

Studi Gangguan Mg(II) dalam Analisa Besi(II) dengan Pengompleks *O*-fenantrolin Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Novita Sari dan Djarot Sugiarto

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: djarot@chem.its.ac.id

Abstrak—Pada penelitian ini telah dilakukan studi gangguan ion Mg(II) terhadap analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin pada pH 4,5 secara spektrofotometri UV-tampak. Penelitian dilakukan dengan mereduksi Besi (III) menjadi Besi (II) menggunakan natrium tiosulfat, kemudian dikomplekskan dengan *o*-fenantrolin pada kondisi pH 4,5. Kompleks diukur panjang gelombang maksimumnya menggunakan spektrofotometer UV-Vis, selanjutnya dibuat kurva kalibrasi, dan diuji pengaruh ion Mg(II) terhadap analisa besi. Hasil menunjukkan bahwa ion Mg(II) mulai mengganggu analisa besi pada konsentrasi 0,04 ppm dengan persen (%) recovery sebesar 90,99% dengan Relatif Standar Deviasi (RSD) 2,24 ppt dan Koefisien Variasi (CV) 0,224%.

Kata Kunci—Besi; Spektrofotometer UV-tampak; Natrium Tiosulfat; 1,10-Fenantrolin

I. PENDAHULUAN

BESI merupakan salah satu mineral yang terdapat dalam jumlah besar di alam. Besi di alam berada pada material oksida dan sulfida. Besi memiliki dua bilangan oksidasi yaitu +2 dan +3 [1]. Berbagai metode analitik telah dilakukan untuk menentukan kadar besi seperti AAS, *Graphite Furnace* AAS, semiluminisens, potensiometri, *Anodic Stripping Voltammetry* dan spektrofotometri UV-Vis [2]. Penentuan kadar besi secara spektrofotometri UV-Vis telah banyak dilakukan karena prosesnya cepat, mudah dan murah. Besi (baik dalam bentuk besi(II) atau besi(III)) perlu dikomplekskan terlebih dahulu dengan pengompleks besi yang membentuk suatu warna spesifik.

Beberapa pengompleks besi yang digunakan adalah molybdenum, selenit, difenilkarbazon dan fenantrolin [3]. Dari beberapa jenis reagen tersebut yang paling banyak digunakan adalah fenantrolin karena kompleks Besi (II)-fenantrolin dapat membentuk kompleks kompleks dengan warna yang stabil dalam waktu yang lama [4,5].

Pengujian kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ menggunakan spektrofotometer UV-tampak dilakukan dengan mereduksi Besi (III) menjadi Besi (II) menggunakan pereduksi natrium tiosulfat sebelum dikomplekskan dengan *o*-fenantrolin. Pada penelitian sebelumnya, besi direduksi dengan menggunakan hidroksilamin hidroklorida, namun pereduksi tersebut memerlukan perlakuan khusus yaitu setelah dibuat harus langsung dipakai saat itu juga sehingga pereduksi hidroksilamin hidroklorid kurang efektif [4]. Oleh sebab itu, pada tahun 2004 dilakukan penelitian menggunakan pereduksi natrium tiosulfat dan mendapatkan hasil bahwa pada konsentrasi natrium tiosulfat 11 ppm mampu mereduksi larutan Fe(III) 5 ppm menjadi Fe(II) dengan nilai recovery sebesar 99,25% dengan pH optimum buffer asetat

yaitu 4,5 [6].

Analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin ini dapat diganggu oleh beberapa ion logam seperti mangan, tembaga, nikel, dan kobalt. Ion Mn(II), Ni(II) dan Co(II) mengganggu ion besi dengan menurunkan absorbansi. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada kondisi pH 4,5 menunjukkan bahwa ion Mn(II) mulai mengganggu pada konsentrasi 0,06 ppm dengan persen recovery sebesar 88,46% [7] ion Ni(II) mulai mengganggu pada konsentrasi 0,08 ppm dengan persen recovery sebesar 82,93% [8] dan ion Co(II) mulai mengganggu pada konsentrasi 0,2 ppm dengan persen recovery sebesar 94,11% [9].

Pada penelitian sebelumnya, ion gangguan yang digunakan berasal dari logam golongan transisi saja karena golongan transisi mudah membentuk kompleks. Akan tetapi ion logam golongan non transisi juga dapat membentuk kompleks dengan pengompleksnya, misalnya ion K^+ dengan SCN^- , ion Mg^{2+} dengan EDTA, dll. Maka dalam penelitian ini digunakan ion logam dari golongan non transisi sebagai ion pengganggu. Dalam penelitian ini dipilih ion Mg(II) karena ion Mg(II) memiliki elektron valensi yang sama dengan ion Fe(II) sehingga kemungkinan bisa terjadi kompetisi pembentukan kompleks antara Mg(II)-fenantrolin dan besi(II) fenantrolin karena *o*-fenantrolin dapat membentuk kompleks yang sangat stabil dengan sejumlah logam, khususnya logam bivalen. Logam bivalen meliputi Cu, Hg, Fe, Cr, Mn dan Co [10]. Dalam penelitian ini dilakukan penentuan gangguan ion Mg(II) dalam analisa besi dengan pereduksi natrium tiosulfat dan pengompleks *o*-fenantrolin pada pH 4,5 menggunakan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk menentukan kemampuan metode analisis besi dengan keberadaan ion Mg(II) sebagai ion pengganggu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pembuatan Larutan Stok Besi(III) 100 ppm (Anwar, 2009)

Larutan Fe(III) 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan kristal $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,0483 gram dengan aqua DM dan diencerkan sampai volume 100 ml.

B. Pembuatan Larutan Stok Mg(II) 100 ppm

Larutan Mg(II) 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan MgCl_2 sebanyak 0,0836 gram dengan aqua DM dan diencerkan sampai volume 100 ml.

C. Pembuatan Larutan *O*-fenantrolin 1000 ppm (Anwar, 2009)

Larutan *o*-fenantrolin 1000 ppm dibuat dengan cara melarutkan *o*-fenantrolin sebanyak 0,1000 gram dengan aqua DM dan diencerkan sampai volume 100 ml.

D. Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm (Anwar 2009)

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,0157 gram dengan aqua DM dan diencerkan sampai volume 100 ml.

E. Pembuatan Larutan Buffer Asetat pH 4,5 (Eriko, 2007)

Larutan buffer asetat dibuat dengan melarutkan CH_3COONa sebanyak 3,9374 gram dengan aqua DM dan ditambahkan 5 ml $\text{CH}_3\text{COOH } p.a$ ($K_a=1,75 \times 10^{-5}$) kemudian diencerkan dengan aqua DM sampai volume 50 ml. Diuji pH dengan pH meter

F. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ (Anwar, 2009)

Larutan standar Fe(III) 100 ppm sebanyak 0,5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, kemudian ditambahkan 1,1 ml larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm sebagai pereduksi dan larutan *o*-fenantrolin 1000 ppm sebanyak 1,5 ml. Selanjutnya ditambahkan larutan buffer asetat pH 4,5 sebanyak 1,5 ml, dan aseton sebanyak 5 ml. Larutan tersebut diencerkan dengan aqua DM sampai volume 10 ml. Larutan tersebut lalu dikocok dan didiamkan selama 30 menit untuk kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450-560 nm. Perlakuan ini dilakukan secara tiga kali perulangan. Panjang gelombang maksimum ditentukan berdasarkan absorbansi yang diperoleh yaitu sebesar 0,2-0,8

G. Pembuatan Kurva Kalibrasi (Eriko, 2007)

Larutan standar Fe(III) 100 ppm dengan volume masing-masing 0,1 ml; 0,2 ml; 0,3 ml; 0,4 ml; dan 0,5 ml dimasukkan dalam labu ukur 10 ml yang berbeda. Masing-masing larutan ditambahkan 1,1 ml larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm dan larutan *o*-fenantrolin 1000 ppm sebanyak 1,5 ml. Selanjutnya ditambahkan larutan buffer asetat pH 4,5 sebanyak 1,5 ml, dan aseton sebanyak 5 ml. Larutan tersebut diencerkan dengan aqua DM sampai volume 10 ml. Larutan tersebut lalu dikocok dan didiamkan selama 30 menit untuk kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum hasil pengukuran kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$. Perlakuan ini dilakukan secara tiga kali perulangan. Setelah didapat absorbansi, kemudian dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi dengan konsentrasi larutan Fe(III).

H. Pengaruh Ion Pengganggu Mg(II)

Larutan standar Fe(III) 100 ppm sebanyak 0,5 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. Kemudian ditambahkan 1,1 ml larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm dan larutan Mg(II) 10 ppm 0,01 ml. Selanjutnya ditambahkan 1,5 ml larutan *o*-fenantrolin 1000 ppm dan 1,5 ml buffer asetat pH 4,5 dan 5 ml aseton. Larutan tersebut diencerkan dengan aqua DM sampai volume 10 ml. Campuran tersebut dikocok dan didiamkan selama 5 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum hasil pengukuran kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$. Dilakukan tiga kali pengulangan. Prosedur yang sama juga dilakukan penambahan 0,02 ml; 0,03 ml; 0,04 ml dan 0,05 ml larutan Mg(II) 10 ppm.

III. HASIL DAN DISKUSI

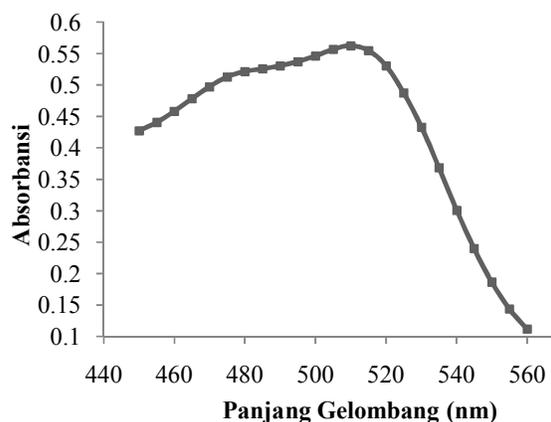
A. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$

Panjang gelombang maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ merupakan langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini. Panjang gelombang maksimum ditunjukkan oleh panjang gelombang yang memiliki absorbansi maksimal.

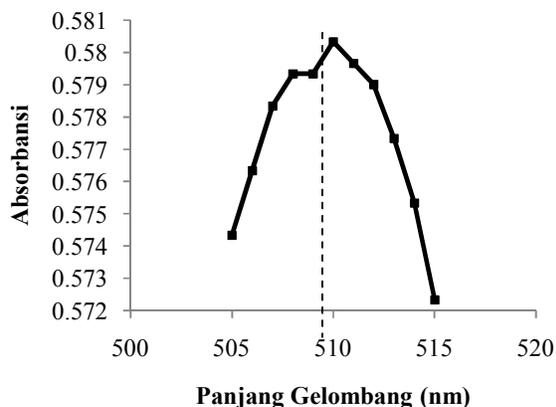
Larutan kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ memiliki kompleks merah jingga, sehingga kisaran panjang gelombang yang digunakan adalah 450-560 nm dengan interval 5 nm. Data absorbansi kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ dapat dilihat pada lampiran C. Kurva penentuan panjang gelombang maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ pada rentang panjang gelombang 450-560 nm dengan interval 5 nm ditunjukkan pada gambar 1.

Kurva pada gambar 1 menunjukkan bahwa absorbansi yang paling besar terdapat pada rentang panjang gelombang 505-515 nm. Sehingga pada panjang gelombang 505-515 nm dilakukan pengukuran panjang gelombang dengan interval 1 nm supaya panjang gelombang maksimum yang diperoleh lebih tepat. Data absorbansi yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran C. Kurva penentuan panjang gelombang maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ pada rentang panjang gelombang 505-515 nm dengan interval 1 nm ditunjukkan pada gambar 2.

Kurva pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa absorpsi terbesar terdapat pada panjang gelombang 510 nm sehingga dapat dikatakan bahwa panjang gelombang maksimum kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ adalah 510 nm.

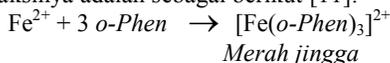


Gambar 1 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks $[\text{Fe}(\text{fenantrolin})_3]^{2+}$ pada rentang panjang Gelombang 450-560 nm dengan interval 5 nm

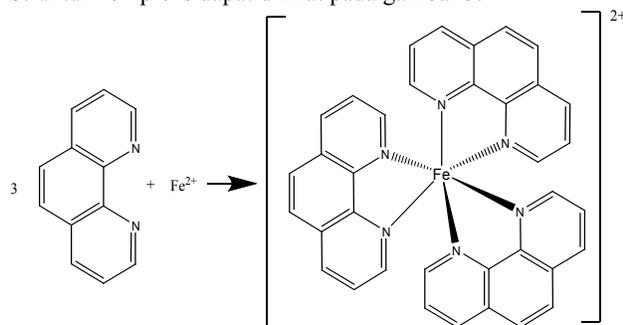


Gambar 2 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks [Fe(fenantrolin)₃]²⁺ pada Rentang Panjang Gelombang 505-515 nm dengan interval 1 nm

O-fenantrolin (C₁₂H₈N₂) merupakan pengompleks yang dapat bereaksi dengan berbagai jenis logam untuk membuat kompleks yang berwarna. *O*-fenantrolin dapat membentuk kompleks kuat dengan besi(II) dan membentuk warna merah jingga. Reaksinya adalah sebagai berikut [11]:

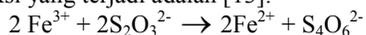


Struktur kompleks dapat dilihat pada gambar 3.



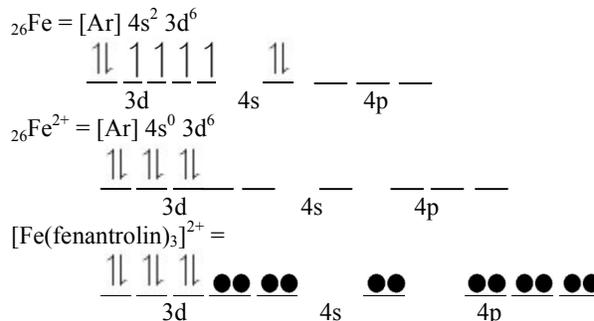
Gambar 3 Reaksi Pembentukan Kompleks [Fe(fenantrolin)₃]²⁺

Namun pada kenyataannya besi(II) sangat mudah teroksidasi menjadi besi(III), sehingga larutan induk yang dibuat adalah larutan besi(III) yang kemudian direduksi menjadi besi(II) menggunakan natrium tiosulfat (Hapsoro, 2011). Reaksi yang terjadi adalah [13]:



Besi merupakan salah satu logam yang memiliki elektron yang tidak berpasangan dalam bentuk ionnya. Sedangkan *o*-fenantrolin merupakan nitrogen heterosiklik trisiklik yang memiliki pasangan elektron bebas (PEB) yang berasal dari nitrogennya. Proses pembentukan senyawa kompleks koordinasi adalah perpindahan satu atau lebih pasangan elektron bebas dari ligan ke ion logam. Ligan bertindak sebagai pemberi elektron bebas (basa lewis) yang pada penelitian ini adalah *o*-fenantrolin dan ion logam sebagai penerima elektron bebas (asam lewis) pada penelitian ini adalah besi(II).

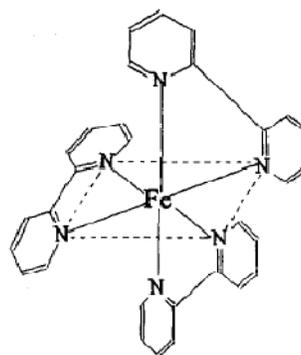
Konfigurasi elektron yang terjadi pada Fe adalah sebagai berikut:



Keterangan:

●● : merupakan pasangan elektron bebas dari ligan *o*-fenantrolin

Dari keterangan tersebut disimpulkan bahwa hibridisasi kompleks Besi (II)-fenantrolin adalah *d*²*sp*³ yang bentuk geografinya adalah oktahedral [12]. Bentuk geografinya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Bentuk Geometri Molekul [Fe(fenantrolin)₃]²⁺

Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum dari kompleks [Fe(fenantrolin)₃]²⁺ yang berwarna merah jingga dan didapatkan panjang gelombang maksimum adalah 510 nm. Panjang gelombang maksimum ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan pengukuran selanjutnya.

B. Pembuatan Kurva Kalibrasi Kompleks [Fe(fenantrolin)₃]²⁺

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan kompleks [Fe(fenantrolin)₃]²⁺ pada panjang gelombang maksimum (dalam penelitian ini 510 nm). Larutan besi(III) yang digunakan yaitu dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Sebelum dikomplekskan dengan *o*-fenantrolin, larutan besi(III) direduksi terlebih dahulu menggunakan natrium tiosulfat. Data absorbansi dapat dilihat pada tabel 1.

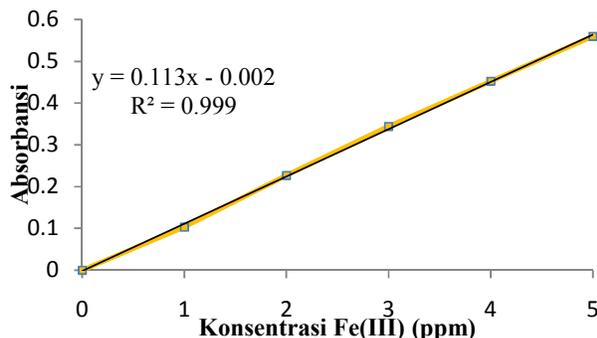
Tabel 1

Data Absorbansi Kompleks [Fe(fenantrolin) ₃] ²⁺	
[Fe ³⁺] (ppm)	Absorbansi
0	0,000
1	0,103
2	0,227
3	0,345
4	0,456
5	0,560

Data pada tabel 1 kemudian dibuat kurva kalibrasi dengan sumbu x adalah konsentrasi besi(III) (ppm) dan sumbu y

adalah absorbansi. Kurva Kalibrasi dapat dilihat pada gambar 5.

Kurva kalibrasi yang terbentuk memiliki persamaan regresi $y = 0,1136x - 0,0022$ dengan nilai $r = 0,9996$ dan $r^2 = 0,9993$ (dilihat pada lampiran D.2). Koefisien korelasi (r^2) sebesar 0,9993 menyatakan bahwa adanya korelasi yang erat antara konsentrasi dan absorbansi. Korelasi dinyatakan sempurna jika $0,9 < r^2 < 1$. Nilai $r = 0,9996$ menyatakan semua titik terletak pada garis lurus yang lerengnya positif karena nilai berada pada $-1 \leq r \leq 1$.



Gambar 5 Kurva Kalibrasi Kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$ pada Panjang Gelombang 510 nm

Berdasarkan persamaan regresi dari kurva kalibrasi tersebut, dilakukan uji-t yang bertujuan untuk menguji kelayakan kurva kalibrasi kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$. Uji-t ini dilakukan terhadap nilai-nilai koefisien regresi dengan $n = 6$ dan selang kepercayaan 95%. Karena $n = 6$, maka derajat kebebasan adalah 5 (derajat kebebasan = $n-1$). Hasil perhitungan pada lampiran D.3 didapatkan uji-t yaitu sebesar 84,482, sedangkan t_{tabel} 2,57. Sehingga t_{hitung} lebih besar daripada t_{tabel} . Nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ menunjukkan bahwa adanya hubungan antara konsentrasi larutan besi(III) dengan absorbansinya, sehingga persamaan regresi pada kurva kalibrasi dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi besi(II) dalam larutan cuplikan dan nilai koefisien korelasi berarti.

C. Pengaruh Ion Pengganggu Mg (II) Terhadap Analisa Besi pada pH 4,5

Analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin dapat diganggu oleh beberapa ion lain misalnya perak, tembaga, cadmium, kobalt, krom, mangaan, nikel dll. Ion pengganggu ini sangat mudah menganggu pada analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin karena *o*-fenantrolin tidak spesifik terhadap besi bivalen [14]. *O*-fenantrolin dapat membentuk kompleks dengan semua logam bivalen. Mg(II) merupakan logam bivalen, maka dari itu *o*-fenantrolin dapat membentuk kompleks dengan logam ini. Ketika ion Mg(II) direaksikan dengan *o*-fenantrolin, kompleks yang dihasilkan tidak berwarna. Tetapi ketika ion Mg(II) ditambahkan secara sengaja pada kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$ terjadi penurunan intensitas warna kompleks dengan ditandai adanya penurunan absorbansi. Hal ini menandakan bahwa ion Mg(II) menganggu pada analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin.

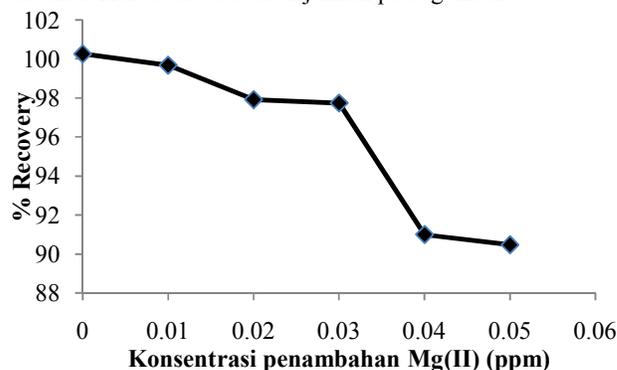
Penelitian-penelitian sebelumnya pada pengaruh ion pengganggu diperoleh bahwa kompetisi yang terjadi pada ion pengganggu sebelumnya yaitu kompetisi antara ion pengganggu dan besi(II) untuk membentuk kompleks dengan *o*-fenantrolin. Hal ini ditandai dengan setiap penambahan ion pengganggu, akan menurunkan absorbansi. Dalam penelitian ini juga demikian, setiap penambahan konsentrasi ion magnesium(II), absorbansi pada kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$ menurun. Akibatnya konsentrasi besi(II) juga menurun, sehingga % recovery besi(II) dalam

kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$ akan berkurang. Pengaruh penambahan ion magnesium(II) ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2
Pengaruh Penambahan ion Mg(II)

$[Mg^{2+}]$ (ppm)	Absorbansi	$[Fe^{2+}]$ terukur (ppm)	% Recovery (%)
0,00	0,567	5,01	100,27
0,01	0,564	4,98	99,68
0,02	0,554	4,90	97,92
0,03	0,553	4,89	97,75
0,04	0,515	4,55	90,99
0,05	0,512	4,52	90,46

Data pada tabel 2 dibuat kurva dengan sumbu x adalah konsentrasi penambahan ion Mg(II) dan sumbu y adalah absorbansi. Kurva tersebut ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Kurva Pengaruh Penambahan Ion Mg(II)

Dari kurva yang ditunjukkan pada gambar 4.4, dapat diketahui bahwa ion Magnesium(II) mulai mengganggu pada konsentrasi 0,04 ppm dengan persen recovery 90,99% karena nilai % recovery yang diperbolehkan untuk cuplikan biologis dan bahan makanan yaitu $95\% \leq \% \text{ recovery} \leq 105\%$. Ketika ditambahkan ion magnesium(II) ke dalam kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$, absorbansi semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi ion magnesium(II). Jika absorbansi menurun, maka dapat dipastikan intensitas warna kompleks $[Fe(fenantrolin)_3]^{2+}$ juga menurun. Ion Mg(II) dapat mengganggu analisa besi dengan pengompleks *o*-fenantrolin karena kereaktifan $Mg(II) > Fe(II)$ dalam mengikat *o*-fenantrolin. Hal ini dapat dilihat dari urutan pada deret volta dimana logam Mg lebih sebelah kiri dari logam Fe. Semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret volta menandakan bahwa logam semakin reaktif yaitu logam tersebut semakin mudah melepas elektron, akibatnya logam Mg lebih mudah mengalami oksidasi dibandingkan dengan logam Fe.

Data yang dipergunakan untuk memperkuat hasil adalah RSD (Relatif Standar Deviasi) dan CV (Koefisien Variasi). Pada konsentrasi 0,04 ppm didapatkan RSD sebesar 2,24 ppt dan CV sebesar 0,224%. Menurut Miller (1991), RSD dan CV dikatakan selektif jika nilai RSD dibawah 20 ppt dan nilai CV dibawah 2%. Maka dapat dikatakan bahwa data yang didapatkan baik, sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa analisa besi dengan pengompleks *o*-

fenantrolin dan pereduksi natrium tiosulfat pada kondisi pH 4,5 menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat membentuk kompleks berwarna merah jingga yang menyerap sinar pada panjang gelombang 510 nm. Analisa besi ini dapat diganggu oleh ion Magnesium(II). Ion magnesium(II) mengganggu dengan menurunkan intensitas warna sehingga absorbansi juga menurun. Konsentrasi ion magnesium(II) mulai mengganggu pada 0,04 ppm dengan persen recovery sebesar 90,99%. Relatif Standar Deviasi (RSD) yang didapat sebesar 2,24 ppt dan Koefisien Variasi (CV) sebesar 0,224%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. R. Djarot Sugiarto K. S., M.S. selaku Dosen Pembimbing
2. Bapak Drs. Refdinal Nawfa M.S. selaku Dosen Wali.
3. Bapak Hamzah Fansuri, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA ITS
4. Bapak Dr. rer. nat Fredy Kurniawan M.Si. selaku Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Metode Analisis Kimia FMIPA ITS
5. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Othmer K. (1978) *Encyclopedia of Chemical Technology*. Third Edition, John Willey and Sons Inc, New York.
- [2] Tesfaldet Z. O., van Staden J. F. and Stefan R. I. (2004) Sequential injection spectrophotometric determination of iron as Fe(II) in multi-vitamin preparations using 1,10-phenanthroline as complexing agent. *12th Int. Conf. Flow Inject. Anal. ICFLA-12* **64**, 1189–1195.
- [3] Amin A. S. and Gouda A. A. (2008) Utility of solid-phase spectrophotometry for determination of dissolved iron(II) and iron(III) using 2,3-dichloro-6-(3-carboxy-2-hydroxy-1-naphthylazo)quinoxaline. *Talanta* **76**, 1241–1245.
- [4] Malik A. K. and Rao A. L. J. (1997) Spectrophotometric determination of iron(III) dimethyldithiocarbamate (ferbam). *Talanta* **44**, 177–183.
- [5] Lazic D., Jelena B. S., Penavin-Skundric, Vasiljevic L., Blagojevic D. and Obrenovic Z. (2010) Stability of Tris-1,10-Phenanthroline Iron(II) Complex in Different Composites. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.* **16** **2**, 193–198.
- [6] Amelia (2004) Optimasi pH Buffer Asetat dan Konsentrasi Larutan Pereduksi Natrium Tiosulfat dalam Penentuan Kadar Besi secara Spektrofotometri UV-Vis. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Pritasari A. A. (2009) Studi Gangguan Ion Mn pada Analisa Besi Menggunakan Pengompleks 1,10-fenantrolin pada pH 4,5 secara Spektrofotometri UV-Vis. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Wulandari D. A. (2009) Studi Gangguan Nikel pada Analisa Besi dengan Pengompleks 1,10-fenantrolin pada pH 4,5 secara Spektrofotometri UV-Vis. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] Anwar A. P. (2009) Studi Gangguan Co Pada Analisa Besi Dengan Pengompleks 1,10-Fenantrolin Pada pH 4,5 Secara Spektrofotometri UV-Vis. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] Sandell E. B. (1959) *Colorimetric Determination Trace of Metal*. Third., Inter Science Publisher Inc, New York.
- [11] Sukardjo P. D. (1992) *Kimia Koordinasi*., PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- [12] Svehla G. (1979) *Vogel's Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. Fifth Edition., Longman Inc, New York.
- [13] Vydra F. and Pribil R. (1959) Utilization of ternary and ion-association complexes in chemical analysis—I: Selective extraction and colorimetric determination of traces of iron as "ferroin iodide." *Talanta* **3**, 72–80.