada tanggal 12 Juni 2023

**Pembimbing I**



**Diana Candra Dewi, M. Si**  
NIP. 19770720 200312 2 001

**Pembimbing II**



**Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc**  
NIDT. 19900906 20180201 2 239

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



**Rachmawati Ningsih, M. Si**  
NIP. 19810810200801 2 010

**PERBANDINGAN SENSOR KIMIA SEDERHANA MENGGUNAKAN  
EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica Val*) DAN KURKUMIN UNTUK  
IDENTIFIKASI NATRIUM TETRABORAT PADA BAKSO**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**NURIYAH SULKHA**  
NIM. 17630044

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal : 15 Juni 2023

**Penguji Utama** : Dr. Suci Amalia, M. Sc  
NIP. 19821101 200901 2 007

**Ketua Penguji** : Rif'atul Mahmudah, M. Si  
NIDT. 19830125 20160801 2 068

**Sekretaris Penguji** : Diana Candra Dewi, M. Si  
NIP. 19770720 200312 2 001

**Anggota Penguji** : Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc  
NIDT. 19900906 20180201 2 239

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Rachmawati Anggrah, M. Si  
NIP. 19840801 200801 2 010

## PERNYATAAN ORISINALITAS TULISAN

Penulis yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nuriyah Sulkha

NIM : 17630044

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Perbandingan Sensor Kimia Sederhana Menggunakan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica Val*) dan Kurkumin Untuk Identifikasi Natrium Tetraborat pada Bakso

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang penulis tulis ini benar-benar hasil karya penulis sendiri, bukan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang penulis akui sebagai hasil tulisan penulis sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka penulis bersedia akan menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 12 Juni 2023  
Yang membuat pernyataan,



Nuriyah Sulkha  
NIM.17630044

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbil 'alamin*, puji syukur kepada Allah Swt. yang dengan segala nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tanpa kehendak-Nya serta dukungan dari orang-orang di sekeliling penulis, penulis tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik di waktu yang tepat. Oleh karena itu, penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Ayah Encik Lukman Hakim dan Almh. Ibunda Chusnul Khoiriyah, orang tua penulis. Terima kasih untuk kasih sayang, doa, dukungan materil maupun moril, dan semua yang telah diberikan kepada penulis yang tidak dapat ditulis satu-persatu. Semoga bunda bangga melihat putri semata wayangnya meskipun dari kejauhan ❤️

Muhammad Nasih, satu-satunya saudara penulis. Terima kasih atas segala dukungan dan perjuangan yang diberikan kepada penulis hingga penulis bisa menyelesaikan studi ini.

Azzah, ibu sambung penulis. Terima kasih telah mengisi peran ibu rumah tangga di rumah.

Keluarga besar Bani Salim dan Bani Khusairi. Terima kasih telah mendukung dengan ceriaan “*engga lulus-lulus*” sehingga penulis terpacu untuk menyelesaikan skripsi ini.

Ibu Diana Candra Dewi, M.Si dosen pembimbing skripsi utama penulis. Terima kasih telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar dalam menyelesaikan penelitian ini.

Muhammad Bakhru Thohir, S.Si, M.Sc, kakak tingkat dan sekaligus berperan sebagai pembimbing ketiga penulis. Terima kasih sudah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi, organisasi, maupun kehidupan.

Sayyidati Sa'diyah (Tante Tisa) dan Fina Nur Diana (Mama). Tante sekaligus sahabat terdekat penulis. Terima kasih telah menjadi *human diary* dan kuasa hukum yang senantiasa menjadi saksi hidup penulis. *I love you, Guys so much.*

Muhammad Setyo Dharmawan, partner penulis. Entah bagaimana akhir cerita kami, semoga itu yang terbaik. Terima kasih atas segala dukungan yang diberikan, *including your magic word, “nutut ga?”*.

Paguyuban Kos Sumber Ceria; Dinda Danela (Della) dan Maria Ulfa Nur Lailia (Mer). Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah, memberi dukungan, dan membersamai selama hidup di Malang

Instruktur Senam; Aninda Quinsy Aurentia (Dudi) dan Silvia Usmania (Comel), teman sejawat Pasuruan penulis. Terima kasih telah menemani di waktu senang dan sedih, mendengarkan segala curahan hati, menjadi teman hidup di Malang, dan senantiasa membantu ketika kesulitan bahkan meminjamkan sebagian harta benda kepada penulis HAHAHA.

PKL Unch-Unch; Alivia Husin dan Suci Noerfaiqotul Himmah yang menemani penulis dari awal masuk kuliah, berorganisasi, hingga menyelesaikan tugas akhir, serta mendengarkan curhatan-curhatan penulis.

~~Cendol Dawet, Dilarang Ghibah, Dilarang Hasud, Mencuri Baktol;~~  
Taufiqurrahman, M. Ilham Kusuma Winahyu, Ahmad Darul Fikri Khowas, Dhema Pissela Bayu Martha, Muhammad Khairul Umami dan Fuad Fahni Ladarama. Terima kasih atas canda tawa kalian. Penulis masih yakin bahwa keberhasilan penulis tidak akan bisa lepas dari dukungan dan andil besar sahabat semua. Apapun nama perkumpulan ini, semoga sampai nanti akan tetap berbagi tawa dan saling memotivasi.

Bapak Yani dan Ibu Retno (bapak ibu kantin), orang tua angkat penulis di kampus. Terima kasih atas segala dukungan dan semangat yang telah diberikan. Terima kasih sudah menganggap penulis seperti anak sendiri dan sangat baik termasuk sering kasih makan juga jus jambu gratis. Tanpa ada bapak dan ibu kantin, penulis tidak akan semangat berangkat ke kampus.

Gogrokane Rengginang; Elza Nur Hayati, Erlina Novita Sari, Jeffry Anggatra Kuntha Asmara, Puspa Sari, Mirthawati Bella Putri, Raniqul Isfihani, Ria Febriyanti, Dhea Virta Tessa Lonicha. Terima kasih telah membantu menunjang perkuliahan penulis.

Teman-teman Angkatan Neon 2017. Terima kasih untuk segala dukungan dan semangat untuk berjuang menyelesaikan studi.

Kakak dan adik tingkat kimia 2011-2021 yang turut andil memberi cerita di hidup penulis. Terutama Muhammad Zaki Imam (Jeki) dan Diajeng Nadia M. P. A (Jengjet), terima kasih untuk tidak pernah lelah memberi semangat dan bantuan-bantuan. Serta sivitas akademika program studi kimia, terutama jajaran dosen. Terima kasih telah memberi ilmu dan bimbingannya.

Fungi Ikahimki, Ikahimki, Himaska “Helium”, SEMA Fakultas Saintek, PMII Rayon “Pencerahan” Galileo, HIMMAH Korda Malang, keluarga Ruma Ortu, Karisma Academy, dan PT. Fortuna iMARKS Trans. Terima kasih atas segala pengalaman di luar bangku kuliah yang diberikan.

Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, termasuk Mas Restu Print, yang memberikan dukungan melalui diskon bahkan gratisan saat *nge-print* naskah skripsi.

Rayyanza Malik Ahmad “Cipung”. Meskipun tidak bertemu secara langsung, terima kasih sudah menjadi pelipur lara di saat penulis sedang sedih atau *burn out* dengan tingkah laku lucu nan menggemaskan itu.

Semoga Tuhan membalas dengan setimpal semua kebaikan dari orang-orang ini.

Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri. Terima kasih telah percaya pada diri sendiri, melakukan semua kerja keras ini selama kurang lebih 3 tahun, tidak pernah mau menyerah dan berhenti meskipun diiringi dengan isak tangis. Terima kasih, ya. *You did very well, and you deserve it!*

## MOTTO

*I'm gonna forever grateful for who I was, happy for who I am, and excited for who*

*I would be 🍷🍹*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillah Robbil 'Alamin*, segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dan telah memberikan kenikmatan tiada terukur sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Perbandingan Sensor Kimia Sederhana Menggunakan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Kurkumin Untuk Identifikasi Natrium Tetraborat pada Bakso”** dengan semaksimal mungkin meskipun masih sangat banyak kekurangan. Penulis hanya berharap apa yang penulis lakukan dapat menjadi manfaat.

Shalawat beriring salam selalu penulis ucapkan pada junjungan besar kita, Nabi Muhammad saw. yang karenanya kita mendapat pencerahan menuju jalan yang insya Allah masih dalam koridor ajaran Islam, jalan yang diridhoi dan bukan jalan orang sesat yang dimurkai. Semoga Allah melimpahkan atas beliau rahmat yang sesuai dengan keutamaan sebagai pahala atas amal perbuatan beliau, serta kepada semua keluarga, sahabat, para pengikut dan juga pecintanya yang senantiasa meneruskan perjuangan sampai saat ini hingga akhir zaman.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si dan ibu Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi. Terima kasih telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya penulis secara pribadi. *Aamiin Yaa Robbal Alamin.*

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 24 Februari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS TULISAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
الملخص .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Rimpang Kunyit ( <i>Curcuma domestica Val</i> ).....	8
2.1.1 Ekstraksi Kurkumin .....	10
2.2 Standar Kurkumin .....	10
2.3 Boraks.....	11
2.4 Uji Boraks dengan Metode Spektrofotometri.....	12
2.5 Uji Boraks dengan Sensor Kimia .....	14
2.6 Adsorpsi.....	15
2.7 Uji Performansi Sensor Kimia.....	17
2.8 Analisis Warna Digital dengan Model Warna RGB .....	19
2.9 Integrasi Islam .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Jenis Penelitian .....	22
3.3 Alat dan Bahan .....	22
3.3.1 Alat.....	22
3.3.2 Bahan .....	23
3.4 Tahapan Penelitian .....	23
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	23
3.5.1 Preparasi Sampel dan Reagen.....	23
3.5.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Reagen .....	25

3.5.3 Optimasi Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	25
3.5.4 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	27
3.5.5 Analisis pH Reagen .....	27
3.5.6 Optimasi Sensor Kimia Sederhana .....	28
3.5.7 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana .....	30
3.5.8 Uji Performansi Sensor Kimia .....	31
3.5.9 Analisis Boraks dalam Sampel dengan Sensor Kimia Sederhana ...	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Preparasi Sampel .....	33
4.2 Penentuan Panjang Gelombang Reagen dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	35
4.3 Optimasi Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	37
4.3.1 Optimasi Panjang Gelombang Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> ...	37
4.3.2 Optimasi pH Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	40
4.4 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	43
4.5 Optimasi Sensor Kimia Sederhana .....	45
4.5.1 Optimasi pH Reagen Sensor Kimia Sederhana .....	45
4.5.2 Optimasi Volume Reagen Sensor Kimia Sederhana .....	47
4.5.3 Optimasi Konsentrasi Reagen Sensor Kimia Sederhana .....	49
4.6 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana .....	51
4.7 Uji Performansi Sensor Kimia .....	52
4.7.1 Uji Waktu Respon Sensor Kimia .....	52
4.7.2 Uji Linieritas Sensor Kimia terhadap Konsentrasi Boraks .....	54
4.8 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Sensor Kimia Sederhana .....	56
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data uji analisis kadar boraks dalam sampel menggunakan <i>visible</i> .....	44
Tabel 4.2 Data uji kadar boraks dalam sampel menggunakan sensor kimia .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kunyit.....	8
Gambar 2.2 Struktur kurkumin .....	11
Gambar 2.3 Struktur kimia (a) natrium tetraborat; (b) asam borat .....	12
Gambar 2.4 Proses adsorpsi .....	17
Gambar 2.5 Ilustrasi warna yang ditangkap pada komputer .....	19
Gambar 4.1 Serbuk kunyit ( <i>Curcuma domestica Val</i> ).....	34
Gambar 4.2 Hasil ekstraksi kunyit .....	35
Gambar 4.3 Panjang gelombang kurkumin 0,125% dan ekstrak kunyit 0,5% .....	36
Gambar 4.4 Panjang gelombang reaksi boraks dengan reagen.....	38
Gambar 4.5 Kurva standar boraks dengan kurkumin dan ekstrak kunyit .....	39
Gambar 4.6 Kurva absorbansi optimasi pH boraks dengan reagen .....	40
Gambar 4.7 Struktur kimia kurkumin keto-enol .....	41
Gambar 4.8 Mekanisme reaksi kurkumin dengan boraks pada pH basa .....	42
Gambar 4.9 Hasil analisis optimasi pH reagen pada sensor kimia .....	46
Gambar 4.10 Kurva $\Delta$ mean RGB optimasi pH reagen pada sensor .....	46
Gambar 4.11 Hasil analisis optimasi volume reagen pada sensor kimia .....	48
Gambar 4.12 Kurva $\Delta$ mean RGB optimasi volume reagen pada sensor .....	49
Gambar 4.13 Hasil analisis optimasi konsentrasi reagen pada sensor kimia.....	49
Gambar 4.14 Kurva $\Delta$ mean RGB optimasi konsentrasi kurkumin pada sensor ...	50
Gambar 4.15 Kurva $\Delta$ mean RGB optimasi konsentrasi ekstrak kunyit sensor ....	50
Gambar 4.16 Sensor kimia sederhana.....	52
Gambar 4.17 Hasil analisis uji waktu respon reagen pada sensor .....	53
Gambar 4.18 Kurva $\Delta$ mean RGB uji waktu respon reagen pada sensor .....	53
Gambar 4.19 Hasil analisis uji linieritas sensor kimia.....	54
Gambar 4.20 Kurva $\Delta$ mean RGB uji linieritas terhadap boraks pada sensor .....	55
Gambar 4.21 Hasil analisis kadar boraks dalam sampel menggunakan sensor ....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian .....	70
Lampiran 2. Diagram Alir.....	71
Lampiran 3. Perhitungan.....	80
Lampiran 4. Data Hasil Analisis .....	85
Lampiran 5. Dokumentasi.....	93

## ABSTRAK

Sulkha, Nuriyah. 2023. **Perbandingan Sensor Kimia Sederhana Menggunakan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica Val*) dan Kurkumin Untuk Identifikasi Natrium Tetraborat pada Bakso**. SKRIPSI. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Diana Candra Dewi, M. Si. Prmbimbing II: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M. Sc.

---

**Kata kunci :** Boraks, Kurkumin, Ekstrak kunyit, Sensor kimia, RGB

Sensor kimia sederhana dapat digunakan untuk mendeteksi natrium tetraborat (Boraks) dengan reagen kurkumin dan ekstrak kunyit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum reaksi boraks dengan kurkumin dan ekstrak kunyit serta untuk mengetahui performansi masing-masing sensor kimia dalam mendeteksi boraks dengan perubahan warna.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode adsorpsi fisik dengan cara ditetes. Hasil penelitian ini adalah panjang gelombang optimum reaksi boraks dengan reagen standar kurkumin dan ekstrak kunyit berturut-turut yakni, 509 dan 512 nm. pH optimum reagen standar kurkumin dan ekstrak kunyit berturut-turut adalah 8,5 dan 7. pH optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit pada sensor berturut-turut adalah 8 dan 7,5. Volume optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit pada sensor adalah 2  $\mu$ L. Konsentrasi optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit pada sensor berturut-turut adalah 0,125% dan 0,5%. Uji waktu respon sensor reagen kurkumin dan ekstrak kunyit berturut-turut 4 dan 5 menit. Uji linieritas sensor reagen kurkumin dan ekstrak kunyit menunjukkan nilai  $y$  dan  $R^2$  berturut-turut adalah  $y = 0,050x + 68,011$ ;  $R^2 = 0,995$  dan  $y = 0,054x + 60,011$ ;  $R^2 = 0,996$ . Sensor kimia sederhana dengan reagen kurkumin maupun ekstrak kunyit dapat digunakan untuk mendeteksi boraks pada sampel.

## ABSTRACT

Sulkha, Nuriyah. 2023. **Comparison of Simple Chemical Sensors Using Turmeric Extract (*Curcuma domestica* Val) and Curcumin for Identification of Sodium Tetraborate in Meatballs**. THESIS. Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Diana Candra Dewi, M. Si. Supervisor II: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M. Sc.

---

**Keywords :** Borax, Curcumin, Turmeric extract, Chemical sensor, RGB

A simple chemical sensor can be used to detect sodium tetraborate (Borax) with curcumin reagent and turmeric extract. The purpose of this study was to determine the optimum conditions for the reaction of borax with curcumin and turmeric extract and to determine the performance of each chemical sensor in detecting borax with color changes.

The method used in this study is the physical adsorption method by dripping. The results of this study are the optimum wavelengths for the borax reaction with standard curcumin and turmeric extract reagents, namely, 509 and 512 nm, respectively. The optimum pH of curcumin and turmeric extract reagents were 8,5 and 7. The optimum pH of curcumin reagent and turmeric extract on the sensor were 8 and 7.5, respectively. The optimum volume of curcumin reagent and turmeric extract on the sensor is 2  $\mu$ L. The optimum concentrations of curcumin reagent and turmeric extract on the sensor are 0.125% and 0.5%, respectively. Test the sensor response time of curcumin reagent and turmeric extract for 4 and 5 minutes, respectively. The sensor linearity test of curcumin reagent and turmeric extract shows the y and R values<sup>2</sup> respectively are  $y = 0,050x + 68,011$ ;  $R^2 = 0,995$  and  $y = 0,054x + 60,011$ ;  $R^2 = 0,996$ . A simple chemical sensor with curcumin reagent and turmeric extract is used to detect borax in the sample.

## الملخص

صلحي، نورية. ٢٠٢٣. مقارنة الرقيب الكيمياء البسيط باستخدام خلاصة الزعفران (*Curcuma domestica Val*) وكركم لتعرف الصوديوم التيترا بوراتي في باكسو. البحث العلمي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: ديانا جاندر ديوبي الماجستير، المشرفة الثانية: لؤلؤة الحميدة العليا الماجستير.

---

الكلمات المفتاحية: البورون، كركم، خلاصة الزعفران، الرقيب الكيمياء، (RGB).

يستطيع الرقيب الكيمياء البسيط ان يستخدم لإكتشاف الصوديوم التيترا بوراتي (البورون) بكاشف الكركم وخلاصة الزعفران. يهدف هذا البحث لمعرفة حال الأمثل التجاوب البورون مع الكركم وخلاصة الزعفران لمعرفة أداء كل الرقيب الكيمياء في إكتشاف البورون بتغير اللون. المنهج المستخدم في هذا البحث هو أديوريسي الجسم بكيفية الوقعة. هذه حصيلة البحث هي طول الموج الأمثل التجاوب البورون بكواشف القياس الكركم وخلاصة الزعفران تواترا هما ٥٠٩ و ٥١٢ ن م. (pH) الأمثل الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران تواترا ٨،٥ و ٧. (pH) الأمثل الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران على الرقيب تواترا ٨ و ٧،٥. حجم الأمثل الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران على الرقيب هو ٢ (μL). إكتراث الأمثل الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران على الرقيب تواترا ٠،١٢٥٪ و ٠،٥٪. إختبار الوقت التجاوب الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران تواترا ٤ و ٥ دقائق. يدل إختبار الطولي الأمثل الكواشف الكركم وخلاصة الزعفران قيمة (y dan R<sup>2</sup>) تواترا هي (y) = ٠،٥٥٠ + (x) ٦٨،٠١١ : (R<sup>2</sup>) = ٠،٩٩٥ و (y) = ٠،٥٥٤ + (x) ٦٠،٠١١ : (R<sup>2</sup>) = ٠،٩٩٦. يستخدم ان يستخدم الرقيب الكيمياء البسيط بكواشف الكركم أو خلاصة الزعفران لإكتشاف البورون في النموذج.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bahan tambahan makanan memiliki sisi positif dan sisi negatif. Bahan tambahan makanan sangat bermanfaat untuk industri makanan. Tujuan penggunaan bahan tambahan makanan adalah dapat meningkatkan dan mempertahankan nilai gizi dan kualitas daya simpan, membuat bahan pangan lebih mudah dihidangkan, serta mempermudah persiapan bahan pangan (Adisaputra, dkk., 2014). Sisi negatif dari zat aditif akan muncul ketika terakumulasi dalam tubuh dalam jumlah besar dan jangka waktu yang panjang (Yunus, 2011).

Berdasarkan Peraturan BPOM No. 11 Tahun 2019, bahan tambahan makanan yang boleh digunakan, antara lain asam benzoat, asam sitrat, sakarin, sorbitol, natrium karbonat, asam askorbat, AHA, BHA, dan lainnya. Sedangkan bahan tambahan makanan yang dilarang, antara lain asam borat (boraks), formalin, *methanyl yellow*, kalium bromat, auramin, dan lainnya. Boraks biasanya digunakan dalam industri deterjen. Oleh sebab itu, penggunaan boraks sebagai bahan tambahan makanan sebenarnya sudah dilarang sejak tahun 1978. Pasalnya jika digunakan secara illegal, dapat menimbulkan gangguan otak, hati, lemak dan ginjal hingga kematian (Adisaputra, dkk., 2014)

Allah berfirman dalam ayat suci Al-Qur'an pada surat Al-Maidah ayat 88:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan makanlah dari apa yang telah diberikan Allah kepadamu sebagai rezeki yang halal dan baik, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya.”

Berdasarkan kandungan surat Al-Maidah ayat 88 menurut Shihab (2002), ditegaskan bahwa Allah memberi perintah kepada makhluk-Nya untuk memakan makanan yang halal, yakni yang bukan haram, lezat, bergizi, dan berdampak positif bagi kesehatan dari apa yang telah Allah rezekikan kepada makhluk-Nya. Selain itu Allah juga memberi petunjuk jika tidak semua makanan yang halal baik bagi tubuh, terdapat makanan yang halal namun tidak baik bagi tubuh melihat kondisi masing-masing pribadi karena dapat mempengaruhi kesehatan pemakannya.

Pada kenyataannya, boraks masih sangat sering digunakan sebagai bahan tambahan makanan. Bakso merupakan produk dari daging, baik daging sapi, ayam, ikan, maupun udang. Pada proses pengolahannya bakso seringkali ditambahkan bahan tambahan makanan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, bakso merupakan salah satu makanan yang sering ditambahkan boraks. Malang sebagai kota yang dikenal dengan kuliner baksonya, terindikasi terdapat beberapa penjual bakso yang menggunakan boraks. Hasil penelitian terhadap bakso di 3 kecamatan Kota Malang, yakni Kecamatan Lowokwaru, Klojen, dan Blimbing menunjukkan bahwa 90,83% dari sampel yang diperiksa ternyata mengandung boraks (Wahyudi, 2016).

Metode yang digunakan dalam menganalisis boraks dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti titrasi titrimetri dan spektrofotometer UV-Vis (Panjaitan, 2010). Metode tersebut memiliki tahapan analisis yang kompleks, mahal, perlu pereaksi yang banyak, menggunakan instrumen khusus sehingga membutuhkan biaya analisa yang tidak terjangkau, tidak praktis untuk uji lapangan, dibutuhkan keahlian khusus dalam pengoperasian sehingga tidak semua individu dapat menganalisa kandungan boraks dalam sampel makanan serta tidak praktis untuk

digunakan analisis lapang, sehingga *monitoring* terhadap penggunaan boraks dalam makanan menjadi tidak efektif. 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 salah 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 (Kuswandi, 2010).

Salah satu zat yang dapat mendeteksi boraks adalah kurkumin, yaitu zat warna yang terkandung dalam tanaman umbi kunyit (*Curcuma domestica Val*). Ginting (2016) mengembangkan strip tes berbasis kurkumin menggunakan kertas whatman untuk deteksi boraks pada bakso. 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. Penelitian tersebut membuktikan bahwa strip tes yang dibuat dapat mendeteksi adanya senyawa boraks dalam makanan. Strip tes yang dihasilkan memiliki kondisi optimum pada pH 6, volume 3  $\mu$ l, dan konsentrasi 1500 ppm. Penelitian tersebut memiliki hasil karakterisasi, yaitu waktu respon strip tes adalah 3 menit; linieritas strip tes terhadap standar boraks berada pada rentang 0,1-10 ppm, dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ )

0,999, nilai  $V_{x0}$  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 juga memenuhi parameter akurasi dengan *%recovery* rata-rata sebesar 103,528%; strip tes sebagai sensor boraks stabil pada penyimpanan suhu dingin ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ). Selain itu, strip tes yang dihasilkan Ginting sebagai sensor boraks terganggu dengan adanya komponen pengganggu berupa NaCl dengan perbandingan boraks dan NaCl sebesar 1:1000. Kemungkinan adanya pengganggu ini terjadi pada saat uji selektivitas strip test. Metode strip tes sebagai sensor boraks tidak memenuhi parameter presisi dengan nilai RSD > 15% yaitu 16,18% dengan waktu pakai strip test yakni, 25 hari.

Suseno (2018) melakukan analisis boraks menggunakan kertas turmerik menunjukkan bahwa perubahan warna pada kertas turmerik hanya terjadi pada kontrol positif saja sedangkan analisis boraks menggunakan FTIR Spektrometer semua sampel dan kontrol positif tidak menunjukkan adanya spektrum sidik jari pada bilangan gelombang  $1500\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$ . Hasil analisis boraks menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa 9 dari 12 positif mengandung boraks dengan konsentrasi terbesar pada sampel B1 sebesar  $2414.375\text{ }\mu\text{g/mL}$ . Sari dkk (2021) menganalisis sampel secara kualitatif dengan mengamati kondisi fisik dan pengujian menggunakan  $\text{BaCl}_2$  larutan. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua sampel mengandung boraks. Bahkan uji kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan kandungan boraks tertinggi terdapat pada sampel 10, yaitu  $3.672,9\text{ g/ml}$ .

Penelitian boraks menggunakan ekstrak kunyit untuk deteksi boraks dalam makanan dapat meningkatkan nilai tambah dari komoditas tanaman tersebut dan

dapat memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Dengan memanfaatkan ekstrak kurkumin dari kunyit maka pemakaian reagen kimia untuk deteksi boraks dalam sampel makanan dapat diminimalisir. Komponen utama kunyit adalah kurkumin dan komponen turunan yaitu kurkumin siklik (Priyadarsini, 2014). Selain itu, kunyit merupakan tanaman yang banyak dijumpai di pasaran dan tumbuh tidak dipengaruhi oleh musim sehingga dapat dengan mudah diperoleh sebagai bahan baku. Ekstrak kurkumin diperoleh dengan melakukan ekstraksi dari tanaman kunyit dengan metode ekstraksi refluks. Ekstraksi refluks merupakan metode yang paling umum digunakan untuk memisahkan kurkumin dari kunyit. Priyadarsini (2014) telah menemukan pelarut etanol sebagai pelarut yang paling disukai untuk mengekstraksi kurkumin.

Larutan standar kurkumin merupakan salah satu jenis larutan standar yang digunakan sebagai pembanding dalam analisis penentuan kadar kurkumin pada suatu material. Larutan standar ini didapat dari ekstrak murni senyawa kurkumin yang telah distandarisasi dan diketahui konsentrasinya. Kurkumin murni dapat dipisahkan dari campuran kurkumin (campuran kurkumin, demethoxycurcumin dan *bis*-demethoxycurcumin) dengan kromatografi kolom (Bansal, dkk., 2011).

Sensor kimia yang dibuat pada penelitian ini mendeteksi boraks dari perubahan warna yang ditimbulkan saat kertas saring whatman yang telah terimmobilisasi reagen standar kurkumin dan ekstrak kunyit dicelupkan pada sampel. Sementara warna yang dihasilkan dianalisis secara digital berdasarkan model warna RGB. Melalui penelitian ini, diharapkan nantinya diperoleh sebuah sensor kimia yang stabil serta dapat memberikan hasil yang baik dalam mendeteksi boraks dan menjadi metode alternatif dalam penentuan boraks.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- a. Bagaimana kondisi optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit yang meliputi pH, volume, serta konsentrasi pada sensor kimia sederhana?
- b. Bagaimanakah performansi masing-masing sensor kimia kurkumin dalam mendeteksi boraks yang meliputi linieritas dan waktu respon dengan perubahan warna?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

- a. Untuk mengetahui kondisi optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit yang meliputi pH, volume, dan konsentrasi pada sensor kimia sederhana.
- b. Untuk mengetahui performansi masing-masing sensor kimia kurkumin dalam mendeteksi boraks yang meliputi linieritas dan waktu respon dengan perubahan warna.

## **1.4 Batasan Masalah**

- a. Sampel yang digunakan adalah sampel bakso simulasi.
- b. Reagen yang digunakan adalah standar kurkumin dan ekstrak kunyit.
- c. Kondisi optimum yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini meliputi pH, volume, dan konsentrasi reagen kurkumin serta ekstrak kunyit pada sensor kimia sederhana.
- d. Performa sensor kimia yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini meliputi linieritas dan waktu respon dengan perubahan warna.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini untuk masyarakat adalah memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat dalam mengukur kadar boraks pada bakso yang beredar di masyarakat. Sementara manfaat untuk peneliti adalah memberikan informasi ilmiah terkait perbandingan sensor kimia menggunakan ekstrak kunyit dengan larutan standar kurkumin untuk deteksi boraks.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica Val*)

Rimpang kunyit (*Curcuma domestica Val*) merupakan salah satu pigmen kuning alami (Shalaby & Amin, 2018; Supharoek, dkk., 2017). Senyawa utama yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah kurkumin dan turunannya yakni demethoxycurcumin, *bis*-demethoxycurcumin dan *cyclic curcumin* (Priyadarsini, 2014). Kurkumin dan senyawa turunannya yang diisolasi dari rimpang kunyit dikenal sebagai kurkuminoid. Senyawa ini memberikan warna kuning yang khas pada kunyit. Kurkumin stabil dalam suasana asam dan dengan cepat terdekomposisi pada suasana di atas netral, berwarna kuning pada rentang pH 1 hingga 7 dan berwarna merah pada pH di atas 7,5 (Stancovie, 2004). Kurkumin memperlihatkan perubahan warna yang jelas dalam larutan asam dan basa yakni dari kuning menjadi merah bata (Mohammad, dkk., 2007).



Gambar 2.1 Kunyit

Klasifikasi tumbuhan kunyit menurut Hidayat dan Hutapea, (1991) adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Bangsa	: Zingiberales
Suku	: Zingiberaceae
Marga	: Curcuma
Spesies	: Curcuma longa Linn

Kurkuminoid adalah kelompok senyawa fenolik yang terkandung dalam rimpang tanaman famili *Zingiberaceae* antara lain : *Curcuma longa* syn. *Curcuma domestica* (kunyit) dan *Curcuma xanthorrhiza* (temulawak). Kadar kurkumin di dalam kunyit berkisar 3-4% (Joe-eral, u 2004; Eigner dan Schulz, 1999). Kurkumin atau *diferumloyl methane* pertama kali diisolasi pada tahun 1815. Kemudian tahun 1910, kurkumin didapatkan berbentuk kristal dan bisa dilarutkan tahun 1913. Kurkumin tidak dapat larut dalam air, tetapi juga larut dalam etanol dan acetone (Joe, dkk., 2004; Chattopadhyay, dkk., 2004; Araujo dan Leon, 2001).

Pengujian kandungan boraks pada makanan dapat dilakukan dengan ekstrak kunyit karena ekstrak kunyit tersebut mengandung senyawa kurkumin. Kurkumin inilah yang berfungsi sebagai pendeteksi adanya kandungan boraks pada makanan karena kurkumin mampu mengikat asam boraks menjadi kompleks warna rosa (merah) atau yang biasa disebut dengan senyawa rososianin. Jadi, ketika makanan yang mengandung boraks ditetesi oleh ekstrak kunyit akan mengalami perubahan warna menjadi merah kecoklatan (Ginting, 2016).

### 2.1.1 Ekstraksi Kurkumin

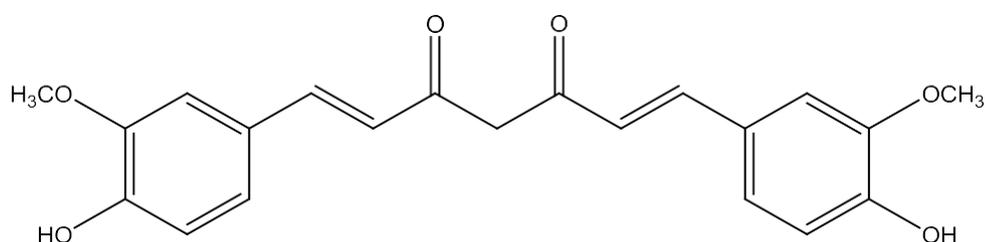
Kunyit dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis. Produsen kunyit terbesar di dunia adalah India. Kata “kurkuminoid” menunjukkan sekelompok senyawa seperti kurkumin, demethoxycurcumin dan *bis*-demethoxycurcumin dan *cyclic curcumin*. Dari ini, kurkumin adalah komponen utama, dan kurkumin siklik adalah komponen kecil (Aggarwal, dkk., 2003).

Meskipun ekstraksi dan pemisahan kurkumin dari bubuk kunyit telah dilaporkan pada tahun 1815, metode ekstraksi yang lebih baik dan canggih masih dilaporkan, bahkan setelah dua abad (Paulucci, dkk., 2013). Ekstraksi pelarut diikuti dengan kromatografi kolom telah menjadi metode yang paling umum digunakan untuk memisahkan kurkumin dari kunyit, dan beberapa pelarut organik polar dan non-polar telah digunakan, termasuk heksana, etilasetat, aseton, methanol, dll. Dari banyak pelarut yang digunakan, etanol telah ditemukan menjadi pelarut yang paling disukai untuk mengekstraksi kurkumin. Meskipun pelarut terklorinasi mengekstrak kurkumin dengan sangat efisien dari kunyit, mereka tidak umum digunakan karena tidak dapat diterima dalam industri makanan.

## 2.2 Standar Kurkumin

Kurkumin merupakan salah satu senyawa yang dapat diisolasi dari tanaman *Curcuma sp* (Sharma, dkk., 2005; Van der Goot, 1997). Pertama kali kurkumin ditemukan pada tahun 1815 oleh Vogel dan Pelleiter (Van der Goot, 1997). Kristalisasi kurkumin pertama kali dilakukan oleh Daube tahun 1870 dan dielusidasi struktur kimianya pada tahun 1910 oleh Lampe. Sintesis kurkumin dilakukan pada tahun 1913 oleh Lampe dan Miloebzka (Aggarwal, dkk., 2003).

Kurkumin 1,7-*bis*-(4<sup>1</sup>-hidroksi-3<sup>1</sup>-metoksifenil)-1,6-heptadiena-3<sup>1</sup>,5<sup>1</sup>-dion merupakan senyawa  $\alpha$ ,  $\beta$ -diketon siklik diaril yang berwujud kristal kuning jingga. Di alam, kurkumin selalu terdapat bersama dengan dua turunan senyawa lainnya yaitu demetoksikurkumin dan *bis*-demetoksikurkumin, yang dikenal dengan kurkuminoid (Tonnesen dan Karlsen, 1985). Kurkumin praktis tidak larut dalam air, tetapi larut dalam etanol dan *dimethylsulfoxide* (Aggarwal, dkk., 2003).



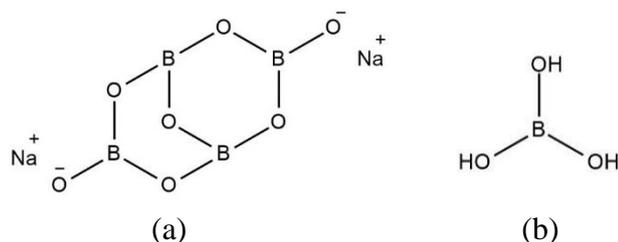
Gambar 2.2 Struktur kurkumin

### 2.3 Boraks

Boraks merupakan suatu garam dengan rumus molekul  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , memiliki berat molekul 201,22 gram/mol, kelarutan dalam air sebesar  $27,0 \pm 2,7$  g/L pada  $20 \pm 0,5$  °C, titik leleh 737 °C, pH 9 (ECHA, 2010). Boraks biasanya berupa serbuk kristal putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol. Boraks biasanya dipakai sebagai pengawet kayu, anti septik kayu dan pengontrol kecoa (Disnakkeswan, 2006).

Menurut ECHA (2010), ion boron dari  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  dalam air akan berada dalam bentuk  $\text{B}(\text{OH})_3$  atau asam borat. Pada  $\text{pH} > 12,5$  ion boron akan berada dalam bentuk  $\text{B}(\text{OH})_4^-$ , sedangkan pada  $\text{pH} 5-12,5$  ion boron tersebut akan berada dalam bentuk  $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$ ,  $\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_4^-$ ,  $\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4^-$ . Menurut Garrett (1998) pada

kisaran pH 7-10 spesi ion boron dari  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  yang paling dominan adalah natrium tetraborat  $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$ .



Gambar 2.3 Struktur kimia (a) natrium tetraborat; (b) asam borat

Boraks merupakan senyawa yang bisa memperbaiki tekstur makanan sehingga menghasilkan rupa yang 8 menarik, misalnya bakso dan kerupuk (Disnakkeswan, 2006). Pemakaian boraks secara berulang atau absorpsi berlebihan dapat mengakibatkan toksik (keracunan). Gejalanya dapat berupa mual, muntah, diare, suhu tubuh menurun, lemah, sakit kepala, bahkan dapat menimbulkan shock (Cahyadi, 2006 dalam Panjaitan, 2010). Berdasarkan Median Lethal Dose mamalia (LD50) daya toksisitas boraks sebesar 5-20 g/kg yang dapat menyebabkan kematian pada orang dewasa (Office of Prevention Pesticides and Toxic Substances, 2006). Sedangkan para pembuat bakso komersial biasa menambahkan boraks ke dalam adonan bakso dengan kadar 0,1-0,5% dari berat adonan. Jika dikonversikan ke dalam ppm menjadi sekitar 800-4000 ppm (Ayun, 2017).

## 2.4 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 spektrofotometer 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. Reaksi pembentukan rososianin diawali dengan boraks terurai dari ikatan-ikatannya menjadi asam borat dan diikat oleh kurkumin membentuk kompleks warna rosa yang sering disebut kelat rososianin atau senyawa *boron cyano curcumin* kompleks yaitu suatu zat yang berwarna merah (Raisani, 2013).

Spektrofotometri adalah pengukuran adsorpsi 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 konsentrasi larutan dan berbanding terbalik dengan transmitan. Hukum Lambert-Beer dapat dituliskan seperti persamaan 2.2 (Gandjar dan Rohman, 2007).

$$A = abc = \log 1/T \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

A = absorbansi (energi radiasi yang diserap oleh molekul)

a = koefisien ekstingsi

b = tebal sel (cm)

c = konsentrasi analit

T = transmitan (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).

## **2.5 Uji Boraks dengan Sensor Kimia**

Sensor kimia adalah sebuah perangkat yang mengubah sebuah informasi kimia seperti konsentrasi menjadi sinyal-sinyal yang dapat dengan mudah dibaca. Informasi kimia ini bisa berupa reaksi kimia atau properti fisik dari bahan yang diselidiki (Hulanicki dkk, 1991). Pembuatan sensor kimia sederhana selalu diawali dengan menentukan kondisi optimum pada reaksi kimia yang terjadi. Ini bertujuan untuk mendapat hasil pengamatan yang lebih maksimal dengan nilai yang valid. Kondisi optimum yang biasa dicari dalam pembuatan sensor kimia sederhana antara lain panjang gelombang maksimum, pH optimum, waktu kestabilan sensor, konsentrasi optimum dan lain-lain (Prabowo dkk, 2011).

Sensor kimia sederhana adalah piranti yang digunakan untuk mengukur kadar suatu analit dalam sampel dengan mencelupkan sensor yang telah diadsorb oleh reagen spesifik sampel. Penentuan konsentrasi analit didasarkan pada intensitas warna yang berubah (Budianto, 2002). Sensor kimia sederhana dapat digunakan sebagai analisis kualitatif dan semi kuantitatif, untuk analisis kualitatif dilihat dari perubahan warna sensor, sementara untuk analisis semi kuantitatif dapat

dikonversi menjadi data numerik seperti nilai delta mean RGB (Prahasto, 2009). Sensor kimia adalah perangkat penting pada analisa kimia. Pada penerapannya bukan hanya untuk menganalisa, namun juga sebagai media sampling, transport sampel, pemrosesan sinyal dan pengolahan data. Sensor kimia juga bekerja sesuai dengan rencana yang ingin dilakukan pada suatu analisa tiap sampel (Hulanicki, dkk., 1991).

Pada prinsip kerjanya, sensor kimia dapat mendeteksi suatu analit dengan menggunakan reagen kimia sehingga menghasilkan intensitas warna yang dapat dikonversi menjadi data numerik. Analisa boraks juga dapat dilakukan dengan menggunakan sensor kimia. Larutan boraks tidak memiliki warna, sehingga dibutuhkan reagen untuk memunculkan warna agar asam boraks dapat terdeteksi. Kurkumin merupakan senyawa yang terkandung dalam kunyit yang dapat bereaksi dengan boraks dan menghasilkan kompleks warna rososianin. Dalam hal ini, reagen kurkumin diimobilisasikan pada permukaan sensor dan direaksikan dengan larutan boraks sehingga didapatkan perubahan intensitas warna yang dikonversi menjadi konsentrasi (Raisani, 2013).

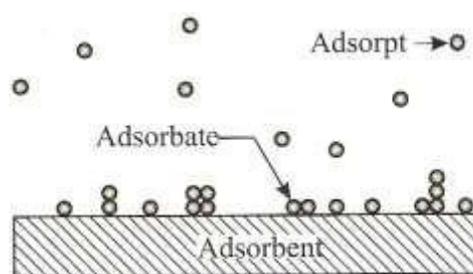
## **2.6 Adsorpsi**

Secara umum, adsorpsi merupakan interaksi antara molekul-molekul dari suatu senyawa terikat oleh permukaan suatu zat padat atau zat cair. Molekul-molekul pada zat padat atau zat cair memiliki gaya dalam keadaan tidak seimbang di mana gaya kohesi cenderung lebih besar dari pada gaya adhesi. Ketidakseimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan zat padat atau cair tersebut cenderung menarik zat-zat lain atau gas yang bersentuhan pada permukaannya

(Saragih, 2008). Istilah yang diberikan untuk zat yang teradsorpsi disebut adsorbat sedangkan zat yang mengadsorpsi adalah adsorben (Bernasconi, 1995).

Adsorpsi secara umum dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Adamson, 1990). Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan yang hanya dipengaruhi oleh gaya van der Waals atau ikatan hidrogen (Castellan, 1983). Proses adsorpsi fisika bersifat *reversible* (dapat balik) karena dapat dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan. Adsorbat tidak terikat secara kuat pada bagian adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari bagian permukaan ke bagian lain dan dapat diganti oleh adsorbat lain (Larry, dkk., 1982). Adsorpsi kimia merupakan proses penyerapan yang melibatkan pemutusan dan pembentukan ikatan baru pada permukaan adsorben (Sugiarti, 2008). Adsorbat yang teradsorpsi oleh proses kimia umumnya sangat sulit untuk diregenerasi (Oscik, 1982), adsorpsi ini biasanya tidak *reversible*. Untuk memisahkan adsorbat dan adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi (Larry, dkk., 1982).

Untuk mengetahui karakteristik yang terjadi dalam proses adsorpsi dapat diilustrasikan pada gambar, padatan berpori (pores) yang menghisap (adsorp) dan melepaskan (desorp) suatu fluida disebut adsorben. Molekul fluida yang dihisap tetapi tidak terakumulasi atau melekat ke permukaan adsorben disebut *adsorptive*, sedangkan yang terakumulasi atau melekat disebut adsorbat (Alberty, 1983).



Gambar 2.4 Proses adsorpsi

Teknik imobilisasi secara adsorpsi merupakan sebuah cara yang paling sederhana dalam imobilisasi molekul/reseptor pada permukaan suatu sensor. Beberapa bahan adsorben yang biasa digunakan adalah silika gel, zeolit, karbon aktif, alumina, dan bahan-bahan resin lainnya yang biasanya digunakan sebagai adsorban (Kuswandi, 2010).

Adsorpsi adalah bentuk yang paling mudah dalam imobilisasi reagen pada material pendukung. Teknik ini juga sangat luas digunakan, karena bisa digunakan untuk mengikat berbagai macam reagen dari material reagen organik hingga anorganik. Meskipun demikian, adhesi dari reagen pada fasa padat biasanya lebih lemah karena ikatan yang terbentuk selama proses adsorpsi tidak mudah untuk ditentukan (Kuswandi, 2008).

## 2.7 Uji Performansi Sensor Kimia

Uji performansi sensor digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu membran dan reagen sebagai sensor untuk mendeteksi analit. Karakteristik sensor kimia yang ingin dicapai meliputi linieritas, presisi, dan waktu respon.

### 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 praktik, 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. Waktu Respon

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).



Warna sebuah citra digital ditentukan oleh besar intensitas piksel-piksel penyusunnya. Warna ini diperoleh dari besar kecilnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor, sedangkan skala intensitas cahaya di alam tidak terbatas, yang bisa menghasilkan warna dengan jumlah yang tak terhingga. Sampai saat ini belum ada satu sensor pun yang mampu menangkap seluruh gradasi warna tersebut (Fatkhayah, 2013).

Keterbatasan inilah yang mengharuskan kita membuat gradasi warna sesuai dengan kebutuhan. Transformasi intensitas analog yang bersifat kontinu ke daerah intensitas diskrit disebut kuantisasi. Proses kuantisasi dihasilkan oleh peralatan digital, misalnya scanner, foto digital, dan kamera digital (Fatkhayah, 2013).

## **2.9 Integrasi Islam**

Al-Qur'an sebagai kitab suci umat Islam merupakan pedoman/landasan untuk manusia dalam menjalani kehidupan di bumi. Berbagai macam ilmu pengetahuan dapat dipelajari dari Al-Qur'an, seperti penciptaan langit dan bumi termasuk apa yang telah diketahui maupun apa yang tidak diketahui/belum diketahui manusia. Boraks adalah salah satu bahan tambahan makanan berbahaya jenis pengawet yang memiliki efek buruk pada manusia apabila dikonsumsi berlebihan. Penentuan kadar boraks pada makanan dapat dilakukan dengan menggunakan sensor kimia. Sensor kimia adalah salah satu bentuk implementasi janji Tuhan yang selalu membuat umatnya berpasang-pasangan. Tuhan membuat penyakit dan juga membuat penawarnya, Tuhan membuat penyakit yang ditimbulkan oleh boraks dan juga membuat metode pencegahan dan pengobatannya. Sebagaimana yang dituliskan dalam surat Yasin ayat 36:

سُبْحٰنَ الَّذِيْ خَلَقَ الْاَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِتُ الْاَرْضُ وَمِنْ اَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُوْنَ

Artinya: “Maha suci (Allah) yang telah menciptakan semuanya berpasang-pasangan, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka sendiri, maupun dari apa yang tidak mereka ketahui.”

Berdasarkan kandungan surat Yasin ayat 36 menurut Shihab (2002), pada ayat tersebut Allah menciptakan segala macam makhluk-Nya berpasang-pasangan, baik berupa tumbuh-tumbuhan, hewan, manusia, dan makhluk hidup lainnya yang tak kasat mata dan belum diketahui manusia, selain itu Al-Qur’an menggunakan kata “berpasangan” dalam pengertian umum bukan hanya makhluk hidup sehingga dapat juga berupa kesamaan dan bisa juga karena bertolak belakang. Allah berfirman dalam surat Adz-Dzariyat ayat 49:

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُوْنَ

Artinya: “Dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat akan kebesaran Allah.”

Shihab (2002), menjelaskan bahwa kata “berpasangan” tersebut dapat berupa siang dan malam; senang dan susah; atas dan bawah; penyakit dan obat; dan seterusnya. Semua yang merupakan makhluk pasti mempunyai pasangan, hanya Allah sang Khalik yang tidak ada pasangan dan kesamaan-Nya. Pembuatan sensor kimia adalah salah satu bentuk rahmat Tuhan yang selalu menitipkan pengetahuan dari ayat-ayat kauniyahnya dalam setiap denyut nadi kehidupan. Pembuatan sensor kimia yang dapat menginterpretasikan kadar boraks dalam makanan harusnya menambah rasa syukur kita pada Tuhan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2022-Januari 2023 di Laboratorium Kimia Analitik Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Jalan Gajayana No. 50 Malang.

#### **3.2 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah *experimental laboratory* pembuatan sensor kimia sederhana dengan ekstrak kunyit dan larutan standar kurkumin pada media kertas whatman dengan metode adsorpsi sebagai sensor dalam analisa boraks pada makanan (bakso).

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, mortar, alu, alat ekstraksi, *rotary evaporator* IKA RV 8, termometer, sentrifugasi *Thermo Heraeus Labofuge* 200, spektrofotometer *visible Thermo Scientific Genesys* 30, pH meter Hanna Instrument HI9807, dan peralatan gelas (Iwaki) yang biasa digunakan di laboratorium kimia.

### 3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel bakso, serbuk kunyit,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  Merck, standar kurkumin Merck 99%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Merck 0,01 M, NaOH Merck 0,1 M, etanol Merck p.a, kertas whatman no. 42, dan aquades.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah :

- a. Preparasi sampel dan reagen
- b. Penentuan panjang gelombang reagen
- c. Optimasi hasil reaksi boraks dengan spektrofotometer *visible*
- d. Analisis boraks dalam sampel dengan spektrofotometer *visible*
- e. Analisis pH reagen
- f. Optimasi sensor kimia sederhana
- g. Pembuatan sensor kimia sederhana
- h. Uji performansi sensor kimia
- i. Analisis boraks dalam sampel dengan sensor kimia sederhana

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Preparasi Sampel dan Reagen

##### 3.5.1.1 Preparasi Sampel Simulasi

Sampel bakso komersil merk A (BPOM) direndam dalam larutan boraks 6000, 7000, dan 8000 ppm selama satu jam. Kemudian ditiriskan, ditimbang sebanyak 5 gr, dan dihaluskan.

### **3.5.1.2 Ekstraksi Kunyit dengan Etanol**

Serbuk kunyit ditimbang sebanyak 75 gram dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan ditambahkan pelarut etanol 150 mL. Dipasang labu yang berisi sampel dan dipastikan labu terendam dalam *waterbath* di atas *hot plate*, ekstraksi dilakukan selama 2 jam dengan waktu nol dari ekstraksi ditentukan saat titik didih dari etanol (78°C) menggunakan termometer dan akhiri pada waktu yang telah ditentukan. Hasil ekstraksi didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang didapat selanjutnya didestilasi sampai pelarut menguap sepenuhnya sehingga didapat ekstrak kunyit pekat. Kemudian ekstrak pekat yang didapat ditimbang untuk mengetahui rendemennya (Gartini, 2015).

### **3.5.1.3 Pembuatan Larutan Standar Kunyit 0,5%**

Ditimbang ekstrak kunyit pekat 9,56 gr, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan etanol sampai larut sehingga didapatkan larutan ekstrak kunyit 0,5%.

### **3.5.1.4 Pembuatan Larutan Standar Kurkumin 0,125%**

Ditimbang kurkumin sebanyak 12,5 mg, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan etanol sampai larut sehingga didapatkan larutan standar kurkumin 0,125%.

### **3.5.1.5 Pembuatan Larutan Boraks 8000 ppm**

Serbuk boraks ditimbang 0,8 gr pada gelas arloji. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas.

### **3.5.1.6 Pembuatan Larutan Boraks 1000 ppm**

Serbuk boraks ditimbang 0,1 gr pada gelas arloji. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas.

### **3.5.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Reagen**

#### **3.5.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Kurkumin**

Larutan standar kurkumin 0,125% yang telah dibuat, dipipet sejumlah volume tertentu pada kuvet. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-600 nm dengan spektrofotometer *visible*. Larutan blanko yang digunakan untuk seluruh penentuan panjang gelombang reagen adalah etanol.

#### **3.5.2.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Ekstrak Kunyit**

Penentuan panjang gelombang reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.2.1 dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.3 Optimasi Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer *Visible***

#### **3.5.3.1 Optimasi Panjang Gelombang Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer *Visible***

- a. Penentuan panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva standar reagen kurkumin

Larutan induk boraks 1000 ppm diambil 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml kemudian ditandabatkan dengan aquades. Dihomogenkan sehingga didapat larutan boraks 100 ppm. Larutan boraks 100 ppm ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125%. Lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan

ditambahkan etanol sampai tanda batas. Larutan ini diamati serapannya pada panjang gelombang antara 400-600 nm dengan spektrofotometer *visible*.

Penentuan kurva standar boraks dilakukan dengan mengukur nilai serapannya pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh. Konsentrasi boraks yang digunakan yaitu 5, 10, 30, 50, dan 100 ppm. Larutan blanko yang digunakan adalah kurkumin dan etanol.

b. Penentuan panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva standar reagen ekstrak kunyit

Penentuan panjang gelombang dan pembuatan kurva standar reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.3.1 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.3.2 Optimasi pH Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit Bereaksi dengan Boraks Menggunakan Spektrofotometer *Visible***

a. Optimasi pH menggunakan reagen kurkumin

Larutan boraks 100 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. lalu ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125% yang pHnya telah dikondisikan pada rentang 7; 7,5; 8; 8,5; 9 dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 M untuk suasana asam dan NaOH 0,1 M untuk suasana basa. Kemudian ditambahkan etanol sampai tanda batas. Selanjutnya larutan ini diamati serapannya pada panjang gelombang optimum yang didapat pada percobaan sebelumnya dengan spektrofotometer *visible*. Larutan yang memiliki absorbansi tertinggi merupakan pH optimum. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Optimasi pH menggunakan ekstrak kunyit

Optimasi pH menggunakan reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.3.2 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.4 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Spektrofotometer Visible**

#### **3.5.4.1 Penentuan Kadar Boraks pada Sampel Simulasi Menggunakan Reagen Kurkumin**

Sampel simulasi yang telah halus, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL lalu ditandabatkan dengan aquades. Setelah itu, dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi, disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit. Bagian supernatannya diambil dengan pipet sebanyak 2 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL. Kemudian ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125%. Lalu ditambahkan etanol sampai tanda batas. Dikondisikan pH larutan sesuai dengan pH optimum yang didapat pada percobaan sebelumnya. Larutan ini diamati serapannya pada panjang gelombang optimum yang didapat pada percobaan sebelumnya dengan spektrofotometer *visible*. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

#### **3.5.4.2 Penentuan Kadar Boraks pada Sampel Simulasi Menggunakan Reagen Ekstrak Kunyit**

Penentuan kadar boraks pada bakso menggunakan ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.4.1 dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.5 Analisis pH Reagen**

#### **3.5.5.1 Analisis pH Reagen Standar Kurkumin**

Kondisi pH yang akan dibentuk adalah rentang 7; 7,5; 8; 8,5; 9 dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,01 M untuk suasana asam dan NaOH untuk suasana basa.

Larutan standar kurkumin sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam beaker glass. Setelah itu asam sulfat atau NaOH ditambah tetes per tetes dengan dicek kondisi pH-nya dengan pH meter sampai konstan sesuai dengan kondisi pH yang diinginkan. Dilihat apakah ada perubahan warna yang terjadi.

### **3.5.5.2 Analisis pH Reagen Ekstrak Kunyit**

Analisis pH reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.5.1 dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

## **3.5.6 Optimasi Sensor Kimia Sederhana**

### **3.5.6.1 Optimasi pH Reagen Sensor Kimia Sederhana**

#### a. Optimasi pH reagen standar kurkumin

Kondisi pH yang akan dibentuk adalah rentang 7; 7,5; 8; 8,5; 9 dengan menambahkan asam sulfat untuk suasana asam dan NaOH untuk suasana basa. Larutan standar kurkumin sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam beaker glass. Setelah itu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 M atau NaOH ditambah tetes per tetes dengan dicek kondisi pH-nya dengan pH meter sampai konstan sesuai dengan kondisi pH yang diinginkan. Disiapkan kertas whatman berukuran 0,5×0,5 cm. Dipipet reagen kurkumin dengan berbagai rentang pH. Kemudian diteteskan pada kertas whatman sampai reagen terserap seluruhnya dan dikeringkan. Kertas whatman yang telah terimobilisasi reagen (sensor kimia) dicelupkan ke dalam larutan boraks 1000 ppm dan dikeringkan. Kemudian sensor difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Optimasi pH reagen ekstrak kunyit

Optimasi pH reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.6.1 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.6.2 Optimasi Volume Reagen Sensor Kimia Sederhana**

a. Optimasi volume reagen standar kurkumin

Disiapkan kertas whatman berukuran  $0,5 \times 0,5$  cm. Dipipet reagen kurkumin dengan pH optimum yang telah didapat dengan variasi volume 1, 2, 3, 4  $\mu\text{L}$ . Kemudian diteteskan pada kertas whatman sampai reagen terserap seluruhnya dan dikeringkan. Kertas whatman yang telah terimobilisasi reagen (sensor kimia) dicelupkan ke dalam larutan boraks 1000 ppm dan dikeringkan. Kemudian sensor difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta\text{mean RGB}$  terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Optimasi volume reagen ekstrak kunyit

Optimasi volume reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.6.2 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.6.3 Optimasi Konsentrasi Reagen Sensor Kimia Sederhana**

a. Optimasi konsentrasi reagen standar kurkumin

Disiapkan kertas whatman berukuran  $0,5 \times 0,5$  cm. Konsentrasi reagen kurkumin dibuat variasi 0,1%; 0,125%; dan 0,15%. Dipipet reagen kurkumin dengan pH dan volume optimum yang telah didapat. Kemudian diteteskan pada

kertas whatman sampai reagen terserap seluruhnya dan dikeringkan. Kertas whatman yang telah terimobilisasi reagen (sensor kimia) dicelupkan ke dalam larutan boraks 1000 ppm dan dikeringkan. Kemudian sensor difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Optimasi konsentrasi reagen ekstrak kunyit

Optimasi konsentrasi reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.6.3 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

### **3.5.7 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana**

#### **3.5.7.1 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana Reagen Standar Kurkumin dengan Kondisi Optimum**

Disiapkan kertas whatman berukuran 0,5×0,5 cm. Dipipet reagen kurkumin dengan pH, konsentrasi, dan volume optimum yang didapat. Kemudian diteteskan pada kertas whatman sampai reagen terserap seluruhnya. Dikeringkan, lalu direkatkan pada pegangan mika plastik berukuran 0,5×5 cm dengan *double tape*.

#### **3.5.7.2 Pembuatan Sensor Kimia Sederhana Reagen Ekstrak Kunyit dengan Kondisi Optimum**

Disiapkan kertas whatman berukuran 0,5×0,5 cm. Dipipet reagen ekstrak kunyit dengan pH, konsentrasi, dan volume optimum yang didapat. Kemudian diteteskan pada kertas whatman sampai reagen terserap seluruhnya. Dikeringkan, lalu direkatkan pada pegangan mika plastik berukuran 0,5×5 cm dengan *double tape*.

### **3.5.8 Uji Performansi Sensor Kimia**

#### **3.5.8.1 Uji Waktu Respon Sensor Kimia**

a. Uji waktu respon sensor kimia reagen standar kurkumin

Sensor kimia sederhana reagen standar kurkumin dicelupkan ke dalam larutan boraks 1000 ppm. Diukur waktu responnya dengan menggunakan stopwatch setiap menit dari menit ke-1 sampai menit ke-7. Kemudian difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Uji waktu respon sensor kimia reagen ekstrak kunyit

Uji waktu respon sensor kimia reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.8.1 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

#### **3.5.8.2 Uji Linearitas Sensor Kimia**

a. Uji linieritas sensor kimia reagen standar kurkumin

Larutan boraks diencerkan menjadi konsentrasi 200, 400, 600, dan 800 ppm. Sensor kimia sederhana reagen kurkumin dicelupkan ke dalam larutan boraks selama waktu respon terbaik yang didapat pada percobaan sebelumnya. Kemudian difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

b. Uji linieritas sensor kimia reagen ekstrak kunyit

Uji linieritas sensor kimia reagen ekstrak kunyit sesuai dengan Percobaan 3.5.8.2 bagian a dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

**3.5.9 Analisis Boraks dalam Sampel dengan Sensor Kimia Sederhana**

**3.5.9.1 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Sensor Kimia Reagen Standar Kurkumin**

Sensor kimia sederhana reagen kurkumin yang telah dibuat ditempelkan ke sampel simulasi yang telah halus selama waktu respon terbaik yang didapat pada percobaan sebelumnya. Kemudian difoto dengan kamera *handphone* Honor 7A, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner, dan dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector. Perlakuan ini diulangi sebanyak tiga kali.

**3.5.9.2 Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Sensor Kimia Reagen Ekstrak Kunyit**

Analisis boraks dalam bakso sesuai dengan Percobaan 3.5.9.1 dengan mengganti reagen menggunakan ekstrak kunyit.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian tentang perbandingan sensor kimia sederhana menggunakan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica Val*) dan larutan standar kurkumin untuk identifikasi natrium tetraborat pada bakso dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi optimum reagen kurkumin dan ekstrak kunyit pada sensor kimia adalah pH reagen kurkumin optimum 8; ekstrak kunyit 7,5. Volume reagen kurkumin dan ekstrak kunyit optimum 2 $\mu$ L. Sedangkan konsentrasi reagen kurkumin optimum 0,125%; ekstrak kunyit 0,5%.
2. Persamaan regresi linier sensor kimia reagen kurkumin adalah  $y = 0,050x + 68,011$  dengan nilai linearitas  $R^2 = 0,995$ . Sedangkan persamaan regresi linier sensor kimia reagen ekstrak kunyit adalah  $y = 0,054x + 60,011$  dengan nilai linearitas  $R^2 = 0,996$ . Waktu respon terbaik sensor kimia reagen kurkumin 4 menit dan sensor kimia reagen ekstrak kunyit 5 menit.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu memperbaiki proses ekstraksi kunyit agar hasil yang didapat lebih murni dan perlu menambah variasi performansi analitik seperti, selektivitas, akurasi, dan presisi agar diketahui kemampuan terbaik sensor dalam mendeteksi analit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth Edition. New York: John Wiley and Sons.
- Adisaputra, Hardiono., Ika Andhyka, Nur A. Ikhtiarini. 2014. Penggunaan Sodium Tripoliphosphat Sebagai Alternatif Pengganti Bleng (Boraks) dalam Pembuatan Kerupuk. *JIKF*, Vol. 2, No. 1.
- Aggarwal, B. B., Kumar, A., Bharti, A. C., & Anderson, T. M. D. 2003. Anticancer Potential of Curcumin Preclinical and Clinical Studies. *Anticancer Res*, 398, 363–398.
- Alberty, A. R. 1983. *Physical Chemistry*. Sixth edition, John Wiley & Sons Inc., New York. Indonesia Ministry of Health, 2007, Indonesia Health Profile 2005, Jakarta.
- Alsuheindra & Ridawati. 2013. *Bahan Toksik dalam Makanan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Araujo, C. A. C and Leon, L. L. 2001. Biological activities of curcuma longa L. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 96(5), pp.723-8.
- Arifin, Z. 2006. Validasi Metode Analisis Logam Copper (Cu) dan Plumbum (Pb) dalam Jagung dengan Cara Spektrofotometer Serapan Atom. *Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Jakarta: Universitas Pancasila.
- Ayun, Qurrata., Siti Khomsiyah., Reni Evi E. S. 2017. Pengembangan Metode Spektrofotometer UV-Vis Untuk Menentukan Kadar Boraks Dengan memanfaatkan Senyawa antosianin dari Ekstrak Buah Naga Sebagai Indikator. *ISSN 2685-7065. Vol.1 No.2*.
- Bansal, S. S., Goel, M., Aqil, F., Vadhanam, M. V., Gupta, R.C. 2011. Advanced Drug Delivery Systems of Curcumin for Cancer Chemoprevention. *Cancer Prevention Research (Phila)* 4, 1158-1171.
- Bernasconi, G. 1995. *Teknologi Kimia Bagian 2. (Lienda Handojo, Terjemahan)*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Budianto, H. 2002. *Pengembangan Sensor Optik Praktis Untuk Pengukuran Ion Hg (II) Dalam Air Berbasis Pipa Kapiler*. (Skripsi, Universitas Negeri Jember).
- Cahyadi, W. 2006. *Analisa dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Castellan, G. W. 1983. *Physical Chemistry*. Third Edition. Addison Wesley.

- Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U. and Banerjee, R.K. 2004. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Current Science*, 87, pp.44-53.
- Delta. 2020. Pemanfaatan Ekstrak Bunga Kembang Sepatu (*Hibiricus rosa sinensis* L) Sebagai Pendeteksi Boraks pada Tahu. *Jurnal Kesehatan Luwu Raya Vol.7 No.1*, 44-49.
- Disnakeswan. 2006. *Bahaya Formalin dan Boraks*. Retrieved from <https://disnakeswan.lampungprov.go.id>
- Emeleus, H.J. & Sharpe, A.G. 1982. *Advance in Inorganic Chemistry and Radiochemistry*. Inggris: Academic Press Inc.
- Ermer, J., J. H. McB. Miller. 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis : A Guide to Best Practice* (Eds). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- Fatkhiyah, Nurul. 2013. *Analisa Pewarna Pada Minuman Dengan Menggunakan Kamera Digital*. (Skripsi, Universitas Jember).
- Fauziyah, B. 2012. Optimasi Parameter Analitik Biosensor Urea Berbasis Immobilisasi Urease dalam Membran Polianilin. *Saintis Volume 1. Nomor 1*, 65-76.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Garrett, D.E. 1998. *Handbook of Deposits, Processing, Properties, and Use Borates*. California: Academic Press.
- Gartini, F. T. 2015. *Pengaruh Proses Pengeringan Terhadap Rendemen Senyawa Kurkumin pada Rimpang Temu Mangga (Curcuma Mangga Val.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. (Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Harapan Bersama Tegal).
- Ginting, J. P. 2016. *Strip Test Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan*. (Skripsi, Universitas Jember).
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. Di dalam : *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Desember., Vol. 1, No.3, pp.117 – 135. Departemen Farmasi FMIPA-UI.
- Hidayati, E.N. 2013. Perbandingan Metode Destruksi pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Hulanicki, A., Stanislaw, G., dan Folke, I. 1991. Chemical Sensor Definition And Classification. *Pure and Appl Cham. Vol. 63. No. 9*. Hal: 1247-1250

- Joe, B., M. Vijaykumar and B.R. Lokesh. 2004. Biological Properties of Curcumin-Cellular and Molecular Mechanisms of Action. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 44 (2) : 97-112.
- John. J, S.D. Rugmini, B. Nair. 2017. Kinetic Analysis of Thermal and Hydrolytic Decomposition of Spiroborate Ester of Curcumin with Salicylic Acid. *Orient J Chem* 33 (2), 849-858.
- K. R. Siti Rahmah, et. al. 2019. Determination of Borax in Meatballs by UV-Vis Spectrophotometry. *Ijppr.Human ; Vol. 16 (4)*, 337-342.
- Kallithraka, S. A. 2009. Anthocyanin Profiles of Major Red Grape (*Vitis vinifera* L.) Varieties Cultivated in Greece and Their Relationship with in vitro Antioxidant Characteristics. *International Journal Food Science and Technology*, 44. 2385-2393.
- Kementrian Kesehatan. 1999. Retrieved from Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1168/Menkes/Per/X/1999 tentang Bahan Tambah Makanan.
- Khoiriyah, M. 2015. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Reagen Diaksetil Monoksim dan Tiosemikarbazida dalam Pembuatan Sensor Urea Secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel*. (Skripsi, Universitas Islam Negeri Malang).
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor*. Jember: Universitas Jember Press.
- Lapworth, A., & Hann, A. 1902. The Mutarotation of Camphorquinonehydrazone and Mechanism of Simple Desmotropic Change. *J. Chem. Soc.*, 1508–1519.
- Larry, D. B., Junkins, J. F., dan Weand, B. L. 1982. *Process For Water and Wastewater Treatment*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Lawrence. K, S.E. Flower, G. Kociok-Kohn, C.G. Frost and T.D. James. 2012. A simple and effective colorimetric technique for the detection of boronic acids and their derivatives. *Anal. Methods*, 4, 2215- 2217.
- Leung, Mandy H.M., Hannah, C., & Tak, W. Kee. 2008. Encapsulation of Curcumin in Cationic Micelles Suppresses Alkaline Hydrolysis. *Langmuir*, 24. 5672-5675.
- Marczenko, Z., & Balcerzak, M. 2000. Separation, Preconcentration and Spectrophotometry in Organic Analysis. *Elsevier Science B.V.*
- Mitra, Somenath dan Roman Brukh. 2003. Sample Preparation An Analytical Perspective. *Journal Departement of Chemistry and Environmental Science*. New Jersey Intitute of Technology.
- Mohammad, R., Musa, A., & Jamaluddin, M. D. 2007. The Potential of Curcumin Reagent as Natural pH Indicator for the Development of an Optical pH Sensor. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 11(2). 351-360.

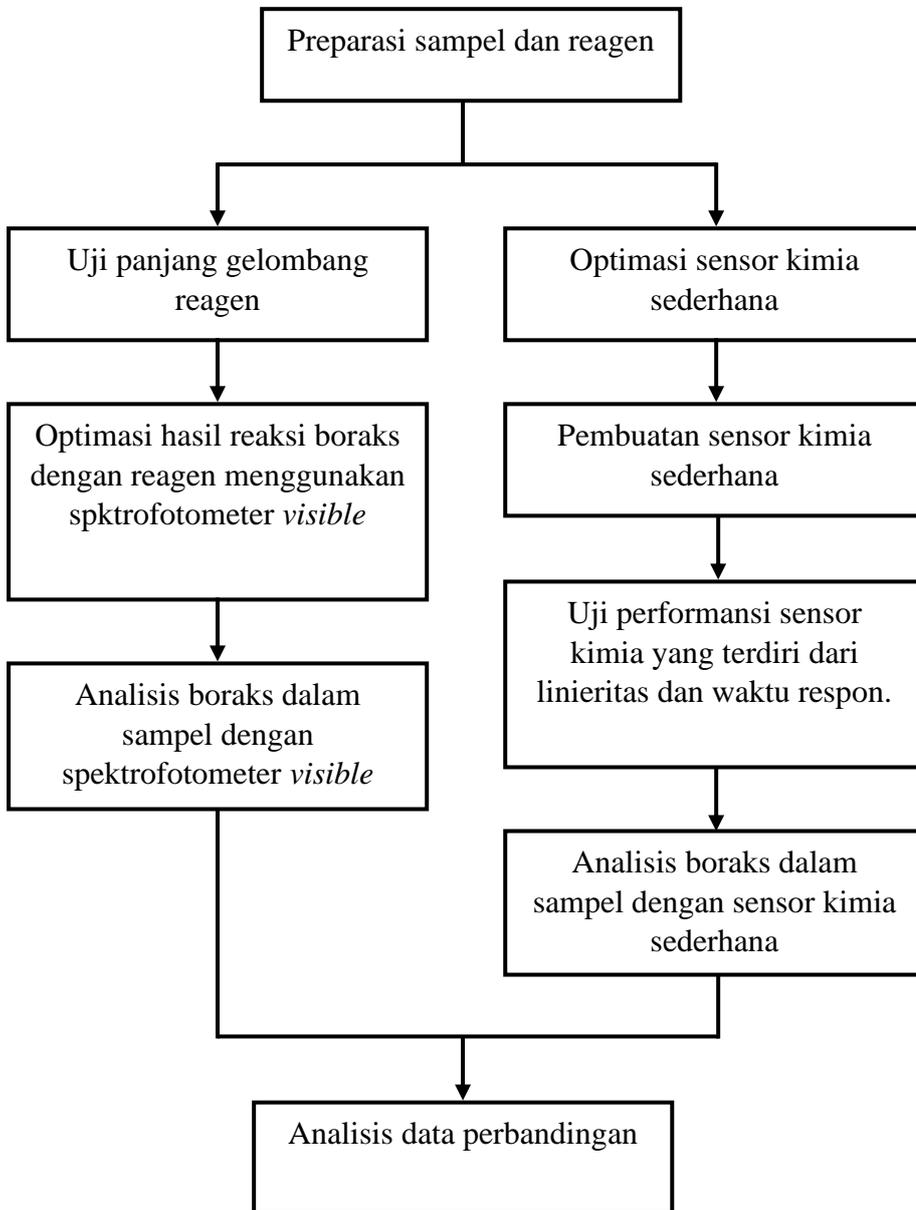
- Novianta, M. A. 2009. Alat Pendeteksi Warna Berdasarkan Warna Dasar Penyusun RGB Dengan Sensor TCS230 Colour Detector Device Based of Basic Composer RGB by TCS230 Censor. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2009 Bidang Teknik Elektro*.
- Nugroho, N. A. 1998. *Manfaat dan Prospek Pengembangan Kunyit*. Ungaran: PT. Agrubus Agriwidya.
- Oscik. 1982. *Adsorption*. England: Ellis Horwood Ltd.
- Panjaitan, L. 2010. *Pemeriksaan dan Penetapan Kadar Boraks dalam Bakso di Kota Madya Medan*. (Skripsi, Universitas Sumatera Utara).
- Paulucci, V. P., Couto R. O., Teixeira C. C. C., and Freitas L. A. P. 2012. Optimization of the extraction of curcumin from *Curcuma longa* rhizomes. Faculdade de Ciencias Farmaceuticas de Ribeirao Preto. Universidade de Sao Paulo. Brazil.
- Pourreza, N., & Golmohammadi, H. 2015. Application of curcumin nanoparticles in a lab-on-paper device as a simple and green pH probe. *Talanta* 135, 136-141.
- Prabowo, I.E., Ganden, S., dan Yanuarti, R. 2011. *Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Zn(CNS)<sub>2</sub> Untuk Mendeteksi Rhodamin B dalam Sampel Makanan*. (Skripsi, Universtas Airlangga Surabaya).
- Prahasto, W.S.T. 2009. *Sensor Kimia Bentuk Stik Menggunakan Reagen Bifenil dengan Penambahan Surfaktan Kationik Untuk Deteksi Merkuri dalam Air*. (Skripsi, Universitas Airlangga Surabaya).
- Pribadi, E.R. 2009. Pasokan dan Permintaan Tanaman Obat Indonesia Serta Arah Penelitian dan Pengembangannya. *Perspektif*. 8(1): 52-64.
- Priyadarsini, K. I. 2014. The Chemistry of Curcumin : From Extraction to Therapeutic Agent. *Molecules*, 20091-20112.
- Rahardjo M, Rostiana O. 2005. *Budidaya Tanaman Kunyit*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balitro. Sirkuler No. 11
- Rao, M. N. A. & Sreejayan. 1997. Nitric Oxide Scavenging by Curcuminoids. *J. Pharm. Pharmacol.* 49: 105-107.
- Rezki, R. S., Anggoro, D., & Siswarni, M. 2015. Ekstraksi Multi Tahap Kurkumin dari Kunyit (*Curcuma domestica* Valet) Menggunakan Pelarut Etanol. *Jurnal Teknik Kimia USU*.
- Roth, H. J. 1978. *Pharmaeutische Analytic*. Stuttgart: George thime Verlag.

- Saragih, S. A. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben*. (Tesis, Universitas Indonesia).
- Salehi, Bahare, dkk., 2020. Curcumin's Nanomedicine Formulations for Therapeutic Application in Neurological Diseases. *J. Clin. Med*, 9(2), 430.
- Shalabi, S. M., & Amin, H. H. 2016. Red Cabage and Turmeric Extracts as Potential Natural Colors and Antioxidant Actives in Stirred Yogurt. *Journal of Probiotics & Health*. 6(2), 1-9.
- Sharma, P., Gupta, R., Roshan, S., Sahu, S., Tantuway, S., Sukla, A., & Garg, A. 2013. Plant Extracts as Acid Base Indicator: an Overview. *Inventi Impact:Planta Activa*, 2013(3).
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Solihat, U. 2004. *Analisis Kromatografi Tipis dan Kromatografi Kertas*. Bandung: Dinas Pendidikan Program Analisis Kimia.
- Stahl, E. 1985. *Analisa Obat Secara Kromatografi dan Mikroskopi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Stancovie, I. 2004. Curcumin Chemical and Technical Assessment. *JECFA*, 2004(61), 1-8.
- Sugiarti, A. Z. 2008. *Pengaruh Jenis Aktivasi terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit pada Ion Kromium (IV)*. Makasar: Kimia FMIPA UNM.
- Sudjarwo, S, P., & N, A. 2021. Validasi Metode Spektrofotometri-Visibel Pada Penetapan Kadar Boraks Di Dalam Bakso. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 41-47.
- Supharoek, S., Ponghong, K., Siringhawut, W., & Grudpan, K. 2017. Employing Natural Reagent from Turmeric and Lime for Acetic Acid Determination in Vinegar Sample. *Journal of Food and Drug Analysis*, XXX(2017), 1-8.
- Suseno, D. 2018. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Boraks Pada Bakso Menggunakan Kertas Turmeric, FT – IR Spektrometer dan Spektrofotometer Uv -Vis. *Indonesian Journal of Halal*.
- Thohir, M. B. 2019. Sintesis Film SiO<sub>2</sub>/α-Furil Dioksim dengan Metode Sol-Gel Untuk Sensor Kolorimetri Ion Nikel(II). *Tesis*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Tonnesen, H.H. and Karlsen, J., 1985, Studies on Curcumin and Curcumin oids: V. Alkaline Degradation of Curcumin. *Lebenum Uniers Forch.*, 180, hal. 132-134.

- Van der Goot, H., A.N. Nurfina, M.S. Reksohadiprodjo, H Timmerman, U.A. Jenie, D Sugiyanto. 1997. Synthesis of Some Symmetrical Curcumin Derivatives and Their Antiinflammatory Activity. *European Journal of Medicinal Chemistry*. Volume 32, Issue 4: 321-328.
- Wahyudi, A. 2016. *Sistem Pendeteksi Boraks ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ ) pada Bakso Daging Sapi Berdasarkan Image dengan Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan LVQ (Learning Vector Quantization)*. (Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang).
- Wang, Y. 1996. Stability of Curcumin in Buffer Solutions and Characterization of Its Degradation Products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 15 (12), 1867 – 1876.
- Yunus, M. 2011. Teknologi Pembuatan Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Sebagai Pengawet Makanan. *Jurnal Sains dan Inovasi*. Vol. 7. No. 1, 53-61.

## LAMPIRAN

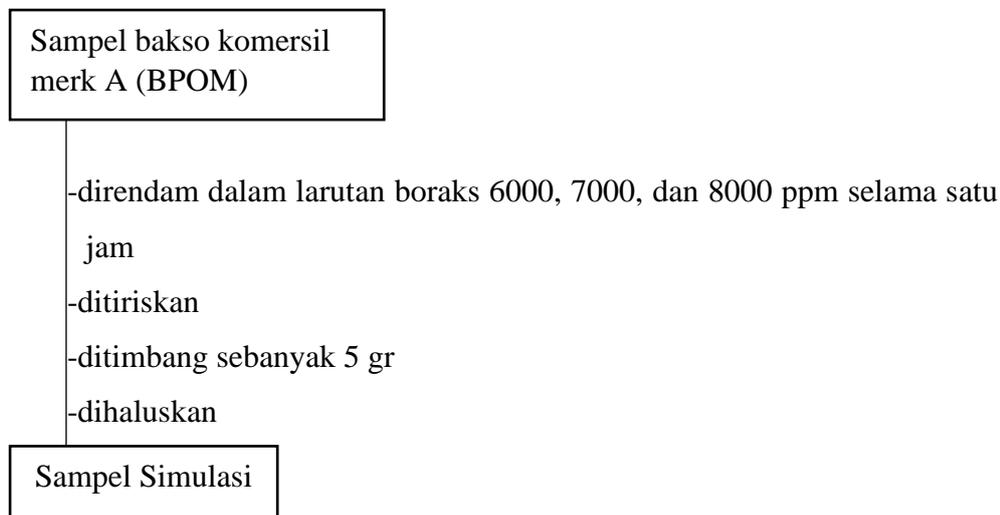
### Lampiran 1. Rancangan Penelitian



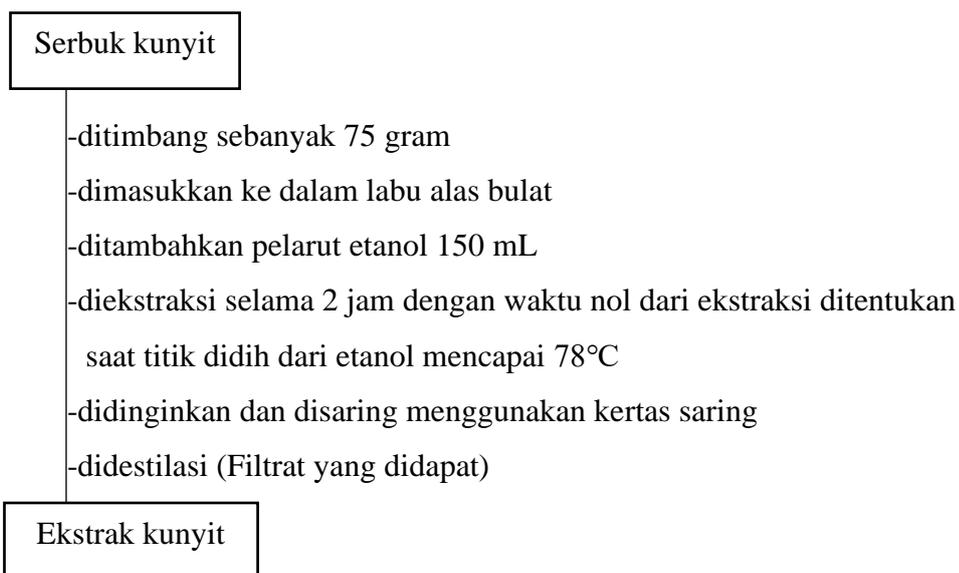
## Lampiran 2. Diagram Alir

## 1. Preparasi Sampel dan Reagen

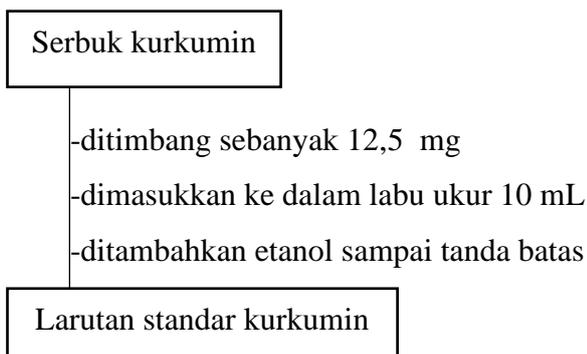
## a. Preparasi sampel simulasi



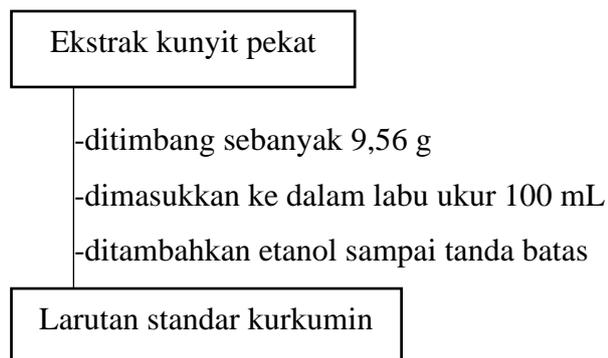
## b. Ekstraksi kunyit dengan etanol



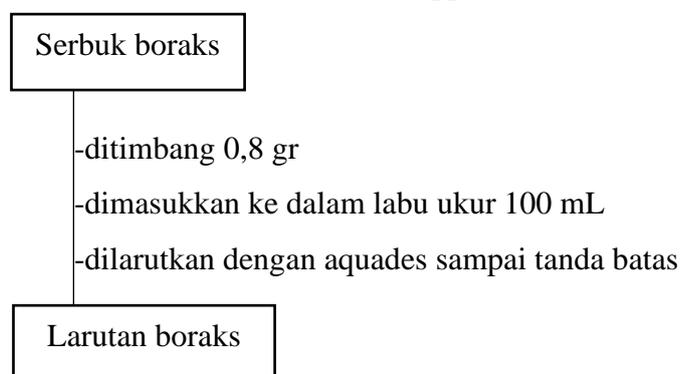
## c. Pembuatan larutan standar kurkumin 0,125%



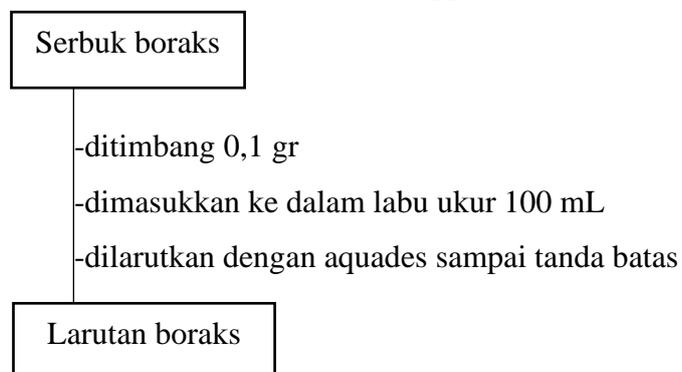
## d. Pembuatan larutan ekstrak kunyit 0,5%



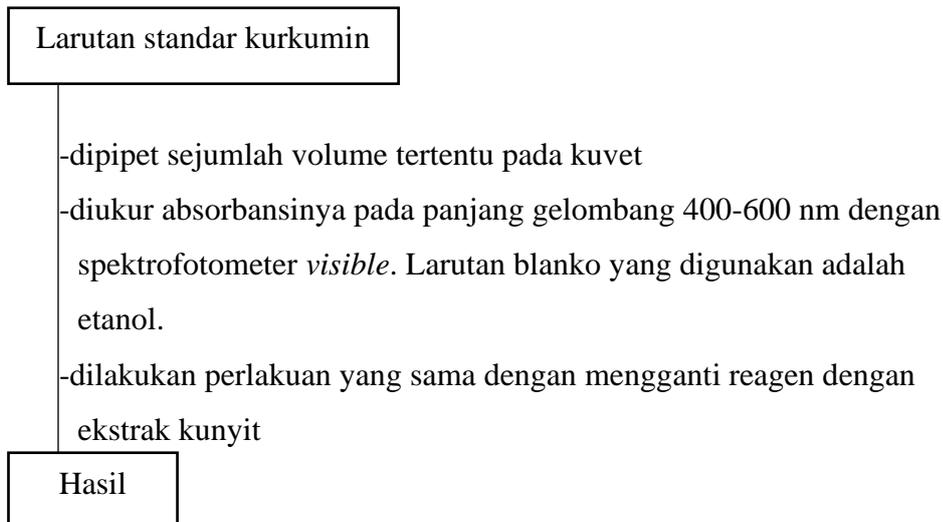
## e. Pembuatan larutan boraks 8000 ppm



## f. Pembuatan larutan boraks 1000 ppm

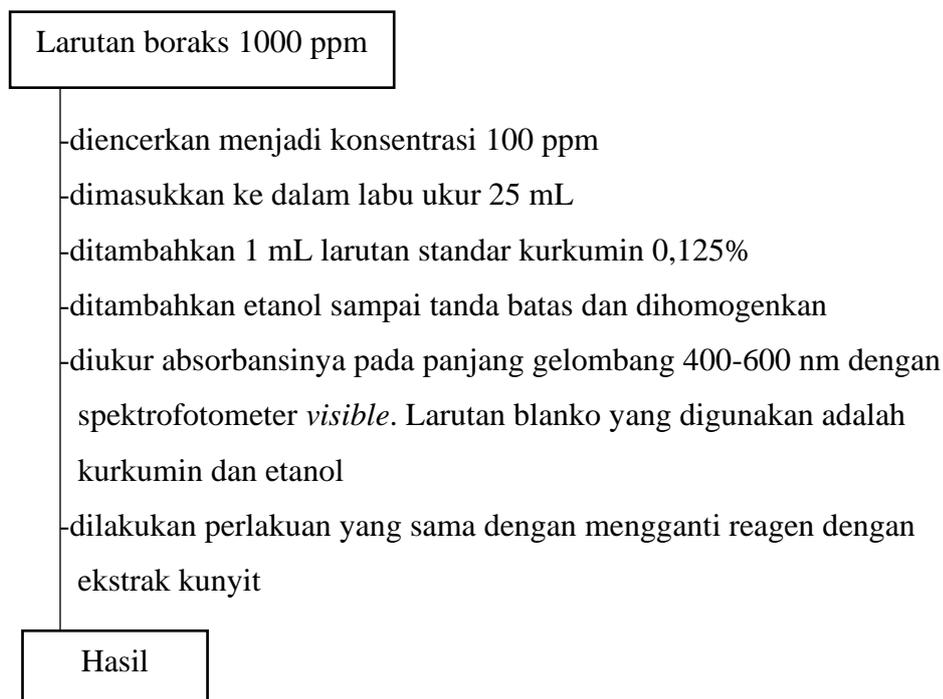


## 2. Uji Panjang Gelombang Reagen



## 3. Optimasi Hasil Reaksi Boraks dengan Reagen Kurkumin dan Ekstrak Kunyit dengan Spektrofotometer *Visible*

### 3.1 Optimasi Panjang Gelombang



Larutan boraks

- diencerkan menjadi konsentrasi 5, 10, 30, 50, dan 100 ppm dengan aquades dalam labu ukur 10 mL
- dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL
- ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125%
- ditambahkan etanol sampai tanda batas dan dihomogenkan
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang yang didapat pada Percobaan 3.5.3.1 bagian a. dengan spektrofotometer *visible*. Larutan blanko yang digunakan adalah kurkumin dan etanol
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

Hasil

### 3.2 Optimasi pH

Larutan boraks 100 ppm

- ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125%
- dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL
- ditambahkan etanol sampai tanda batas dan dihomogenkan
- dikondisikan pH pada rentang 7-9 dengan menambahkan asam sulfat untuk suasana asam dan NaOH untuk suasana basa
- diukur absorbansinya pada panjang gelombang yang didapat pada Percobaan 3.5.3.1 bagian a. dengan spektrofotometer *visible*. Larutan blanko yang digunakan adalah kurkumin dan etanol
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

Hasil

#### 4. Analisis Boraks dalam Sampel dengan Spektrofotometer *Visible*

##### 4.1 Analisis Boraks dalam Sampel Bakso

Sampel simulasi

- dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL
- ditandabatkan dengan aquades
- disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit
- diambil bagian supernatnya dengan pipet sebanyak 2 mL
- dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL
- ditambahkan 1 mL larutan standar kurkumin 0,125%
- ditambahkan etanol sampai tanda batas
- diamati serapannya pada panjang gelombang optimum yang didapat pada Percobaan 3.5.3.1 bagian a dengan spektrofotometer *visible*
- dilakukan triplo
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

Hasil

## 5. Optimasi Sensor Kimia Sederhana

### 5.1 Optimasi pH Reagen Sensor Kimia Sederhana

Larutan standar kurkumin

- dimasukkan ke dalam beaker glass sebanyak 2 mL
- ditambah asam sulfat/NaOH tetes per tetes dengan dicek kondisi pH-nya dengan pH meter sampai konstan sesuai dengan kondisi pH yang diinginkan (pH 7-9)
- dipipet masing-masing pH
- diteteskan pada kertas whatman berukuran 0,5×0,5 cm sampai reagen terserap seluruhnya, dikeringkan
- dicelupkan ke dalam larutan boraks, dikeringkan
- difoto, di-*scan* menggunakan aplikasi Cam Scanner
- dihitung nilai  $\Delta$ mean RGB terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector
- dilakukan triplo
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

Hasil

### 5.2 Optimasi Volume Reagen Sensor Kimia Sederhana

Larutan standar kurkumin

- dipipet dengan pH optimum yang telah didapat dengan variasi volume 1, 2, 3, 4  $\mu\text{L}$
- diteteskan masing-masing volume pada kertas whatman berukuran 0,5 $\times$ 0,5 cm sampai reagen terserap seluruhnya, dikeringkan
- dicelupkan ke dalam larutan boraks, dikeringkan
- difoto, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner
- dihitung nilai  $\Delta\text{mean RGB}$  terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector
- dilakukan triplo
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

Hasil

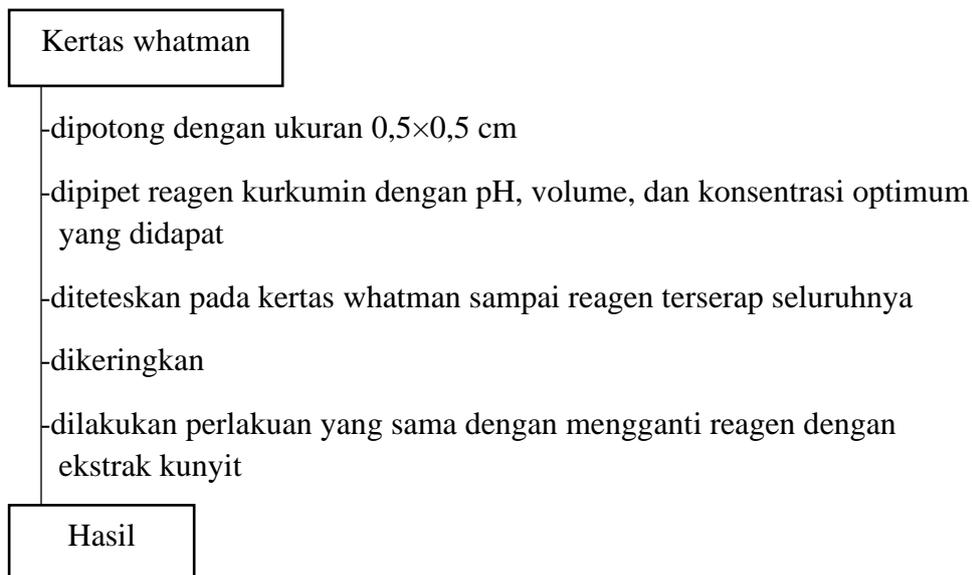
### 5.3 Optimasi Konsentrasi Reagen Sensor Kimia Sederhana

Larutan standar kurkumin

- dibuat variasi konsentrasi 0,1%; 0,125%; dan 0,15%
- dipipet dengan pH dan volume optimum yang telah didapat
- diteteskan pada kertas whatman berukuran 0,5 $\times$ 0,5 cm sampai reagen terserap seluruhnya, dikeringkan
- dicelupkan ke dalam larutan boraks, dikeringkan
- difoto, di-*scan* menggunakan aplikasi CamScanner
- dihitung nilai  $\Delta\text{mean RGB}$  terbesar dari perubahan warna yang terjadi menggunakan aplikasi RGB Color Detector
- dilakukan triplo
- dilakukan perlakuan yang sama dengan mengganti reagen dengan ekstrak kunyit

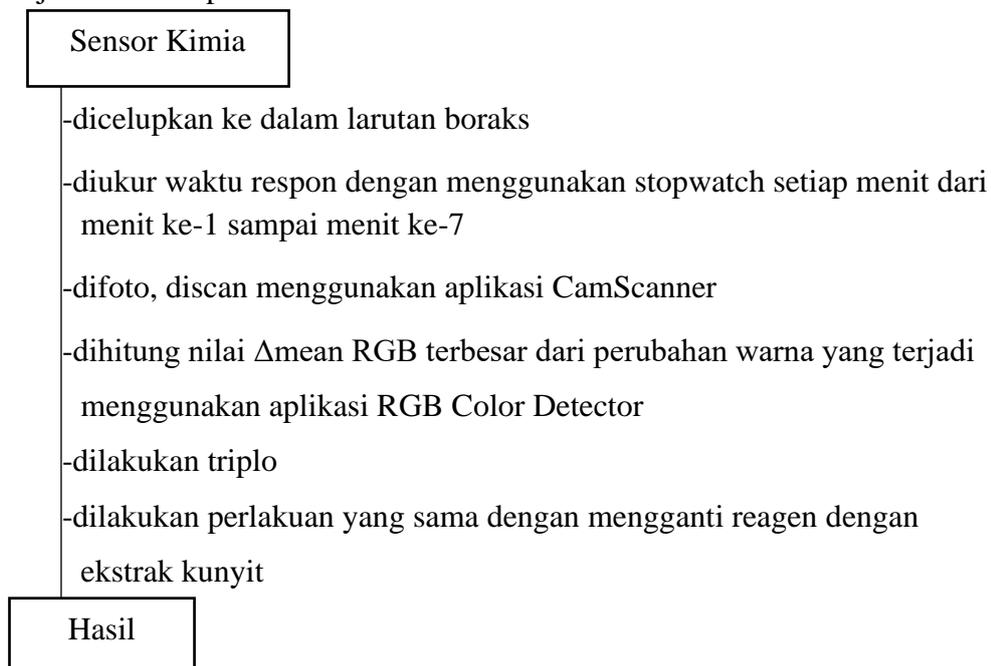
Hasil

## 6. Pembuatan Sensor Kimia Sederhana

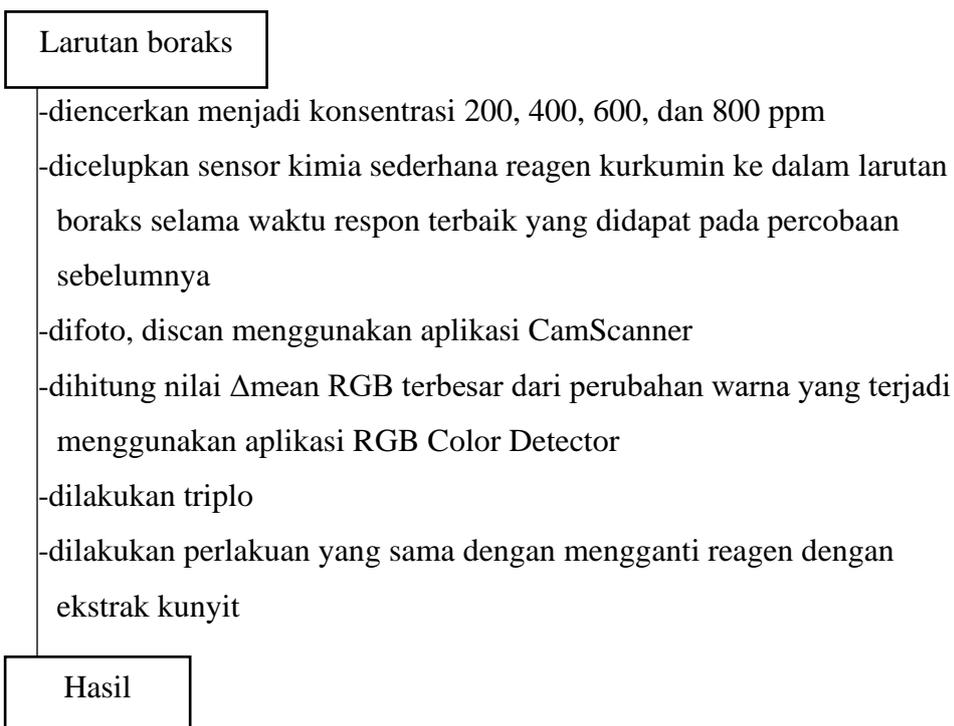


## 7. Uji performansi sensor kimia yang terdiri dari waktu respon, linieritas, dan presisi

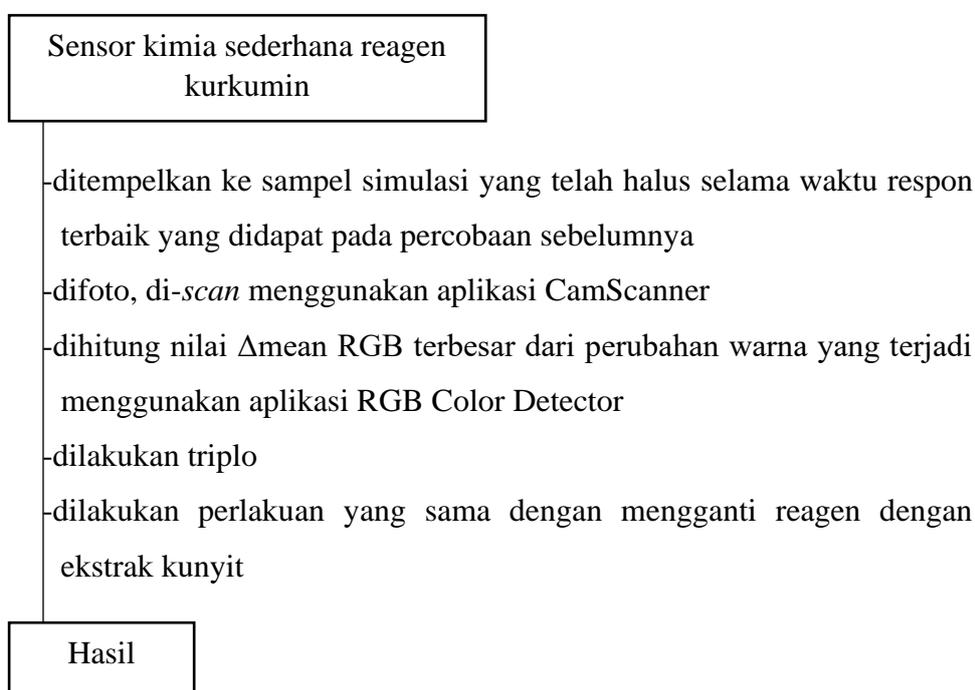
### 7.1 Uji Waktu Respon Sensor Kimia



## 7.2 Uji Linearitas Sensor Kimia



## 8. Analisis Boraks dalam Sampel Simulasi dengan Sensor Kimia Sederhana



## Lampiran 3. Perhitungan

## 1. Pembuatan larutan standar kurkumin 0,125%

Diketahui :

$$V : 10 \text{ mL}$$

Ditanya : massa standar kurkumin yang harus diambil?

Jawab :

$$\frac{x}{10 \text{ mL}} = \frac{0,125\%}{100\%}$$

$$\frac{x}{10 \text{ mL}} = 0,00125$$

$$x = 0,00125 \times 10$$

$$= 0,0125 \text{ gr}$$

$$= 12,5 \text{ mg}$$

## 2. Perhitungan rendemen ekstrak kunyit

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat kunyit serbuk}} \times 100\% \\ &= \frac{3,9283 \text{ gr}}{75 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 5,23 \% \end{aligned}$$

## 3. Pembuatan larutan standar kunyit 0,5%

Diketahui :

$$V : 100 \text{ mL}$$

Ditanya : massa (gr) ekstrak kunyit pekat yang harus diambil?

$$\text{Jawab : } \frac{x}{100 \text{ mL}} = \frac{0,5\%}{5,23\%}$$

$$\frac{x}{100 \text{ mL}} = 0,0956$$

$$x = 9,56 \times 100$$

$$= 9,56 \text{ gr}$$

## 4. Pembuatan larutan boraks 8000 ppm

Diketahui :

$$Mr : 381,73 \text{ gr/mol}$$

$$M : 8000 \text{ ppm}$$

$$V : 100 \text{ ml}$$

Ditanya : massa (gr) boraks yang harus diambil?

Jawab : ppm  $\rightarrow$  M

$$\frac{8000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1}{Mr} = \frac{8000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1}{381,73 \text{ mg/mmol}}$$

$$= \frac{8000 \text{ mg}}{381730 \text{ mL/mmol}}$$

$$= 2,095 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$2,095 \times 10^{-2} \text{ mol/L} = \frac{x}{381,73 \text{ gr/mol}} \times \frac{1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$= 0,79967 \text{ gr} \rightarrow 0,8 \text{ gr}$$

## 5. Pembuatan larutan boraks 1000 ppm

Diketahui :

$$Mr : 381,73 \text{ gr/mol}$$

$$M : 1000 \text{ ppm}$$

$$V : 100 \text{ ml}$$

Ditanya : massa (gr) boraks yang harus diambil?

Jawab : ppm  $\rightarrow$  M

$$\frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1}{Mr} = \frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1}{381,73 \text{ mg/mmol}}$$

$$= \frac{1000 \text{ mg}}{381730 \text{ mL/mmol}}$$

$$= 2,619 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$2,619 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = \frac{x}{381,73 \text{ gr/mol}} \times \frac{1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$= 0,99 \text{ gr} \rightarrow 0,1 \text{ gr}$$