

PENENTUAN KADAR NIKEL DALAM MINERAL LATERIT DENGAN METODE KOPRESIPITASI MENGGUNAKAN Cu-PIROLIDIN DITIOKARBAMAT

Yulinda Ambar Sari*), Subiyanto Hadi Saputro dan Agung Tri Prasetya

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima September 2013
Disetujui September 2013
Dipublikasikan November 2013

Kata kunci:
nikel
kopresipitasi
APDC

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan kadar nikel dalam mineral laterit dengan metode kopresipitasi menggunakan ligan ammonium pirolidin dithiocarbamat melalui pemekatan untuk menentukan kadar nikel. Variabel yang diteliti meliputi pH larutan dari 2-6, volume ligan APDC dari 2-7 mL, waktu pengadukan dengan variasi 10, 15, 20 dan 25 menit, serta dipelajari pengaruh adanya ion logam Fe(III) sebagai interferensi untuk analisis Ni(II) dengan konsentrasi 10-50 ppm. Adapun hasil optimasi yang diperoleh yaitu pH optimum pada pH 4, volume ligan APDC dicapai sebanyak 6 mL sedangkan waktu pengadukan 15 menit. Sebagai interferensi, ion Fe(III) meski konsentrasi kecil sudah sangat mengganggu analisis nikel. Temu balik konsentrasi Ni(II) pada kondisi optimum sebesar 96,19%. Pada kondisi optimum diaplikasikan dalam mineral laterit dan diperoleh sebesar 0,7904 mg. Metode analisis Ni(II) menggunakan metode kopresipitasi hanya cocok untuk kadar Fe(III) yang lebih rendah dari kadar Ni(II) atau harus dilakukan pemisahan terlebih dahulu.

Abstract

A study concerning the determination of nickel in laterite minerals with coprecipitation method using ammonium pyrrolidine dithiocarbamat ligands for concentration. The variables studied include pH of 2-6, volume of APDC ligand is 2-7 mL, while stirring with a variation of 10, 15, 20 and 25 minutes, and studied the influence of the metal ions Fe (III) as an interference for the analysis of Ni (II) with a concentration of 10-50 ppm. The optimization results obtained by the pH optimum at pH 4, the volume reached APDC ligand as 6 mL while stirring time of 15 minutes. As interference, although the concentrations of ion Fe (III) small is very disturbing analysis of nickel. Recovery concentration of Ni (II) at the optimum conditions of 96,19%. The optimum condition was applied in mineral laterite and obtained by 0,7904 mg. Analysis of Ni (II) coprecipitation method is suitable only for levels of Fe (III) were lower than the levels of Ni (II) or earlier to be separated.

Pendahuluan

Pembentukan berbagai macam mineral di alam akan menghasilkan berbagai jenis batuan tertentu. Berbagai macam batuan tersebut antara lain batuan beku, batuan metamorf, batuan bauksit, batuan sedimen, batuan piroklastik dan mineral laterit. Menurut Sudrajat (1999) nikel terbentuk dari batuan yang berkomposisi kimia basa atau dikenal juga sebagai batuan peridotit. Berdasarkan teori tektonik lempeng, daerah yang banyak batuan peridotit terutama di zona tumbukan lempeng benua dan samudera. Melalui proses pelapukan, batuan ultrabasa mengurai dalam bentuk mineral yang terlarut (koloid) seperti (magnesium, besi, nikel, kobalt, silikat dan magnesium oksida) dan tidak terlarut (residu) seperti (besi, aluminium, mangan, sebagian nikel, sebagian kobalt, berbagai oksida dan senyawa nikel-kobalt).

Laterit adalah nama umum mineral yang berupa tanah merah sebagai akibat dari pelapukan batuan asal (induk) di daerah tropis atau sub tropis. Laterit kaya akan kaonilit, goethite, dan kwarsa, sehingga komposisi dari laterit sangat kompleks. Secara kimia, laterit dicirikan oleh adanya besi, nikel, dan silica sebagai sisa-sisa proses pelapukan batuan induk (Firdiyono, dkk; 1983).

Evans (1989) pernah menyatakan bahwa kebanyakan laterit terbentuk dari batuan yang kaya akan besi seperti hematite dan goethit yang berwarna merah, kuning atau coklat. Digunakan logam nikel disebabkan karena logam tersebut paling banyak terkandung dalam mineral laterit dengan nama lain nikel laterit.

Analisis kimia selalu melibatkan pelarutan sampel padatan, penyaringan, pra pemisahan dan pemekatan kadar. Fungsi proses pemekatan kadar yaitu untuk meningkatkan ketelitian sehingga hasil yang diperoleh mendekati harga yang sesungguhnya. Proses pemekatan kadar suatu larutan kompleks seringkali dilakukan dengan cara kopresipitasi, ekstraksi, kromatografi dan pengendapan. Dalam proses kopresipitasi, ion logam dengan konsentrasi yang rendah diubah menjadi senyawa kompleks organik yang mempunyai kelarutan kecil dalam air dengan suatu ligan. Ligan-ligan yang sering digunakan dalam proses kopresipitasi antara lain seperti ammonium pirolidin ditiokarbamat, dialkilditiokarbamat, pirolidin ditiokarbamat, ditizon dan masih banyak lagi lainnya (Snell dan Effrey; 1976). Ligan-ligan tersebut dapat membentuk senyawa kompleks

dengan logam transisi seperti Cr(VI), Cd(II), Cu(II), Pb(II), Ni(II), Co(II) dan Fe(III).

Menurut Leyva, *et al.* (2011) salah satu ligan pengompleks yang dapat bereaksi dengan ion logam adalah APDC. Digunakan ligan APDC karena ligan tersebut lebih fleksibel dapat bekerja pada pH rendah dan dapat menganalisis dengan baik logam-logam transisi. APDC jika direaksikan dengan logam Ni(II) akan membentuk kompleks $Ni(PDC)_2$, sedangkan direaksikan dengan Cu(II) akan membentuk kompleks $Cu(PDC)_2$. Memilih logam Cu disebabkan logam tersebut paling banyak mengendap dengan ligan APDC dibandingkan logam-logam yang lainnya

Penelitian ini mempelajari tentang faktor yang mempengaruhi proses kopresipitasi yaitu pengaruh variasi pH, waktu pengadukan dan keberadaan logam Fe(III) sebagai kajian interferensi dan penentuan kadar Nikel dalam mineral laterit yang diperoleh dari hasil penelitian pada kondisi optimal. Variasi pH berpengaruh dalam proses kopresipitasi menurut referensi antara Ni(II) dengan $Cu(PDC)_2$ terbentuk pada pH asam, selain itu untuk mengetahui pada pH berapa kompleks $[Ni(PDC)_2]$ yang terbentuk maksimal. Volume optimal untuk mengetahui pada volume berapa $Cu(PDC)_2$ dengan Ni(II) mengendap dan mencapai volume optimal. Waktu pengadukan juga berpengaruh dalam proses kopresipitasi, untuk mengetahui pada waktu pengadukan berapa Ni(II) dan Cu(II) dengan ligan APDC membentuk kompleks. Keberadaan logam Fe(III) sebagai kajian interferensi karena menurut referensi di dalam mineral laterit mengandung nikel sebesar 25% dan kandungan besidibawah 10% sehingga Fe(III) digunakan untuk kajian interferensi selain itu untuk mengetahui seberapa besar Fe(III) mengganggu dalam analisis Ni(II).

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) model Aanalyst100 buatan Perkin Elmer (dengan kepekaan sampai 1 ppm), neraca analitik (merck AND HR-200 dengan ketelitian 0,1 mg), pH meter Cyberscan pH 110, alat-alat gelas, *waterbath memmert* dan *stirrer* model 1262-1. Bahan-bahan yang di gunakan dalam penelitian ini meliputi nikel nitrat, besi nitrat, tembaga nitrat, APDC, asam nitrat, NaOH, HCl, HF dengan *grade pro analysis* buatan Merck, mineral laterit dan aqua demin.

Untuk optimasi pH, diambil 50 mL Ni^{2+} 2 ppm, 5 mL Cu^{2+} 100 ppm dan 1 mL APDC 2% pHnya diatur menjadi 2. Kemudian larutan diaduk sampai terjadi pengendapan. Endapan kemudian disaring dan dicuci dengan aquabides. Endapan dilarutkan dengan 1 mL HNO_3 pekat, sehingga endapan larut dan larutan menjadi jernih. Larutan yang terjadi diencerkan dengan aquabides sampai volume 10 mL, kemudian diukur absorbansinya dengan SSA. Ulangi cara kerja diatas dengan mengatur pH menjadi 3, 4, 5 dan 6.

Selanjutnya mencari optimasi volume diambil 50 mL Ni^{2+} 2 ppm, 5 mL Cu^{2+} 100 ppm, 1 mL APDC 2%, pH optimal dari percobaan sebelumnya, kemudian larutan diaduk selama 5 menit sampai terjadi pengendapan. Endapan kemudian disaring dan dicuci dengan aquabides. Endapan dilarutkan dengan 1 mL HNO_3 pekat, sehingga endapan larut dan larutan menjadi jernih. Larutan yang terjadi diencerkan dengan aquabides sampai volume 10 mL, kemudian diukur absorbansinya menggunakan SSA. Ulangi cara kerja di atas dengan memvariasi volume APDC sebanyak 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 mL. Waktu pengadukan juga dilakukan dengan cara kerja sama dengan yang di atas tetapi menggunakan pH dan volume APDC optimum.

Dilakukan uji interferensi Fe(III) terhadap Ni(II) yaitu dengan mengambil 50 mL Ni^{2+} 2 ppm, 5 mL Cu^{2+} 100 ppm, APDC 2% optimal, pH optimal dari percobaan sebelumnya ditambah 1 mL Fe(III) 10 ppm, kemudian larutan diaduk pada waktu optimal sampai terjadi endapan. Endapan kemudian disaring dan dicuci dengan aquabides. Endapan dilarutkan dengan 1 mL HNO_3 pekat, sehingga endapan larut dan larutan menjadi jernih. Larutan yang terjadi diencerkan dengan aquabides sampai volume 10 mL, kemudian diukur absorbansinya menggunakan SSA. Ulangi cara kerja di atas dengan memvariasi konsentrasi Fe(III) 1 mL sebanyak 20, 30, 40 dan 50 ppm.

Mineral laterit ditimbang 0,1 gram kemudian dimasukkan ke dalam tempat balsam plastik ditambah aquaregia ($\text{HNO}_3:\text{HCl} = 3:1$), kemudian diaduk dan ditambahkan HF 50%.

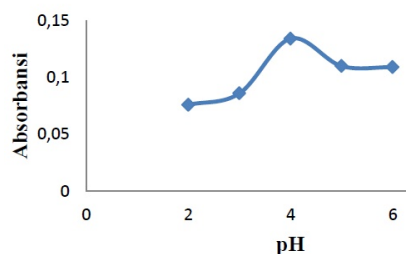
Kemudian dipanaskan dengan *waterbath* selama 2-3 jam pada temperatur 90-100°C sampai mineral laterit larut sempurna. Setelah mineral laterit larut sempurna kemudian didinginkan, ditambah dengan 5,6 gram asam

borat dan diaduk dengan pengaduk plastik. Dan dipanaskan lagi sekitar 15 menit agar kelebihan asam dapat hilang membentuk larutan jernih. Dalam keadaan dingin larutan tersebut diencerkan dengan air bebas mineral dalam labu takar 50 mL hingga tepat batas.

Penentuan kadar Nikel dilakukan dengan cara ke dalam beerglass dimasukkan 25 mL sampel laterit hasil destruksi ditambah Ni^{2+} 0 mL, ditambah konsentrasi APDC 2% optimal dan pH optimal, kemudian masing-masing larutan diaduk pada waktu optimal sampai terjadi pengendapan. Endapan kemudian disaring dan dicuci dengan aquabides. Endapan dilarutkan dengan 1 mL HNO_3 untuk menyempurnakan pelarutan endapan dan larutan berwarna jernih. Larutan yang terjadi diencerkan dengan aquabides sampai volume 10 mL, kemudian diukur absorbansinya dengan SSA. Selanjutnya ditentukan kadar nikel sampel laterit dengan cara absorbansi yang diperoleh diinterpolasikan pada persamaan regresi linier kurva kalibrasi standar Ni(II).

Hasil dan Pembahasan

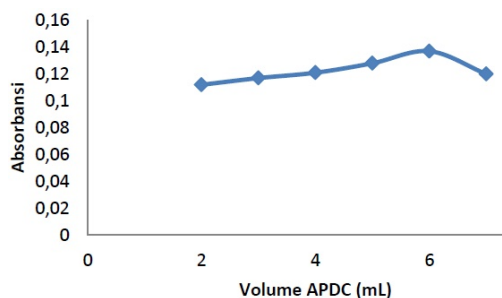
Hasil yang diperoleh dari optimasi pH yaitu absorbansi optimum terjadi pada pH 4. Hasil pengamatan pH optimum ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva hubungan antara absorbansi terhadap pH

Hal ini berarti pada pH 4 kompleks Ni(II) dengan ligan $\text{Cu}(\text{PDC})_2$ dalam keadaan stabil. Untuk pH 2 sampai pH 4 absorbansi semakin naik. Pada pH lebih dari 4 absorbansi berkurang karena terjadi peningkatan konsentrasi OH^- yang menyebabkan ion Ni^{2+} dapat berikatan dengan OH^- membentuk $\text{Ni}(\text{OH})_2$ dengan $K_{sp} = 5,48 \times 10^{-16}$ sehingga kelarutannya lebih besar daripada $\text{Ni}(\text{PDC})_2$ yang mengakibatkan terbentuknya kompleks Ni-Cu(PDC)₂ semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Ritcey dan Ashbook (dalam Widiarti; 2001) yaitu pada pH tingkat tertentu logam akan membentuk hidroksida yang akan mempengaruhi reaksi. Hal ini kemungkinan terjadi kompetisi antar ion hidroksida (OH^-) dari basa

yang ditambahkan dengan ion APDC untuk bereaksi dengan dengan ion Ni(II) dan terbentuk senyawa Ni(OH)₂ sehingga Ni²⁺ yang bereaksi dengan APDC berkurang. Sehingga menyebabkan intensitas serapan akan turun. Adanya variasi pH akan menyebabkan perubahan harga absorbansi senyawa kompleks Ni-APDC. Untuk analisis selanjutnya digunakan pH 4 sebagai pH optimum. Kemudian untuk optimasi volume APDC 2% diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2.



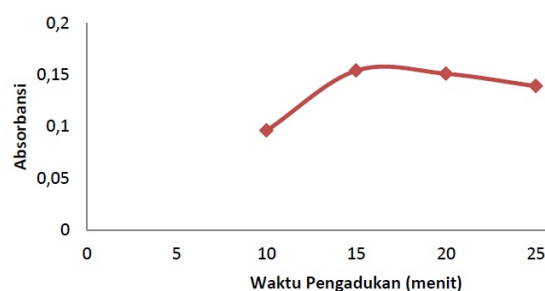
Gambar 2. Kurva hubungan antara absorbansi terhadap volume APDC 2%

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa semakin banyak volume ligan APDC 2% yang ditambahkan harga absorbansinya juga semakin besar. Hal ini disebabkan pada penambahan volume APDC, Cu(PDC)₂ yang terbentuk semakin besar demikian pula dengan Ni(PDC)₂. Absorbansi optimal terbentuk pada volume 6 mL. Terjadinya penurunan kemungkinan disebabkan pembentukan Cu(PDC)₂ dan Ni(PDC)₂ mencapai maksimal.

Sesuai dengan hukum Lamber Beer bahwa absorpsi berbanding lurus dengan volume. Semakin banyak ion Ni²⁺ yang terendapkan maka akan meningkatkan harga absorbansi senyawa kompleks yang dihasilkan. Absorbansi akan mencapai optimum apabila semua ion logam Ni²⁺ sudah bereaksi dengan ligan APDC. Untuk analisis selanjutnya digunakan volume APDC 6 mL sebagai volume optimum.

Selanjutnya setelah diperoleh pH dan volume APDC 2% optimum dilakukan juga optimasi terhadap waktu pengadukan. Waktu pengadukan dari 10 menit sampai 15 menit menunjukkan harga absorbansi yang meningkat, kenaikan absorbansi terjadi di awal waktu pengadukan, dan pada waktu pengadukan 15 menit sudah mencapai waktu yang optimal. Ini berarti proses kopesipitasi antara nikel dengan tembaga pirolidin ditiokarbamat berlangsung cukup lama yaitu 15 menit. Setelah mencapai optimum harga absorbansinya menurun, hal ini menunjukkan senyawa kompleks Ni-APDC mulai terurai kembali. Hasil yang diperoleh dari

optimasi waktu pengadukan ditunjukkan pada Gambar 3.



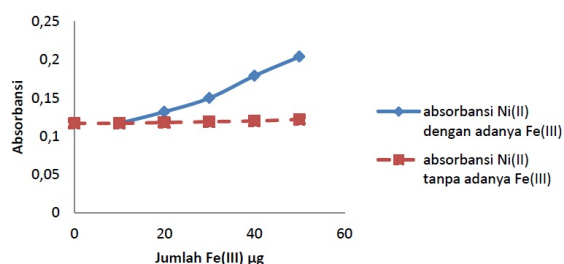
Gambar 3. Kurva hubungan antara absorbansi terhadap waktu pengadukan

Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan kompleks. Pada waktu pengadukan dari 10 menit sampai 15 menit menunjukkan harga absorbansi yang meningkat, namun dengan bertambahnya waktu pengadukan absorbansi mengalami kenaikan. Absorbansi maksimal terjadi pada waktu pengadukan 15 menit. Hal ini menunjukkan pembentukan kompleks Ni(II) dan Cu(II) maksimal. Setelah mencapai optimum harga absorbansinya menurun, kemungkinan antara Ni(II) dan Cu(II) dengan APDC terurai kembali. Untuk itu waktu pengadukan 15 menit ini digunakan untuk optimasi analisis selanjutnya.

Setelah diperoleh kondisi kopesipitasi optimum yaitu pH larutan 4, volume ligan APDC sebanyak 6 mL dan waktu pengadukan 15 menit, agar metode tersebut dapat diterapkan dalam sampel yang sesungguhnya, perlu dilakukan pula pengamatan tentang efek keberadaan ion logam lain yang berpotensi memberikan interferensi yaitu Fe³⁺. Menurut Hermawanti (2009), bahwa suatu ion dianggap mengganggu apabila ion tersebut dapat memberikan sumbangan kesalahan pengamatan lebih besar dari ± 10% absorbansi jika dibandingkan dengan data pengamatan yang bebas ion pengganggu. Absorbansi Ni²⁺ meningkat karena adanya Fe³⁺. Dengan adanya penambahan konsentrasi Fe³⁺ yang semakin besar maka akan menyebabkan pula bertambahnya harga absorbansi Ni²⁺. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan Fe³⁺ yang sedikit akan tetap mengganggu analisis Ni²⁺. Namun, Fe³⁺ paling banyak mengganggu saat penambahan jumlah Fe³⁺ sebanyak 50 µg dibuktikan pada penambahan 50 µg diperoleh hasil interferensi paling besar yaitu sebesar 82%. Seharusnya uji interferensi Fe³⁺ terhadap Ni²⁺ menunjukkan grafik yang mengalami penurunan karena Fe³⁺ dengan Ni²⁺ mengalami perebutan ligan pirolidin ditiokarbamat untuk

mengendap.

Namun pada Gambar 4 menunjukkan kenaikan grafik, ini disebabkan karena Fe³⁺ juga mengganggu dalam analisis AAS sehingga dapat menaikkan harga absorbansi dari nikel. Sehingga keberadaan ion Fe³⁺ selain menyebabkan interferensi terhadap Ni²⁺ juga mengganggu dalam analisis AAS, yang menyebabkan kenaikan absorbansi. Hasil yang diperoleh dari interferensi Fe(III) terhadap Ni(II) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva hubungan antara absorbansi dengan interferensi Fe(III)

Dilakukan juga pengaruh variasi konsentrasi Ni(II) pada kondisi optimum, dengan menambahkan 50 mL Ni²⁺ 2 ppm, 5 mL Cu²⁺ 100 ppm, APDC 2% optimal dan pH optimal, waktu pengadukan optimal sampai terjadi endapan. Endapan kemudian disaring dan dicuci dengan aqua demin. Endapan ditambah dengan HNO₃ pekat, sehingga endapan larut dan larutan menjadi jernih. Larutan yang terjadi diencerkan dengan aquademin sampai volume 10 mL, kemudian diukur absorbansinya. Absorbansi yang diperoleh diplotkan ke dalam persamaan regresi dari kurva kalibrasi. Ulangi cara kerja di atas dengan memvariasi konsentrasi Ni(II) menjadi 4 dan 6 ppm.

Tabel 1. Data pengamatan variasi konsentrasi Ni(II)

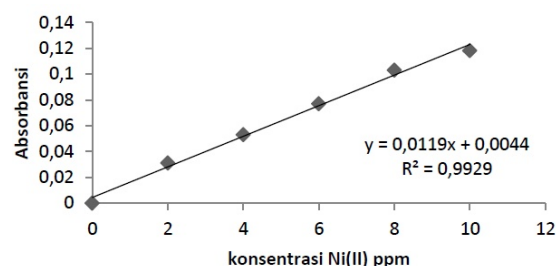
No	Ni(II) (µg)	Cu(II) 100 ppm (mL)	APDC 2% optimum (mL)	pH optimum	Waktu Pengadukan optimum (menit)	Konsentrasi Ni(II) yang terukur (µg)	% temubalik
1	100	5	6	4	15	0,019231	96,15
2	200	5	6	4	15	0,040769	95,49
3	300	5	6	4	15	0,060769	96,93

Dari Tabel 1 telah diperoleh % temubalik konsentrasi Ni(II) rata-rata 96,19%. Hasil perolehan % temubalik rata-rata konsentrasi Ni(II) cukup tinggi. Hal ini berarti analisis Ni(II) dengan metode kopresipitasi menggunakan Cu(PDC)₂ cukup baik.

Dalam pelarutan mineral laterit mula-mula mineral laterit ditimbang sebanyak ± 0,1 gram kemudian dimasukkan ke tempat balsem plastik dan ditambah dengan aquaregia (HNO₃ : HCl = 3:1), diaduk dan ditambahkan HF 50% sebanyak 6 mL dipanaskan sekitar 2-3 jam agar

sampel larut sempurna. Setelah sampel larut sempurna didinginkan kemudian ditambahkan 5,6 gram asam borat dan diaduk kemudian dipanaskan lagi sekitar 15 menit agar kelebihan asam dapat hilang. Setelah itu, diencerkan dengan air bebas mineral dalam labu takar 50 mL.

Sebelum dilakukan analisis kadar Ni(II) terlebih dahulu dibuat kurva kalibrasi larutan standar Ni(II) sebagai pembanding dengan beberapa konsentrasi. Tujuan dibuat kurva kalibrasi untuk mengetahui apakah hubungan absorbansi dengan konsentrasi larutan standar linier atau tidak. Konsentrasi larutan standart Ni(II) divariasikan yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm. Setelah itu absorbansi larutan diukur dan diinterpolasikan ke dalam persamaan regresi linier pada kurva kalibrasi larutan standar Ni(II).



Gambar 5. Kurva kalibrasi standar nikel

Berdasarkan persamaan regresi linier tersebut maka dapat dihitung kadar Ni(II) dalam mineral laterit.

Tabel 2. Data pengamatan kadar nikel dalam mineral laterit menggunakan metode kopresipitasi

Sampel (mL)	Standart Ni(II) (µg)	Cu(II) 100 ppm (mL)	APDC 2% optimum (mL)	pH optimum	Waktu Pengadukan optimum (menit)	Kadar Ni(II) yang di dapat (mg/kg)	% Uji Temu balik
25	-	5	6	4	15	7500	-
25	4	5	6	4	15	7726	93,08%
25	8	5	6	4	15	7954	95,83%

Dari hasil yang diperoleh penentuan kadar nikel dalam mineral laterit dengan metode kopresipitasi didapatkan hasil akurasi yang cukup tinggi sebesar 94,45 %. Dan diperoleh kadar Ni(II) yang sebenarnya sebesar 0,7940 mg.

Simpulan

Kondisi optimum yang diperoleh dari penentuan kadar Ni(II) dengan Cu-APDC meliputi pH larutan dicapai pada pH 4, volume ligan APDC 2% sebanyak 6 mL dan waktu pengadukan selama 15 menit. Keberadaan logam lain yaitu Fe(III) di dalam analisis Ni(II) menyebabkan nilai absorbansi semakin naik dikarenakan Fe(III) mengganggu di dalam analisis Ni(II) juga mengganggu dalam analisis AAS. Untuk kadar Ni(II) dalam mineral laterit

yang dianalisis menggunakan metode kopresipitasi didapatkan hasil akurasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 94,45% dan kandungan nikel dalam mineral laterit sebesar 0,7904 mg sehingga metode kopresipitasi ini baik digunakan untuk menentukan kadar Ni(II) dalam mineral laterit.

Daftar Pustaka

- Evans A.M. 1989. *Pengantar Geologi Bijih*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia: Kuala Lumpur
- Firdiyono F., Ginting I. dan Mitsutomi K. 1983. Pengamatan Mineralogi Laterit Nikel Pomalaa. *Metallurgi*. 3. 3-9
- Hermawanti G.R. 2008. *Analisis Tembaga Melalui Proses Kopresipitasi Menggunakan Nikel Dibutilditiokarbamat secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Tugas Akhir II. Semarang: FMIPA UNNES
- Leyva D. 2011. *Separation and Determination of Selenium in Water Samples by The Combination of APDC Coprecipitation: X-Ray Fluorescence Spectrometry*. Hungary: Akademia Kiado
- Snell F.D. and Effrey C.S. 1976. *Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis*. 2nd ed. New York: John Willey and Sons
- Sudrajat A. 1999. *Teknologi dan Manajemen Sumberdaya Mineral*. Bandung: ITB
- Widiarti N. 2001. *Sintesis dan Karakterisasi Ligan Dibutilditiokarbamat dan Aplikasinya pada Ekstraksi Ion Logam Tembaga (II)*. Skripsi. Semarang: Kimia FMIPA UNNES