

## PENGARUH $\text{HNO}_3$ PADA ANALISIS $\text{Cr(III)}$ MENGGUNAKAN ASAM TANAT SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRAUNGU-TAMPAK

**R. Supriyanto<sup>1\*</sup>, Agung Abadi Kiswandono<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, Jl Sumantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, 35145  
*e-mail : supriyanto@fmipa.unila.ac.id*

### **Artikel Info**

Diterima  
tanggal  
22.08.2017

Disetujui  
publikasi  
tanggal  
01.10.2017

Kata kunci :  
asam tanat,  
 $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Cr(III)}$ ,  
Spektrofotometer  
Uv-vis

### **ABSTRAK**

Dampak negatif yang ditimbulkan dari berkembangnya dunia industri adalah peningkatan konsentrasi bahan-bahan pencemar yang mengganggu lingkungan seperti Logam kromium. Logam kromium dalam lingkungan yang paling umum ditemukan dalam dua bentuk ion spesies, yaitu ion  $\text{Cr(III)}$  dan ion  $\text{Cr(VI)}$ . Metode analisis  $\text{Cr(III)}$  dengan pembentukan kompleks dengan asam tanat dipengaruhi oleh asam/basa. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa konsentrasi terbaik pada penambahan asam nitrat terhadap kompleks  $\text{Cr(III)}$  dengan asam tanat adalah 4 mM, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan pada penambahan asam nitrat adalah setelah menit ke 5, tidak terjadi gangguan pada penambahan asam nitrat terhadap kompleks  $\text{Cr(III)}$  dengan asam tanat pada konsentrasi  $\geq 4$  ppm untuk ion  $\text{Ni(II)}$  dan konsentrasi  $\geq 4$  ppm  $\text{Mo(II)}$  serta konsentrasi  $\leq 10$  ppm  $\text{Ca(II)}$ .

### **ABSTRACT**

The negative impacts of the development of industries are the increasing concentrations of contaminants in the environment, such as chromium (Cr). There are two most common chromium species found in the environment; it is Cr (III) and Cr (VI) ions. The analysis method of Cr (III) by using the formation of complex with tannic acid is influenced by acid/base conditions. Based on the result of this research, it was found that the best concentration of nitric acid addition to complex Cr (III) - tannic acid was 4 mM, with the time to achieve stability was after 5 min. There is no change in the complex with the addition of nitric acid at concentration  $\geq 4$  ppm.

Keyword : tannic acid,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Cr(III)}$ , uv-vis spectrometry

### **PENDAHULUAN**

Semakin berkembangnya dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, dampak positif dan termasuk dampak negatif. Dampak negatif yang dihasilkan adalah peningkatan konsentrasi bahan-bahan pencemar yang mengganggu lingkungan seperti ion-ion logam berat. Hal ini disebabkan ion-ion logam berat bersifat toksik bahkan karsinogenik meskipun pada konsentrasi yang rendah (dalam ppm) dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan. Salah satu polutan logam berat adalah logam kromium. Polutan logam kromium bersumber pada industri plastik, karet, cat, dan asap kendaraan bermotor. Pada air dan tanah polutan logam

kromium bersumber pada industri tekstil. Rentang konsentrasi kromium dalam tanah antara 1 s/d 30 mg/kg, di dalam air laut 5-800 µg/liter, di sungai 26 µg/liter dan di danau 5,2 mg/liter (Emsley, 2001).

Tingkat oksidasi utama bagi kromium adalah +2, +3, dan +6. Dalam lingkungan kromium yang paling umum ditemukan dalam dua bentuk ion spesies, yaitu ion Cr(III) dan ion Cr(VI). Bila nilai pH larutan kromat dikurangi (ditambah asam), maka larutan berubah warna sampai munculnya warna jingga dari ion dikromat. Reaksi ini bisa dibalikkan dengan meningkatnya nilai pH. Dalam kromat,  $\text{CrO}_4^{2-}$  atau dikromat  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , anion kromium adalah heksavalen, dengan keadaan oksidasi +6. Ion-ion ini diturunkan dari kromium trioksida,  $\text{CrO}_3$ . Ion-ion kromat berwarna kuning, sedangkan dikromat berwarna jingga. Kromat mudah diubah menjadi dikromat dengan penambahan asam (Kotaś, 2000). Cr(III) dapat diperoleh dengan melarutkan unsur kromium dalam asam seperti asam klorida atau asam sulfat.

Metode analisis Cr(III) telah banyak dilakukan dan dikembangkan oleh para peneliti (Supriyanto, 2011; Anggit, 2013). Pada penelitian ini menggunakan ligan alam yaitu asam tanat berasal dari gambir. Asam tanat merupakan tannin yang terhidrolisis. Asam tanat bila ditinjau dari strukturnya merupakan senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas, baik pada gugus keton (pada keadaan polimer) dan gugus hidroksil (ketika ditambahkan basa atau asam pada saat pengaturan pH). Pasangan elektron bebas ini dapat didonorkan kepada ion logam kromium yang memiliki orbital kosong, sehingga asam tanat merupakan suatu ligan yang mendonorkan pasangan elektron bebas kepada Cr(III). Metode analisis Cr(III) dengan pembentukan kompleks dengan asam tanat dipengaruhi oleh asam/basa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam nitrat pada analisis Cr(III) menggunakan asam tanat secara spektrofotometri ultraungu tampak serta mendapatkan kondisi analisis kompleks yang optimum.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analitik dan Instrumentasi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat-alat gelas, *micropipette*, spektrofotometer ultraungu-tampak, dan neraca analitik. Bahan-bahan yang digunakan yaitu, larutan standar asam tanat, asam nitrat pekat, akuades, akuabides,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dan  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

## **Prosedur Penelitian**

### **Pembuatan Larutan Standar Asam Tanat 100 mM**

Ditimbang 17,012 gram asam tanat standar menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas.

### **Pembuatan Larutan Standar Cr (III) 100 mM**

Ditimbang 2,665 gram  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan dengan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas.

### **Pembuatan Variasi Larutan Asam Nitrat**

Konsentrasi asam nitrat yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 mM, 2 mM, 3 mM, 4 mM, dan 5 mM. Dilakukan dengan membuat larutan asam nitrat 100 mM. Sebanyak 0,599 ml asam nitrat dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan di tambahkan akuades hingga tanda batas. Kemudian diencerkan menjadi asam nitrat 1 mM, 2 mM, 3 mM, 4 mM dan 5 mM.

### **Pengaruh Penambahan Asam Nitrat dan Absorbansi Optimum Kompleks**

Dilakukan dengan cara disiapkan labu takar 100 ml kemudian dimasukan larutan ion logam Cr(III) dan asam tanat dengan perbandingan 5 : 2 kemudian dimasukan larutan asam nitrat dengan variasi 1 mM, 2 mM, 3 mM, 4 mM dan 5 mM hingga tanda batas. Kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometri ultraungu-tampak pada panjang gelombang 580,5 nm untuk mencari absorbansi yang optimum dari kompleks ion logam Cr(III) – asam tanat yang ditambahkan asam nitrat.

### **Penentuan Waktu Kestabilan**

Penentuan waktu kestabilan kompleks dilakukan dengan perbandingan konsentrasi terbaik yang diperoleh dari penambahan asam nitrat dan penambahan natrium hidroksida, diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer Ultraungu-Tampak pada panjang gelombang optimum kompleks dari 0 menit sampai 25 menit dengan skala kenaikan 5 menit.

### **Penentuan Pengaruh Ion Pengganggu**

Pengaruh ion-ion pengganggu dengan membuat larutan Mo(II), Ca(II), dan Ni(II) 0-10 ppm yang masing-masing ditambahkan dengan kompleks ion logam Cr(III)-asam tanat dengan konsentrasi terbaik dari penambahan asam nitrat dan pada penambahan natrium hidroksida, kemudian diukur absorbansi masing-masing larutan menggunakan spektrofotometer Ultraungu-

Tampak pada panjang gelombang 580,5 nm, absorbansi optimum dan waktu kestabilan yang telah diperoleh.

#### **Pembuatan Larutan Ion Pengganggu Ca(II)**

Ion logam Ca(II) 100 ppm dibuat dengan cara ditimbang 24,965 mg  $\text{CaCO}_3$  menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas. Kemudian diencerkan menjadi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm di dalam labu takar 10 ml.

#### **Pembuatan Larutan Ion Pengganggu Mo(II)**

Ion logam Mo(II) 100 ppm dibuat dengan cara ditimbang 18,402 mg  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas. Kemudian diencerkan menjadi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm di dalam labu takar 10 ml.

#### **Pembuatan Larutan Ion Pengganggu Ni(II)**

Ion logam Ni(II) 100 ppm dibuat dengan cara ditimbang 44,787 mg  $\text{NiSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  menggunakan neraca analitik, kemudian dilarutkan menggunakan akuabides di dalam labu takar 100 ml hingga tanda batas. Kemudian diencerkan menjadi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm di dalam labu takar 10 ml.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Penambahan Asam Nitrat dan Absorbansi Optimum Kompleks**

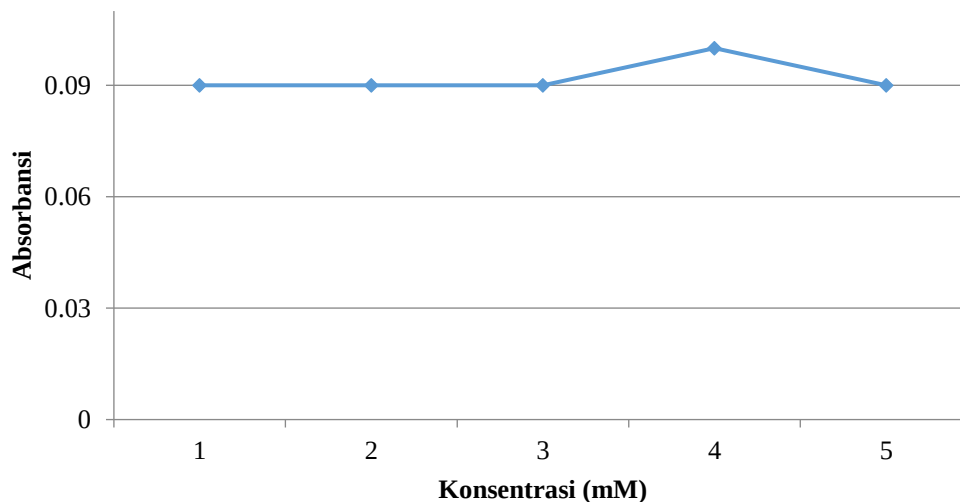
Pada penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan asam nitrat dengan konsentrasi 1 mM, 2 mM, 3 mM, 4 mM dan 5 mM pada kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat. Kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat dibuat dengan perbandingan 5 : 2. Kemudian larutan asam nitrat masing-masing ditambahkan pada kompleks Cr(III) dengan asam tanat. Kemudian masing-masing kompleks yang telah ditambahkan asam nitrat diukur menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak dengan panjang gelombang 580,5 nm untuk mendapatkan nilai absorbansi maksimum dari kompleks.

Tujuan dari penambahan asam nitrat ialah untuk menghidrolisis asam tanat, karena asam tanat dapat dihidrolisis menggunakan asam, basa dan enzim (Risnasari, 2002). Selain itu, dalam larutan bersifat asam kepekatan proton cukup tinggi dan akan memengaruhi kemampuan

pengikatan proton oleh ligan yang cukup besar, sehingga terjadi persaingan oleh proton dari ligan dan ion logam untuk mengikat pasangan elektron bebas dari ligan. Proton dapat berinteraksi dengan ligan dalam keadaan setimbang dengan reaksi utama (Syarifuddin, 1994). Data hasil pengukuran absorbansi terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Pengaruh asam nitrat dan absorbansi optimum

| No | Konsentrasi | Absorbansi |       |       |           |
|----|-------------|------------|-------|-------|-----------|
|    |             | 1          | 2     | 3     | $\bar{X}$ |
| 1  | 1 mM        | 0,097      | 0,098 | 0,099 | 0, 098    |
| 2  | 2 mM        | 0,096      | 0,098 | 0,100 | 0, 098    |
| 3  | 3 mM        | 0,098      | 0,099 | 0,100 | 0, 099    |
| 4  | 4 mM        | 0,099      | 0,100 | 0,101 | 0, 100    |
| 5  | 5 mM        | 0,096      | 0,099 | 0,096 | 0, 097    |



Gambar 1. Grafik pengaruh asam nitrat dengan nilai absorbansi 0,00

Dari hasil pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometri ultraungu-tampak didapatkan hasil maksimum absorbansi terdapat pada penambahan asam nitrat dengan konsentrasi 4 mM. Dari hasil pengukuran juga nilai absorbansi dari setiap konsentrasi asam nitrat memiliki selisih nilai yang sangat kecil. Maka dilakukan perbandingan antara Gambar 1 dan Gambar 2, hasil maksimum absorbansi tetap pada konsentrasi 4 mM. Perbandingan ini dilakukan

karena angka ketiga dibelakang koma (0,000) merupakan angka yang tidak pasti. Jika dilakukan analisis berulang, maka nilai pada angka tersebut akan berubah.

Pada konsentrasi 4 mM ion logam Cr(III) dengan asam tanat berkoordinasi secara optimum. Pada konsentrasi yang lebih kecil ion logam Cr(III) dengan asam tanat belum berkoordinasi secara optimum. Sedangkan pada konsentrasi 5 mM terjadi penurunan nilai absorbansi karena pada konsentrasi ini asam tanat bersifat asam sehingga cenderung ke bentuk molekulnya. Hal ini sesuai dengan literatur dalam reaksi kesetimbangan asam tanat pada pH basa cenderung berbentuk ion sedangkan pada pH asam cenderung berbentuk molekulnya (Fahn, 1981).

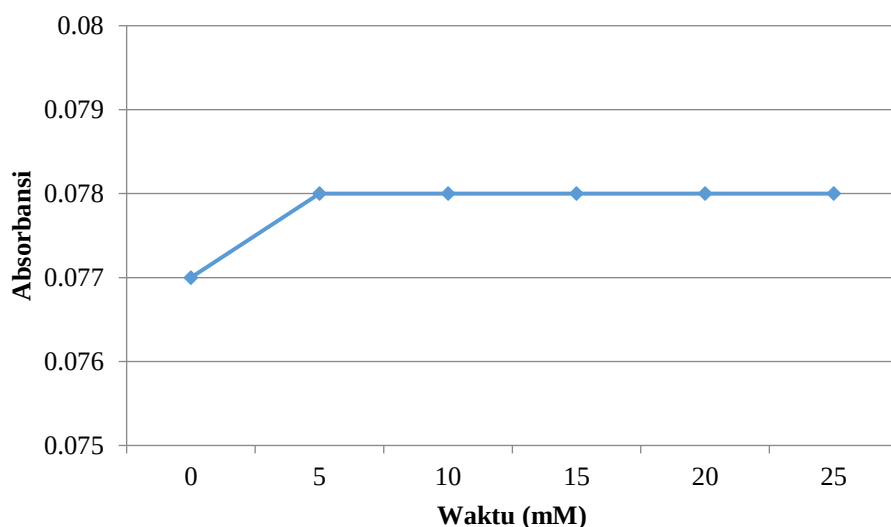
Salah satu fenomena yang paling umum muncul bila ion kompleks terbentuk adalah perubahan warna dalam larutan (Svehla, 1979). Warna yang muncul pada variasi penambahan larutan asam nitrat pada kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat adalah bening sedikit hijau.

#### **Penentuan Waktu Kestabilan pada Penambahan Asam Nitrat**

Penentuan waktu kestabilan pada penambahan asam nitrat ditentukan melalui pengukuran serapan absorbansi kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat pada konsentrasi asam nitrat yang optimum dengan mengamati perubahan nilai absorbansi pada rentang waktu 0-25 menit yang diukur absorbansinya tiap 5 menit. Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat larutan kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat dengan perbandingan 5 : 2, kemudian ditambahkan larutan asam nitrat 4 mM hingga tanda batas. Kemudian dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer tiap 5 menit dalam waktu 25 menit pada panjang gelombang 580,5 nm. Data hasil pengukuran waktu kestabilan dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara absorbansi dengan waktu yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 2. Penentuan waktu kestabilan dengan pengaruh asam nitrat

| No | Waktu    | Absorbansi |
|----|----------|------------|
| 1  | 0 menit  | 0,077      |
| 2  | 5 menit  | 0,078      |
| 3  | 10 menit | 0,078      |
| 4  | 15 menit | 0,078      |
| 5  | 20 menit | 0,078      |
| 6  | 25 menit | 0,078      |



Gambar 2. Grafik penentuan waktu kestabilan dengan pengaruh asam nitrat

Dari hasil absorbansi yang didapatkan terjadi peningkatan nilai absorbansi pada menit ke 5 menit, setelah peningkatan tersebut nilai absorbansi menjadi stabil dari menit ke 5 sampai ke 25 menit. Sehingga dapat diasumsikan bahwa ion logam Cr(III) dengan asam tanat mengalami kestabilan setelah menit ke 5.

### **Penentuan Pengaruh Ion Pengganggu pada Penambahan Asam Nitrat**

Pengukuran tingkat selektifitas dari kompleks terhadap ion-ion logam tertentu, dapat dilakukan dengan menentukan ion logam lainnya yang juga terkandung dalam kompleks dan cukup mengganggu kompleks (Safi'udin 2002). Logam-logam Ni(II), Mo(II), dan Ca(II). Logam-logam tersebut dipilih karena terdapat pada periode yang sama dan golongan yang sama. Selain itu, logam-logam tersebut memiliki sifat dan karakter yang hampir sama. Uji selektivitas ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan metode ini dalam memisahkan Cr(III) dari pengaruh logam-logam tersebut. Dengan adanya pengaruh dari ion-ion logam tersebut pada analisis Cr(III) dilihat dari perubahan absorbansi pada kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat.

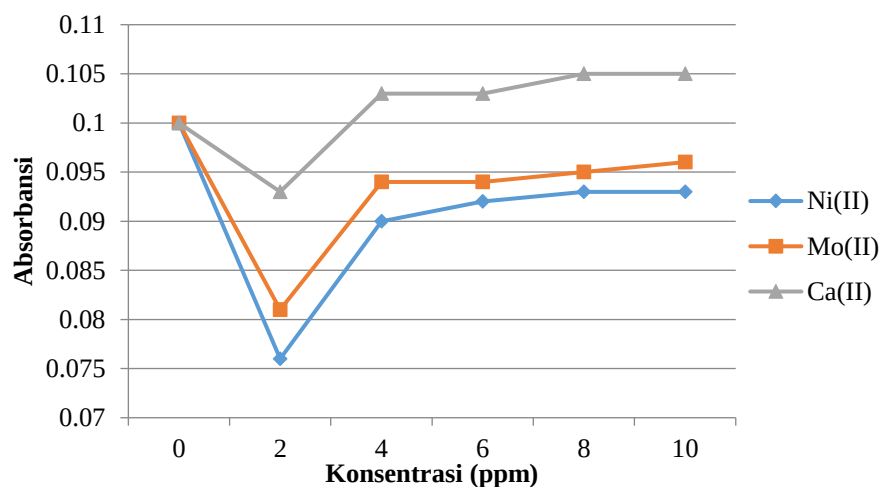
Penentuan pengaruh ion pengganggu pada penambahan asam nitrat dilakukan dengan cara membuat larutan kompleks ion logam Cr(III) dengan asam tanat dan ion logam pengganggu dengan perbandingan 5 : 2 : 1, kemudian ditambahkan larutan asam nitrat 4 mM hingga tanda batas. Ion logam pengganggu yang digunakan adalah Ni(II), Mo(II), dan Ca(II) yang dibuat dalam konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Kemudian dilakukan pengukuran

menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak pada panjang gelombang 580,5 nm. Data hasil pengukuran absorbansi pengaruh ion pengganggu dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 3. Penentuan pengaruh ion pengganggu pada pengaruh asam nitrat

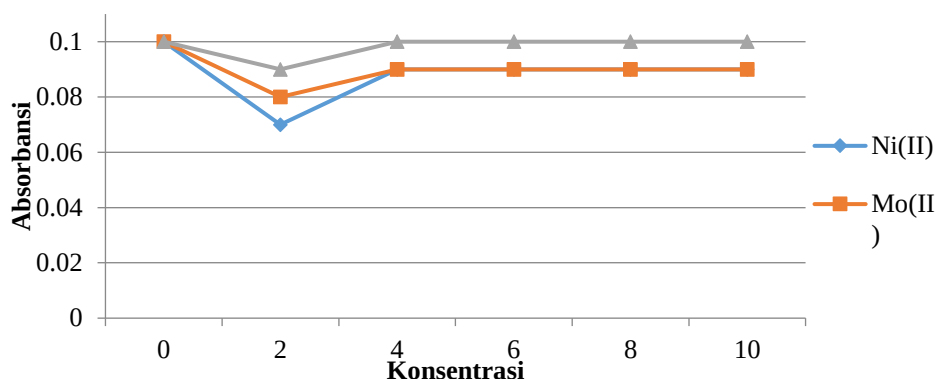
| No | Konsentrasi | Nilai Absorbansi |        |        |
|----|-------------|------------------|--------|--------|
|    |             | Ni(II)           | Mo(II) | Ca(II) |
| 1  | 0 ppm       | 0,100            | 0,100  | 0,100  |
| 2  | 2 ppm       | 0,076            | 0,081  | 0,093  |
| 3  | 4 ppm       | 0,090            | 0,094  | 0,103  |
| 4  | 6 ppm       | 0,092            | 0,094  | 0,103  |
| 5  | 8 ppm       | 0,093            | 0,095  | 0,105  |
| 6  | 10 ppm      | 0,093            | 0,096  | 0,105  |

Dari Tabel 3 dapat dibuat grafik hubungan antara absorbansi tiga ion pengganggu dengan konsentrasi yang di tunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengaruh ion pengganggu pada pengaruh asam nitrat

Dari Gambar 3 dapat dibuat menjadi grafik dengan nilai absorbansi dibuat menjadi 0,00 (dua angka di belakang koma) yang digunakan sebagai pembanding ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh ion pengganggu pada pengaruh asam nitrat dengan nilai absorbansi 0,00

Dari hasil yang didapatkan terjadi penurunan nilai absorbansi kompleks Cr(III) dengan asam tanat dengan adanya ion Ni (II) dan Mo(II) pada konsentrasi 2 ppm. Kemudian nilai absorbansi kembali naik namun tidak melebihi nilai absorbansi awal atau tanpa ion pengganggu. Nilai absorbansi cukup tinggi terjadi dengan adanya ion Ca(II) pada konsentrasi 4 ppm, namun jika dibandingkan dengan Gambar 4 penurunan nilai absorbansi terjadi di setiap penambahan 2 ppm ion pengganggu.

Perbandingan ini dilakukan karena angka ketiga dibelakang koma (0,000) merupakan angka yang tidak pasti. Jika dilakukan analisis berulang, maka nilai pada angka tersebut akan berubah. Jadi digunakan dua angka di belakang koma untuk hasil yang lebih baik. Kemudian pada konsentrasi yang lebih tinggi ion pengganggu ion Ca(II) kembali pada absorbansi awal, sedangkan ion logam lain kembali naik namun pada absorbansi 0,9. Hal ini dapat dijelaskan karena pengaruh asam nitrat yang menyebabkan asam tanat berbentuk molekul dan dalam larutan bersifat asam, kepekatan proton cukup tinggi dan akan mempengaruhi kemampuan pengikatan proton oleh ligan yang cukup besar, sehingga terjadi persaingan oleh proton dari ligan dan ion logam untuk mengikat pasangan elektron bebas dari ligan. Tidak hanya proton, ion-ion lain pun dapat bersaing untuk mendapatkan ligan (Safi'udin, 2002). Ion logam Ni(II), Mo(II) dan Ca(II) tidak bisa masuk dan berikatan dengan kompleks Cr(III) dengan asam tanat yang sudah terlebih dahulu berikatan. Pada kondisi tersebut ion logam pengganggu membuat warna larutan terlihat kurang pekat sehingga menurunkan nilai absorbansi kompleks Cr(III) dengan asam tanat. Sehingga dapat dikatakan konsentrasi  $\geq 4$  ppm untuk ion Ni(II) dan konsentrasi  $\geq 4$  ppm Mo(II) serta konsentrasi  $\leq 10$  ppm Ca(II) tidak mengganggu kompleks Cr(III) dengan asam tanat pada penambahan asam nitrat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka didapatkan beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi terbaik pada penambahan asam nitrat terhadap kompleks Cr(III) dengan asam tanat adalah 4 mM.
2. Konsentrasi terbaik pada penambahan natrium hidroksida terhadap kompleks Cr(III) dengan asam tanat adalah 5 mM.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan pada penambahan asam nitrat adalah setelah menit ke 5.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan pada penambahan natrium hidroksida adalah setelah menit ke 20.
5. Tidak terjadi gangguan pada penambahan asam nitrat terhadap kompleks Cr(III) dengan asam tanat pada konsentrasi  $\geq 4$  ppm untuk ion Ni(II) dan konsentrasi  $\geq 4$  ppm Mo(II) serta konsentrasi  $\leq 10$  ppm Ca(II).
6. Tidak terjadi gangguan pada penambahan natrium hidroksida terhadap kompleks Cr(III) dengan asam tanat pada konsentrasi  $< 2$  ppm Ni(II) dan konsentrasi  $\leq 10$  ppm Mo(II) serta konsentrasi  $\leq 10$  ppm Ca(II).
7. Pembentukan kompleks Cr(III) dengan asam tanat yang paling optimum adalah pada pengaruh penambahan natrium hidroksida.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggit, W. M, Aurelia. 2013. *Skripsi: Analisis Krom(III) Dengan Metode Kopresipitasi Menggunakan Nikel Dibutilditiokarbamat Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Emsley, J. 2001. *"Chromium" Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*. Oxford University Press. England. pp. 495–498.
- Fahn, A. 1981. *Anatomi tumbuhan. 3rd ed*. Gajah mada University Press. Yogyakarta.
- Kotaś, J. Stasicka, Z (2000). *"Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation"*. *Environmental Pollution* . Elsevier. Amsterdam. pp. 263–283.
- Risnasari, Iwan. 2002. *Tanin*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Safi'udin. 2002. Pengembangan sensor kimia berbasis reagen kering menggunakan TAN [1-(2-Thiazolilazo)-2Naftol] untuk penentuan ion kobalt(II) dalam sampel air. *Jurnal Ilmu dasar*. Jember. hal. 19.
- Supriyanto, R. 2011. *Studi Analisis Spesiasi Ion Logam Cr(III) Dan Cr(VI) Dengan Asam Tanat Dari Ekstrak Gambir Menggunakan Spektrometri Uv-Vis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. hal. 35- 42.
- Svehla, G. 1979. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Jilid I*. PT. Kalman Media Pustaka. Jakarta. hal. 256 – 260.
- Syarifuddin, N. 1994. *Ikatan Kimia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.