STUDI ANALISIS ION LOGAM Cd(II) DENGAN ASAM TANAT MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER ULTRAUNGU-TAMPAK

Nova Ariska¹, R. Supriyanto² dan Rinawati², Agung Abadi Kiswandono²

¹Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

²Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung

novaariska59@gmail.com

Artikel Info

Diterima tanggal
28.05.2018

Disetujui
publikasi tanggal
30.10.2018

Kata kunci :
Asam Tanat,
Logam
Kadmium, LoD,
LoQ

ABSTRAK

Telah dilakukan studi analisis ion logam Cd(II) dengan asam tanat menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak. Studi ini dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum pada pH optimum, konsentrasi optimum, volume optimum dan waktu kestabilan untuk senyawa kompleks asam tanat-ion logam Cd(II). Kadmium merupakan salah satu logam berat yang memiliki orbital kosong yang dapat menerima pasangan elektron bebas dari asam tanat yang bertindak sebagai ligan dan dapat membentuk senyawa kompleks. Analisis kompleks asam tanat-Cd(II) dilakukan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak. Hasil pengukuran optimasi asam tanat-Cd(II) diperoleh pH optimum 10 dengan panjang gelombang 477 nm, perbandingan stoikiometri variasi konsentrasi asam tanat:Cd(II) yaitu 4:1, perbandingan stoikiometri variasi volume asam tanat:Cd(II) yaitu 2:1, dan waktu kestabilan 20 menit. Validasi metode pada logam Cd(II) menunjukkan nilai r sebesar 0,9996, nilai LoD dan LoQ yang diperoleh sebesar 0,041 dan 0,137, uji presisi diperoleh nilai SD sebesar 0,036 dan %RSD sebesar 1,256%, nilai % perolehan kembali yang dihasilkan sebesar 87,96%.

ABSTRACT

The study of ion metal Cd(II)'s analysis had been done with tannic acid by using spechtrphotometer ultraviolet-visible. The study was conducted to determine maximum wavelenght for optimum pH, concentration, volume, and time for complex compound of tannic acid-Cd(II). Cadmium is the one of heavy metal which has an empty orbital that can accept free electron pairs of tannic acid which act as ligan and can been form complex compound. Analysis of complex tannic acid-Cd(II) use ultraviolet-visibel spectrophotometer. The result of measurement tannic acid-Cd(II) optimation were achieved optimum pH 10 with wavelenght 477 nm, stoichiometry ratio variation concentration tannic acid:Cd(II) is 4:1, stoichiometry ratio variation volume tannic acid:Cd(II) is 2:1, and stability time at 20 minutes. Method validation on Cd(II) showed that r value is 0,9996, LoD and LoQ is 0,041 and 0,137, presition is 0,036 and %RSD is 1,256%, and % recovery is 87,96%.

PENDAHULUAN

Perkembangan pada bidang industri di Indonesia berdampak bagi manusia dan lingkungan sekitar. Dampak negatif yang dihasilkan adalah peningkatan konsentrasi bahan pencemar yang mengganggu lingkungan seperti logam berat. Salah satu pencemaran di lingkungan perairan disebabkan oleh logam berat seperti kadmium yang berasal dari limbah industri tekstil dan pertambangan.

Logam berat pada umumnya mempunyai sifat toksik dan berbahaya bagi organisme hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah sedikit. Kadmium bersama dengan merkuri dan timbal termasuk ke dalam *the big three heavy metals* yang berbahaya pada manusia. Kadmium merupakan logam berat yang memiliki toksisitas kedua setelah merkuri.

Untuk menentukan kadar pencemaran logam kadmium diperlukan metode analisis. Metode analisis kompleks menggunakan asam tanat menjadi metode alternatif baru yang perlu dikembangkan. Apabila ditinjau dari strukturnya asam tanat memiliki pasangan elektron bebas, baik pada gugus keton (pada keadaan polimer), dan gugus hidroksil (pada saat pengaturan pH). Pasangan elektron bebas inilah yang dapat didonorkan kepada ion logam kadmium yang memiliki orbital kosong sehingga asam tanat dapat dikatakan sebagai ligan. Salah satu contoh ligan alam yang dapat digunakan yaitu asam tanat.

Asam tanat merupakan jenis tanin yang terhidrolisis. Tanin merupakan zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa fenolik dan mengandung senyawa polifenol tinggi (Carter *et al.*, 1978). Sumber tanin diperoleh dari jenis bakau-bakauan atau jenis dari hutan tanaman industri seperti akasia (*Acacia sp*), ekaliptus (*Eucalyptus sp*), pinus (*Pinus sp*) dan gambir (*Uncaria gambir Roxb*). Menurut Hadad dkk (2009) tanaman gambir tumbuh pada 200 - 800 meter di atas permukaan laut dengan curah hujan sekitar $\pm 3,3$ milimeter per tahun dan kelembaban sekitar 70 - 85%. Setiap jenis tanah dapat digunakan untuk perkebunan gambir dengan kisaran pH 4,8 - 5,5.

Analisis ion logam Cd(II) dapat dilakukan dengan pembentukan kompleks kadmium dengan asam tanat menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi ditransmisikan, diemisikan, atau direfleksikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2003).

Rachmasari dan Sugiarto (2017) telah melakukan analisis pengaruh ion Cd(II) pada penentuan ion Fe(II) dengan pengompleks 1,10-fenantrolin menggunakan spektrofotometer uv-vis didapatkan panjang gelombang maksimum kompleks Cd(II) 1,10-fenantrolin sebesar 316 nm dengan absorbansi 0,297, membentuk kompleks $[\text{Cd}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2]^{2+}$.

Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi sebagai berikut: optimasi panjang gelombang kompleks ion logam kadmium dan asam tanat, optimasi terhadap pH ion kadmium dan asam tanat, optimasi perbandingan konsentrasi asam tanat dan ion kadmium, optimasi volume asam tanat dan ion kadmium, optimasi kestabilan senyawa asam tanat-ion kadmium, dan menentukan validasi metode.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain neraca analitik, spidol permanen, oven, gegap, loyang, botol plastik polietilen, spektromotometer ultraungu-tampak, pH meter, batang pengaduk, hotplate, spatula, mikro pipet dan alat gelas yang umum digunakan di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alumunium foil, asam tanat, akuades, akuabides, $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan NaOH.

Prosedur

Pembuatan Larutan Standar Asam Tanat dan Cd(II) 100 mM

Ditimbang 17,012 gram asam tanat dan 2,664 gram $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Penyangga

Ditimbang 0,4 gram NaOH dilarutkan menggunakan akuades dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas dan dihomogenkan. Dibatasi larutan pH dengan menambahkan NaOH 0,1 M tetes demi tetes dalam 250 ml akuades sampai terbentuk pH 8, 9, 10, dan 11.

Optimasi Panjang Gelombang Maksimum pada Ion Logam Cd(II) dan Asam Tanat

Penentuan panjang gelombang maksimum masing-masing larutan induk, yaitu Cd(II) dan asam tanat dengan konsentrasi masing-masing 1 mM dan 0,01 mM dilakukan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

Penentuan Variasi pH dan Panjang Gelombang Maksimum Antara Ion Logam Cd(II) dengan Asam Tanat

Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks ion logam Cd(II) dengan asam tanat konsentrasi masing-masing 1 mM yang diencerkan dari larutan induk 10 mM menggunakan larutan penyangga pH 8, 9, 10 dan 11 untuk asam tanat dan akuabides untuk logam dilakukan menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

Penentuan Stoikiometri Antara Asam Tanat dengan Ion Logam Cd(II) Penentuan Stoikiometri dengan Variasi Konsentrasi Asam Tanat dan Ion Logam Cd(II) (mM)

Mengukur kompleks ion logam Cd(II) dengan asam tanat pada pH optimum dan panjang gelombang optimum dengan perbandingan konsentrasi ion logam kadmium : asam tanat variasi dari asam

tanat yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak. Lakukan perlakuan yang sama untuk variasi konsentrasi ion logam kadmium.

Penentuan Stokiometri dengan Variasi Volume Asam Tanat dan Ion Logam Cd(II) (mL)

Mengukur kompleks ion logam Cd(II) dengan asam tanat pada pH optimum, konsentrasi optimum dan panjang gelombang optimum lalu memvariasikan volume ion logam kadmium : asam tanat dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5 menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak. Lakukan perlakuan yang sama untuk variasi volume ion logam kadmium.

Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks Antara Asam Tanat dengan Cd(II)

Penentuan waktu kestabilan dilakukan dengan perbandingan konsentrasi terbaik dan volume terbaik yang diperoleh, diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer ultraungu tampak pada panjang gelombang optimum dan pH optimum dari 0 menit sampai 30 menit dengan skala kenaikan 5 menit.

Validasi Metode

Linearitas

Dibuat larutan ion logam Cd(II) dengan konsentrasi 1, 3, 5, 7 dan 9 mM ditambahkan larutan asam tanat dengan konsentrasi optimum. Masing-masing larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak.

Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ)

Penentuan LoD dan LoQ untuk logam kadmium diperoleh dari pengukuran blanko (tanpa sampel) yang diperlakukan seperti sampel. Kemudian hasil pengukuran dihitung berdasarkan persamaan kurva kalibrasi yang diperoleh.

Penentuan Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan mengukur konsentrasi sampel dengan 5 kali pengulangan. Nilai absorbansi yang telah diperoleh ditentukan simpangan baku (SD) serta nilai relatif standar deviasi (RSD). Metode dengan presisi yang baik ditunjukkan dengan perolehan relatif standar deviasi (RSD) < 2%.

Penentuan Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan menambahkan sejumlah analit murni ke dalam campuran. Kemudian campuran dianalisis dan hasilnya dibandingkan terhadap kadar analit yang ditambahkan (kadar sebenarnya). Jumlah analit yang ditambahkan ke dalam sampel atau selisih antara rata-rata dan nilai

sebenarnya yang dapat didapat menunjukkan ketepatan. Ketepatan dihitung sebagai *persen recovery* (perolehan kembali).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Larutan Induk

Dibuat larutan baku Cd(II) dan asam tanat dengan konsentrasi masing-masing 100 mM, pada larutan Cd(II) menggunakan $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pembuatan larutan penyangga menggunakan NaOH pH 8 - 11 dengan skala kenaikan 1.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Ion Logam Cd(II) dan Asam Tanat

Penentuan panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak dilakukan pada rentang panjang gelombang 200 - 300 nm untuk logam Cd(II) dan 250 - 300 nm untuk asam tanat

Gambar 1. Panjang Gelombang Maksimum Logam Cd(II) dan Asam Tanat Didapatkan panjang gelombang maksimum logam Cd(II) sebesar 233 nm dan asam tanat sebesar 275,4 nm.

Penentuan Variasi pH dan Panjang Gelombang Maksimum Antara Ion Logam Cd(II) dengan Asam Tanat

Penentuan variasi pH antara asam tanat dengan Cd(II) dilakukan dengan konsentrasi masing-masing 1 mM yang diencerkan dengan larutan penyangga NaOH pH 8, 9, 10, dan 11 dari larutan induk 10 mM untuk asam tanat dan akuabides untuk logam. Tujuan dari penambahan NaOH adalah untuk menghidrolisis asam tanat, karena asam tanat dapat dihidrolisis menggunakan asam, basa dan enzim (Risnasari, 2002).

Tabel 1. Variasi pH dan panjang gelombang maksimum kompleks antara asam tanat dengan Cd(II)

pH	Absorbansi	Panjang Gelombang
8	0,701	459
9	0,732	462
10	0,832	477
11	0,687	473

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan panjang gelombang maksimum kompleks pada 477 nm dengan absorbansi 0,832. Hal ini karena terjadi pergeseran merah (batokromik) pada panjang gelombang yang semakin besar apabila dibandingkan dengan panjang gelombang asam tanat sebesar 275 nm yang menandakan terjadinya reaksi antara ion logam Cd(II) dengan asam tanat. Pembentukan kompleks secara optimum pada pH 10 sesuai dengan reaksi kesetimbangan asam tanat pada pH basa cenderung ke bentuk ion (Fahn, 1981).

Penentuan Stoikiometri Antara Ion Logam Cd(II) dengan Asam Tanat Penentuan Stokiometri Antara Asam Tanat dan Cd(II) dengan Variasi Konsentrasi Asam Tanat : Cd(II)

Larutan Cd (II) dan asam tanat dengan variasi konsentrasi masing-masing 1 - 5 mM yang diencerkan dari larutan baku 10 mM dengan larutan penyangga NaOH pH 10 untuk asam tanat dan akuabides untuk logam yang diukur pada panjang gelombang 477 nm.

Gambar 2. Kurva Variasi Konsentrasi Asam Tanat : Cd(II)

Pada Gambar 2 perbandingan konsentrasi asam tanat : Cd(II) adalah 4:1 dengan bentuk geometri tetrahedral. Kadmium merupakan logam dengan konfigurasi elektron dan hibridisasi sebagai berikut :

Hibridisasi Cd(II) asam tanat

Untuk membentuk kompleks, 2 elektron orbital $5s^2$ mengalami promosi menyediakan 4 orbital hibridisasi yaitu 5s dan 5p yang ditempati 4 pasang elektron. Sehingga ligan dapat menempati orbital hibridisasi. Kadmium dikomplekskan dengan asam tanat membentuk Cd(II)-asam tanat dari hasil hidrolisis tanin menggunakan NaOH seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Hidrolisis Tanin Menjadi Asam Galat (Fu *et al.*, 2015)

Hidrolisis yang terjadi berasal dari asam lemah dan basa kuat dalam air mengalami hidrolisis sebagian (parsial). Anion asam lemah mengalami hidrolisis menghasilkan ion OH^- , maka larutan $\text{pH} > 7$ sehingga larutan bersifat basa. Reaksi pada Gambar 4 hanya ion COO^- yang mengalami hidrolisis sedangkan Na^+ tidak bereaksi dengan air karena NaOH yang terjadi akan segera terionisasi menghasilkan Na^+ kembali. Hasil hibridisasi sp^3 pada logam kadmium memiliki bentuk geometri tetrahedral yang diperkirakan seperti pada Gambar 4.

Gambar 4. Struktur Tetrahedral Kadmium (II) Asam Galat (Goh and Huang, 1986; Masoud *et al.*, 2012; Hirotaka *et al.*, 2013; Sanghoon *et al.*, 2015)

Molekul asam galat pada dasarnya planar dan memiliki dua ikatan hidrogen intramolekul antara gugus hidroksil, atom hidrogen dari tiga gugus hidroksil berorientasi pada arah yang sama di sekitar cincin dan membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul. Dua gugus hidroksil yang berdekatan terlibat dalam kompleks dan kelompok hidroksil lainnya membentuk ikatan hidrogen dengan COO^- -ligan lain pada molekul yang sama membentuk struktur seperti cincin (Masoud *et al.*, 2012).

Penentuan Stokiometri Antara Asam Tanat dan Cd(II) dengan Variasi Volume Asam Tanat : Cd(II)

Larutan Cd(II) dan asam tanat dengan konsentrasi masing-masing 1 mM dan 4 mM yang diencerkan dari larutan baku 10 mM dengan larutan penyangga NaOH pH 10 untuk asam tanat dan akuabides untuk logam kemudian divariasikan volumenya masing-masing 1 - 5 ml dan diukur pada panjang gelombang 477 nm. Berdasarkan Gambar 5 absorbansi optimum ditunjukkan pada perbandingan volume antara asam tanat : logam yaitu 2:1 dengan absorbansi sebesar 0,835.

Gambar 5. Kurva Variasi Volume Asam Tanat : Cd(II)

Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks Antara Asam Tanat dengan Cd(II)

Penentuan waktu kestabilan ditentukan melalui pengukuran serapan absorbansi kompleks asam tanat dengan Cd(II) pada konsentrasi yang optimum 4:1, dan volume optimum 2:1 pada pH 10 dengan mengamati perubahan nilai absorbansi pada rentang waktu 0-30 menit yang diukur absorbansinya tiap 5 menit menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak pada panjang gelombang 477 nm.

Gambar 6. Waktu Kestabilan Kompleks Asam Tanat dengan Cd(II)

Kompleks asam tanat dengan Cd(II) mengalami kestabilan pada menit ke 20. Hasil penentuan waktu kestabilan kompleks untuk ion logam kadmium dan asam tanat sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa waktu untuk menyempurnakan formasi kompleks tanin dari 15 menit sampai 24 jam (Erdermoglu dan Gucer, 2005).

Validasi Metode: Linearitas

Gambar 7. Kurva Linearitas

Berdasarkan Gambar 7 persamaan garis yang diperoleh dari kurva regresi larutan standar Cd(II) adalah $y = (-0,0139) + (0,0515)x$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9996. Nilai koefisien korelasi yang didapat mendekati satu dan dikatakan baik karena memenuhi persyaratan yaitu $0,9996 < r^2 < 1$. Sesuai dengan syarat keberterimaan yaitu nilai koefisien korelasi hasil uji linieritas adalah $> 0,99$ (AOAC, 2002).

Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ)

Tabel 2. Nilai LoD dan LoQ

Pengulangan	Absorbansi
1	0,017
2	0,018
3	0,016
4	0,017
5	0,017
LoD	0,041 Mm
LoQ	0,137 Mm

Berdasarkan baku mutu kadar pencemaran logam kadmium dalam lingkungan perairan sekitar 0,01 - 3 ppm dengan konsentrasi rata-rata 0,10 ppm (Adriano, 2001). Dapat disimpulkan bahwa nilai LoD yang diperoleh lebih kecil dari konsentrasi pencemaran logam kadmium dalam perairan. Persyaratan uji sensitivitas terpenuhi karena setiap konsentrasi pengukuran memberikan respon yang masih signifikan dan memberikan hasil yang tergolong cermat dan seksama.

Presisi

Tabel 3. Hasil Pengukuran Uji Logam Kadmium

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi Terukur
1	0,136	2,910
2	0,137	2,930
3	0,132	2,833
4	0,135	2,891
5	0,135	2,891
Rata-rata		2,891
SD		0,036
%RSD		1,256

Menurut Yuwono dan Indrayanto (2005) nilai RSD dikatakan baik apabila $< 2,7\%$. Menurut Harmita (2004) kriteria seksama diberikan jika metode memberikan nilai $\% \text{RSD} \leq 2\%$. Menurut AOAC (2002) nilai $\text{RSDr} < 15\%$. Menurut Christian (1994) nilai RSD yang baik adalah $< 5\%$ untuk tingkat kepercayaan 95%. Berdasarkan nilai RSD yang didapat maka metode tergolong baik.

Akurasi

Nilai persen yang dihasilkan pada analisa logam Cd(II) adalah sebesar 87,96%. Nilai *recovery* sebesar 87,96% merupakan nilai yang baik, berarti metode uji tersebut memiliki akurasi yang baik dengan batas penerimaan 85 - 110% dengan konsentrasi analit 0,01% (AOAC, 2002).

KESIMPULAN

Panjang gelombang maksimum asam tanat diperoleh sebesar 275,4 nm sedangkan logam kadmium sebesar 233 nm pengukuran kompleks asam tanat dan logam Cd(II) diperoleh pH optimum 10, perbandingan stoikiometri asam tanat:logam dengan variasi konsentrasi 4:1, variasi volume 2:1 yang diukur pada panjang gelombang 477 nm dengan waktu kestabilan 20 menit. Diperoleh hasil r sebesar 0,9996, nilai LoD dan LoQ yang diperoleh sebesar 0,041 dan 0,137. nilai SD sebesar 0,036 dan %RSD sebesar 1,256%. serta nilai $\% \text{recovery}$ yang dihasilkan sebesar 87,96%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano, D.C. 2001. *Trace Elements in Terrestrial Environments*. Heidelberg. Berlin.
- AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC International.

- Carter, F.L., A.M. Cario., and J.B. Stanley. 1978. Termitidical Components of Wood Ekstracts: 7 Methyljuglone from Diospyros Virginia. *Journal Agriculture Food Chemistry* 26(4): 869-873.
- Christian, G.D. 1994. *Analytical Chemistry*. Fourth Edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. University of Washington. Hal 676.
- Endermoglu, S.B., and S. Gucer. 2005. Selective Determintion of Alumunium Boubd with Tannin in Tea Infusion. *Analitical Sciences*. 21(8): 1005-1008.
- Fahn, A. 1981. *Anatomi Tumbuhan*. 3rd ed. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Fu, J., Y. Zhang., and X. Lu. 2015. A Greener Process for Gallic Acid Production from Tannic Acid Hydrolysis with Hydrochloric Acid. *Asian Journal of Chemistry*. 27(9): 3328-3332.
- Goh, T.B., and P.M. Huang. 1986. Influence of Citric and Tnnic Acids on Hydroxy-Al Interlayering in Montmorillonite. *Clays and Clay Minerals*. 34(1): 37-44.
- Hadad, M., N.R. Ahmadi., M. Herman., H. Supriadi., dan A.M. Hasibuan. 2009. Teknologi budidaya dan pengolahan hasil gambir. <http://balittri.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2017 pukul 19.01 WIB.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksana Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 1(3): 117-135.
- Hirotaoka, E., J.Joseph., Richardson., K. Liang., J.P. Best., J.P. Best., M.P.V. Koeverden., G.K. Such., J. Cui., F. Caruso. 2013. *Science*. 341(154): 154-157.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*, diterjemahkan oleh Saptorahardjo. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Masoud, M.S., S.S. Hagagg., A.I. Ali., and N.M. Nasr. 2012. Syintesis and Spectroscopic Characteriization of Gallic Acid and Some of its Azo Complexes. *Journal of Molekular Structure*. 1014: 17-25.
- Rachmasari, N.A., dan R.D. Sugiarso. 2017. Analisis Pengaruh Ion Cd(II) Pada Penentuan Ion Fe(II) dengan Pengompleks 1,10-Fenantrolin Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Sains dan Seni*. 6(1): 2337-3520.
- Risnasari, Iwan. 2002. *Tanin*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sanghoon, K., S. Philippot., S. Fontanav., R.E. Duval., and Emanuel. 2015. pH And Gluthation Responsive Release of Curcumin from Mesoporous Silica Nanoparticles Coated Using Tannic Acid-Fe(III) Cpmplex. *RSC Advance*. 5(110): 90550-90558.
- Yuwono, M., dan G. Indrayanto. 2005. Validation of Chromatographic Method of Analysis. *Profiles of Drug Substran, Excipients, and Related Methodology*. 32: 243-259.