

**STUDI ANALISIS BORAKS MENGGUNAKAN KURKUMIN HASIL  
EKSTRAK RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestica val.*) SECARA  
SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**NURMA**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## **ABSTRACT**

### **THE STUDY OF BORAX'S ANALYSIS USED CURCUMIN'S EXTRACTED RESULT FORM TURMERIC RHIZOME (*Curcuma domestica val.*) ON SPECHTROPHOTOMETRY ULTRAVIOLET-VISIBLE**

By

**Nurma**

The study of Borax's Analysis had been done by using Curcumin's Extracted Result Form Turmeric Rhizome. The study was done to determine optimum pH, optimum concentration, optimum volume and optimum time for Borax-curcumin compound. Borax is Food Additional Materials (FAM) which still used in many Traditional Food making process, so it was chosen as analysis indicator by using curcumin. The analysis of borax used curcumin characterized Spechtrofotometry Ultraviolet-Visible. The result of measurement Borax-Curcumin optimization were achieved optimum pH 9,5 with absorbance 0,612, Stoichiometry Ratio Concentration Variation 1:5 with absorbance 1,723, stoichiometry ratio volume variation 3:1 with absorbance 0,742, stability time 20 minutes with absorbance 0,852 which was measured in wavelenght 560 nm. After optimum variation achieved, then applied on Puli Crackers which is distributed on the market Untu result of measurement with absorbance 0,616, RB market with absorbance 0,912 and KG market with absorbance 1,115. So, applied on Puli Crackers which is distributed on the market positively contains borax.

Keyword: Curcumin, Borax, Spechtrophotometry Ultaviolet-Visible.

## **ABSTRAK**

### **STUDI ANALISIS BORAKS MENGGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestica val.*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

Oleh

**Nurma**

Telah dilakukan studi analisis boraks menggunakan kurkumin hasil ekstrak rimpang kunyit. Studi ini dilakukan untuk mengetahui pH maksimum, konsentrasi maksimum, volum maksimum dan waktu optimum untuk senyawa Boraks-Kurkumin. Boraks merupakan bahan tambahan pangan (BTP) yang masih banyak digunakan dalam proses pembuatan makanan tradisional, sehingga dipilih sebagai indikator analisis menggunakan kurkumin. Analisis boraks menggunakan kurkumin dilakukan secara Spektrofotometri Ultraungu- Tampak. Hasil pengukuran optimasi boraks-kurkumin diperoleh pH maksimum 9,5 dengan absorbansi 0,612, perbandingan stokiometri dengan variasi konsentrasi 1:5 dengan absorbansi 1,723, perbandingan stokiometri variasi volum 3:1 dengan absorbansi 0,742, waktu kestabilan 20 menit dengan absorbansi 0,852 yang diukur masing-masing pada panjang gelombang 560 nm. Setelah didapatkan variasi optimum lalu di aplikasikan pada kerupuk puli yang diperoleh dari Pasar Untu didapatkan absorbansi sebesar 0,616, Pasar RB didapatkan absorbansi sebesar 0,912 dan Pasar KG didapatkan absorbansi sebesar 1,115, sehingga kerupuk puli yang beredar di pasar tersebut positif mengandung boraks.

Kata Kunci : Kurkumin, Boraks, Spektrofotometri Ultraungu-Tampak.

**STUDI ANALISIS BORAKS MENGGUNAKAN KURKUMIN HASIL  
EKSTRAK RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestica val.*) SECARA  
SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

**Oleh**

**Nurma**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

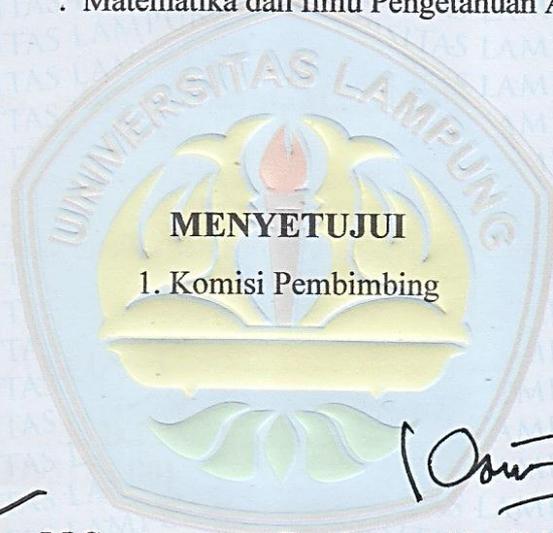
Judul Skripsi : **STUDI ANALISIS BORAKS MENGGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK RIMPANG KUNYIT (*Curcuma domestica val.*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

Nama Mahasiswa : **Nurma**

No. Pokok Mahasiswa : 1317011054

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

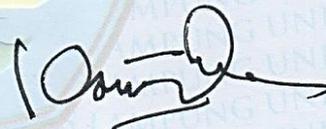


**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

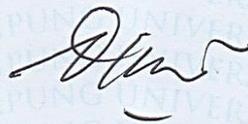


**Drs. R. Supriyanto, M.S.**  
NIP 19581111 199003 1 001



**Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc.**  
NIP 19700705 200501 1 003

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA

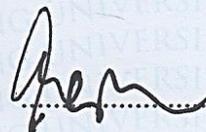


**Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T.**  
NIP 19740705 200003 1 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

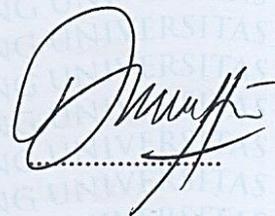
Ketua : **Drs. R. Supriyanto, M.S.**



Sekretaris : **Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Diky Hidayat, M.Sc.**



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.**  
NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **31 Januari 2018**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro, pada tanggal 24 Desember 1995, sebagai anak keempat dari empat bersaudara, putri dari Bapak Maz'im Tanjung (Alm) dan Ibu Suryati, S.Pd.i.

Jenjang pendidikan diawali dari Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Aisyah yang diselesaikan pada tahun 2000.

Sekolah Dasar (SD) di SD N 2 Rukti Harjo yang diselesaikan pada tahun 2007.

Kemudian Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Seputih Raman yang diselesaikan pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Seputih Raman diselesaikan pada tahun 2013. Tahun 2013, Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada tahun 2017, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Karang Tanjung, Kec. Padang Ratu, Kab. Lampung Tengah dan telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang berjudul *Studi Analisis Logam Cr Menggunakan Kurkumin dari Hasil Ekstrak Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica Val.) secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak* di Laboratorium Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Kimia

Analitik periode 2016-2017 untuk mahasiswa S1 Jurusan Kimia FMIPA Unila.

Dalam bidang organisasi, penulis pernah terdaftar sebagai anggota KMB IX BEM Universitas Lampung periode 2014-2015, sebagai anggota dan pengurus KOPMA Universitas Lampung periode 2015-2016, sebagai Kader Muda Himpunan Mahasiswa Kimia (KAMI) FMIPA Unila periode 2013-2014, sebagai anggota Biro Usaha Mandiri (BUM) Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) FMIPA Unila periode 2014-2015 dan periode 2015-2016.

*Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah hanya kepada Tuhanmu  
(Q.S Al-Insyirah : 6-8)*

*When you have never made a mistake, it means you have not tried anything  
(Anonim)*

*Jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah bersama dengan orang-orang yang sabar  
(Q.S Al-Baqarah : 153)*

*Hidup tanpa kegagalan itu tidak akan bisa menemukan apa itu keberhasilan  
(Nurma)*

*DREAM IT. WISH IT. DO IT.  
(Heather Pryor)*

**بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ**

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

*Atas Rahmat Allah SWT  
Kupersembahkan Karya Sederhanaku ini  
kepada :*

*Kedua Orang tuaku,  
Ayah dan Ibu yang telah menyangi, merawat, mendidik, dan  
mengajarkan kebaikan sejak kecil hingga saat ini. Terima kasih Ayah dan  
Ibu. Kalian adalah semangat hidupku. Oleh karena itu, ijin kan aku  
mempersembahkan sebuah karya kecil ini sebagai ungkapan rasa terima  
kasihku kepada Ayah dan Ibu untuk semua pengorbanan yang telah  
Ayah dan Ibu lakukan untukku yang mungkin tak kan pernah dapat  
terbalaskan dengan apapun sampai kapanpun.*

*Pembimbing I. Drs. R. Supriyanto, M.S.  
Pembimbing II. Dr. Agung Abadi Kiswando, M.Sc.  
Penguji Diky Hidayat, M.Sc.*

*Dosen-dosen yang selalu membagi ilmunya untukku  
Seluruh sahabat dan teman-temanku yang selalu menyemangati ku*

*Almamater tercinta Universitas Lampung*

## SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Studi Analisis Boraks Menggunakan Kurkumin dari Hasil Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica val.*) secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak”. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW. yang kita nanti-nantikan syafaatnya di *yaumul qiyamah* kelak. *Aamiin*. Atas segala bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak (Alm.Maz’im Tanjung), Ibu (Suryati), Uni-uni (Reni Eka Setiawati, Rina Marlina dan Asmaniar), ponakan (Haura Hilma Zhafira, Faziya Al Hafiza, Adiba Ainun Mahya dan M. Haikal Rafasya) yang selalu mendukung dan mendoakan penulis penulis.
3. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.S. selaku Pembimbing I dalam penelitian ini yang telah membimbing, membantu, menasihati, dan memberi saran hingga selesainya penulisan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc. selaku pembimbing dua penelitian atas kesediaan memberikan bimbingan, dukungan, koreksi, saran dan kritik.
5. Bapak Diky Hidayat, M.S., selaku pembahas atas kesediaan memberikan bimbingan, koreksi, saran dan kritik yang membangun bagi penulis.
6. Muhammad Eko Prasetyo selaku calon patner hidup yang telah mendoakan, semangat dan motivasi sehingga selasanya skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila.
9. Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
10. Seluruh civitas akademik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung Pak Gani dan Ibu Ani selaku staf administrasi, terima kasih atas bantuannya.
11. Teman-teman CCS (Beb Atun, Beb Yulia, Beb Indah, Beb Anggi, dan Beb Oci) terimakasih atas segala kekompakannya, perhatiannya, berbagi kesedihan dan kebahagiaan, semangat, nasihat, motivasi selama ini dan tetap terjaga silaturahmi kita.
12. Teman-teman penghuni Lab. Bawah ( Eki, Paul, Dicki, Lulu , Yuvica, Mba Deborah, Kak Deri dan Dian) yang telah memberikan arahan dan pembelajaran dalam penelitian dan penulisan skripsi.
13. Adik tingkat 2014 (Dinda, Daus, Fendi, Agung, dan Bayu) yang tidak henti selalu menyemangati dalam penulisan skripsi.

14. Tim Analitik Crew ( Kiki, Anita, Fera, Riri, Teguh, Pew, Ara, tika, Mba Febita, Ismini, Grace, Dela, Diani, Edit, Firza, Heni, Nova, Rian Amha, Riza, Rizka, Sifa, Windi, Yola, Yunita, Ayi dan Agnesa).
15. Teman-teman satu angkatan keluargaku tercinta Kimia 2013, Siti, Lulu, Anggi, Dona, Diky, Paul, Aulia, Celli, Citra, Dian, Erva, Fatimah, Fika, Khalimah, Febri, Indah, Maya, Megafhit, Mia, Nabilla, Nita, Riyan W, Shelta, Gita, Nisa, Vicka, Wahyuni, Yuvica, Eky, Ana, Inggit, Widya, Awan, Arief, Dewi, Korina, Esti, Nora, Fera, Vyna, Bara, Yunitri, Dilla, Badi, Nova, Linda, Shela, Renita, Ridho, Kurnia, Nurma, Ismi, Eka, Herma, Ines, Anita, Oci, Atun, Murnita, Fentri, Riska, Rian, Verdi, Dodi, Yolanda, Eka M, Nia, Uut, Nurul, Kiki, Netty, Gesa, Yuni, Tyas, Anggun, Mawar, Della, Radho, Arni, Mita, Sinta, Anton, Melita, Melia, Monica, Kartika, Ezra, dan Tika, terima kasih telah menjadi keluarga yang selalu memberikan keceriaan dan kasih sayang kepada penulis. Semoga tali silaturahmi kita tetap terjaga, dan semoga kita semua sukses dalam meraih masa depan.
16. Teman-teman kepengurusan KOPMA (Yani, Sus, Mba Saitri, Kak Ian, Kak Kiki, Deo, Kak Novanda, Kak Ono, Rehan, Santi, Fatin, Kak Singgih, Hamzah, Kak Alimi dan Kak Rio) yang telah memberikan semangat dalam melanjutkan kuliah.
17. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara tulus memberikan bantuan baik secara moril maupun materil kepada penulis.
18. Temen-temen liqo (Dona, Eka, Siska, Yeni, Inggit dan Umi) terimakasih telah memberikan doa, semangat dan motivasi kepada penulis selama ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kekeliruan, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, Januari 2018

Penulis,

**Nurma**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. LatarBelakang .....	1
B. TujuanPenelitian.....	4
C. ManfaatPenelitian.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kurkumin .....	6
B. Boraks .....	9
C. Spektrofotometri .....	14
D. SpektrofotometerUV-Vis .....	17
E. Instrument Spektrofotometri UV-Vis .....	21
F. ValidasiMetode .....	26
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Tempat .....	29
B. Alat dan Bahan .....	29
C. Prosedur Kerja.....	30
1. Preparasi Larutan Induk.....	30
a. Pembuatan Larutan Stok Kurkumin 100 mM.....	30
b. Pembuatan Larutan Stok $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 100 mM.....	30
c. Pembuatan Buffer.....	30
2. Penentuan Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum antara $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dengan Ekstrak Kurkumin.....	31
3. Penentuan Stokiometri antara Boraks dengan Ekstraks Kurkumin .....	31
a. Optimasi Panjang Gelombang Maksimum pada	

Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O dan Kurkumin .....	31
b. Optimasi Reaksi Panjang Gelombang Optimum pada Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O dengan Kurkumin .....	31
c. Penentuan Stokiometri Antara Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O– Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O (mM) .....	31
d. Penentuan Stokiometri antara Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O– Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi Kurkumin .....	32
e. Penentuan Stokiometri antara Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O– Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volum Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O .....	32
f. Penentuan Stokiometri antara Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O– Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volum Kurkumin (mL) .....	32
4. Penentuan Waktu Kestabilan Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O dengan Ekstrak Kurkumin .....	33
5. Penentuan Linearitas Kurva Kalibrasi Larutan Kurkumin dan Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O .....	33
6. Aplikasi Variasi terhadap Boraks .....	33
D. Diagram Alir .....	33

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Panjang Geombang Maksimum Kurkumin .....	35
B. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Boraks .....	37
C. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada reaksi antara Kurkumin dengan Boraks .....	37
D. Pengaruh Variasi pH dan Panjang Gelombang Maksimum antara Ektrak Kurkumin dan Boraks .....	38
E. Penentuan Stokiometri antara Kurkumin dan Boraks dengan Variasi Konsentrasi .....	40
F. Penentuan Stokiometri antara Kurkumin dan Boraks dengan Variasi Volum .....	41
G. Penentuan Waktu Kestabilan antara Kurkumin dan Boraks .....	42
H. Aplikasi Variasi terhadap Boraks .....	43
I. Validasi metode .....	44
1. Linearitas .....	44
2. Presisi (Ketelitian) .....	45
3. Limit Deteksi .....	45
4. Akurasi .....	47

#### V. KESIMPULAN

A. Simpulan .....	48
B. Saran .....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengukuran pH dan panjang gelombang maksimum antara ekstrak kurkumin dan boraks.....	39
2. Pengaruh konsentrasi reaksi antara ekstrak kurkumin dan boraks dengan variasi kurkumin.....	40
3. Pengaruh konsentrasi reaksi antara ekstrak kurkumin dan boraks dengan variasi boraks.....	40
4. Pengaruh volum reaksi antara ekstrak kurkumin dan boraks dengan variasi kurkumin.....	41
5. Pengaruh volum reaksi antara ekstrak kurkumin dan boraks dengan variasi boraks.....	41
6. Pengaruh waktu kestabilan terhadap reaksi antara ekstrak kurkumin dan boraks.....	42
7. Aplikasi variasi terhadap boraks.....	43
8. Aplikasi variasi terhadap boraks nilai absorbansi dan konsentrasi terukur.....	44
9. Hasil pengukuran uji boraks.....	45
10. Nilai LoD dan LoQ boraks.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia kurkumin, demetoksikurkumin dan bis-demetoksikurkumin.....	7
2. Skema ekstraksi multi tahap dengan aliran silang .....	8
3. Struktur molekul boraks .....	9
4. Mekanisme reaksi boraks dengan kurkumin.....	14
5. Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sampel.....	19
6. Diagram alir percobaan .....	34
7. Panjang gelombang maksimum standar kurkumin .....	35
8. Panjang gelombang maksimum hasil kurkumin .....	36
9. Spektrum panjang gelombang maksimum boraks .....	37
10. Spektrum panjang gelombang maksimum reaksi kurkumin dan boraks ...	38
11. Kurva pH optimum antara boraks dan kurkumin.....	39
12. Kurva pengaruh waktu kestabilan.....	43
13. Boraks .....	56
14. Variasi boraks.....	56
15. Variasi kurkumin.....	56
16. Variasi konsentrasi .....	56

17. Variasi volum .....	56
18. Aplikasi .....	56

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Peranan bahan tambahan pangan (BTP) khususnya bahan pengawet menjadi semakin penting sejalan dengan kemajuan teknologi produksi BTP sintesis. Banyaknya BTP dalam bentuk lebih murni dan tersedia secara komersil dengan harga yang relatif murah akan mendorong meningkatnya pemakaian BTP yang berarti meningkatkan konsumsi bahan tersebut bagi setiap individu (Triastuti dkk., 2013).

Bahan tambahan makanan yang digunakan untuk menjaga kualitas makanan tersebut salah satunya adalah zat pengawet. Pengawetan dengan zat kimia merupakan teknik yang relatif sederhana dan murah. Cara ini terutama bermanfaat bagi wilayah yang tidak mudah menyediakan sarana penyimpanan pada suhu rendah. Konsentrasi bahan pengawet yang diizinkan oleh peraturan sifatnya adalah penghambatan dan bukannya mematikan organisme-organisme pencemar, oleh karena itu populasi mikroba dari bahan pangan yang akan diawetkan harus dipertahankan seminimum mungkin cara penanganan dan pengolahan secara higienis. Bahan kimia berbahaya yang bukan ditujukan untuk makanan, justru ditambahkan kedalam makanan misalnya boraks akan sangat membahayakan konsumen (Pane dkk, 2012).

Boraks adalah senyawa kimia turunan dari logam berat boron (B). Boraks merupakan anti septik dan pembunuh kuman. Bahan ini banyak digunakan sebagai bahan anti jamur, pengawet kayu, dan antiseptik pada kosmetik. Senyawa boraks dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 722/MenKes/Per/IX/88 dinyatakan sebagai bahan berbahaya dan dilarang untuk digunakan dalam pembuatan makanan. Boraks tidak mudah larut dalam air, bersifat kumulatif dan di dalam makanan akan terserap oleh darah lalu tersimpan di dalam hati. Hasil percobaan dengan tikus menunjukkan, bahwa boraks bersifat karsinogenik. Selain itu, boraks juga dapat menyebabkan gangguan pada janin, gangguan proses reproduksi, menimbulkan iritasi pada lambung, dan menyebabkan gangguan pada ginjal, hati, dan testis (Widayat, 2011).

Salah satu zat yang dapat mendeteksi adanya boraks adalah 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 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 disebut kelat rosasianin atau senyawa kompleks Boron Cyano Kurkumin yaitu suatu zat yang berwarna merah (Ginting, 2016). Sehingga kompleks warna tersebut yang dimanfaatkan untuk mengukur kadar boraks menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Senyawa kompleks *Boron Cyanon* bila direaksikan dengan ammonia akan membentuk anionnya yang berwarna

bening ditandai dengan reaksi warna ini spesifik untuk boraks dan asam borat. Pada penelitian terdahulu telah diuji kespesifikan warna kurkumin terhadap beberapa logam berat yang mungkin juga terdapat dalam makanan. Hasilnya, warna yang diberikan oleh ion-ion logam tidak sama oleh warna yang dihasilkan oleh boraks dan asam borat (Azas, 2013).

Kurkumin sebagai bahan yang akan dianalisis menggunakan spektrofotometri sinar tampak secara konvensional dapat langsung dianalisis karena kurkumin merupakan salah satu komponen zat warna kuning yang tergolong dalam kurkuminoid (Batubara, 2005). Kurkumin dalam keadaan asam dan suhu tinggi bersifat stabil, sedangkan dalam keadaan basa kurkumin tidak stabil. Sifat kurkuminoid yang penting adalah aktivitasnya terhadap cahaya. Bila kurkumin terkena cahaya, akan terjadi dekomposisi struktur berupa siklisasi kurkumin atau terjadi degradasi struktur. Produk degradasi kurkumin adalah asam ferulat, feruloilaldehid, dihidroksinaftalen, vinilguaikol, vanillin dan asam vanilat (Nugraha, 2010). Panjang gelombang maksimum kurkumin adalah pada 420-430 nm dalam pelarut organik seperti metanol dan etanol, namun senyawa lain yaitu demetoksikurkumin dan bis-demetoksikurkumin dalam ekstrak rimpang temulawak dan kunyit yang memiliki gugus kromofor dapat menyerap pada panjang gelombang tersebut (Muffidah, 2015).

Analisis boraks menggunakan kurkumin dapat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang

antara 200-400 nm, dan sinar tampak (*visible*) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Underwood, 2002).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka identifikasi dan penetapan kadar boraks dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan menggunakan pereaksi kurkumin. Beberapa parameter yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi variasi pH, konsentrasi dan waktu.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan pH optimum, konsentrasi optimum, volume optimum dan waktu optimum untuk senyawa Boraks-Kurkumin.
2. Mendapatkan absorbansi optimum Boraks menggunakan kurkumin secara Spektrofotometri UV-Vis.
3. Melakukan validasi metode terhadap analisis boraks menggunakan Kurkumin.

### **C. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat :

1. Memberikan informasi bahwa kurkumin dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam analisis boraks sehingga memberikan keuntungan pada masyarakat.
2. Meningkatkan nilai ekonomi tanaman kunyit.
3. Bahannya mudah didapat, murah dan ramah lingkungan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kurkumin

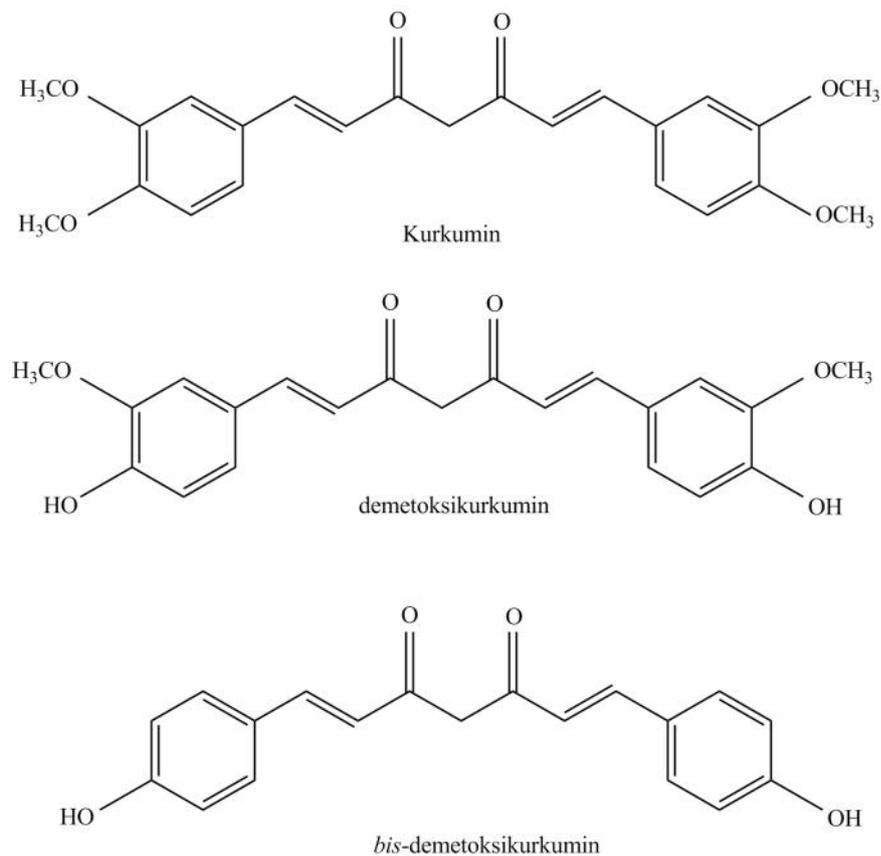
Kurkumin, atau disebut juga dengan [1,7- bis(4-hydroxy-3-methoxyfenil)-1,6-heptadiene- 3,5-dione], adalah sebuah senyawa pewarna alami kuning-oranye, yang terdapat pada kunyit. Kunyit (*Curcuma Domestica Valet*) termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut :

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

(Ginting, 2016).

Kandungan utama dari kurkuminoid adalah kurkumin yang berwarna kuning. Fraksi kurkuminoid terdiri kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin. Tiga komponen dari kurkuminoid semuanya berada dalam bentuk turunan disinnamoilmetan yaitu kurkumin {diferuloilmetan =

1,7 bis (4 hidroksi 3 metoksifenil) hepta 1,6 diene 3,5 dione}, demetoksikurkumin {p-hidroksinamoilferuloilmetan = 1-(4 hidroksifenil) 7 (4 hidroksi 3 metoksifenil) hepta 1,6 diene 3,5 dione} dan bisdemetoksikurkumin {p, p-dihidroksidisinnamoilferuloilmetan = 1,7 bis (4 hidroksifenil) hepta 1,6 diene 3,5 dione} (Muffidah, 2015). Struktur kimia kurkuminoid yang terdiri atas kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin ditampilkan pada Gambar 1.

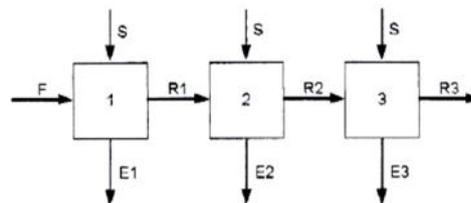


**Gambar 1.** Struktur kimia kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin

Kurkumin dapat dipisahkan melalui proses ekstraksi. Definisi umum ekstraksi yaitu proses pemisahan dan isolasi zat dari suatu zat dengan penambahan pelarut tertentu untuk mengeluarkan komponen campuran dari

zat padat atau zat cair. Dalam hal ini fraksi padat yang diinginkan bersifat larut dalam pelarut (*solvent*), sedangkan fraksi padat lainnya tidak dapat larut. Komponen yang dipindahkan dari zat padat ke dalam pelarut disebut “*solute*” sedangkan padatan yang tidak terlarut dalam pelarut disebut “*inert*”. Proses tersebut akan menjadi sempurna jika solut dipisahkan dari pelarutnya, misalnya dengan cara distilasi/penguapan. Ekstraksi dapat dilakukan dengan metode satu tahap maupun metode multi tahap. Penelitian ini menggunakan ekstraksi multi tahap dengan aliran silang (*cross-current*), yang skemanya dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada metode ini terjadi kontak antara padatan dan pelarut yang dilakukan dalam beberapa tahap dimana filtrat yang diperoleh dari tahap yang satu dikontakkan dengan pelarut baru pada tahap berikutnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja ekstraksi antara lain adalah ukuran partikel, temperatur ekstraksi, jumlah pelarut, dan waktu ekstraksi.



**Gambar 2.** Skema ekstraksi multi tahap dengan aliran silang ( Sobri dkk, 2015).

## B. Boraks

Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

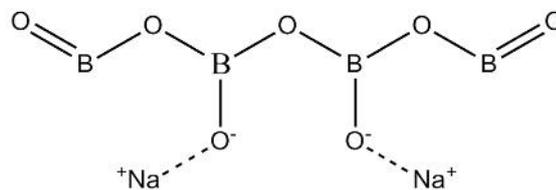
Nama kimia : Natrium Tetraborat

Berat molekul : 381,37

Berat Jenis : 1,68- 1,72

Titik leleh : 175 °C

Struktur molekul :



**Gambar 3.** Struktur molekul boraks

Boraks merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur boron (B).

Boraks merupakan kristal lunak tidak berwarna, terjadi dalam suatu deposit hasil proses penguapan *hot spring* (pancuran air panas) atau danau garam.

Boraks termasuk kelompok mineral borat, suatu jenis senyawa kimia alami yang terbentuk dari boron (B) dan oksigen (O). Beberapa jenis boraks jarang ditemui dan terjadi pada daerah tertentu saja, sebaliknya beberapa

diantaranya, misalnya boraks, *karnite* ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) dan *colemanite* ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) secara komersil ditimbang untuk pembuatan boraks, asam borat serta berbagai garam boron sintesis. Boraks mempunyai ciri serbuk putih dan tidak berbau. Larutannya bersifat basa terhadap fenoftalen dan pada udara kering merapuh.. Larut dalam 20 bagian air, 0,6 bagian air mendidih dan 1 bagian gliserol, praktis dan tidak larut dalam etanol (Rusli, 2009).

## Sifat farmakologis boraks

### a. Absorpsi

Boraks diabsorpsi secara cepat oleh saluran cerna, kulit yang terbakar, dan pada kulit yang terluka. Namun boraks tidak diabsorpsi secara baik pada kulit yang utuh. Boraks didistribusikan ke seluruh tubuh dan memiliki afinitas yang besar terhadap hati, otak dan ginjal, sehingga dapat terakumulasi pada organ tersebut. Pada keadaan normal, konsentrasi boraks dalam serum sebesar 7 mg/l, tetapi pada keracunan konsentrasinya 20-150 mg/L. Sedangkan pada kasus kematian dapat terjadi pada konsentrasi 200-15000 mg/L.

### b. Ekskresi

Boraks diekskresikan sebagian besar melalui ginjal. Lebih dari 50% dosis oral diekskresikan tanpa perubahan melalui ginjal dalam 24 jam dan 90% setelah 96 jam. Sebagian kecil dikeluarkan melalui kelenjar keringat. Waktu paruh dilaporkan bervariasi antara 5-12 jam.

### c. Toksisitas

Keracunan boraks terjadi absorpsi yang berlangsung dengan segera dari saluran pencernaan makanan, kulit yang terluka, lecet, atau terbakar yang mendapat pengobatan secara berulang-ulang dengan serbuk dan larutan asam borat. Selain itu, ekskresi borat yang lambat juga memperbesar terjadinya akumulasi akibat penggunaan berulang. Pada bayi dan anak-anak keracunan lebih mudah terjadi dan pada orang dewasa kasus kematian dapat terjadi setelah penggunaan topikal dari serbuk boraks untuk mengobati ruam. Keracunan dapat bersifat akut maupun kronis

dengan manifestasi yang utama adalah kulit yang mengelupas, demam dan anuria.

Gejala keracunan boraks akut meliputi rasa mual, muntah-muntah, diare, kejang perut, bercak-bercak pada kulit, temperatur tubuh yang menurun, ruam eritema pada kulit yang menyerupai campak, kerusakan pada ginjal, depresi dan bingung. Untuk boraks nilai LD50 (*Letal Dosis 50*) pada tikus melalui penyuntikan 3,0 g boraks. Uji yang dilakukan terhadap 10 orang dewasa menunjukkan bahwa penyuntikan 20 g boraks tidak menimbulkan kematian tetapi menimbulkan mual, muntah-muntah, diare, atau gangguan mental selama beberapa hari (Azas, 2013).

Boraks merupakan garam natrium  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  yang sering digunakan pada berbagai industri non pangan diantaranya industri bahan solder, kertas, bahan pembersih, gelas, antiseptik, pengawet kayu, pengontrol kecoak dan keramik. Gelas *pyrex* yang sering digunakan pada alat gelas di laboratorium dibuat dengan campuran boraks. Boraks merupakan B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) karena dapat menimbulkan efek racun, akan tetapi mekanismenya berbeda dari formalin.

Hal ini dikarenakan apabila boraks masuk dalam tubuh manusia, boraks akan disimpan secara kumulatif dalam otak, usus, testis dan hati sehingga dosisnya menjadi tinggi. Bila dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan kanker (Muharrami, 2015). Boraks ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) merupakan salah satu bahan tambahan yang dilarang penggunaannya pada bahan pangan. Penggunaan boraks pada pembuatan krupuk biasanya digunakan untuk

meningkatkan kekenyalan, kerenyahan, serta memberikan rasa gurih dan kepadatan terutama pada jenis makanan yang mengandung pati. Boraks merupakan bahan tambahan non pangan yang sering digunakan pada pembuatan krupuk. Boraks biasa disalah gunakan pada krupuk yang berbahan dasar beras, tapioka dan terigu. Hal tersebut dilakukan dalam membantu gelatinisasi pati sehingga krupuk yang diharapkan menjadi kenyal, tidak lengket, lebih mengembang dan tahan disimpan. Boraks disalah gunakan dalam pembuatan kerupuk puli yang lebih dikenal dengan “Karak” atau “Lempeng” (Cahyadi, 2008).

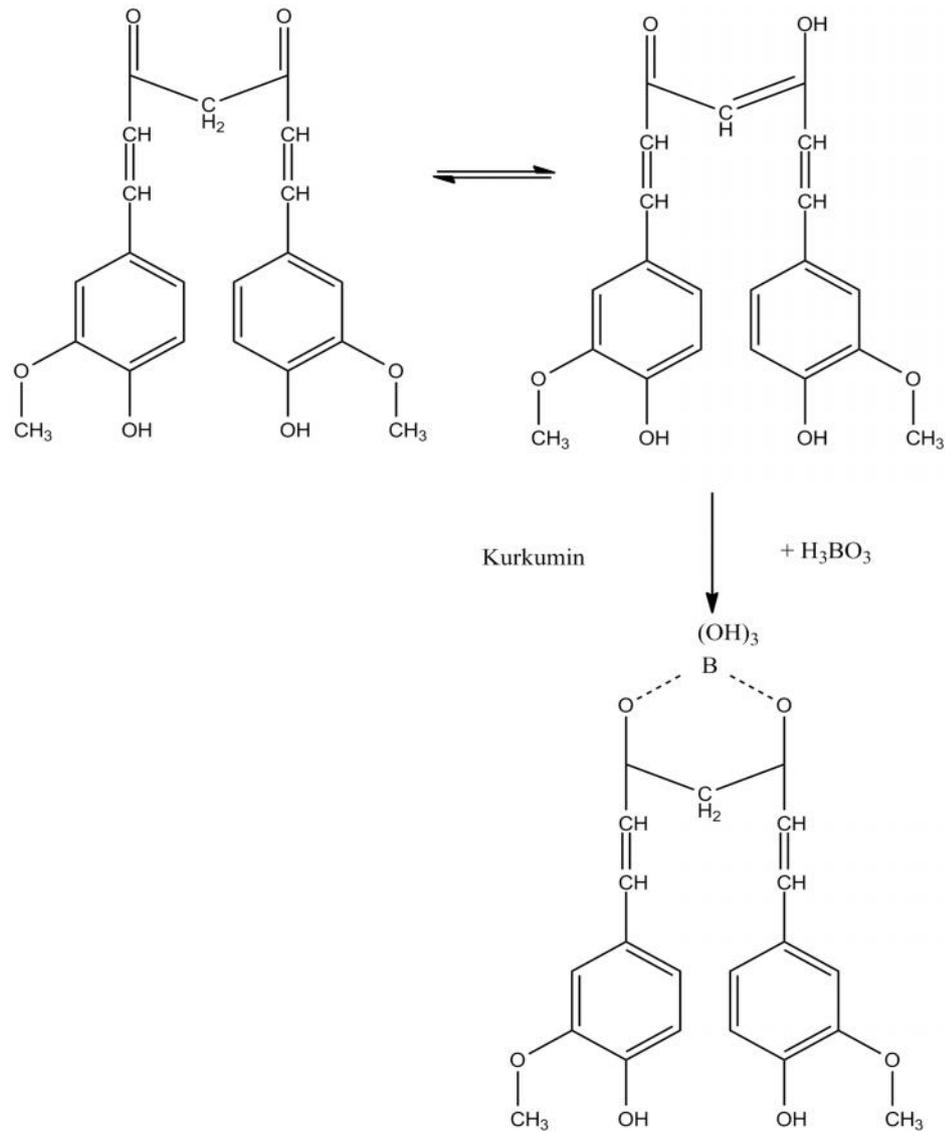
Boraks adalah garam natrium dengan rumus kimia  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Boraks berbentuk kristal lunak dan mudah larut dalam air serta dapat mengembang, memberi efek kenyal dan mampu membunuh mikroba. Karena karakteristiknya yang mampu membunuh mikroba, boraks bersifat sangat beracun sehingga dilarang digunakan sebagai bahan tambahan makanan (Majelis Ulama Indonesia, 2012). Boraks merupakan sejenis alkali yang diperoleh dari sumber mineral galian di kawasan utara dan selatan Afrika. Penggunaan boraks dalam formulasi akan menghasilkan produk *lotion* badan yang mempunyai tekstur lebih mudah disapu. Walaupun boraks berperan penting dalam menghasilkan tekstur krim yang lembut, namun pengaplikasian boraks yang berlebihan dalam produk kosmetik mampu dapat menyebabkan iritasi pada kulit karena boraks mempunyai pH 9 hingga pH 11 (Henika dan Khalid, 2015).

Walaupun dilarang penggunaannya, boraks masih digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan. Tujuan penambahan boraks untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme, dengan demikian makanan dapat dijaga tetap segar dan tahan lama. Lebih jauh lagi, asam borat ditambahkan pada beberapa produk makanan untuk mengontrol pengerasan gelatinisasi, memperbaiki warna, tekstur dan rasa dari makanan. Di Indonesia, industri kecil, menengah dan besar diawasi oleh tenaga inspektur pangan yang profesional untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi syarat dan aman. Sedangkan untuk industri pangan yang tidak terdaftar, tidak rutin dikunjungi oleh inspektur pangan dan produsen mungkin tidak sadar hukum atau bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia yang mereka gunakan.

Studi-studi jangka panjang sebelumnya tentang boraks tidak memperlihatkan efek karsinogenik pada binatang pengerat. Studi toksikologi dan karsinogenik telah dilakukan melalui *feeding technical-grade boric acid* (kemurnian 99.7%) pada kelompok tikus jantan dan betina selama 14 hari, 13 minggu, dan 2 tahun, menunjukkan efek serius seperti neurotoksik, efek pada otak (pembesaran ventrikel lateral), malformasi skeletal, efek pada testis, dan pada dosis tinggi dapat mematikan tikus.

Sekitar 81-95% asam borat yang masuk melalui makanan diabsorpsi sempurna antara 24 jam-96 jam. Paparan yang lama pada manusia menyebabkan disfungsi hati dan ginjal. Penelitian tentang pengaruh boraks terhadap hati dengan dosis tertentu membuktikan adanya gangguan fungsional hati terutama pada paparan boraks yang lama (Tatukude, 2014).

Berikut ini adalah mekanisme reaksi boraks dengan kurkumin ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Mekanisme reaksi boraks dengan kurkumin (Ginting, 2016).

### C. Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah ilmu yang mempelajari tentang penggunaan spektrofotometer. Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometer adalah alat yang

digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, dan fotometer adalah alat yang mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi.

Kelebihan spektrofotometer dibandingkan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat terseleksi dan ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, *grating*, atau celah optis. Pada fotometer *filter*, sinar dengan panjang gelombang yang diinginkan diperoleh dengan berbagai *filter* dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi yang mempunyai trayek panjang gelombang tertentu. Pada fotometer *filter*, tidak mungkin diperoleh panjang gelombang yang benar-benar monokromatis, melainkan suatu trayek panjang gelombang 30-40 nm. Sedangkan pada spektrofotometer, panjang gelombang yang benar-benar terseleksi dapat diperoleh dengan bantuan alat pengurai cahaya seperti prisma. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yaitu kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk melarutkan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antar sampel dan blanko ataupun pembanding.

Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer meliputi:

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu *wolfram*;
2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar monokromatis;
3. Sel absorpsi, pada pengukuran ini daerah *visible* menggunakan kuvet kaca

atau kuvet kaca *corex*, tetapi untuk pengukuran pada *UV* menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini;

4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat.

Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang (Khopkar, 1990).

Cara kerja spektrofotometer secara singkat adalah sebagai berikut: tempatkan larutan pembanding, misalnya blangko dalam sel pertama sedangkan larutan yang akan dianalisis pada sel kedua. Kemudian pilih foto sel yang cocok 200 nm -650 nm (650 nm – 1100 nm) agar daerah yang diperlukan dapat terliputi. Dengan ruang foto sel dalam keadaan tertutup “noI” galvanometer didapat dengan menggunakan tombol dark-current. Pilih h yang diinginkan, buka fotosel dan lewatkan berkas cahaya pada blangko dan “noI” galvanometer didapat dengan memutar tombol sensitivitas. Dengan menggunakan tombol transmitansi, kemudian atur besarnya pada 100%. Lewatkan berkas cahaya pada larutan sampel yang akan dianalisis. Skala absorbansi menunjukkan absorbansi larutan sampel (Khopkar, 1990).

Keuntungan dari spektrofotometer adalah yang pertama penggunaannya luas, dapat digunakan untuk senyawa anorganik, organik dan biokimia yang diabsorpsi di daerah ultra lembayung atau daerah tampak. Kedua, sensitivitasnya tinggi, batas deteksi untuk mengabsorpsi pada jarak  $10^{-4}$  sampai  $10^{-5}$  M. Jarak ini dapat diperpanjang menjadi  $10^{-6}$  sampai  $10^{-7}$  M dengan prosedur modifikasi yang pasti. Ketiga, selektivitasnya sedang sampai tinggi, jika panjang gelombang dapat ditemukan dimana analit mengabsorpsi

sendiri, persiapan pemisahan menjadi tidak perlu. Keempat, ketelitiannya baik, kesalahan relatif pada konsentrasi yang ditemui dengan tipe spektrofotometer UV-Vis ada pada jarak dari 1% sampai 5%. Kesalahan tersebut dapat diperkecil hingga beberapa puluh persen dengan perlakuan yang khusus. Dan yang terakhir mudah, spektrofotometer mengukur dengan mudah dan kinerjanya cepat dengan instrumen modern, daerah pembacaannya otomatis (Skoog, 1996).

#### **D. Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Dewanto, 2015). Spektrofotometri UV-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmisi, reflektansi dan absorpsi dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko ataupun pembanding (Khopkar, 1990).

Serapan radiasi Ultra Ungu-Tampak oleh suatu kompleks logam merupakan satu dari transisi berikut : (1) eksitasi ion logam (2) eksitasi ligan (3) transisi transfermuatan. Eksitasi ion logam dalam suatu kompleks biasanya memiliki

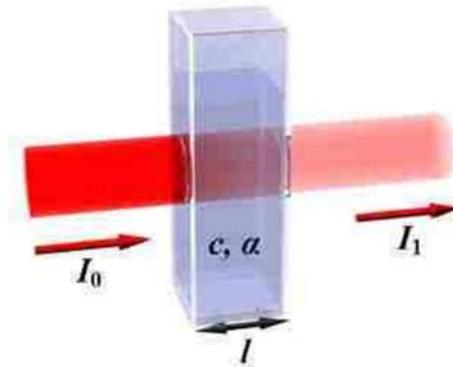
absorptivitas yang rendah dan tidak dipakai dalam analisis kuantitatif. Kebanyakan ligan yang digunakan untuk mengkompleks ion logam adalah senyawa organik yang mengalami transisi  $\pi \rightarrow \pi^*$  dan  $n \rightarrow \pi^*$ . Reaksi pembentukan kompleks dapat dianggap seperti reaksi asam basa yang melibatkan suatu asam lewis (ion logam) dan basa lewis (atom ligan yang memiliki pasangan elektron bebas). Adanya perpindahan elektron mengakibatkan perubahan panjang gelombang dan intensitas serapan, namun perubahan ini juga tidak terlalu besar.

Warna khelat logam yang kuat disebabkan oleh transisi transfer muatan, yaitu pergerakan elektron dari ion logam ke ligan atau sebaliknya. Transisi ini meliputi promosi elektron dari tingkat  $\pi$  dalam ligan atau dari orbital  $n$  ke orbital ion logam yang tak digunakan (*unoccupied*), atau promosi dari elektron ikatan  $\sigma$  pada ion logam ke orbital  $\pi$  ligan yang tak digunakan (Christian, 1986).

Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul dapat hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio. Atas dasar inilah spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel. Dimana zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang

gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan.

Pada spektrofotometri, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah  $I_t/I_0$  atau  $I_0/I_t$  (perbandingan cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi (sampel)). Proses penyerapan cahaya oleh suatu zat ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5** . Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sampel

Dari gambar terlihat bahwa zat sebelum melewati sel sampel lebih terang atau lebih banyak di banding cahaya setelah melewati sel sampel (Mukti, 2002).

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi:

“Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Berdasarkan hukum Lambert-Beer, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang hamburkan:

$$T = \frac{I_t}{I_0} \quad \text{atau} \quad \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\%$$

dan absorbansi dinyatakan dengan rumus:

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0}$$

dimana  $I_0$  merupakan intensitas cahaya datang dan  $I_t$  atau  $I_1$  adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel.

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai:

$$A = a \cdot b \cdot c \quad \text{atau} \quad A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

dimana:

$A$  = absorbansi

$b$  = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm)

$c$  = konsentrasi larutan yang diukur

$\epsilon$  = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar)

$a$  = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm)

(Azas, 2013).

Secara eksperimen hukum Lambert-beer akan terpenuhi apabila peralatan yang digunakan memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Sinar yang masuk atau sinar yang mengenai sel sampel berupa sinar dengan panjang gelombang tunggal (monokromatis).
2. Penyerapan sinar oleh suatu molekul yang ada di dalam larutan tidak dipengaruhi oleh molekul yang lain yang ada bersama dalam satu larutan.

3. Penyerapan terjadi di dalam volume larutan yang luas penampang (tebal kuvet) yang sama.
4. Penyerapan tidak menghasilkan pemancaran sinar. Artinya larutan yang diukur harus benar-benar jernih agar tidak terjadi hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid atau suspensi yang ada di dalam larutan.
5. Konsentrasi analit rendah. Karena apabila konsentrasi tinggi akan mengganggu kelinearan grafik absorbansi versus konsentrasi (Kusnanto, 2002).

#### **E. Instrument Spektrofotometri UV-Vis**

Adapun instrumen dari spektrofotometri UV-Vis yaitu:

##### 1. Sumber radiasi

Sumber radiasi pada spektrofotometer harus memiliki pancaran radiasi yang stabil dan intensitasnya tinggi. Sumber radiasi pada spektrofotometer UV-Vis ada tiga macam :

- a. Sumber radiasi Tungsten (*Wolfram*), Lampu ini digunakan untuk mengukur sampel pada daerah tampak. Bentuk lampu ini mirip dengan bola lampu pijar biasa. Memiliki panjang gelombang antara 380-900 nm. Spektrum radiasinya berupa garis lengkung. Umumnya memiliki waktu 1000 jam pemakaian.
- b. Sumber radiasi Deuterium. Lampu ini dipakai pada panjang gelombang 190-380 nm. Spektrum energi radiasinya lurus, dan digunakan untuk mengukur sampel yang terletak pada daerah uv. Memiliki waktu 500 jam pemakaian.

- c. Sumber radiasi merkuri. Sumber radiasi ini memiliki panjang gelombang 365 nm.

## 2. Monokromator

Monokromator adalah alat yang akan memecah cahaya polikromatis menjadi cahaya tunggal (monokromatis) dengan komponen panjang gelombang tertentu. Bagian-bagian monokromator, yaitu :

- a. Prisma

Prisma akan mendispersikan radiasi elektromagnetik sebesar mungkin supaya di dapatkan resolusi yang baik dari radiasi polikromatis. Dispersi sinar akan disebarkan merata, dengan pendispersi yang sama, hasil dispersi akan lebih baik. Selain itu kisi difraksi dapat digunakan dalam seluruh jangkauan spektrum.

- b. Celah optis

Celah ini digunakan untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diharapkan dari sumber radiasi. Apabila celah berada pada posisi yang tepat, maka radiasi akan dirotasikan melalui prisma, sehingga diperoleh panjang gelombang yang diharapkan.

- c. Filter

Berfungsi untuk menyerap warna komplementer sehingga cahaya yang diteruskan merupakan cahaya berwarna yang sesuai dengan panjang gelombang yang dipilih.

d. Sel kuvet

Kebanyakan spektrofotometri melibatkan larutan dan karenanya kebanyakan kuvet adalah sel untuk menaruh cairan ke dalam berkas cahaya spektrofotometer. Sel itu haruslah meneruskan energi cahaya dalam daerah spektra yang diminati, jadi sel kaca melayani daerah tampak, sel kuarsa atau kaca silika tinggi istimewa untuk daerah ultraviolet. Dalam instrumen, tabung reaksi silindris kadang-kadang digunakan sebagai wadah sampel. Penting bahwa tabung-tabung semacam itu diletakkan secara reproduibel dengan membubuhkan tanda pada salah satu sisi tabung dan tanda itu selalu tetap arahnya tiap kali ditaruh dalam instrument. Sel-sel lebih baik bila permukaan optisnya datar. Sel-sel harus diisi sedemikian rupa sehingga berkas cahaya menembus larutan. Umumnya sel-sel ditahan pada posisinya dengan desain kinematik dari pemegangnya atau dengan jepitan berpegas yang memastikan bahwa posisi tabung dalam ruang sel dari instrument itu reproduibel.

e. Detektor

Detektor akan menangkap sinar yang diteruskan oleh larutan. Sinar kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh amplifier dan dalam rekorder dan ditampilkan dalam bentuk angka-angka pada komputer. Detektor dapat memberikan respon terhadap radiasi pada berbagai panjang gelombang. Ada beberapa cara untuk mendeteksi substansi yang telah melewati kolom, metode umum yang mudah dipakai untuk menjelaskan yaitu penggunaan serapan ultra-violet. Banyak

senyawa-senyawa organik menyerap sinar UV dari beberapa panjang gelombang. Jika anda menyinarkan sinar UV pada larutan yang keluar melalui kolom dan sebuah detektor pada sisi yang berlawanan, anda akan mendapatkan pembacaan langsung berapa besar sinar yang diserap. Jumlah cahaya yang diserap akan bergantung pada jumlah senyawa tertentu yang melewati melalui berkas pada waktu itu. Misalnya metanol, menyerap pada panjang gelombang dibawah 205 nm dan air pada gelombang dibawah 190 nm. Jika anda menggunakan campuran metanol-air sebagai pelarut, anda sebaiknya menggunakan panjang gelombang yang lebih besar dari 205 nm untuk mencegah pembacaan yang salah dari pelarut.

f. Rekorder

Fungsi rekorder mengubah panjang gelombang hasil deteksi dari detektor yang diperkuat oleh amplifier menjadi radiasi yang ditangkap detektor kemudian diubah menjadi sinyal-sinyal listrik dalam bentuk spektrum. Spektrum tersebut selanjutnya dibawa ke monitor sehingga dapat dibaca dalam bentuk transmittan maupun absorbansi.

Mekanisme kerja alat spektrofotometer UV-Vis adalah sinar dari sumber sinar dilewatkan melalui celah masuk, kemudian sinar dikumpulkan agar sampai ke prisma untuk didifraksikan menjadi sinar-sinar dengan panjang gelombang tertentu. Selanjutnya sinar dilewatkan ke monokromator untuk menyeleksi panjang gelombang yang diinginkan. Sinar monokromatis melewati sampel dan akan ada sinar yang diserap dan diteruskan. Sinar yang

diteruskan akan dideteksi oleh detektor. Radiasi yang diterima oleh detektor diubah menjadi sinar listrik yang kemudian terbaca dalam bentuk transmisi (Harjadi, 1990).

Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan visible tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Serapan ultraviolet dan visible dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik. Disebabkan karena hal ini, maka serapan radiasi ultraviolet atau terlihat sering dikenal sebagai spektroskopi elektronik. Transisi-transisi tersebut biasanya antara orbital ikatan antara orbital ikatan atau orbital pasangan bebas dan orbital non ikatan tak jenuh atau orbital anti ikatan. Panjang gelombang serapan merupakan ukuran dari pemisahan tingkatan-tingkatan tenaga dari orbital yang bersangkutan. Spektrum ultraviolet adalah gambar antara panjang gelombang atau frekuensi serapan lawan intensitas serapan (transmitasi atau absorbansi). Sering juga data ditunjukkan sebagai gambar grafik atau tabel yang menyatakan panjang gelombang lawan serapan molar atau log dari serapan molar,  $E_{max}$  atau  $\log E_{max}$  (Sastrohamidjojo, 2001).

Sumber tenaga radiasi terdiri dari benda yang tereksitasi menuju ke tingkat yang lebih tinggi oleh sumber listrik bertegangan tinggi atau oleh pemanasan listrik. Monokromator adalah suatu piranti optis untuk radiasi dari sumber berkesinambungan. Digunakan untuk memperoleh sumber sinar monokromatis. Alat dapat berupa prisma atau grating (Khopkar, 1990)

Pengukuran pada daerah UV harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini. Sel yang biasa digunakan berbentuk persegi maupun berbentuk silinder dengan ketebalan 10 mm. Sel tersebut adalah sel pengabsorpsi, merupakan sel untuk meletakkan cairan ke dalam berkas cahaya spektrofotometer. Sel haruslah meneruskan energi cahaya dalam daerah yang diminati. Sebelum sel dipakai dibersihkan dengan air atau dapat dicuci dengan larutan detergen atau asam nitrat panas apabila dikehendaki (Sastrohamidjojo, 2001).

#### **F. Validasi Metode**

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan dilaboratorium. Validasi metode digunakan untuk pembuktian apakah suatu metode pengujian sesuai untuk maksud atau tujuan tertentu dan untuk jaminan mutu hasil uji yang dievaluasi secara objektif. Hasil dari validasi metode dapat digunakan untuk menilai kualitas, tingkat kepercayaan (*reliability*), dan konsistensi hasil analisis, itu semua menjadi bagian dari praktek analisis yang baik. Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

##### **1. Linearitas**

Linearitas adalah kemampuan metode analisis memberikan respon proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas dapat diukur dengan melakukan pengukuran dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Uji linearitas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi larutan standar, dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis lurus atau regresi dan koefisien korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan

antara korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang dihasilkan.

## 2. Ketelitian (Presisi)

Presisi merupakan ukuran derajat keterulangan dari metode analisis, yang memberikan hasil yang sama pada beberapa pengulangan. Pada penelitian ini akan dilakukan sistem duplo, yaitu penggunaan dua buah sampel yang memiliki berat yang sama. Hasil analisis dinyatakan sebagai simpangan baku (SD) dan simpangan baku relatif (RSD), metode dengan presisi yang baik ditunjukkan dengan perolehan SD  $\leq 10\%$ . Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \qquad RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan :

SD = standar deviasi

RSD = simpangan baku relative

x = kadar sampel yang diperoleh

$\bar{x}$  = kadar rata-rata

n = jumlah pengulangan analisis

## 3. Limit Deteks

Limit deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan. Limit deteksi merupakan parameter tes kuantitatif untuk tingkat rendah senyawa dalam

matriks sampel dan digunakan terutama untuk penentuan produk terintegritas limit deteksi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{LoD} = \frac{3 \times \text{Sb}}{\text{SI}} \quad \text{dan} \quad \text{LoQ} = \frac{10 \times \text{Sb}}{\text{SI}}$$

#### 4. Ketepatan (Akurasi )

Penentuan akurasi atau ketepatan penggunaan metode analisis dilakukan dengan metode penambahan baku (*standard addition methods*) sehingga akan diperoleh persentase perolehan kembali (*% recovery*). Perhitungan perolehan kembali (*recovery*) dapat ditetapkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ perolehan kembali} = \frac{(\text{C}_F - \text{C}_A)}{\text{C}_S} \times 100\%$$

Keterangan :

$\text{C}_F$  = konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

$\text{C}_A$  = konsentrasi sampel sebenarnya

$\text{C}_S$  = konsentrasi standar yang ditambahkan

(Septiana, 2009).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan bulan April tahun 2017 sampai bulan Juni 2017, preparasi larutan di Laboratorium Kimia analitik Universitas Lampung dan analisis Spektrofotometri bertempat di Laboratorium SMK-SMTI Bandar Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik, pH meter, spektromotometer UV-Vis, mikropipet, oven, *sentrifuge*, alat gelas yang umum digunakan di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini terdiri dari ekstrak kurkumin, etanol, akuades,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , buffer Karbonat-Bikarbonat.

## C. Prosedur Kerja

### 1. Preparasi Larutan Induk

#### a. Pembuatan Larutan Stok Kurkumin 100 mM

Larutan standar kurkumin 100 mM dibuat dengan cara ditimbang 18,4 gram bubuk kurkumin masukan ke dalam labu takar 500 mL lalu ditambahkan etanol hingga tanda batas dan dihomogenkan.

#### b. Pembuatan Larutan Stok $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 100 mM.

Panaskan  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  dalam oven pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 10 menit, dinginkan dalam desikator. Kemudian timbang  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 3,81 gram masukan kedalam labu takar 100 ml lalu tambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

#### c. Pembuatan Buffer

Larutan A : timbang 21,2 gram Na-Karbonat anhidrat dimasukan dalam labu takar 1000 mL ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Larutan B : timbang 16,8 gram Na-Bikarbonat dimasukan dalam labu takar 1000 mL ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

## **2. Penentuan Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum antara $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dengan Ekstrak Kurkumin.**

Penentuan variasi pH dilakukan dengan cara mereaksikan  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - kurkumin dengan skala kenaikan pH 8,5; 9; 9,5; 10 dan 10,5. Setelah itu dilakukan optimasi pada panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

## **3. Penentuan Stoikiometri Antara Boraks dengan Ekstrak Kurkumin**

### **a. Optimasi Panjang Gelombang Maksimum pada $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dan Kurkumin**

Penentuan panjang gelombang optimum masing-masing larutan induk, yaitu  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  dan kurkumin dilakukan dengan menggunakan larutan induk 100 mM yang diecerkan menjadi 10 mM. Optimasi ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

### **b. Optimasi Reaksi Panjang Gelombang Optimum pada $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dengan Kurkumin**

Penentuan panjang gelombang optimum reaksi larutan induk yaitu  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  dan kurkumin dilakukan dengan menggunakan larutan induk 100 mM. Optimasi ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

### **c. Penentuan Stokiometri Antara $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ -Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (mM).**

Pengukuran  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  - kurkumin dilakukan pada panjang gelombang optimum dengan perbandingan konsentrasi  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (mM)- kurkumin (mM) 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 dan 5:1.

**d. Penentuan Stoikiometri antara  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  -Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi Kurkumin (mM).**

Pengukuran  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  - kurkumin dilakukan pada panjang gelombang optimum dengan perbandingan konsentrasi  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (mM) – kurkumin (mM) 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 6:1 dan 7:1 .

**e. Penentuan Stoikiometri antara  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  -Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volum  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (mL).**

Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  –kurkumin optimum lalu memvariasikan volume dengan perbandingan 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 dan 5:1, lalu dilakukan optimasi pada panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

**f. Penentuan Stoikiometri antara  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  -Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volum Kurkumin (mL).**

Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  –kurkumin optimum lalu memvariasikan volum dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5, lalu dilakukan optimasi pada panjang gelombang optimum menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

#### **4. Penentuan Waktu Kestabilan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dengan Ekstrak Kurkumin**

Penentuan waktu kestabilan dilakukan dengan perbandingan konsentrasi terbaik yang diperoleh pada prosedur 2, diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu tampak pada panjang gelombang optimum dan pH optimum dari 0 menit samapai 60 menit dengan skala kenaikan 10 menit.

#### **5. Penentuan Linearitas Kurva Kalibrasi Larutan Kurkumin dan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .**

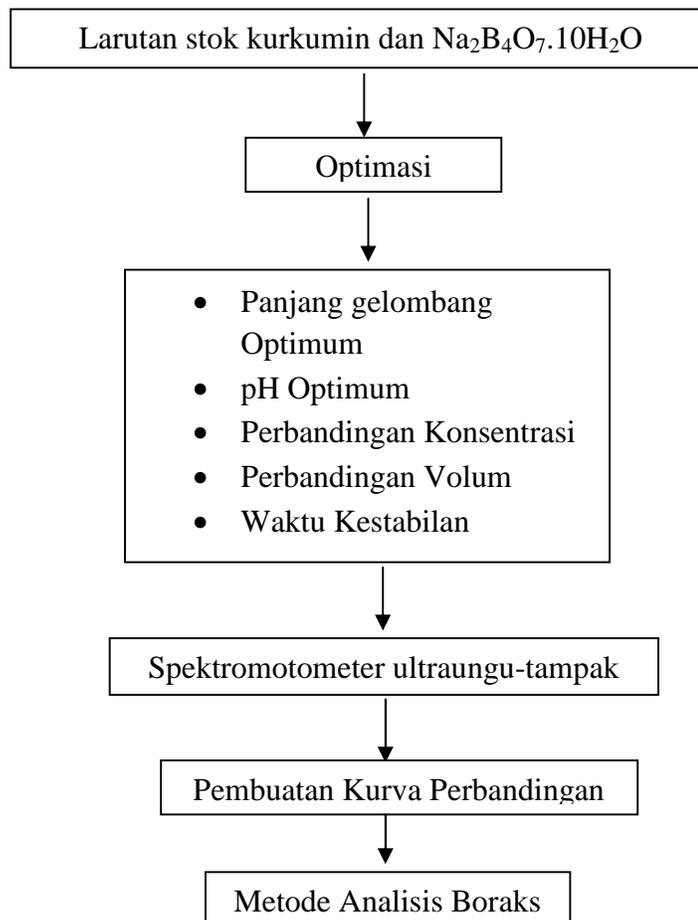
Buat larutan kurkumin dan  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm dan 2,5 ppm. Diukur serapan atom maksimum dengan menggunakan spektrofotometri ultraungu tampak.

#### **6. Aplikasi Variasi terhadap Boraks**

Setelah mendapatkan variasi yang optimum dari metode yang telah dilakukan maka dapat diterapkan pada metode aplikasi ini dimana derajat keasaman optimum, konsentrasi optimum, volume optimum, dan waktu kestabilan dapat diterapkan pada analisa ini.

#### **D. Diagram Alir**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir sebagai berikut pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Diagram alir percobaan.

## V. KESIMPULAN

### A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Senyawa kurkumin ekstrak rimpang kunyit dapat digunakan sebagai senyawa pengompleks pada analisis boraks.
2. Optimasi pengukuran boraks diperoleh pH optimum 9,5 dengan absorbansi 0,612, perbandingan stoikiometri dengan variasi konsentrasi 1:5 dengan absorbansi 1,723, perbandingan stoikiometri variasi volum 3:1 dengan absorbansi 0,742 yang masing-masing diukur pada panjang gelombang 560 nm dan waktu kestabilan 20 menit dengan absorbansi 0,825 .
3. Aplikasi variasi terhadap boraks pada kerupuk puli yang diperoleh dari pasar tradisional, menunjukkan adanya boraks pada beberapa makanan tersebut.
4. Pada uji linearitas diperoleh nilai  $r$  sebesar 0,999, pada uji presisi nilai SD yang diperoleh 0,002794 dan nilai RSD yang diperoleh sebesar 0,2728. Batas deteksi (LoD) yang diperoleh sebesar 0,1783 dan batas kuantitasi (LoQ) yang diperoleh sebesar 0,5944 serta nilai persen *recovery* yang dihasilkan pada analisa boraks adalah sebesar 80%.

## **B. Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar dalam penelitian selanjutnya pada analisis menggunakan XRD dan FTIR untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azas, Q.S. 2013. *Analisis Kadar Boraks pada Kurma yang Beredar di Pasar Tanah Abang dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. (Skripsi). Universitas Islam Negri (UIN) Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Batubara, I., Rafi, M., dan Darusman, L.K. 2005. Estimasi Kandungan Kurkumin pada Sediaan Herbal Komersial secara Spektrofotometri Derivatif. *Sains Kimia*. 9:1.
- Cahyadi, W. 2008. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Christian, G.D. 1986. *Analytical Chemistry*. Fourth Edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. University of Washington. Hal 676.
- Day, R. dan Underwood, A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam Penerjemah: Sopyanlis*. Erlangga. Jakarta.
- Dewanto, G.R. 2015. *Analisis Kuantitatif Pewarna Eritrosin pada Susu Kedelai yang dijual Toko Tahu di Cibuntu dengan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak*. (Skripsi). Universitas Islam Bandung. Bandung.
- Ginting, J.P.S. 2016. *Strip Tes Berbasis Kurkumin untuk Deteksi Boraks pada Sampel Makanan*. ( Skripsi). Universitas Jember. Jember.
- Harjadi. 1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. PT. Gramedia.Jakarta.

- Henika, S. and Khalid, R. 2015. Synthesis of Antibacterial Cream Based on *Allium sativum* as Topical Delivery. *Sains and Informatika*.1:81-89.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kusnanto, A.D. 2002. *Tannin*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Majelis Ulama Indonesia. 2012. *Fatwa Majelis Ulama Indonesia Nomor 43 Tahun 2012 tentang Penyalahgunaan Formalin dan Bahan Berbahaya Lainnya dalam Penanganan dan Pengolahan Ikan*. Kerjasama Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan Lembaga Pemuliaan Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam Majelis Ulama Indonesia.
- Muffidah. 2015. *Analisa Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (Curcuma domestica) dengan menggunakan Spektrofotometer Visible*. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Muharrani, L.K. 2015. Analisis Kualitatif Kandungan Boraks pada Krupuk Puli di Kecamatan Kamal. *Pena Sains*. 2:121.
- Mukti, K.W. 2002. Analisis Spektroskopi UV-Vis Penentuan Konsentrasi Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ). *Ilmiah Farmasi*. 4:3-4.
- Nugraha, A.A. 2010. *Kajian Kadar Kurkuminoid, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Oleoresin Temulawak (curcuma xanthorrhiza roxb.) dengan Variasi Teknik Pengeringan dan Warna Kain Penutup*. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Pane, I.S, Nuraini, D. dan Cahaya, I. 2012. Analisis Kandungan Boraks ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) Pada Roti Tawar Yang Bermerek dan Tidak Bermerek yang Dijual Di Kelurahan Padang Bulan Kota Medan Tahun 2012. *Pharmacon*. 2:1-2.
- Rusli, R. 2009. *Penetapan Kadar Boraks pada Mie Basah yang Beredar Dipasar Ciputat Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis menggunakan Pereaksi*

*Kurkumin*. (Skripsi). Universitas Islam Negri (UIN) Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Sastrohamidjojo, H. 2001. *Dasar – dasar Spektroskopi*. Liberty .Yogyakarta.

Septiana, Dian. 2009. *Studi Analisis Logam Ca dan Mg menggunakan Kurkumin dari Ekstrak Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica val.) secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.

Skoog, D.A. 2004. *Fundamental and Analitical Chemistry Eight Edition*. Brooks/Cole. Kanada.

Sobri, R.R. Anggoro,D. dan MZ, S. 2015. Ekstraksi Multi Tahap Kurkumin dari Kunyit (*Curcuma Domestica Val.*) menggunakan Pelarut Etanol. *Articel in press*. 2:30.

Tatukude, L.R., Loho, L. dan Lintong, M.P. 2014. Gambaran Histopatologi Hati Tikus Wistar yang Diberikan Boraks. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*. 2:1-2.

Triastuti. E., Fatmawali, dan Runtuene, M.R.J. 2013. Analisis Boraks Pada Tahu yang Diproduksi di Kota Manado. *Pharmacon*. 2: 70.

Widayat, D. 2011. *Uji Kandungan Boraks pada Bakso (Studi pada Warung Bakso di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember)*.(Skripsi).Univestas Jember. Jember.