

**STUDI ANALISIS SPESIASI LOGAM Fe(II) DAN Fe(III)
MENGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma
domestica val.*) SEBAGAI SENYAWA PENGOMPLEKS SECARA
SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

(Skripsi)

Oleh

REZKY ADJI PRATAMA



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

2017

ABSTRACT

A STUDY ANALYSIS OF SPECIATION METAL Fe (II) AND Fe (III) BY USING CURCUMIN OF TURMERIC EXTRACT (*Curcuma domestica val.*) AS METAL COMPLEXITY IN SPECTROPHOTOMETRY UV-VIS

By

Rezky Adji Pratama

The aim of this research was to learn about the coordination of metal reaction Fe(II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ and metal Fe(III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ with *Curcuma domestica val.* 100mM main curcumin solution, Fe(II) and Fe(III) were diluted to 1 Mm concentration for Fe(II) and Fe(III) 0,1 mM curcumin solution was analyzed by using spectrophotometry UV-Vis method with wave length ranged from 200–600 nm. The analysis method was used to determine the optimum of wave length, optimum pH, optimum concetration, optimum volume, optimum time-stability, and variation of application. In curcumin 0,1 mM was achieved 0,763 absorbance and λ 435 nm. In Metal Fe(II) 1 mM was achieved 0,895 absorbance dan λ 251 nm. Whereas in Metal Fe(III) 1 mM was achieved 0,877 absorbance dan λ 254 nm. The optimisation of measurement (Fe:curcumin) on optimum λ condition was 454 nm, pH 3, the ratio of stoichiometry concentration was 1:5 (Fe(II):curcumin), the ratio of stoichiometry volume was 1:2(Fe(II):curcumin), the ratio of stoichiometry concentration was 1:4 (Fe(III):curcumin), the ratio of stoichiometry volume was 1:1 (Fe(III):curcumin) and time-stablility in 0-40 minutes. The variation application toward absorbance of Fe(II) and Fe(III) was 0,4602 and 0,3752. The linearity test toward Fe(II) and Fe(III) was achieved R^2 (Coefficient of correlation 0,9999. In SD and RSD test, it was achieved 0,0045 and 0,4 % for Fe(II). Meanwhile, SD and RSD value of Fe(III) was achieved 0,0233 dan 2,3 %. The recovery value of Fe(II) was 102,5% and for Fe(III) was 84,9%. The measurement result from LoD of Fe(II) was 0.1512, instrument LoD was 0.0152 and in Fe(III) was 0,8011, LoD of instrument was 0.0716. The LoQ value on Fe(II) was 0,5042, LoQ of instrument was 0.0467. It was different compared to the value of LoQ for Fe(III) which resulted 2,6704 and LoQ of instrument was 0.2348.

Keywords: Curcumin, complex compound, Fe(II), Fe(III), UV-Vis spectrophotometry, Stoichiometry.

ABSTRAK

STUDI ANALISIS SPESIASI LOGAM Fe (II) DAN Fe (III) MENGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica val.*) SEBAGAI LOGAM PENGOMPLEKS SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK

Oleh

Rezky Adji Pratama

Penelitian ini mempelajari reaksi koordinasi logam Fe(II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan logam Fe(III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan senyawa kurkumin ekstrak kunyit. Larutan induk kurkumin, Fe(II) dan Fe(III) dengan konsentrasi 100 mM diencerkan menjadi 1 mM untuk Fe(II) dan Fe(III), 0,1 mM untuk kurkumin dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 200-600 nm. Metode analisis yang digunakan dengan mencari λ optimum, pH optimum, konsentrasi optimum, volume optimum, waktu kestabilan optimum, dan aplikasi variasi. Kurkumin 0,1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,763 dan λ 435 nm. Logam Fe(II) 1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,895 dan λ 251 nm. Logam Fe(III) 1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,877 dan λ 254 nm. Optimasi pengukuran (Fe:kurkumin) pada kondisi λ optimum 454 nm, pH 3, perbandingan stokiometri konsentrasi 1:5 (Fe(II):kurkumin), perbandingan stokiometri volume 1:2 (Fe(II):kurkumin), perbandingan stokiometri konsentrasi 1:4 (Fe(III):kurkumin), perbandingan stokiometri volume 1:1 (Fe(III):kurkumin) dan waktu kestabilan pada menit 0-40 menit. Aplikasi variasi terhadap Fe(II) dan Fe(III) diperoleh absorbansi sebesar 0,460 untuk Fe(II) dan 0,375 untuk Fe(III). Uji linieritas pada Fe(II) dan Fe(III) diperoleh nilai r sebesar 0,9999. Pada uji SD dan RSD untuk Fe(II) sebesar 0,0045 dan 0,4 %. Pada Fe(III) nilai SD dan RSD sebesar 0,0233 dan 2,3 %. Nilai perolehan kembali pada Fe(II) sebesar 102,5% dan untuk Fe(III) sebesar 84,9%. Hasil perhitungan dari LoD pada Fe(II) menunjukkan 0,1512; LoD instrumen sebesar 0,0152 dan pada Fe(III) sebesar 0,8011; LoD instrumen sebesar 0,0716. Nilai LoQ pada Fe(II) sebesar 0,5042; LoQ instrumen sebesar 0,0467 berbeda dengan nilai LoQ Fe(III) menunjukkan 2,6704 dan LoQ instrumen sebesar 0,2348.

Kata Kunci: Kurkumin, senyawa kompleks, Fe(II), Fe(III), spektrofotometer UV-Vis, stokiometri.

**STUDI ANALISIS SPESIASI LOGAM Fe(II) DAN Fe(III)
MENGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma
domestica val.*) SEBAGAI SENYAWA PENGOMPLEKS SECARA
SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

Oleh

Rezky Adji Pratama

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

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



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

Judul Skripsi : **STUDI ANALISIS SPESIASI LOGAM Fe(II) DAN Fe(III) MENGGUNAKAN KURKUMIN HASIL EKSTRAK KUNYIT (*Curcuma domestica* val.) SEBAGAI SENYAWA PENGOMPLEKS SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK**

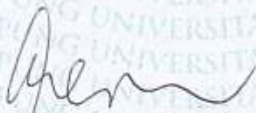
Nama Mahasiswa : **Rezky Adji Pratama**

No. Pokok Mahasiswa : 1317011060

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




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


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

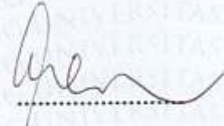
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA


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

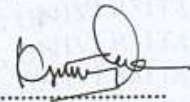
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



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



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



2. 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 : **29 November 2017**

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 13 Agustus 1995, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Putra dari Bapak Sutrisno dan Ibu Sri Suharti. Jenjang pendidikan penulis diawali dari Taman Kanak-kanak di TK Nurul Amal, Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2001. Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Sukajawa, Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2007. Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2010 dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMTI Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2013. Pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Unila melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada bulan Oktober 2016 penulis menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Unila di Bandar Lampung dengan judul **“Studi Analisa Spesiasi Logam Fe(II) dan Fe(III) Menggunakan Kurkumin Hasil Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica val.*) Sebagai Logam Pengompleks Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak”**. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Tias Bangun, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2016.

Pengalaman organisasi penulis dimulai sebagai Kader Muda Himpunan Mahasiswa Kimia (KAMI) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Unila Periode 2013/2014. Penulis juga pernah menjadi anggota Bidang Kaderisasi dan Pengembangan Organisasi (KPO) di Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Unila pada kepengurusan Periode 2014/2015 dan kepengurusan Periode 2015/2016, serta Dewan Pembina di Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Unila pada kepengurusan Periode 2016. Pada Periode 2016/2017 penulis menjadi Wakil Ketua Umum UKMU Karate Universitas Lampung. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Kimia Dasar, dan Kimia Analitik I.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhan (Allah) mulah engkau berharap” (QS 94 : 5-8)

“It always seems impossible until it’s done” (Nelson Mandela)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya” (Ali bin Abi Thalib)

Karya Kecilku ini
kupersembahkan
untuk Papa, Mama,
dan Adik-adikku
serta semua pihak
yang selalu
mendukung dan
menyayangiku

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Tuhan Yesus Kristus. Terimakasih untuk segala berkat dan karunianya yang telah dilimpahkan pada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Kedua orangtuaku, Bapak Ir. Budiman Sidabalok dan Mami Emmyrita Sinurat. Saya ucapkan banyak Terimakasih untuk doa, dukungan, motivasi, arahan, perhatian, nasihat untuk langkah apapun yang saya ambil. Dan tidak pernah lelah untuk selalu mengayomi walaupun terkadang saya sering melanggar perintah mereka. Kalian berdua adalah perpanjangan tangan Tuhan yang terlihat di mata saya. Tanpa dukungan Bapak dan Mami skripsi ini mungkin tidak akan selesai.

Kakakku Christine Bunga Ellora Sidabalok dan adikku Christ Raymond Einstein Sidabalok, yang selalu mendukung dan memberi semangat saat sedang dilanda kesulitan untuk menyelesaikan skripsi ini. Both of you are the best Partner in my life.

Keluarga besar Sidabalok dan Sinurat yang selalu mendukung, hingga terselesaikannya skripsi ini.

Terimakasih banyak saya ucapkan kepada Ibu Rinawati, Ph.D, Bapak Diky Hidayat, M.Sc., Ibu Dr. Ni Luh Gede Ratna Juliasih, Bapak

R.Supriyanto, M.S., dan Ibu Zipora Sembiring yang selalu sabar membimbing saya dalam mengerjakan penelitian dan skripsi ini. Seluruh sahabat dan teman-teman yang tidak henti-hentinya memberikan semangat, dukungan, dan motivasi ketika penulis mengalami kesulitan dalam pengerjaan skripsi ini.

Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Analisis Spesiasi Logam Fe(II) dan Fe(III) Menggunakan Kurkumin Hasil Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica val.*) Sebagai Senyawa Pengompleks Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak”** sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesulitan dan rintangan, namun itu semua dapat penulis lalui berkat dukungan, bantuan, dan dorongan semangat dari orang-orang yang hadir di kehidupan penulis. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orangtua yang saya cintai, Papa Sutrisno dan Mama Sri Suharti, terimakasih atas kasih sayang, semangat, serta segala bentuk pengorbanan Papa dan Mama baik keringat, materi, seluruh kasih sayang, cinta, kesabaran, ketulusan, nasihat, dan doa sehingga saya dapat menyelesaikan studi hingga menjadi Sarjana.
2. Adik-adikku Pungky Dian Pratiwi dan Sephaliya Hanifah, yang telah memberikan doa, semangat, kasih sayang, dukungan, dan canda tawa yang selalu mengisi hari-hariku dengan penuh warna, baik suka maupun duka.

Keluarga besar penulis yang selalu memberikan saran, motivasi, dukungan dan doa kepada penulis.

3. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.S., selaku pembimbing I dan menjadi sosok Ayah di kampus atas bimbingan, perhatian, nasehat, saran, ilmu, bantuan, motivasi, kesabaran dan nilai-nilai kehidupan untuk membimbing Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis berharap dapat membalas kebaikan bapak selama ini.
4. Bapak Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc., selaku pembimbing II penelitian yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, nasehat, saran, motivasi, serta kesabaran membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Diky Hidayat, M.Sc., selaku penguji penelitian yang telah memberikan ilmu, perhatian, bimbingan, kritik, saran, dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Ibu Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi, arahan, serta saran kepada penulis dalam kegiatan perkuliahan hingga menjadi seorang sarjana.
7. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Unila yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat kepada penulis

selama kuliah. Semoga ilmu yang diberikan dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis dan orang di sekitar penulis.

10. Pak Gani, mba Ani, mas Nomo, pak Man, Uni, mba Liza, mba Widya, pak John Isman, dan segenap staff administrasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
11. Untuk Supriyanto's *Research Group* : khususnya *partner* penelitian yaitu Nurma dan Dian Tanti Ningsih . Terimakasih atas kerjasama, bantuan, konflik,saran, kritik, nasihat dukungan, motivasi, dan doa terhadap penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
12. Untuk teman-teman sepermainan dan seperjuanganku yang suka berkumpul di "Markas" yaitu "THE INCREDIBLE SIX", yang terdiri atas Yudha Ari Satria (*The Strongman*), Riyan Wahyudi (Pakar Wanita), Ferdian Dicky Permana (Pemilik Markas yang mungkin bosan dijadikan tempat tongkrongan), Christian Paul PS (Laki-laki telat nakal dan *the important man*), dan Radho Al-Kausar (Seorang yang sering linglung). Terimakasih atas kebersamaannya, keceriaan, dukungan, perhatian, doa, nasihat, kritik, saran, dan waktu yang telah kita habiskan bersama selama masa perkuliahan. Aku tidak akan melupakan kalian dan semoga kita dapat bertemu kembali dengan masing-masing pribadi sudah menjadi orang yang sukses.
13. Keluarga seperjuanganku Kimia 2013 (CHETIR): Anggun Ferliasari Pertiwi, Antonius Wendy Antono, Andreas Doddy Prabowo, Anggi Widiawati, Anita Sari, Arief Aulia Rahman, Arni Nadiya Ardelita, Aulia Pertiwi Tri Yuda, Awan Gunaefi, Badiatul Niqmah, Christian Paul PS, Della Mita Andini, Dewi Citra Ariani, Dewi Rumondang, Dian Tanti Ningsih, Dona Mailani

Pangestika, Eka Maharani, Eka Setiososari, Erva Alhusna, Esti Sandra
 Pertiwi, Ezra Reinsky Tiarsa, Faradilla Dwi Friscancelli, Fathania Sejati,
 Fatimah, Febri Ardhiansyah, Fentri Hariyanti, Fera Lasriama Manalu,
 Ferdian Dicky Permana, Fika Putri Aulia, Gesa Gustami Pangesti,
 Hermayana Simamora, Hernora Adis Parlina, Indah Tri Yulianti, Inggit
 Borisha, Ismi Ambalika, Kartika Agus Kusuma, Khairunisa, Mba Nanda,
 Khalimatus Sa'diah, Khomsatun Khasanah, Korina Sarah Selviana, Kurnia
 Octaria, Lindawati, Lulu Nur Rachmi, M. Sanubara Priamorta, Maya
 Retnasari, Megafhit Puspitarini, Mega Mawarti, Melia Tri Anggraini, Melita
 Sari, Mia Permatasari, Mita Sasta Viana, Monica Dhamayanti, Murnita
 Anggraini, Nur Hastriana, M. Ainurridho, Radho Al-Kausar, Nessia Kurnia,
 Nita Yulian, Nova Tri Irianti, Nur padilla, Nurma, Nurul Fatimah, Oci Rianti,
 Prasetyaning Tyas Chakti, Renita Susanti, Rian Fadlya Amha, Riska Martina,
 Riski Rahmadani, Riyan Wahyudi, Shela Anggun Septiana, Shelta Mei
 Inorisa, Sinta Dewi O, Siti Mudmainah, Siti Nabila Shofa, Sri Utami, Sri
 Wahyuni, Tika Cynthia, Tya Gita Putri Utami, Verdi Virgiawan, Veronika
 Netty Keleniya Manalu, Vyna Ayu Ramadian Saputri, Wahyuni Dewi
 Lestari, Widya Aryani, Yolanda Larasati, Yudha Ari Satria, Yulia Arizawati,
 Yunita Febrianti, Yunitri Sianturi, Yuvica Oktaviana Putri, dan Vicka Andini.
 Terimakasih persahabatan, pertemanan, dan kekeluargaannya selama ini.
 Semoga silaturahmi kita tetap terjaga dan kita semua menjadi orang yang
 sukses di masa depan serta berguna bagi nusa, bangsa, dan orang tua.

14. For Yola Yashinta Batubara who has been becoming lovely partner, my place
 share everything, and I hope more than that for up coming time.

15. Kepada *More Than Friends* yaitu Ibnu “mantan gondrong”, Bowo, Rico, Bang Doni, Cionk, Budi, Nisa, Bang Tomi, Ulung, Riki, Mirzano, Sena, Nanda, Sendy, yang telah memberikan semangat, motivasi, saran, canda, tawa, duka, dan rasa kekeluargaan kepada Penulis.
16. Kepada *More Than Brothers* “Marzuki Gaul Max” yaitu Ahmad Jundi, Wahyu Dwi Lestari dan Monica Pricillia, S.Pd., yang telah memberikan semangat, motivasi, saran, canda, tawa, duka, dan rasa kekeluargaan kepada Penulis.
17. Keluarga KKN ku Tias Bangun yaitu Fajar Agustyan, S.E., M. Ihkwan Husain, S.H., Eka Rahmawati, S.E., Ancastami, Agung Laksono, Dewi Citra Ariani dan Yeni Nuricasari, Terimakasih atas kebersamaan, pengorbanan, dukungan selama masa-masa sulit KKN maupun setelah KKN, semoga tali persaudaraan kita takkan pernah terhenti. Dan semoga kita semua dapat bertemu lagi dan menjadi orang sukses di masa yang akan datang.
18. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Instrumentasi (Lab bawah yang banyak tekanan dari pihak luar), yaitu: Nurma, Christian Paul Ps, Ferdian Dicky Permana, Lulu Nur Rachmi, Riski Rahmadani, Yuvica Oktaviana, Fera Manalu, Anita Sari, dan masih banyak lagi. Terimakasih atas segala perhatian, dukungan, nasihat, kritik, dan sarannya selama ini. Semoga di masa depan masing-masing dari kita semua dapat menjadi orang yang sukses dan kelak kita akan bertemu lagi.
19. Kepada Kakak-kakak di Supriyanto’s *Research Group* : Kak Mardian, Mba Mega, Mba Debo, Kak Dery, Kak Ubay dan Kak Adit, yang telah mengajarkan dan memberikan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini.

20. Kepada Kakak-Kakak senior yaitu Kak Dani, Kak Yahya, Kak Alan, Kak Rio, Kak Yusry, Kak Junet, Kak Nico, Kak Anggino, Kak Arik, Mba Gege, Kak Dery yang telah memberikan pengalaman, semangat dan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini.
21. Kepada Adik-adik Supriyanto's *Research Group* : Dinda, Rizka, Nova, Pew, Sifa yang telah memberikan semangat kepada Penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
22. Kepada Ibu Miranti dan Mba Nining yang telah membantu saran, motivasi, pengalaman dan semangat kepada Penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
23. Kepada kakak-kakak angkatan 2009, 2010, 2011 dan 2012 yang telah menjadi panutan dengan cara yang berbeda-beda selama Penulis berproses saat menjadi mahasiswa.
24. Kepada Adik-adik angkatan 2014, 2015, 2016 dan 2017 yang telah mengisi hari-hari di kampus selama Penulis menjadi mahasiswa.
25. Almamater tercinta Universitas Lampung.
26. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara tulus dan ikhlas memberikan bantuan moril dan materil kepada penulis.

Akhir kata, penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih kurang dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat sebagaimana mestinya. Amin.

Bandar Lampung, November 2017
Penulis

Rezky Adji Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Kerja Praktik	3
C. Manfaat Kerja Praktik	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Logam Besi	5
B. Kurkumin	9
C. Senyawa Kompleks	15
D. Logam Transisi	16
E. Ligan	17
F. Analisa Kuantitatif dan Kualitatif	17
G. Pengaruh pH	18
H. pKa dan pH	19
I. Validasi	21
J. Spektrometri	24
K. Spektrofotometer Ultraungu-Tampak	25
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Kerja Praktik	35
B. Alat dan Bahan	35
C. Prosedur Kerja	35
1. Preparasi Larutan Induk	35
1.1 Larutan Induk Kurkumin 100 mM	35
1.2 Larutan Induk Fe(II) 100 mM	36
1.3 Larutan Induk Fe(III) 100 mM	36
1.4 Pembuatan Larutan Buffer Sitrat	36

2. Penentuan Variasi pH antara Logam Fe(II) dan Fe(III) dengan Ekstrak Kurkumin.....	36
3. Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III) Dengan Ekstrak Kurkumin.....	37
3.1 Optimasi Panjang Gelombang Optimum pada Logam Fe(II), logam Fe(III) dan Kurkumin.....	37
3.2 Optimasi Reaksi antara Logam Fe(II), Fe(III) dengan Kurkumin.....	37
3.3 Penentuan Stoikiometri antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi Logam Fe(II) dan Fe(III) (mmol).....	37
3.4 Penentuan Stoikiometri antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Kurkumin (mmol).....	38
3.5 Penentuan Stoikiometri antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volume Logam Fe(II) dan Fe(III).....	38
3.6 Penentuan Stoikiometri antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin dengan Variasi Volume Ekstrak Kurkumin.....	38
4. Penentuan Waktu Kestabilan Logam Fe(II) dan Fe(III) Dengan Ekstrak Kurkumin.....	39
5. Aplikasi Variasi Terhadap Fe(II) dan Fe(III).....	39
6. Validasi.....	39
6.1 Kurva Kalibrasi Fe(II).....	39
6.2 Kurva Kalibrasi Fe(III).....	40
D. Diagram Alir.....	42

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Larutan Induk.....	43
B. Penentuan Panjang Gelombang Optimum.....	43
1. Panjang Gelombang Optimum Kurkumin.....	43
2. Panjang Gelombang Optimum Fe(II).....	44
3. Panjang Gelombang Optimum Fe(III).....	45
C. Pengaruh Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum Antara Ekstrak Kurkumin dan Fe(II).....	45
1. Variasi pH Kurkumin dan Fe(II).....	46
2. Variasi pH Kurkumin dan Fe(III).....	47
D. Penentuan Stokiometri Variasi Konsentrasi.....	48
1. Penentuan Stokiometri Antara Kurkumin dan Fe(II) dengan Variasi Konsentrasi Kurkumin : Fe(II).....	48
2. Penentuan Stokiometri Antara Kurkumin dan Fe(III) dengan Variasi Konsentrasi Kurkumin : Fe(III).....	49
E. Penentuan Stokiometri Variasi Volume.....	51
1. Penentuan Stokiometri Antara Kurkumin dan Fe(II) dengan Variasi Volume Kurkumin : Fe(II).....	51
2. Penentuan Stokiometri Antara Kurkumin dan Fe(III) dengan Variasi Volume Kurkumin : Fe(III).....	52

F. Penentuan Waktu Kestabilan	53
1. Penentuan Waktu Kestabilan antara Kurkumin dan Fe(II)	53
2. Penentuan Waktu Kestabilan antara Kurkumin dan Fe(III)	54
G. Aplikasi Variasi Terhadap Fe(II) dan Fe(III)	55
H. Validasi Metode	56
1. Linieritas	56
2. Ketetapan (Akurasi)	58
3. Ketelitian (Presisi)	58
4. Limit Deteksi dan Limit Kuantitasi	59

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan	62
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe).....	6
Tabel 2. Warna Komplementer pada Panjang Gelombang.....	30
Tabel 3. Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum antara Ekstrak Kurkumin dan Fe(II).....	46
Tabel 4. Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum antara Ekstrak Kurkumin dan Fe(III).....	47
Tabel 5. Pengaruh Variasi Konsentrasi Kurkumin dan Fe(II).....	48
Tabel 6. Pengaruh Variasi Konsentrasi Kurkumin dan Fe(III).....	50
Tabel 7. Pengaruh Variasi Volume Kurkumin dan Fe(II).....	51
Tabel 8. Pengaruh Variasi Volume Kurkumin dan Fe(III).....	52
Tabel 9. Penentuan Waktu Kestabilan Kurkumin dan Fe(II).....	53
Tabel 10. Penentuan Waktu Kestabilan Kurkumin dan Fe(III).....	54
Tabel 11. Aplikasi Fe(II) dan Fe(III).....	56
Tabel 12. Nilai SD dan RSD Logam Fe(II).....	59
Tabel 13. Nilai SD dan RSD Logam Fe(III).....	59
Tabel 14. Data Hasil LoD dan LoQ Fe(II).....	60
Tabel 15. Data Hasil LoD dan LoQ Fe(III).....	60
Tabel 16. Kalibrasi Fe(II) Standar.....	72
Tabel 17. Kalibrasi Fe(III) Standar.....	72
Tabel 18. Ketepatan (Akurasi) Fe(II).....	73
Tabel 19. Ketepatan (Akurasi) Fe(III).....	73
Tabel 20. Nilai Konsentrasi Logam Fe(II).....	74
Tabel 21. Nilai Konsentrasi Logam Fe(III).....	75
Tabel 22. Pengukuran Blanko.....	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Kimia Kurkumin, Demetoksikurkumin dan Bis-demetoksikurkumin.....	11
Gambar 2. Penyerapan Sinar Maksimum.....	28
Gambar 3. Instrumentasi UV-Vis.....	30
Gambar 4. Single Beam Instrument.....	31
Gambar 5. Double Beam Instrument.....	33
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 7. Panjang Gelombang Kurkumin.....	44
Gambar 8. Panjang Gelombang Fe(II).....	44
Gambar 9. Panjang Gelombang Fe(III).....	45
Gambar 10. Kurva pH Optimum antara Ekstrak Kurkumin dan Fe(II).....	46
Gambar 11. Kurva pH Optimum antara Ekstrak Kurkumin dan Fe(III).....	47
Gambar 12. Kurva Optimasi Variasi Konsentrasi Kurkumin : Fe(II).....	49
Gambar 13. Kurva Optimasi Konsentrasi Kurkumin : Fe(III).....	50
Gambar 14. Kurva Optimasi Variasi Volume Kurkumin : Fe(II).....	52
Gambar 15. Kurva Optimasi Variasi Volume Kurkumin : Fe(III).....	53
Gambar 16. Kurva Waktu Kestabilan Kurkumin dan Fe(II).....	54
Gambar 17. Kurva Waktu Kestabilan Kurkumin dan Fe(III).....	55
Gambar 18. Kurva Regresi Larutan Standar Fe(II).....	57
Gambar 19. Kurva Regresi Larutan Standar Fe(III).....	57
Gambar 20. (A)FeSO ₄ .7H ₂ O (B)FeCl ₃ .6H ₂ O (C)Bubuk Kurkumin.....	78
Gambar 21. (A)Stok Larutan Induk (B)Larutan Induk 100mM (C)Larutan Induk 1mM.....	78
Gambar 22. (A)Variasi pH Fe(II) dan (B) Variasi pH Fe(III).....	79
Gambar 23. Variasi Konsentrasi Fe(II):Kurkumin.....	79
Gambar 24. Variasi Konsentrasi Fe(III):Kurkumin.....	79
Gambar 25. (A)Variasi Volume Fe(III):Kurkumin (B)Variasi Volume Fe(III):Kurkumin.....	80
Gambar 26. (A)Waktu Kestabilan Fe(II):Kurkumin (B)Waktu Kestabilan Fe(III):Kurkumin.....	80

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan bidang ilmu kimia sangat berkembang pesat dimana ilmu kimia sering disebut sebagai ilmu pusat yang menghubungkan berbagai ilmu lain. Pada ilmu kimia memiliki bidang utama yaitu kimia analitik, kimia anorganik, kimia organik, kimia fisik, biokimia, dan sebagainya. Setiap bidang utama dapat saling berhubungan dengan adanya bidang ilmu lain seperti kimia koordinasi. Kimia koordinasi erat kaitannya dengan senyawa koordinasi atau yang bisa disebut dengan senyawa kompleks yaitu senyawa yang tersusun dari suatu ion logam pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan pasangan elektronnya kepada atom logam pusat (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Bidang ilmu kimia juga dapat membahas pencemaran logam berat yang ada di lingkungan dan dapat membawa dampak negatif terhadap ekosistem. Reaksi koordinasi dengan prinsip pengikatan logam transisi sebagai atom pusat dengan senyawa lain sebagai ligan sehingga dapat menjadi senyawa kompleks dan diharapkan dapat mengurangi pencemaran logam berat di alam. Logam berat yang biasanya dapat menjadi atom pusat dalam senyawa kompleks yaitu logam besi. Logam besi termasuk golongan logam transisi yang mempunyai konfigurasi elektron $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$ yang mempunyai tingkat oksidasi utama (II^+) dan (III^+) , kompleks besi (III) pada umumnya lebih stabil daripada kompleks besi (II)

(Lee,1994). Besi (III) ditinjau dari muatan kompleksnya dapat membentuk kompleks yang bervariasi yaitu kationik, netral dan anionik. (Greenwood dan Earnshaw, 1984).

Besi (Fe) merupakan logam yang dihasilkan dari bijih besi dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas. Besi memiliki ion-ion dalam bentuk Fe(II) dan Fe(III) merupakan salah satu ion yang dapat menentukan kesadahan dan pencemaran logam berat terhadap air. Keberadaan ion-ion tersebut didalam air dapat dianalisa secara kimia. Logam Fe dapat dijadikan sebagai atom pusat pada senyawa kompleks. Hal ini mengindikasikan bahwa analisis terhadap logam tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri pada daerah sinar tampak, karena senyawa kompleks dalam larutan akan membentuk warna. Analisa terhadap logam Fe dengan menggunakan metode spektrofotometri ultraungu-tampak diharapkan dapat menjadi salah satu metode yang efektif dan efisien. Untuk membentuk senyawa kompleks diperlukan ligan yang dapat berinteraksi dengan ion pusatnya.

Berbagai ion logam dapat dikomplekskan oleh β -diketo-kurkumin termasuk logam besi, menurut (Michael dkk, 2015) senyawa kurkumin diduga dapat membantu analisa logam dengan berperan sebagai ligan dan membentuk senyawa kompleks dengan salah satu indikator yang paling umum muncul yaitu terjadinya perubahan warna. Kurkumin merupakan senyawa organik yang berasal dari ekstrak kunyit. Kurkumin mempunyai kemampuan untuk mereduksi dan mengkhelat ion-ion logam. Kurkumin telah dimanfaatkan untuk mengekstrak ion-ion logam (Widodo dkk, 2007). Beberapa manfaat tersebut berhubungan dengan adanya gugus β -diketon pada struktur kurkumin. Akan tetapi pemanfaatan kurkumin dalam bidang kimia dan analisis terhadap senyawa kompleks dengan

memanfaatkan ligan alam masih terbilang sedikit karna minimnya informasi terhadap senyawa kompleks terhadap ligan alam. 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).

Banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisis logam berat seperti besi (Fe), timbal (Pb), tembaga (Cu), kromium (Cr), kadmium (Cd), merkuri (Hg), mangan (Mn). Beberapa metode yang dapat digunakan yaitu menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA), *inductively couple plasma* (ICP) baik ICP-MS (*Mass Spectroscopy*), ICP-AES (*Atomic Emission Spectroscopy*), ICP-OES (*Optical Emission Spectroscopy*) yang memiliki kelebihan analisis yang spesifik, cepat, efektif dan efisien, tetapi metode ini cukup mahal pada penggunaannya. Melihat dari masalah diatas maka diharapkan penelitian analisis logam Fe(II) dan Fe(III) yang dikoordinasikan dengan senyawa kurkumin kemudian dilakukan metode stokiometri variasi konsentrasi dan volume, serta diaplikasikan pada metode spektrofotometri ultraungu-tampak. Diharapkan penggabungan metode yang diaplikasikan dapat menghasilkan data yang efektif, efisien, mudah dan murah penggunaannya. Serta dapat menjadi metode analisis alternatif baru dalam analisis logam Fe(II) dan Fe(III).

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mensintesis senyawa kompleks antara logam Fe(II) dan Fe(III) dengan senyawa kurkumin.

2. Menerapkan metode aplikasi terhadap logam Fe(II) dan Fe(III) dengan kurkumin pada kondisi optimum.
3. Melakukan validasi metode terhadap logam Fe(II) dan Fe(III) dengan kurkumin.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat sebagai metode alternatif baru dalam analisis logam Fe(II) dan logam Fe(III) dengan menggunakan kurkumin yang mudah didapat, murah dan ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam Besi (Fe)

Besi (Fe) dalam sistem periodik unsur termasuk logam transisi golongan VIIIB dengan nomor atom 26, berat relatif 55,847 g/mol, konfigurasi elektron [Ar] $3d^6 4s^2$, titik didih $2861\text{ }^{\circ}\text{C}$, titik leleh $1538\text{ }^{\circ}\text{C}$, densitas $7,783\text{ g/cm}^3$, elektronegatifitas 1,7, energi ionisasi 768 kJ/mol, bewarna keperakan dan dapat ditempa (Patnaik, 2003).

Besi merupakan salah satu ion logam transisi trivalensi deret pertama yang cukup labil, sehingga dapat membentuk berbagai macam senyawa pada senyawa kompleksnya. Senyawa kompleks Fe(III) umumnya membentuk struktur oktahedral dengan bilangan koordinasi enam. Namun struktur lain seperti tetrahedral dengan bilangan koordinasi empat dan segiempat piramida dengan bilangan koordinasi lima juga dapat terjadi (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Besi (Fe) yang terdapat di alam dalam bentuk senyawa yang digolongkan menjadi besi II dan besi III misalnya pada mineral hematite (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4), pirit (FeS_2), siderite (FeCO_3), dan limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Unsur besi sangat penting dalam hampir semua organisme yang hidup. Pada manusia besi merupakan unsur penting dalam hemoglobin darah.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)

Sifat fisik dan sifat kimia	Keterangan
Lambang	= Fe
Nomor atom	= 26
Golongan, Periode	= golongan 8, periode 4
Penampilan	= Metalik mengkilap keabu-abuan
Massa atom	= 55,854 (2) g/mol
Konfigurasi elektron fase	= [Ar] 3d ⁶ 4s ²
Fasa	= Padat
Massa jenis	= 7,86 g/cm ³
Titik lebur	= 1811 °K (1538 °C, 2800 °F)
Titik didih	= 3134 °K (2861 °C, 5182 °F)
Isotop	= 8
Kepadatan	= 7,8 g/cm ³ pada 20 °C
Energi ionisasi pertama	= 761 kJ/mol
Energi ionisasi kedua	= 1556,5 kJ/mol
Energi ionisasi ketiga	= 2951 kJ/mol
Kapasitas kalor	= (25 °C) 25,10 J/ (mol·K)

Sumber : (Patnaik, 2003)

Sifat lain-lainnya dari besi yaitu sebagai berikut :

1. Unsur besi bersifat elektropositif yaitu mudah melepaskan elektron. Karena sifat inilah bilangan oksidasi besi bertanda positif.
2. Besi dapat memiliki biloks 2, 3, 4 dan 6. Hal ini disebabkan karena perbedaan energi elektron pada subkulit 4s dan 3d cukup kecil, sehingga elektron pada subkulit 3d juga terlepas ketika terjadi ionisasi selain elektron pada subkulit 4s.
3. Logam murni besi sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi, khususnya di udara yang lembab atau ketika terdapat peningkatan suhu.
4. Besi memiliki bentuk allotroik ferit yaitu alfa, beta, gamma dan omega dengan suhu transisi 700 °C, 928 °C, dan 1530 °C. Bentuk alfa bersifat

magnetik, tapi ketika berubah menjadi beta, sifat magnetnya menghilang meski pola geometris molekul tidak berubah.

5. Mudah bereaksi dengan unsur-unsur non logam seperti sulfur, fosfor, boron, karbon dan silikon.
6. Larut dalam asam-asam mineral encer.
7. Oksidanya bersifat amfoter yaitu oksida yang menunjukkan sifat-sifat asam sekaligus basa.

Secara umum besi merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi manusia walaupun banyak kegunaan dan manfaatnya. Tingkat bahaya dari suatu logam berat berbanding lurus pada tingkat pencemaran suatu daerah tersebut, dimana logam berat tersebut dapat mengakibatkan masalah kesehatan bagi manusia (Vogel, 1994).

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 0,1 mg/l.

Kondisi yang diakibatkan karena adanya logam besi yang larut dalam air mengakibatkan, di antaranya adalah :

1. Pengaruh pH yang rendah (asam), dapat melarutkan logam besi.
2. Pengaruh CO_2 agresif yang menyebabkan larutnya logam besi.
3. Pengaruh tingginya suhu air akan melarutkan besi-besi dalam air.
4. Kuatnya daya hantar listrik akan melarutkan besi.
5. Adanya bakteri besi dalam air akan memakan besi.

Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya :

1. Gangguan teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})$ bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan dan efek-efek yang dapat merugikan seperti mengotori bak yang terbuat dari seng. Mengotori wastafel dan kloset.

2. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau dan rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya $>1,0 \text{ mg/l}$.

3. Gangguan kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil didalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air, tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

Pada hemokromatosis primer besi yang diserap dan disimpan dalam jumlah yang berlebihan di dalam tubuh. Feritin berada dalam keadaan jenuh akan besi sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu hemosiderin. Akibatnya terjadilah sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatosis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang. Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidak disekresikan (Darmono, 2001).

Besi (Fe) merupakan salah satu logam berat yang bersifat esensial bagi manusia, yaitu logam yang dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek toksik. Sebagai ion logam, Fe dapat dijadikan sebagai atom pusat pada senyawa kompleks. Hal ini mengindikasikan bahwa analisis terhadap logam ataupun terhadap senyawa kompleks tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, karena senyawa kompleks dalam larutan dapat membentuk warna dan memiliki panjang gelombang dan tingkat absorbansi tersendiri. Untuk membentuk senyawa kompleks atom pusat memerlukan ligan yang berinteraksi dengan ion pusat tersebut. Dalam masalah ini senyawa kurkumin diduga dapat membantu analisis logam Fe(II) dan Fe(III) terhadap panjang gelombang optimum dan tingkat absorbansinya (Shriver dan Langford, 1990).

B. Kurkumin

Kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) merupakan campuran kompleks organik berwarna kuning orange yang terdapat pada berbagai jenis *Curcuma* sp. Kunyit (*Curcuma*

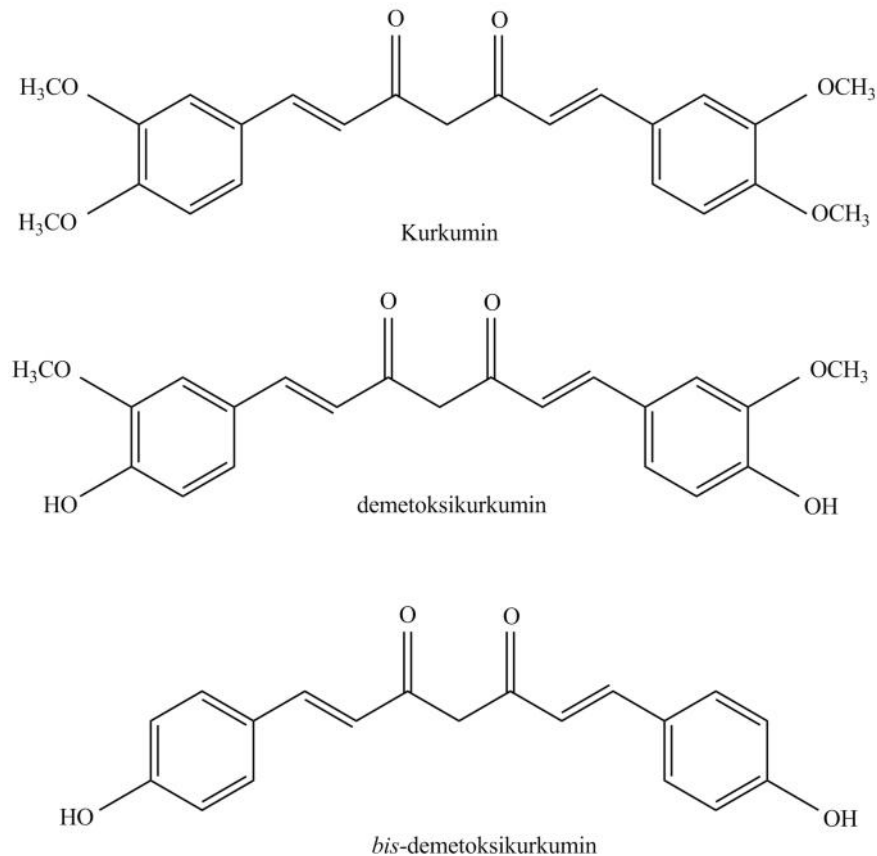
domestica val.) merupakan tanaman yang berpotensi menghasilkan kurkumin (Krishnamurthy, 1976). Kurkumin atau kurkuminoid yang terkandung dalam kunyit dan terdapat zat-zat lain yang ada didalamnya seperti turunan dari kurkumin yaitu desmetoksikurkumin, bidismetoksikurkumin serta zat-zat lainnya.

Kurkumin $R_1 = R_2 = OCH_3$

Desmetoksikurkumin $R_1 = OCH_3, R_2 = H$

Bisdesmetoksikurkumin $R_1 = R_2 = H$

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}, demektoksikurkumin {p-hidroksinnamoilferuloilmetan = 1-(4 hidroksifnil) 7 (4 hidroksi 3 metoksifenil) hepta 1,6 diene 3,5 dione} dan bisdemektoksikurkumin {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 bis-demetoksikurkumin ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kimia Kurkumin, Demetoksikurkumin dan Bis-demetoksikurkumin (Muffidah, 2015).

Zat-zat lainnya seperti minyak atsiri 1-3 %, lemak 3%, karbohidrat 30%, protein 8%, pati 45-55%, vitamin C, garam-garam mineral seperti zat besi, fosfor, dan kalsium (Chattopadhyay dkk, 2004).

Kurkumin telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai hal, seperti dalam bidang pangan sebagai pewarna makanan, dalam bidang farmasi untuk obat-obatan. Kurkumin mempunyai kemampuan untuk mereduksi dan mengkhelat ion-ion logam. Dalam bidang kimia, kurkumin telah dimanfaatkan untuk mengekstrak ion-ion logam. Beberapa kandungan kimia dari rimpang kunyit yang telah diketahui yaitu minyak atsiri yang terdiri dari golongan senyawa monoterpen dan

sesquiterpen (meliputi zingiberen, alfa dan beta-turmerone), zat warna kuning yang disebut kurkuminoid (meliputi kurkumin, monodesmetoksikurkumin dan bidesmetoksikurkumin), protein, fosfor, kalium, besi serta vitamin C. Dari beberapa senyawa tersebut, kurkumin merupakan komponen terbesar yang terkandung dalam kunyit (Krishnamurthy, 1976).

Kurkumin (1,7-bis(4' hidroksi-3 metoksifenil)-1,6 heptadien, 3,5-dion merupakan komponen penting dari *Curcuma domestica val.* yang memberikan warna kuning yang khas. Kurkumin termasuk golongan senyawa polifenol dengan struktur kimia mirip asam ferulat yang banyak digunakan sebagai penguat rasa pada industri makanan. Serbuk kering rhizome (turmerik) mengandung 3-5% kurkumin dan dua senyawa derivatnya dalam jumlah yang kecil yaitu desmetoksi kurkumin dan bisdesmetoksikurkumin, yang ketiganya sering disebut sebagai kurkuminoid (Tonnesen dan Karlsen, 1985). Kurkumin tidak larut dalam air tetapi larut dalam etanol atau dimetilsulfoksida (DMSO). Degradasi kurkumin tergantung pada pH dan berlangsung lebih cepat pada kondisi netral-basa (Aggarwal dkk, 2003).

Senyawa kurkumin merupakan senyawa yang memiliki berat molekul 368,37 g/mol bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam alkohol dan asam asetat glasial. Kurkumin termasuk zat yang tidak bersifat racun (*non-toxic*), larut dalam alkohol dan asam asetat glasial, sedangkan dalam larutan alkalis, kurkumin larut dengan perubahan warna menjadi kecoklatan. Kurkumin memberikan warna spesifik bila direaksikan dengan asam atau basa, misalnya memberikan warna merah jingga dengan asam sulfat memberikan warna merah sedangkan pada NaOH 10% memberikan warna coklat jingga. Senyawa kurkumin ($C_{21}H_{20}O_6$) sebagai prisma kuning jingga dengan titik leleh $183^{\circ}C$,

desmotoksi kurkumin sebagai bubuk kuning dengan titik leleh 168°C dan bidesmetoksi kurkumin sebagai lempengan kristal kuning dengan titik leleh 224°C (Krisnamurty, 1976).

Sifat kurkumin yang menarik adalah perubahan warna akibat perubahan pH lingkungan. Suasana asam kurkumin berwarna kuning atau kuning jingga sedangkan dalam suasana basa berwarna merah. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya sistem tautomeri pada molekulnya. Mempertahankan pH kurang dari 7 untuk mendapatkan stabilitas yang optimum dari sediaan kurkumin. Pada pH lebih dari 7 kurkumin sangat tidak stabil dan mudah mengalami disosiasi (Tonnesen dan Karlsen, 1995).

Stabilitas kurkumin dipengaruhi oleh pH lingkungan dan cahaya. Dalam larutan akuades kurkumin mengalami reaksi hidrolisis degradatif yang bergantung pada pH lingkungan. Kecepatan degradasi pada $\text{pH} < 7$ lebih lambat dibandingkan $\text{pH} > 7$. Kestabilan kurkumin pada pH alkali disebabkan pada gugus metilen aktif. Penghilang gugus metilen aktif dan gugus karbonil menjadi 1,4 pentadien-3-on dapat menghasilkan bentuk yang lebih stabil dan masih memiliki sifat antioksidan. Sintesis seri analog 1,5 difenil-1,4-pentadiena-3-on dan bentuk lingkaran siklopentanon maupun sikloheksanon yang masih menunjukkan aktifitas antioksidan yang poten, terutama jika posisi meta pada cincin aromatik tersubstitusi gugus metoksi (Hadiprabowo, 2009).

Pada kurkumin terdapat gugusan OH fenolik yang menggambarkan bahwa kurkumin memiliki sifat yang asam dengan nilai pK_a sebesar 7,8 sampai 9. Apabila struktur yang bersifat asam berada dalam lingkungan asam maka struktur itu akan berada dalam bentuk aslinya, sedangkan apabila berada dalam

lingkungan basa maka akan terjadi reaksi asam-basa membentuk suatu garam.

Pada pH asam kurkumin berwarna kuning hingga kuning jingga sedangkan dalam pH basa berwarna merah. Perubahan warna ini dapat terjadi karena adanya sistem tautomeri pada molekulnya. Pada pH lebih dari 7 kurkumin sangat tidak stabil dan mudah mengalami disosiasi. Hubungan struktur dan aktivitas kurkumin terkait dengan gugus-gugus fungsional senyawa tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. Gugus hidroksi pada cincin aromatik menunjukkan aktivitas antioksidan pada senyawa kurkumin
2. Gugus keton dan ikatan rangkap berperan dalam aktivitas biologis sebagai antiinflamasi, antikanker dan antimutagenik
3. Dua cincin aromatis simetris ataupun tidak simetris menentukan potensi ikatan antara senyawa obat dengan reseptor .

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 430-450 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).

Senyawa kurkumin pada kunyit sering dimanfaatkan pada bidang farmakologi dan pangan, tetapi belum banyak peneliti tentang kurkumin dalam bidang analisis. Selama dua dekade belakangan ini penelitian tentang kurkumin sebagai bahan aktif untuk beberapa penyakit telah banyak dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut antara lain melaporkan tentang efek kurkumin sebagai antioksidan (Rao, 1997; Majeed dkk, 1995), antiinflamasi (Van der Goot, 1997; Sardjiman dkk, 1997), antikolesterol (Bourne dkk, 1999), antiinfeksi (Sajithlal dkk, 1998), antikanker (Huang dkk, 1997; Singletary dkk, 1998; Huang dkk, 1998), dan anti HIV (Mazumder dkk, 1997; Barthelemy dkk, 1998).

C. Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun dari suatu ion logam pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan pasangan elektron bebasnya kepada ion logam pusat. Donasi pasangan elektron ligan kepada ion logam pusat menghasilkan ikatan kovalen koordinasi sehingga senyawa kompleks juga disebut senyawa koordinasi (Cotton dan Wilkinson, 1989). Jadi semua senyawa kompleks atau senyawa koordinasi adalah senyawa yang terjadi karena adanya ikatan kovalen koordinasi antara logam transisi dengan satu atau lebih ligan (Sukardjo, 1992). Senyawa kompleks sangat berhubungan dengan asam dan basa lewis dimana asam lewis adalah senyawa yang dapat bertindak sebagai penerima pasangan bebas sedangkan basa lewis adalah senyawa yang bertindak sebagai penyumbang pasangan elektron (Shriver dan Langford, 1990). Senyawa kompleks terbentuk karena terjadinya ikatan kovalen koordinasi antara suatu atom atau ion logam dengan suatu ligan. Logam yang dapat membentuk senyawa kompleks biasanya merupakan logam transisi, alkali atau alkali tanah.

Senyawa kompleks memiliki bilangan koordinasi dan struktur bermacam-macam. Mulai dari bilangan koordinasi dua sampai delapan dengan struktur linear, tetrahedral, segi empat planar, trigonal bipyramidal, dan oktahedral (Effendy, 2007).

D. Logam Transisi

Logam transisi memiliki subkulit d yang tidak terisi penuh atau mudah menghasilkan ion-ion dengan subkulit d yang tidak terisi penuh. Hal ini menyebabkan beberapa sifat khusus, meliputi warna yang unik, pembentukan senyawa paramagnetik, aktivitas katalitik, dan kecenderungan untuk membentuk ion kompleks. Jika dilihat periode dari kiri ke kanan, nomor atom meningkat, elektron bertambah di kulit luar, muatan ini meningkat karena bertambahnya proton (Chang, 2005).

Logam-logam transisi mempunyai struktur kemas rapat (*closest pack*), artinya setiap atom mengalami persinggungan yang maksimal dengan atom-atom lain yaitu sebanyak dua belas atom tetangganya. Akibat dari struktur kemas rapat dan kecilnya ukuran atomik adalah bahwa logam-logam transisi membentuk ikatan logam yang kuat antara atom-atomnya sehingga logam-logam ini dapat ditempa dan kuat. Ion-ion logam transisi lebih kecil ukurannya dibandingkan dengan ion-ion logam kelompok s dalam periode yang sama. Hal ini menghasilkan rasio muatan per jari-jari yang lebih besar bagi logam-logam transisi sebagai berikut :

1. Oksida dan hidroksida logam-logam transisi (M^{2+} , M^{3+}) kurang bersifat basa dan lebih sukar larut.

2. Garam-garam logam transisi kurang bersifat ionik dan juga kurang stabil terhadap pemanasan.
3. Garam-garam dan ion-ion logam transisi dalam air lebih mudah terhidrat dan juga lebih mudah terhidrolisis menghasilkan sifat agak asam.
4. Ion-ion logam transisi lebih mudah tereduksi (Sugiyarto dkk, 2012).

E. Ligan

Ligan adalah spesies yang memiliki atom (atau atom-atom) yang dapat menyumbangkan sepasang elektron pada ion logam pusat pada tempat tertentu dalam lengkung koordinasi. Sehingga, ligan merupakan basa lewis dan ion logam adalah asam lewis (Petrucchi, 1989).

Menurut (Saito, 1996) ligan adalah suatu ion atau molekul yang memiliki sepasang elektron atau lebih yang dapat disumbangkan. Ligan merupakan basa Lewis yang dapat terkoordinasi pada ion logam atau sebagai asam Lewis membentuk senyawa kompleks.

Ligan dapat berupa anion atau molekul netral. Sebagian besar ligan adalah zat netral atau anionik tetapi kation, seperti kation tropylium juga dikenal ligan netral seperti ammonia (NH_3) atau karbon monoksida (CO), dalam keadaan bebas pun merupakan molekul yang stabil, sementara ligan anionik seperti Cl^- atau C_5H_5^- , distabilkan hanya jika dikoordinasikan ke atom logam pusat. Jumlah atom yang diikat pada atom pusat disebut dengan bilangan koordinasi (Saito, 1996).

F. Analisa Kuantitatif dan Kualitatif

Dalam analisis kimia dikenal berbagai macam cara untuk mengetahui data kualitatif dan kuantitatif baik yang menggunakan suatu peralatan optik

(instrumen) ataupun dengan cara basah. Alat instrumen biasanya digunakan untuk menentukan suatu zat berkadar rendah, biasanya dalam satuan ppm (*part per million*) atau ppb (*part per billion*) (Pecsok dkk, 1976). Salah satu metode sederhana untuk menentukan zat organik dan anorganik secara kualitatif dan kuantitatif dalam contoh air laut, yaitu dengan metode Spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak. Prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan. Jumlah cahaya atau energi radiasi yang diserap memungkinkan pengukuran jumlah zat penyerap dalam larutan secara kuantitatif (Skoog dan West, 1971).

G. Pengaruh pH

Pada pembentukan senyawa kompleks saat reaksi berlangsung, pH larutan sangat berperan dalam menentukan terbentuknya senyawa kompleks. Pada tingkat keasaman tinggi ligan sulit dalam deprotonasi sehingga terjadi penurunan kemampuan dalam berinteraksi dengan ion logamnya. Sedangkan pada tingkat keasaman rendah akan terdapat banyak ion hidroksil yang akan dapat mendeponasikan ligan sehingga dapat terbentuk kompleks (Chowdurry dkk, 2000). Kemampuan deprotonasi suatu ligan dipengaruhi oleh keasaman lingkungan (pH). Oleh karena itu perbedaan kemampuan deprotonasi akan mempengaruhi kemampuan pengikatan atom pusat oleh ligan tersebut (Yulianti, 2002).

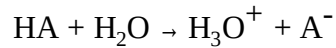
H. pKa dan Ka

Pengetahuan nilai pKa atau konstanta ionisasi/disosiasi sangat penting dalam mengetahui kestabilan dan kelarutan optimum dari suatu senyawa. (Shargel dan Yu, 2005). Istilah ionisasi sering digunakan untuk reaksi penguraian senyawa ionik menjadi ion-ionnya, sedangkan disosiasi digunakan untuk penguraian semua zat menjadi zat yang lebih sederhana. Senyawa elektrolit, tetapi senyawa non elektrolit juga dapat menghasilkan ion ketika bereaksi dengan air membentuk elektrolit. Karena hal inilah, istilah disosiasi memiliki arti yang lebih luas dan lebih sering dipakai tanpa membedakan pengionan dari senyawa elektrolit maupun non elektrolit. Untuk menunjukkan kekuatan elektrolit digunakan derajat ionisasi (α) yaitu jumlah ion bebas yang dihasilkan oleh suatu larutan. Derajat ionisasi (α) didapat dari perbandingan antara jumlah zat yang terion dengan jumlah zat yang dilarutkan. Makin besar harga α maka makin kuat sifat elektrolit larutan tersebut. Kekuatan ionisasi suatu larutan diukur dengan derajat ionisasi dan dapat disederhanakan dalam persamaan dibawah ini:

$$\alpha = \frac{\text{mol zat terionisasi}}{\text{mol zat mula - mula}} \quad (1)$$

Suatu senyawa kimia dapat diklasifikasikan berdasar pada sifat yang dialami pada suatu sistem larutan, apakah dia terionisasi seluruhnya atau hanya sebagian sistem klasifikasi ini diketahui sebagai sifat asam dan basa dari senyawa. Kedua sifat itu terbagi dalam skala lemah atau kuat berdasar pula pada spesi terion dan sifat yang dimiliki spesi tersebut dalam menanggapi proton (H^+) (Niebergall, 1990)

Ionisasi sempurna yang terjadi pada asam dapat digambarkan pada persamaan reaksi berikut:



HA adalah molekul asam dan A^- adalah anionnya, dapat disebut sebagai konjugat basa dari asam, dan H^+ adalah ion hidrogen atau proton. Dengan berdasar pada hukum kekekalan masa, maka persamaan reaksi diatas dapat dituliskan dengan persamaan berikut, dengan konsentrasi A^- dan H_3O^+ dalam ekuilibrium saat konsentrasi asam tetap

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]} \quad (2)$$

K_a adalah konstanta ionisasi atau disosiasi. Konsentrasi molar air (55,3 mol/liter pada 25 °C) jauh lebih besar dari nilai yang lainnya dan relatif konstan selama reaksi, maka persamaan tersebut dapat ditulis:

$$K_{\text{eq}} [\text{H}_2\text{O}] = K_{\text{ion}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (3)$$

$$-\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log K_{\text{ion}} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (4)$$

$$\text{H} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (5)$$

Persamaan diatas lebih dikenal dengan persamaan Henderson-Hasselbach, menunjukkan hubungan pH, pKa, dan perbandingan spesi. Secara definitif, konstanta disosiasi (K_a) adalah ukuran kuantitatif dari kekuatan asam dalam

larutan. Konstanta ini sering digunakan dalam bentuk logaritmiknya sebagai pKa, yang didapat dari $-\log K_a$. Berdasarkan persamaan Henderson-Hasselbach, diatas untuk senyawa asam lemah, semakin besar nilai pKa, maka semakin kecil disosiasi yang terjadi dalam berbagai pH (pH dibawah pKa), dan semakin lemah kecenderungannya untuk terion (Wade, 2003).

I. Validasi

1. Uji Ketepatan

Penentuan ketepatan yang digunakan pada metode analisis ini yaitu menggunakan metode penambahan baku (*standard addition methods*) sehingga diperoleh persentase perolehan kembali (% *recovery*).

Perhitungan dapat ditetapkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ recovery} = \frac{(C_F - C_A)}{C_S} \times 100 \% \quad (6)$$

Keterangan : C_F = konsentrasi total sampel yang diperoleh

C_A = konsentrasi sampel sebenarnya

C_S = konsentrasi standar yang ditambahkan

2. Uji Ketelitian

Presisi atau *precision* adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen.

Persisi diukur ebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisian variasi) presisi dapat dinyatakan sebagai *repeatability* (keterulangan) atau *reproducibility* (ketertiruan).

Pada penelitian ini akan dilakukan sistem duplo, yaitu menggunakan 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 degan menggunakan rumus berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (7)$$

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

Keterangan : SD = standar deviasi

RSD = simpangan baku relatif

x = kadar sampel

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

n = jumlah pengulangan analisis

3. Uji Limit Deteksi dan Limit Kuantitasi

Limit deteksi (LoD) adalah konsentrasi terendah dari analit dalam contoh yang dapat terdeteksi akan tetapi tidak perlu terkuantisasi. Limit kuantitasi (LoQ) atau biasa disebut juga limit pelaporan (*limit of reporting*) adalah konsentrasi terendah dari analit dalam contoh yang dapat ditentukan dengan tingkat presisi dan akurasi yang dapat diterima. Limit deteksi dan limit kuantisasi tidak dapat dipisahkan

karena diantara keduanya terdapat hubungan yang sangat kuat (Kantasubrata, 2008).

Batas deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi merupakan parameter uji batas. Batas kuantitasi merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama (Riyanto, 2009).

Pada kurva kalibrasi diasumsikan bahwa respon instrumen y berhubungan linier dengan konsentrasi x standar untuk rentang yang terbatas konsentrasi. Hal ini dapat dinyatakan dalam model seperti $y = bx + a$. model ini digunakan untuk menghitung sensitivitas b dan LoD dan LoQ.

Maka dari itu LoD dan LoQ dapat dinyatakan sebagai :

$$\text{LoD} = 3 \text{ Sa}/b \quad (8)$$

$$\text{LoQ} = 10 \text{ Sa}/b \quad (9)$$

Keterangan : Sa = standar deviasi

b = slope

Pada metode yang menggunakan instrumentasi uji limit deteksi dan limit kuantitasi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{LoD} = \mu + 3\text{SD} \quad (10)$$

$$\text{LoQ} = \mu + 10\text{SD} \quad (11)$$

keterangan : μ = Rata-rata hasil pengukuran blanko pereaksi yang sama

SD = Nilai standar deviasi

J. Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan 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 tertentu, dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi (Saputra, 2016).

Kelebihan spektrofotometer dibandingkan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih lebih dapat terseleksi dan ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, *grafting* ataupun celah optis. Pada fotometer *filter*, sinar dengan panjang gelombang yang diinginkan diperoleh dengan berbagai *filter* dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewatkan panjang gelombang tertentu. Pada fotometer *filter*, tidak mungkin diperoleh panjang gelombang yang benar-benar monokromatis, melainkan suatu deret 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 yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel dan blanko ataupun pembanding.

Komponen-komponen inti dari spektrofotometer yaitu:

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu wolfram.
2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis.

3. Sel absorpsi, pada pengukuran didaerah *visible* menggunakan kuvet kaca atau kuvet kaca corex, tetapi untuk pengukuran pada lampu 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).

Keuntungan dari spektrofotometer adalah yang pertama penggunaannya luas, dapat digunakan untuk senyawa anorganik, organik dan biokimia yang diabsorpsi didaerah tampak. Kedua memiliki sensitivitas yang tinggi, batas deteksi untuk mengabsorpsi pada jarak 10^{-4} sampai 10^{-5} M. Jarak ini dapat diperpanjang menjadi 10^{-6} sampai 10^{-7} dengan modifikasi prosedur yang pasti. Ketiga selektivitas yang dimilikinya mulai dari sedang sampai tinggi, jika panjang gelombang dapat ditemukan dimana analit mengabsorpsi sendiri, persiapan pemisahan menjadi tidak perlu. Keempat memiliki ketelitian yang 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. Kelima penggunaannya yang mudah, spektrofotometer mengukur dengan mudah dan kinerjanya cepat dengan instrument modern, daerah pembacaanya otomatis (Skoog dkk, 1996).

K. Spektrofotometer Ultraungu-Tampak

Spektroskopi ultraviolet-visibel atau spektrofotometri ultraviolet-visibel (UV-Vis) atau dapat disebut juga spektrofotometri ultraungu-tampak yaitu melibatkan

spektroskopi dari foton dalam daerah UV terlihat. Ini berarti menggunakan cahaya dalam terlihat dan berdekatan (dekat ultraviolet (UV) dan dekat dengan inframerah (NIR)) kisaran. Penyerapan dalam rentang yang terlihat secara langsung mempengaruhi warna bahan kimia yang terlibat.

Spektrofotometer 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 elektromagnetik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis ketimbang kualitatif (Mulya dan Suherman, 1995).

Spektrum elektromagnetik memiliki molekul mengalami transisi elektronik.

Teknik ini melengkapi fluoresensi spektroskopi, di fluoresensi berkaitan dengan transisi dari *ground state* ke *exited state*. Penyerapan sinar UV dan sinar tampak oleh molekul, melalui 3 proses yaitu :

1. Penyerapan oleh transisi elektron ikatan dan elektron anti ikatan.
2. Penyerapan oleh transisi elektron d dan f dari molekul kompleks.
3. Penyerapan oleh perpindahan muatan (Sitorus, 2009).

Interaksi antara energi cahaya dan molekul dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = h \cdot \nu \quad (12)$$

Keterangan : E = energi (joule/second)

h = tetapan plank ($6,6261 \times 10^{-34}$ J.s)

ν = frekuensi foton

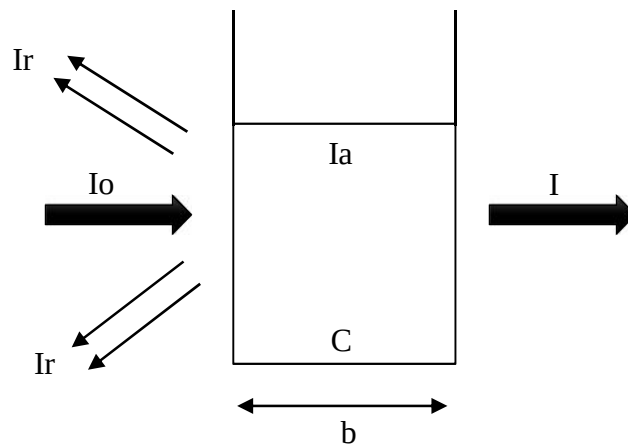
Penyerapan sinar UV-Vis dibatasi pada sejumlah gugus fungsional/gugus kromofor (gugus dengan ikatan tidak jenuh) yang mengandung elektron valensi dengan tingkat eksitasi yang rendah, ada 3 jenis elektron yaitu : sigma, phi dan non bonding elektron. Kromofor-kromofor organik seperti karbonil, alken, azo, nitrat dan karboksil mampu menyerap sinar ultraviolet dan sinar tampak. Panjang gelombang maksimalnya dapat berubah sesuai dengan pelarut yang digunakan. Auksokrom adalah gugus fungsional yang mempunyai elektron bebas, seperti hidroksil, metoksi dan amina. Terikatnya gugus auksokrom pada gugus kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita absorpsi menuju ke panjang gelombang yang lebih besar (bathokromik) yang disertai dengan peningkatan intensitas (hyperkromik) (Skoog dan West, 1971).

Serapan radiasi Ultraungu-Tampak oleh kompleks logam merupakan satu dari transisi berikut: (1) eksitasi ion logam (2) eksitasi ligan, atau (3) tansisi transfer muatan. Eksitasi ion logam dalam suatu kompleks biasanya memiliki absorpsivitasnya yang rendah dan tidak dipakai dalam analisis kuantitatif. Kebanyakan ligan yang digunakan untuk mengomplekskan 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 suatu basa Lewis (atom ligan yang memiliki pasangan elektron bebas). Adanya perpindahan elektron mengakibatkan perubahan pada panjang gelombang dan intensitas serapan. Namun perubahan yang terjadi 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 σ dalam ligan atau dari orbital π ke orbital ion logam yang tidak digunakan (*unoccupied*), atau promosi dari elektron ikatan π pada ion logam ke orbital π ligan yang tak digunakan (Christian, 1986).

Apabila transisi terjadi, maka reaksi redoks sedang berlangsung antara ligan dan ion logam. Biasanya ion logam tereduksi dan ligan teroksidasi, dan panjang gelombang (energi) dari serapan maksimum bergantung pada mudah tidaknya perubahan yang berlangsung. Ion logam pada keadaan oksidasi yang rendah dapat membentuk kompleks dengan ligan yang memiliki afinitas elektron tinggi kemungkinan teroksidasi tanpa merusak kompleks (Arisandi, 2006).



Gambar 2. Penyerapan sinar maksimum

Jika suatu sinar monokromatik dengan kekuatan radiasi sebesar I_0 dilewatkan pada suatu larutan dengan konsentrasi c sepanjang b , maka sinar yang ditransmisikan akan sebesar I , pada gambar diatas menjelaskan hubungan antara sinar yang datang dan sinar yang keluar adalah:

$$T = \frac{I}{I_0} = 10^{-abc} \quad (13)$$

Keterangan: T = Transmisi

A = Absorpsivitas ($\text{cm}^{-1}\text{mol}^{-1} \text{ L}$)

$$\log T = \log \frac{I}{I_0} = -abc \quad (14)$$

$$A = -\log T = \log \frac{1}{T} = \log \frac{I_0}{I} = abc \quad (15)$$

Hasil kali absorpsivitas dengan berat molekul larutan adalah absorpsivitas molar (ϵ), sehingga: $A = \epsilon b c$ (Christian, 1986).

Apabila radiasi ultraviolet atau sinar tampak yang dikenakan pada suatu medium yang homogen, maka sebagian sinar datang akan direfleksikan, sebagian sinarnya lagi akan di absorpsi, dan sisanya akan ditransmisikan. Jika intensitas sinar datang dinyatakan sebagai I_0 , intensitas sinar yang direfleksikan sebagai I_r , intensitas yang diabsorpsi sebagai I_a dan intensitas sinar yang ditransmisikan sebagai I , maka $I_0 = I_r + I_a + I$. Pada spektrofotometer ultraungu-tampak untuk antar permukaan gelas-udara (*air-glass interfaces*) I_r dapat dieliminasi dengan adanya pengontrolan dari sel pembanding, sehingga $I_0 = I_a + I$ (I_0 merupakan intensitas sinar yang diteruskan oleh sel pembanding) (Supriyanto, 1999).

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah *ultraviolet* (200-350 nm) dan sinar tampak (350-800 nm) oleh suatu senyawa. Dalam metode spektrofotometri, larutan sampel menyerap radiasi elektromagnetik dari sumber cahaya, dimana jumlah radiasi yang diserap

sebanding dengan banyaknya analit dalam larutan. Beberapa warna yang terserap dan diteruskan dapat dilihat pada table berikut :

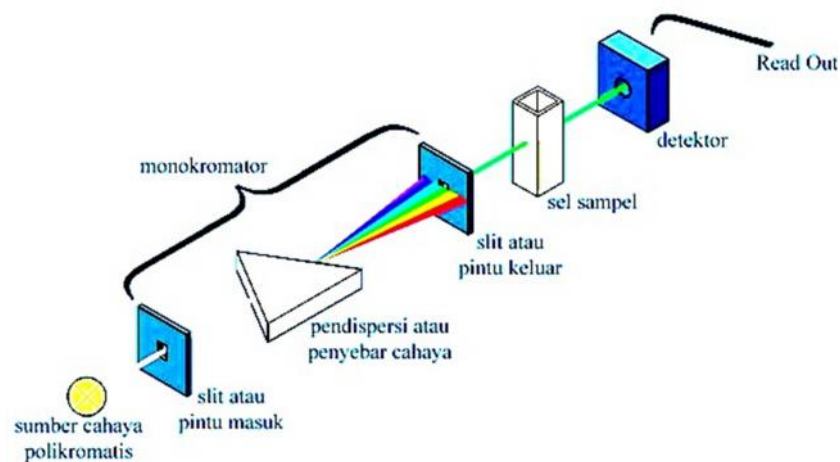
Tabel 2. Warna komplementer pada panjang gelombang

Panjang gelombang (nm)	Warna yang diserap	Warna yang diteruskan
380- 450	Ungu	Kuning-hijau
450-495	Biru	Kuning
495-570	Hijau	Ungu
570-590	Kuning	Biru
590-620	Jingga	Hijau-biru
620-750	Merah	Biru-hijau

Sumber : (Day dan Underwood, 2002).

Spektrofotometri UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) adalah salah satu dari sekian banyak instrument yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan metode analisa. Spektrofotometer UV-Vis merupakan metode penting yang mapan, handal dan akurat.

Spektrofotometer UV-Vis memiliki instrumentasi yang terdiri dari lima komponen utama, yaitu :

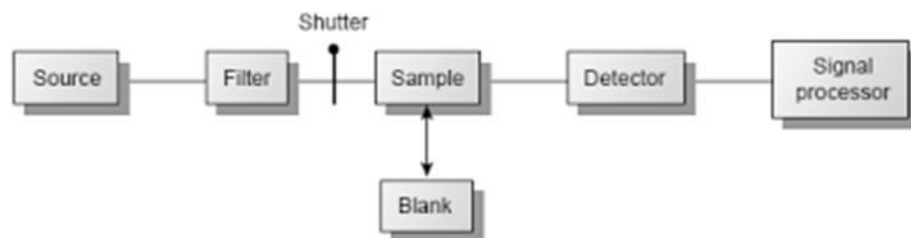


Gambar 3. Instrumentasi UV-VIS

Pada umumnya terdapat dua tipe instrumen spektrofotometer, yaitu *single-beam* dan *double-beam*.

1. *Single-beam instrument*

Single-beam instrument dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. Beberapa instrumen menghasilkan *single-beam instrument* untuk pengukuran sinar ultra violet dan sinar tampak. Panjang gelombang paling rendah adalah 190 sampai 210 nm dan paling tinggi adalah 800 sampai 1000 nm (Skoog dan West, 1971). Instrumen menggunakan monokromator sebagai pemilih panjang gelombang disebut spektrometer. Dalam spektroskopi absorbansi, ketika transmittan adalah perbandingan rasio dari dua kekuatan radian maka disebut spektrofotometer. Spektrofotometer paling sederhana adalah *single beam instrument* yang dilengkapi dengan monokromator *fixed wavelength*. *Single beam spectrophotometer* dikalibrasikan dan digunakan dengan cara yang sama seperti fotometer. Karena lebar pita nya efektif cukup besar, instrumen ini lebih cocok untuk kuantitatif analisis daripada kualitatif analisis. Akurasi *single beam spectrophotometer* terbatas oleh stabilitas sumber dan detektornya (Harvey, 2000).

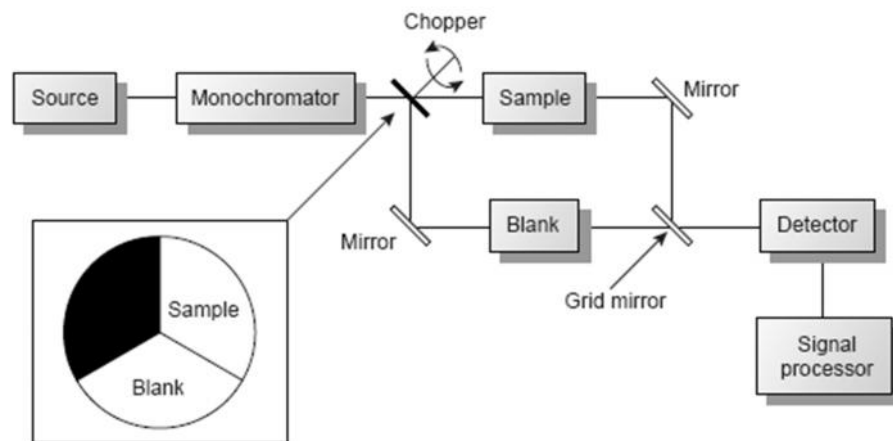


Gambar 4. *Single beam instrument*

2. *Double-beam instrument*

Double-beam dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190 sampai 750 nm. *Double-beam instrument* dimana mempunyai dua sinar yang dibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk v yang disebut pemecah sinar. Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel, mencocokkan foto detektor yang keluar menjelaskan perbandingan yang ditetapkan secara elektronik dan ditunjukkan oleh alat pembaca (Skoog dan West, 1971).

Limitasi dari *fixed-wavelength single-beam spectrophotometers* diminimalisasi dengan menggunakan *double-beam in time spectrophotometer*. *Chopper* mengontrol jalur radiasi dan mengubahnya antara sampel, blanko, dan *shutter*. Prosesor signal menggunakan *chopper* yang diketahui kecepatan rotasinya untuk memisahkan signal yang sampai ke detektor karena transmisi dari blanko dan sampel. Lebar pita efektif *double-beam spectrophotometer* dikontrol oleh celah yang dapat diatur pada monokromator masuk dan keluar. Lebar pita efektif adalah antara 0.2 nm dan 3.0 nm. Monokromator *scanning* menyediakan pencatatan spektrum secara otomatis. Instrumen *double beam* lebih cakap dibandingkan *single beam instrument* karena dapat digunakan untuk kuantitatif maupun kualitatif namun lebih mahal. Desain instrumen didesain menggunakan detektor *single* dan dapat memonitor hanya satu panjang gelombang dalam satu waktu. (Harvey, 2000).



Gambar 5. *Double beam instrument*

Semua metode spektrofotometer berdasarkan serapan sinar oleh senyawa tertentu, sinar yang digunakan adalah sinar monokromatis. Sinar monokromatis diperoleh dengan menguraikan sinar menjadi spektrum sinar dengan berbagai panjang gelombang (Ridhayani, 1998).

Radiasi ultraviolet-tampak baik *single beam* atau *double beam* memiliki rentang panjang gelombang yang relatif sama, dimana serapan molekul pada daerah tersebut tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Energi yang diserap bergantung atas perbedaan antar tingkat energi dasar dengan tingkat energi eksitasi, semakin kecil perbedaannya semakin besar panjang gelombang dari serapan (Fariati, 2006). Oleh karena itu senyawa kurkumin yang dimanfaatkan sebagai ligan dengan Fe sebagai atom pusat sehingga terbentuk senyawa kompleks yang selanjutnya dapat dilakukan analisis terhadap logam Fe(II) dan Fe(III). Penggunaan senyawa kurkumin terhadap logam Fe diharapkan dapat menjadi langkah awal penanganan bahaya logam berat pada pencemaran lingkungan dan diharapkan juga dapat menggantikan

fungsi dari bahan – bahan kimia lain yang sering digunakan seperti EBT, EDTA, dan indikator lainnya.

Penelitian ini bertujuan mereaksikan kompleks logam Fe(II) dan Fe(III) dengan ligan kurkumin akan diperoleh panjang gelombang optimum dan tingkat absorbansi optimum dari variasi volume dan pH dari logam Fe dan kurkumin.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan juni tahun 2017 sampai bulan agustus tahun 2017. Preparasi larutan bertempat di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Lampung dan analisis spektrofotometri bertempat di Laboratorium Instrumentasi SMK-SMTI Bandar Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan antara lain adalah Spektrofotometer UV-Vis, neraca analitik ketelitian $\pm 0,0001$ gram, pH meter, mikropipet, lemari asam, alumunium foil, peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah bubuk ekstrak kurkumin, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, akuades, etanol, asam sitrat, dan natrium sitrat.

C. Prosedur Kerja

1. Preparasi Larutan Induk

1.1 Larutan Induk Kurkumin 100 mM

Pembuatan larutan induk kurkumin 100 mM dilakukan dengan melarutkan bubuk ekstrak kurkumin sebanyak 7,3674 gr pada etanol di labu takar 200 mL, lalu di homogenkan.

1.2 Larutan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100 mM

Pembuatan larutan induk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100 mM dilakukan dengan melarutkan bubuk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 5,5604 gr pada akuades dilabu takar 200 mL, lalu dihomogenkan.

1.3 Larutan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100 mM

Pembuatan larutan induk $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100 mM dilakukan dengan melarutkan bubuk $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 5,406 gr pada akuades dilabu takar 200 mL, lalu dihomogenkan.

1.4 Pembuatan Larutan Buffer Sitrat

Pembuatan larutan buffer sitrat dengan menyiapkan 2 laruta baku yaitu :

Larutan stok A 0,1 M asam sitrat dengan cara melarutkan 21,01 gr asam sitrat ke dalam 1 L akuades dan larutan stok B 0,1 M natrium sitrat dengan cara melarutkan 29,41 gr natrium sitrat atau $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam 1 L akuades.

2. Penentuan Variasi pH dan Panjang Gelombang Optimum Antara Logam Fe(II) dan Fe(III) Dengan Ekstrak Kurkumin

Penentuan ini dilakukan dengan cara pH antara larutan logam Fe(II) dan Fe(III) dengan ekstrak kurkumin divariasikan dengan skala kenaikan pH 0,5 dari pH 2 sampai 5. Selain itu dilakukan juga penentuan panjang gelombang optimum dengan cara dicari panjang gelombang yang menghasilkan absorbansi optimum dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dari pencampuran antara logam Fe(II) dan Fe(III) dengan ekstrak kurkmin yang mana pH antara logam Fe(II)

dengan kurkumin telah divariasikan. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III).

3. Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III) dengan Ekstrak Kurkumin

3.1 Optimasi Panjang Gelombang Optimum Pada Logam Fe(II), Logam Fe(III) dan Kurkumin

Untuk optimasi yang dilakukan diperlukan larutan logam Fe(II), Fe(III) dan kurkumin dengan konsentrasi masing-masing 1 mM berdasarkan larutan induk, lalu dilakukan optimasi panjang gelombang optimum dengan spektrofotometer ultraungu-tampak.

3.2 Optimasi Reaksi Antara logam Fe(II), Fe(III) dengan Kurkumin

Optimasi reaksi dilakukan dengan cara menyiapkan masing-masing Fe(II), Fe(III) dan kurkumin dengan konsentrasi 1 mM. Kemudian dilakukan optimasi reaksi antara Fe(II) dengan kurkumin, lalu diukur panjang gelombang optimum. Lakukan hal yang sama dengan menggunakan Fe(III) dengan kurkumin. Apabila keduanya tidak bereaksi yang ditandai dengan tidak terjadi pergeseran pada panjang gelombang, maka dilakukan perubahan pH larutan kurkumin sehingga dapat bereaksi.

3.3 Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin Dengan Variasi Konsentrasi Logam Fe(II) dan Fe(III) (mmol)

Penentuan ini dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang Fe(II)-kurkumin pada pH optimum dan panjang gelombang optimum dengan

perbandingan konsentrasi logam Fe(II) : ekstrak kurkumin yaitu 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III).

3.4 Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin Dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Kurkumin (mmol)

Penentuan ini dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang Fe(II) – kurkumin pada pH optimum dan panjang gelombang optimum dengan perbandingan konsentrasi logam Fe(II) : ekstrak kurkumin yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III).

3.5 Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin Dengan Variasi Volume Logam Fe(II) dan Fe(III)

Penentuan ini dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang Fe(II) – kurkumin pada pH optimum, panjang gelombang optimum dan konsentrasi optimum dengan perbandingan konsentrasi logam Fe(II) : ekstrak kurkumin yaitu 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, dan 5:1. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III).

3.6 Penentuan Stoikiometri Antara Logam Fe(II) dan Fe(III)-Ekstrak Kurkumin Dengan Variasi Volume Ekstrak Kurkumin

Penentuan ini dilakukan dengan cara mengukur panjang gelombang Fe(II) – kurkumin pada pH optimum, panjang gelombang optimum dan konsentrasi optimum dengan perbandingan konsentrasi logam Fe(II) : ekstrak kurkumin yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III).

4. Penentuan Waktu Kestabilan Logam Fe(II) dan Fe(III) Dengan Ekstrak Kurkumin

Penentuan waktu kestabilan kompleks dilakukan dengan mengukur panjang gelombang Fe(II) – kurkumin pada pH optimum, panjang gelombang optimum, konsentrasi optimum dan volume optimum yang diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dari 0 menit sampai 60 menit dengan skala kenaikan 10 menit. Perlakuan yang sama juga diberikan untuk logam Fe(III) – kurkumin.

5. Aplikasi Variasi Terhadap Fe(II) dan Fe(III)

Setelah didapatkan variasi yang optimum dari metode-metode yang telah dilakukan maka dapat diterapkan pada metode aplikasi ini yang dimana panjang gelombang optimum, pH optimum, konsentrasi optimum, dan volume optimum dapat diterapkan pada analisa ini.

6. Validasi

6.1 Kurva Kalibrasi Fe(II)

Larutan induk standar Fe(II) 1000 ppm dipipet sebanyak 50 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. larutan diencerkan dengan ditambahkan akuades ke dalam labu ukur sampai tanda batas kemudian larutan dihomogenkan. Diperoleh larutan dengan konsentrasi 50 ppm yang selanjutnya dipipet sebanyak 0,2 mL, 0,6 mL, 1 mL, 1,4 mL, dan 1,8 mL kemudian masing-masing larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan ditambahkan akuades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm, dan 9 ppm.

Larutan-larutan induk standar kurumin tersebut diukur dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

6.2 Kalibrasi Fe(III)

Larutan induk standar Fe(III) 1000 ppm dipipet sebanyak 50 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. larutan diencerkan dengan ditambahkan akuades ke dalam labu ukur sampai tanda batas kemudian larutan dihomogenkan. Diperoleh larutan dengan konsentrasi 50 ppm yang selanjutnya dipipet sebanyak 0,2 mL, 0,6 mL, 1 mL, 1,4 mL, dan 1,8 mL kemudian masing-masing larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan ditambahkan akuades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm, dan 9 ppm. Larutan-larutan induk standar kurumin tersebut diukur dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

Dari grafik kurva standar terdapat korelasi antara konsentrasi (x) dengan absorbansi (y). dengan menggunakan persamaan regresi linier, maka konsentrasi dari sampel dapat diketahui sebagai berikut :

$$y = a + bx \quad (16)$$

keterangan : y = Absorbansi sampel
 b = *Slope*
 x = Konsentrasi sampel
 a = Intersep

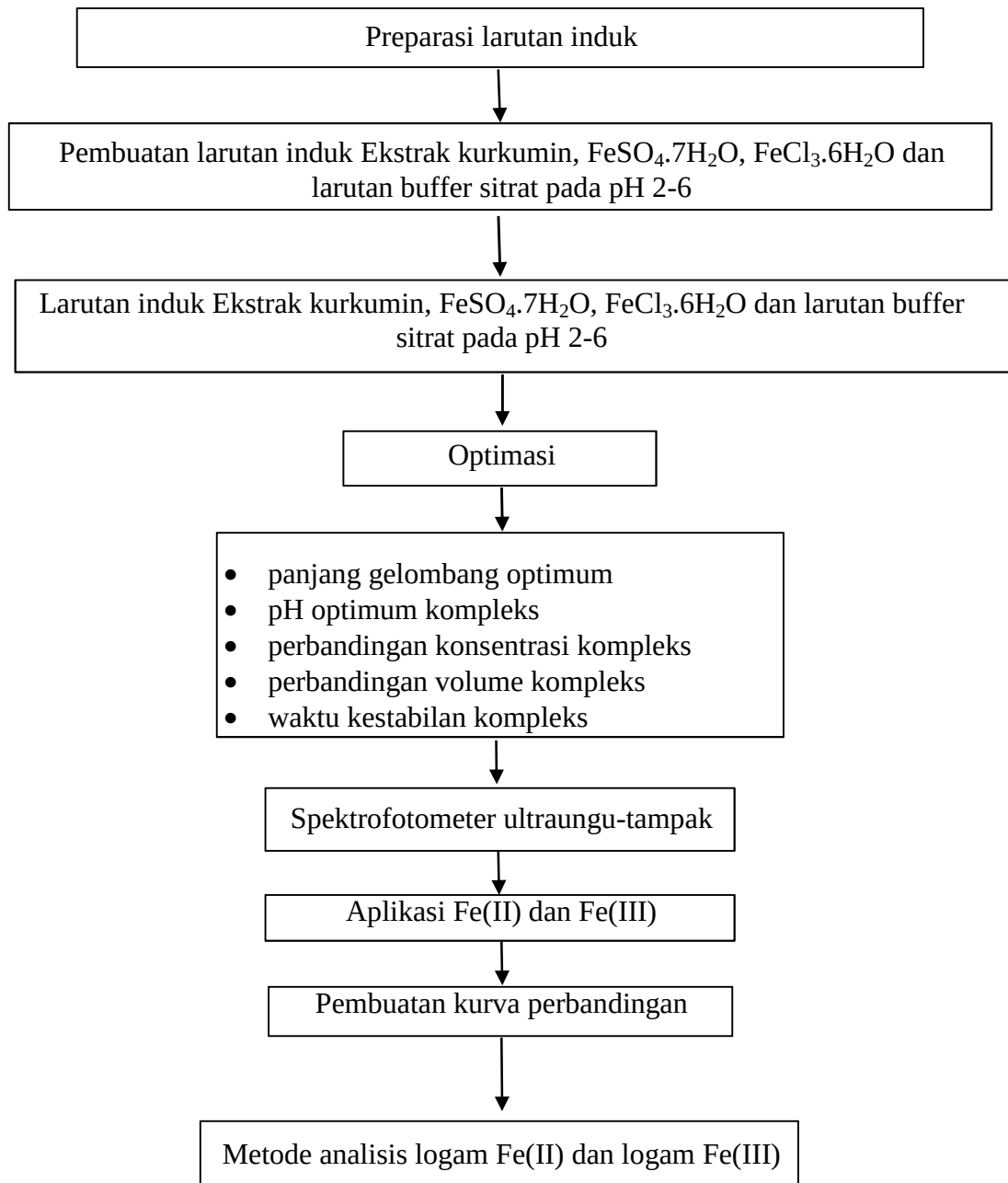
setelah konsentrasi pengukuran diketahui, maka konsentrasi sebenarnya dapat ditentukan dengan persamaan berikut (Siaka,2008)

$$M = \frac{C.V.F}{B} \quad (17)$$

Keterangan : M = Konsentrasi logam dalam sampel (mg/Kg)
C = Konsentrasi dari kurva kalibrasi (mg/L)
V = Volume larutan sampel (L)
B = Bobot sampel (Kg)
F = Faktor Pengenceran

D. Diagram Alir

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



Gambar 6. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Senyawa kurkumin dengan konsentrasi 0,1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,763 pada panjang gelombang 435 nm. Logam Fe(II) dengan konsentrasi 1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,895 pada panjang gelombang 251 nm. Logam Fe(III) dengan konsentrasi 1 mM diperoleh absorbansi sebesar 0,877 pada panjang gelombang 254 nm.
2. Optimasi pengukuran Fe(II) dengan kurkumin pada kondisi optimum pada panjang gelombang 454 nm, pH 3, perbandingan stokiometri konsentrasi 1:5 (Fe(II) : kurkumin), perbandingan stokiometri volume 1:2 (Fe(II) : kurkumin), perbandingan stokiometri konsentrasi 1:4 (Fe(III) : kurkumin), perbandingan stokiometri volume 1:1 (Fe(III) : kurkumin) dan waktu kestabilan pada menit 0-40 menit.
3. Aplikasi variasi terhadap Fe(II) dan Fe(III) dengan pengompleks kurkumin dalam air kran menunjukan metode yang digunakan dapat diaplikasikan dalam pengujian kualitas air yang mengandung logam Fe(II) dan Fe(III).
4. Aplikasi variasi terhadap Fe(II) dan Fe(III) menghasilkan absorbansi sebesar 0,460 untuk Fe(II) dan 0,375 untuk Fe(III).

5. Uji linieritas pada Fe(II) dan Fe(III) diperoleh nilai r sebesar 0,9999. Pada uji SD dan RSD untuk Fe(II) sebesar 0,0045 dan 0,4 %. Pada Fe(III) nilai SD dan RSD sebesar 0,0233 dan 2,3 %. Nilai perolehan kembali pada Fe(II) sebesar 102,5% dan untuk Fe(III) sebesar 84,9%. Hasil perhitungan dari LoD pada Fe(II) menunjukkan 0,1512; LoD instrumen sebesar 0.0152 dan pada Fe(III) sebesar 0,8011; LoD instrumen sebesar 0,0716; Nilai LoQ pada Fe(II) sebesar 0,5042; LoQ instrumen sebesar 0,0467 berbeda dengan nilai LoQ Fe(III) menunjukkan 2,6704 dan LoQ instrumen sebesar 0,2348.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar dalam penelitian selanjutnya pada pembuatan larutan induk agar pH larutan netral, dan pada metode stokiometri untuk ditambahkan variasi lainnya sehingga metode yang digunakan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, B.B, Kumar, A. dan Bharti, A.C. 2003. *Anticancer potential of curcumin: preclinical and clinical studies*. Anticancer research. 23:98-363.
- Arisandi, Desi. 2006. *Skripsi: Studi Analisis Vanilin Menggunakan Ion Logam Fe Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Barthelemy, S., L. Vergnes, M. Moynier, D. Guyot, Labidalle, dan E. Bahraoui. 1998. *Curcumin and curcumin derivatives inhibit Tat-mediated transactivation of type 1 human immunodeficiency virus long terminal repeat*. Research in Virology 149: 43-52.
- Batubara,I. Rafi,M. dan Darusman,L,K.2005. Estimasi Kandungan Kurkumin pada Sediaan Herbal Komersial secara Spektrofotometri Derivatif. *Sains Kimia*.9:1.
- Bourne, K.Z., N. Bourne, S.F. Reising, dan L.R.Stanberry. 1999. *Plant product as topical icrobicide candidates: assesment of in vitro and in vivo activity against herpes virus type-2*. Antiviral Research 42 (3): 219-226.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti Jilid I*. Erlangga. Jakarta.
- Chattopadhyay, Biswas, Bandyopadhyay dan Banerjee, R.K. 2004. *Turmeric and Curcumin : Biological Actions and Medical Applications*. Current Science 87. Hlm 44 -53
- Christian, G.D. 1986. *Analytical Chemistry; Fourth Edition*. John Wiley and Sons Inc. University of Washington.
- Chowdurry, J. Mukherjee,K.M., dan Misra, T.N. 2000. *A pH Dependent Surface-Enhanced Raman Scattering Study of Hipoxantin*. J Raman Spectroscopy, Anal. Chem., 31, 427-431.
- Cotton, F.A. dan Wilkinson, G. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Diterjemahkan oleh Suhati Suharto. UI Pres. Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan hidup dan pencemaran: hubunganya dengan toksikologi senyawa logam*. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Day, R. dan Underwood, A.L. 2002. *Analisis Kimia kuantitatif Edisi Keenam Penerjemah: Sopyanlis*. Erlangga. Jakarta.
- Effendy. 2007. *Kimia Koordinasi Jilid I*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Malang (UNM).
- Fariati, I. 2006. *Optimasi Metode Penentuan Tanin*. J.Kaunia (2): 2. Jakarta.
- Greenwood, N.N dan Earnshaw, A. 1984. *Chemistry of the Element*. Pergamon-press. New York.
- Hadiprabowo, Timur. 2009. *Optimasi Sintesis Analog Kurkumin 1,3-bis-(4-Hidroksi-3-Metoksi Benzilidin) Urea Pada Rentang pH 3-4*. Universitas Muhamadiyah Surakarta. Surakarta.
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol. , No.3, Desember 2004.
- Harvey, D. 2000. *Chemistry: Modern Analytical Chemistry First Edition*. Page 388-409. United States of America: The Mc-Graw Hill Company.
- Huang, M.T., Y.R. Lou, J.G. Xie, W. Ma, P.L. Yao, Y. Patricia, T.Z. Bao, H. Newmark, dan T.H. Chi. 1998. *Effect of dietary curcumin and dibenzolmethane on formation of 7,2-dimethylbenz (a)anthracene-induce mammary tumours and lymphomas/leukemias in Sencar mice*. Carcinogenesis 19 (9): 1697-1700.
- Huang, M.T., Z.W. Wang, C.A. Georgiadis, J.D. Laskin, dan A.H. Conney. 1997. *Inhibitory effect curcumin on tumor initiation by benzo[a]pyrene and 7,12- dimethylbenz[a]anthracene*. Carcinogenesis 13:947-954.
- Kantasubrata, J. 2008. *Validasi Metode*. Pusat penelitian LIPI. Bandung.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi Kedua*. UI Press. Jakarta.
- Krishnamurthy, N., A. G. Matthew, E. S. Nambudiri, S. Shivashankar, Y. S. Lewis, dan C. P. Naratajan. 1976. Oil and oleoresin of turmeric. Trop. Sci. 18(1): 37-45.
- Lee, J.D. 1994. *Concise Inorganic Chemistry*. Fourth edition. Chapman and Hall. London.
- Majeed M., V. Badmaev, U. Shirakumar, dan R.Rajendrar. 1995. *Curcuminoids Antioxidant Phytonutrients*. 3-80. Pis Catway, NJ.: Nutri Science Publisher Inc.

- Mazumder, A., N. Neamati, S. Sunder, J. Schultz, H. Pertz, E. Eich, dan Y. Pommier. 1997. *Curcumin analogs with altered potencies against HIV-1 integrase as probes for biochemical mechanisms of drug action*. Journal of Medicinal Chemistry 40:3057-3063.
- Michael. P, Ulrich. S.S, Wolfgang. W dan Michael. G., 2015. *Metal Complexes of Curcumin Derivatives for Molecular Imaging and Anticancer Therapy*. Laboratory of Organic Macromolecular Chemistry (IOMC) : Friedrich Schiller University Jena, 07743. Jena. Germany.
- Muffidah. 2015. *Analisa Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (Curcuma domestica) dengan menggunakan Spektrofotometer Visible*. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Mulya dan Suherman. 1995. *Analisis Instrumental*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Niebergall, P.J. 1990. *Ionic Solutions and Electrolytic Equilibria*, in: Gennaro, A.R, et al. (Eds.), *Remington's Pharmaceutical Science*, 18th ed., Mack printing company. Easton. Pennsylvania, 231-232, 236 pp.
- 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.
- Patnaik, P. 2003. *Hand Book of Inorganic Chemicals*. Mc Graw- Hill Companies. New York.
- Pecsok, R.L. L.D, Shileds, T, Cairnsand, I.G, dan Mcwilliam. 1976. *Modern methods of chemical analysis. second edition*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Petrucci, R. 1989. *kimia dasar : prinsip dan terapan modern*. Erlangga. Jakarta.
- Rao M.N.A. 1997. *Antioxidant properties of curcumin*, In: Pramono, S., U.A. Jenie, S.S. Retno, dan G. Didik (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Curcumin Pharmacochemistry (ISCP)*, 39-47. Faculty of Pharmacy Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Ridhayani. 1998. *Penentuan Kadar Uranium Dalam Fasa Organik Secara Spektrofotometri. Laporan Kerja Lapangan Sekolah Menengah Analisis Kimia Ujung Pandang*. Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI Pusat Pembinaan Pelatihan Keterampilan dan Kejuruan Sekolah Menengah Analisis Kimia. Ujung Pandang.
- Riyanto. 2009. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Deepublish. Yogyakarta.

- Sajithlal, G.B., P. Chithra, dan G. Chandrakasan. 1998. *Effect of curcumin on the advanced glycation and cross-linking of collagen in diabetic rats*. *Biochemical Pharmacology* 15:56 (12): 1607-1614.
- Saito, T. 1996. *Buku Teks Anorganik Online*. Permission of Ismunandar Shoten. Tokyo.
- Saputra, M.B. 2016. *Pengaruh HNO₃ dan NaOH Pada Analisis Cr(III) Menggunakan Asam Tanat Secara Spektrofotometer Ultraungu-Tampak*. FMIPA Unila. Bandar Lampung.
- Sardjiman., M.R. Samhoedi, L. Hakim, H. van der Goot, dan H. Timmerman. 1997. *1,5-Diphenyl-1-4-pentadiene-3-ones and cyclic analogues as antioxidative agents. Synthesis and structure-activity relationships*. In: Pramono, S., U.A. Jenie, S.S. Retno, and G. Didik (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Curcumin Pharmacochemistry (ISCP)*, 175-185. Faculty of Pharmacy Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Shargel, L. dan Yu. 2005. *Biofarmasetika dan farmakokinetika terapan. Edisi kedua*. Airlangga University Press. Surabaya. 449-453 hlm.
- Shriver, D.F, dan Langford, C. 1990. *Inorganic chemistry*. Oxford. New York.
- Singletary, K, C. MacDonald, Iovinelli, C. Fisher, dan M. Wallig. 1998. *Effect of the diketones diferuloylmethane (curcumin) and dibenzoylmethane on rat mammary DNA adducts and tumors induced by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene*. *Carcinogenesis* 19 (16): 1039-1043.
- Sitorus, M. 2009. *Spektroskopi : eludasi struktur molekul organik*. Graha ilmu. Yogyakarta.
- Skoog, D.A dan D.M West. 1971. *Principles of instrumental analysis*. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Skoog, D.A., D.M. West, F.J. Holler. 1996. *Fundamental of Analytical Chemistry, 7th ed*. Saunders College Publishing. USA.
- Sudjadi. 2000. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar : Yogyakarta.
- Sugiyarto,. H, Kristian dan Suyanti R,D. 2012. *Dasar-dasar Kimia Anorganik Transisi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sukardjo. 1992. *Kimia Koordinasi*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Supriyanto, R. 1999. *Buku Ajar Kimia Analitik III*. Universitas Lampung. Bandar Lampung

- Tonnesen, H. H., dan Karlsen, J. 1995. *Studies of Curcumin and Curcuminoids: VI. Kinetics of Curcumin Degradation in Aqueous Solutions*. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 180, pp. 402-404.
- Van der Goot H. 1997. *The chemistry and qualitative structure-activity relationship of curcumin*. In: Pramono, S., U.A. Jenie, S.S. Retno, and G. Didik (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Curcumin Pharmacochemistry (ISCP)*, 13-27. Faculty of Pharmacy Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Vogel. 1994. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Wade, A Hwheir, D N Cameron, A. 2003. *Using a Problem Detection Study (PDS) to Identify and Compare Health Care Provider and Consumer Views of Antihypertensive Therapy*. Journal of Human Hypertention. Jun vol 17 issue 6, hal 397.
- Widodo. D.S, Haris. A, Nawatuttuqoh. 2007. *Reduksi Kurkumin: kajian awal elektrosintesis dalam system etanol*. Universitas Dipenogoro. Semarang.
- Yulianti, S. 2002. *Pengaruh pH terhadap Pembentukan Senyawa Kompleks Kadmium-Xantin*. Universitas Dipenogoro. Semarang.