

STUDY ON THE INTERFERENCE OF IRON, ALUMINIUM AND SILICON ON THE ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRIC DETERMINATION OF MANGAN IN LATERITE MINERAL

Kajian Interferensi Besi, Aluminium dan Silikon pada Penentuan Mangan dalam Mineral Laterit secara Spektrometri Serapan Atom

SULISTYO SAPUTRO

Faculty of Educations, Sebelas Maret University, Surakarta

NGATIDJO HADIPRANOTO, AGUS KUNCAKA

Chemistry Dept. FMIPA Gadjah Mada University, Yogyakarta

ABSTRACT

Interference of iron, aluminum and silicon on the determination of mangan in laterite mineral by atomic absorption spectrometry has been investigated.

Dissolution of laterite mineral into solution have been carried out by wet method destruction using combination of 7 ml of aquaregia, 7.5 ml of concentrated perchloric acid and 9 ml of fluoride acid 48% in sealed teflon flask heated at temperature of about 110 °C for 3 hours to determine the content of Mn element in laterite mineral directly. Interference of these three metals were carried out by evaluating the differences of Mn absorbance at wavelength 279.50 nm and slitwidth 0.2 nm between the solutions containing mangan only and those containing the some amount of mangan together with the interfering elements at those concentration range in laterite mineral.

The result showed that both iron at concentration of 100 ppm until 500 ppm and aluminum at concentration at 3 ppm until 15 ppm caused significant and non-linear interference on the determination of Mn 2 ppm. Interference of iron was effectively eliminated by releasing action of aluminum. The signal depression reduction decrease due to 234 ppm of silicon on the determination of Mn 2 ppm can be eliminated by adding 2.30 ml of CaCl₂ 0.2% (m/v) into these solution. The content of Mn in the laterite mineral after and before adding of CaCl₂ into solution were 2407.04 ± 59.26 µg g⁻¹ and 2311.76 ± 23.61 µg g⁻¹, respectively. This result was significantly different at confidence level 95% as shown by the value of $t_{\text{calculated}}=4.91$ that was higher than $t_{\text{table}}=4.30$.

Keywords: Laterite mineral, interference, releasing agent.

PENDAHULUAN

Mangan merupakan salah satu logam yang banyak digunakan dalam bidang industri metalurgi yakni sebagai bahan dasar yang esensial untuk pembuatan baja yang tidak tergantung oleh unsur lain dan mempunyai sifat tahan karat, gesekan dan suhu tinggi. Dalam industri kimia, mangan dimanfaatkan dalam pabrik gelas, cat, tekstil, sel kering (batere), pupuk dan bahan obat-obatan. Mengingat pentingnya kegunaan mangan tersebut, maka semakin besar usaha orang untuk menggali dan menemukan deposit baru dari kulit bumi yang secara ekonomis dapat meningkatkan devisa negara karena harganya relatif mahal.

Logam mangan ditemukan pada beberapa deposit mineral di kulit bumi dalam jumlah yang relatif sedikit dibandingkan dengan unsur lain seperti logam alkali, alkali tanah, besi, aluminium dan silikon, tetapi

relatif lebih besar dari kandungan unsur-unsur runtu lainnya [11]. Salah satu mineral yang mengandung unsur mangan meskipun dalam jumlah kecil adalah laterit. Laterit merupakan material hasil pelapukan batuan ultrabasa yang secara prinsip terdiri atas oksida dan hidroksida besi, aluminium, titanium dan mangan [9]. Mineral ini merupakan salah satu bahan bumi yang prospektif dalam eksplorasi geokimia karena merupakan sumber berbagai logam di berbagai negara, khususnya yang beriklim tropis dan sub tropis, termasuk Indonesia [4]. Menurut Park dan McDiarmid (1975) lapisan bawah nikel ferrous laterit mengandung Fe, Mn dan Co.

Hingga saat ini laterit merupakan sumber daya mineral yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber mangan di Indonesia, padahal ketersediaan mineral tersebut di hampir seluruh nusantara ini cukup melimpah. Hal ini disebabkan ketersediaan bijih mangan saat ini masih cukup banyak, di

samping adanya berbagai unsur pengotor (*impurities*) di dalam mineral tersebut terutama yang berada dalam jumlah besar seperti besi, aluminium dan silikon.

Salah satu metode analisis unsur runtu yang memiliki sensitivitas, presisi dan akurasi tinggi, tetapi dengan biaya yang relatif murah, adalah AAS. AAS merupakan suatu metode analisis yang relatif aman dari interferensi karena digunakan lampu katoda rongga (*Hollow Cathode Lamp*), namun adanya interferensi harus tetap diwaspadai terutama dalam analisis unsur-unsur runtu seperti kobal, nikel dan mangan dalam mineral laterit.

Penelitian mengenai kajian interferensi akibat adanya unsur-unsur lain dalam jumlah yang relatif besar pada penentuan mangan dalam mineral laterit belum banyak dilakukan di Indonesia, sehingga perlu dilakukan dan dikembangkan lebih lanjut. Tjahjono, dkk telah melakukan studi pendahuluan pemanfaatan laterit sebagai sumber besi, tetapi untuk unsur lain serta kajian interferensinya belum diteliti [7,10].

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dipelajari metode analisis mangan yang terdapat dalam mineral laterit sehingga dapat dirumuskan masalah bagaimana kondisi yang baik pada penentuan mangan dalam mineral laterit dengan menggunakan metode spektrometri serapan atom agar didapatkan hasil pengukuran yang optimum.

Penelitian ini bertujuan:

1. Mempelajari interferensi besi, aluminium dan silikon pada penentuan mangan dalam mineral laterit secara spektrometri serapan atom.
2. Mempelajari kondisi terbaik untuk penentuan mangan agar diperoleh hasil pengukuran yang optimum.
3. Menentukan kandungan logam mangan dalam mineral laterit.

EKSPERIMEN

Kajian Interferensi Fe pada penentuan Mn

Ke dalam 6 buah labu ukur 10 ml yang masing-masing berisi 2 ml larutan Mn 10 ppm ditambahkan larutan Fe 1000 ppm berturut-turut 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 dan 5,0 ml kecuali satu labu tanpa penambahan Fe sebagai larutan Mn pembanding.

Sederetan labu ukur lain disiapkan dengan komposisi seperti di atas tetapi masing-masing ditambahkan pula matriks 1,2 ml Al 50 ppm dan 0,6 ml Si 1870 ppm.

Setelah diencerkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dikocok hingga

homogen, selanjutnya dilakukan pembacaan absorbansi Mn dengan AAS nyala pada panjang gelombang 279,5 nm dan lebar celah 0,2 nm.

Kajian Interferensi Al pada penentuan Mn

Perlakuan seperti kajian interferensi Fe di atas diulangi lagi, tetapi penambahan larutan Fe 1000 ppm diganti dengan Al 50 ppm berturut-turut 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ml, sedangkan matriks Al 50 ppm diganti dengan 2 ml larutan Fe 1000 ppm.

Kajian Interferensi Si pada penentuan Mn

Perlakuan seperti di atas diulangi lagi tetapi penambahan Fe 1000 ppm diganti dengan Si 1870 ppm berturut-turut 0,6; 1,3; 1,9; 2,5 dan 3,1 ml, sedangkan matriks Si 1870 ppm diganti dengan 2 ml larutan Fe 1000 ppm.

Pengaruh kombinasi Fe dan Al dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Enam buah labu ukur 10 ml masing-masing diisi dengan 2 ml larutan Mn 10 ppm dan 1 ml Fe 1000 ppm selanjutnya ditambahkan Al 50 ppm berturut-turut 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,0 ml, kecuali labu yang berisi larutan Mn pembanding.

Perlakuan ini diulangi lagi tetapi larutan Fe 1000 ppm yang digunakan diganti dengan 2; 3; 4 dan kemudian 5 ml. Larutan diencerkan dan dikocok hingga homogen kemudian diukur besarnya absorbansi Mn.

Pengaruh kombinasi Fe dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Sederetan labu ukur 10 ml yang masing-masing diisi dengan 2 ml larutan Mn 10 ppm dan 1 ml Fe 1000 ppm kemudian ditambahkan larutan Si 1870 ppm berturut-turut 0,6, 1,3, 1,9, 2,5 dan 3,1 ml. Disiapkan pula 1 labu yang diisi larutan Mn pembanding. Pembacaan absorbansi Mn dilakukan pada kondisi yang sama dengan sebelumnya.

Perlakuan yang sama diulangi lagi tetapi penambahan Fe 1000 ppm sebanyak 2; 3; 4 dan 5 ml.

Pengaruh kombinasi Al dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Sebanyak 6 buah labu ukur 10 ml yang masing-masing berisi 2 ml larutan Mn 10 ppm dan 0,6 ml larutan Al 50 ppm, kemudian ditambahkan larutan Si 1870 ppm berturut-turut 0,6, 1,3, 1,9, 2,5 dan 3,1 ml kecuali larutan Mn pembanding. Pembacaan

absorbansi Mn dengan AAS dilakukan dengan kondisi yang sama dengan langkah sebelumnya.

Perlakuan yang sama diulangi lagi tetapi dengan penambahan Fe 50 ppm sebanyak 1,2; 1,8; 2,4 dan 3,1 ml.

Pengaruh CaCl_2 0,2% terhadap intensitas Interferensi Si pada absorbansi Mn

Enam buah labu ukur 10 ml masing-masing diisi dengan 2 ml larutan Mn 10 ppm dan 1,3 ml Si 1870 ppm, ditambahkan ke dalamnya larutan CaCl_2 0,2% berturut-turut 0; 1,15; 2,30; 4,60 dan 5,75 ml. Larutan diencerkan dan dikocok hingga homogen, dan dilakukan pembacaan absorbansi Mn pada kondisi yang ditentukan. Data absorbansi dibandingkan dengan data absorbansi pembanding dan dibuat kurva absorbansi lawan volume CaCl_2 0,2% yang ditambahkan.

Pelarutan cuplikan mineral laterit

Pelarutan cuplikan dilakukan menurut cara Johnson dan Maxwell (1981). Mineral laterit digerus sampai halus dengan penggerus agat, dan diayak hingga melewati ayakan 250 mesh. Butiran halus kemudian ditimbang 0,5 gram dan dimasukkan ke dalam plala teflon kapasitas 50 ml, selanjutnya ditambahkan akuaregia, HClO_4 dan HF berturut-turut 7; 7,5 dan 9 ml, lalu teflon ditutup rapat. Teflon beserta isinya dipanaskan secara hati-hati selama kurang lebih 3 jam, kemudian didinginkan. Setelah dingin, ditambahkan 9 ml asam borat 10%, 25 ml air bebas mineral, selanjutnya dipanaskan sedikit agar kelebihan asam hilang. Dalam keadaan dingin larutan diencerkan sampai 100 ml, hingga diperoleh konsentrasi logam yang sesuai dengan konsentrasi yang diperlukan untuk analisis.

Penentuan kandungan Mn dalam cuplikan mineral laterit

Larutan hasil destruksi dimasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 10 ml masing-masing sebanyak 2 ml, ditambahkan larutan standar Mn 5 ppm berturut-turut 0; 2; 4; 6 dan 8 ml, serta larutan CaCl_2 2% sebanyak 0,23 ml, kemudian diencerkan hingga tepat tanda batas, dikocok agar homogen dan selanjutnya dilakukan pembacaan absorbansi Mn dengan AAS pada panjang gelombang 279,5 nm dan lebar celah 0,2 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interferensi Fe pada penentuan Mn

Hasil pengamatan terhadap absorbansi Mn dengan keberadaan besi pada konsentrasi 100 hingga 500 ppm menunjukkan bahwa besi dapat menaikkan sinyal absorbansi Mn 2 ppm. Kenaikan sinyal absorbansi Mn tersebut signifikan dan terjadi secara non-linier. Hal ini disebabkan oleh adanya tumpang tindih akibat garis resonansi Mn pada 279,50 dengan garis resonansi Fe pada 279,47 nm, sehingga absorbansi Mn lebih tinggi dibandingkan absorbansi Mn pembanding. Hal ini sesuai dengan penelitian Labrecque, dkk (1980) dan Anonim (1994).

Jika di dalam larutan Mn 2 ppm juga dilibatkan matriks Al dan Si ternyata pengaruh keberadaan besi juga menyebabkan kenaikan sinyal Mn secara signifikan dan non-linier. Kurva pengaruh Fe terhadap absorbansi Mn 2 ppm terlihat pada Gambar 1.

Interferensi Al pada penentuan Mn

Berdasarkan pengamatan terhadap absorbansi Mn 2 ppm terlihat bahwa keberadaan Al 3 ppm hingga 15 ppm menyebabkan penurunan sinyal secara signifikan dan non-linier. Penurunan sinyal Mn karena adanya Al ini juga terjadi apabila di dalam larutan Mn 2 ppm terdapat matriks Fe dan Si. Kurva pengaruh Al terhadap absorbansi terlihat pada Gambar 2. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa Mn-aluminat yang memiliki volatilitas rendah, sehingga mengurangi jumlah atom Mn keadaan tingkat tenaga dasar yang dihasilkan dari atomisasi dalam nyala udara-asetilena. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Haswell (1991) dan Labrecque, dkk (1980).

Interferensi Si pada penentuan Mn

Keberadaan Si 117 ppm sampai 585 ppm dalam larutan Mn 2 ppm menyebabkan penurunan sinyal absorbansi Mn. Efek penurunan dari Si terhadap Al terjadi secara tidak signifikan pada konsentrasi 117 ppm hingga 351 ppm, tetapi signifikan pada konsentrasi Si mulai 468 ppm. Penurunan sinyal ini disebabkan oleh terbentuknya senyawa mangan silikat yang kurang volatil dan hanya sedikit teratomkan dengan nyala udara-asetilena. Hasil ini sesuai dengan penelitian Johnson dan Maxwell (1981) dan Price (1983). Dengan adanya matriks Fe dan Si pada larutan Mn 2 ppm, Al juga

menyebabkan penurunan sinyal absorbansi Mn. Gambar 3 menjelaskan efek depresi sinyal absorbansi Mn tersebut.

Pengaruh kombinasi Fe dan Al dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa absorbansi Mn 2 ppm dengan adanya Fe 200 ppm dan Al 6 ppm, ternyata efek peningkatan sinyal dari Fe dan efek penurunan sinyal dari Al dapat saling meniadakan dan memberikan sinyal absorbansi yang sesuai dengan absorbansi Mn pembanding.

Tabel 1. Data Pengaruh kombinasi Fe dan Al dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn 2 ppm

Fe (ppm)	Al (ppm)					
	0	3	6	9	12	15
0	0,104	0,098	0,098	0,097	0,097	0,095
100	0,123	0,105	0,103	0,110	0,108	0,109
200	0,124	0,106	0,104	0,103	0,103	0,104
300	0,126	0,108	0,108	0,106	0,106	0,105
400	0,125	0,116	0,112	0,113	0,118	0,114
500	0,126	0,115	0,116	0,118	0,119	0,118

Tabel 2. Data Pengaruh kombinasi Fe dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn 2 ppm

Fe (ppm)	Si (ppm)					
	0	117	234	351	468	585
0	0,104	0,104	0,103	0,102	0,095	0,094
100	0,123	0,111	0,111	0,110	0,110	0,110
200	0,124	0,112	0,111	0,113	0,113	0,114
300	0,126	0,114	0,115	0,109	0,114	0,117
400	0,125	0,114	0,112	0,116	0,115	0,115
500	0,126	0,116	0,116	0,117	0,117	0,118

Tabel 3. Data Pengaruh kombinasi Al dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn 2 ppm

Fe (ppm)	Si (ppm)					
	0	117	234	351	468	585
0	0,104	0,104	0,103	0,102	0,095	0,094
3	0,098	0,104	0,103	0,103	0,100	0,103
6	0,098	0,100	0,099	0,100	0,101	0,099
9	0,097	0,100	0,100	0,100	0,103	0,103
12	0,097	0,103	0,099	0,101	0,104	0,102
15	0,095	0,102	0,104	0,103	0,105	0,101

Pengaruh kombinasi Fe dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Dari hasil pengamatan tentang pengaruh adanya Fe dan Si pada absorbansi Mn diketahui bahwa adanya konsentrasi Fe 200 ppm ternyata peningkatan konsentrasi Si yang ditambahkan dalam larutan Mn 2 ppm menyebabkan penurunan sinyal absorbansi

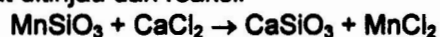
Mn. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa efek peningkatan sinyal Mn karena Fe lebih dominan dibandingkan efek penurunan sinyal Mn karena Si.

Pengaruh kombinasi Al dan Si dengan konsentrasi bervariasi pada absorbansi Mn

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa pada konsentrasi Al 6 ppm di dalam larutan Mn 2 ppm, peningkatan konsentrasi Si menyebabkan penurunan sinyal absorbansi Mn. Demikian pula penambahan konsentrasi Al dengan adanya Si 234 ppm ternyata juga menurunkan sinyal absorbansi Mn dan penurunan sinyal akibat Al lebih dominan dibandingkan penurunan yang disebabkan oleh Si.

Pengaruh penambahan CaCl₂ 0,2% terhadap intensitas interferensi Si pada absorbansi Mn

Berdasarkan Gambar 4 ternyata bahwa penambahan CaCl₂ 0,2% sebanyak 2,30 ml ke dalam larutan Mn 2 ppm bervolume 10 ml dan mengandung Si 234 ppm dapat memberikan sinyal absorbansi Mn sesuai dengan absorbansi Mn pembanding, dan hal ini berarti bahwa interferensi akibat Si dapat teratasi. Dari kenyataan ini menunjukkan bahwa dengan adanya ion Ca²⁺ akan dapat mengikat ion SiO₃²⁻ di dalam larutan Mn dan membentuk CaSiO₃ yang bersifat lebih stabil dibandingkan MnSiO₃. Secara lebih jelas dapat ditinjau dari reaksi:



Mn yang semula terikat oleh ion silikat, dengan penambahan ion Ca²⁺ akan membentuk senyawa MnCl₂ yang lebih volatil dibandingkan MnSiO₃, sehingga dapat diatomisasikan menggunakan nyala udara-asetilena dengan lebih mudah. Dengan demikian atom-atom Mn dalam keadaan dasar yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Informasi kandungan Mn dalam bentuk mangan silikat pada mineral laterit dikemukakan oleh Ingamells dan Pitard (1986).

Penggunaan Ca untuk mengurangi intensitas interferensi Si juga dilakukan oleh Welz (1985) pada penentuan Fe.

Penentuan kandungan Mn dalam sampel mineral laterit

Berdasarkan data absorbansi Mn dapat dihitung kandungan Mn dalam mineral laterit setelah melalui kondisi yang ditentukan sebelumnya yakni dengan penambahan CaCl₂ 0,2% sebanyak 2,30 ml ke dalam sampel. Hasil penentuan kandungan Mn

dalam mineral laterit setelah penambahan CaCl₂ disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil penentuan kandungan Mn dalam mineral laterit

Pengamatan	Kandungan mangan (µg g ⁻¹)
I	2391,84 ± 67,84
II	2434,55 ± 65,79
III	2394,72 ± 75,92
Rata-rata:	2407,04 ± 59,26

Dengan perhitungan yang sama diperoleh kandungan Mn sebelum penambahan CaCl₂ sebesar 2311,76 ± 23,61 µg g⁻¹.

Ketelitian (presisi) dalam penelitian ini ditunjukkan dari nilai standar deviasi relatif (SDR) yang diperoleh dari persamaan:

Makin kecil harga SDR, maka makin teliti metode analisis yang digunakan.

$$\text{SDR} = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$$

dalam hal ini *s* adalah standar deviasi, dan \bar{X} adalah kandungan rata-rata. Hasil uji ketelitian penentuan mangan dalam mineral laterit disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil uji ketelitian penentuan Mn dalam mineral laterit

Logam	Kandungan rata-rata (µg g ⁻¹)	Standar deviasi	SDR (%)
Mangan	2407,04	23,86	0,99

Dari Tabel 5 di atas terlihat SDR kurang dari 5%, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil penentuan mangan dalam mineral laterit secara spektrometri serapan atom mempunyai ketelitian yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

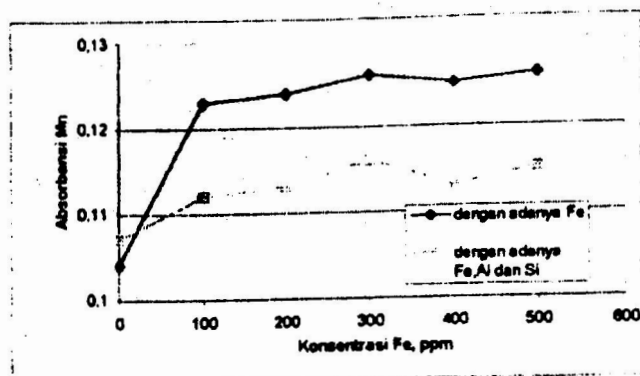
1. Terjadi interferensi spektral pada penentuan Mn pada garis resonansi 279,5 nm secara signifikan dan non-linier, akibat tumpang tindih sinyal absorbansi Mn dengan Fe pada garis resonansi 279,47,
2. Aluminium menyebabkan interferensi yang signifikan dan non linear, yakni menurunkan sinyal absorbansi Mn akibat terbentuknya senyawa mangan aluminat dengan volatilitas rendah,
3. Silikon menurunkan sinyal absorbansi Mn yang tidak signifikan pada konsentrasi yang relatif rendah, tetapi signifikan pada konsentrasi lebih dari 468 ppm akibat

- terbentuknya senyawa mangan silikat dengan volatilitas rendah,
- Interferensi karena adanya besi dapat dihindari dengan adanya aluminium pada keberadaan unsur tersebut masing-masing 200 ppm dan 6 ppm,
 - Penurunan sinyal karena adanya silikon 234 ppm dalam larutan Mn 2 ppm dapat dihilangkan dengan penambahan larutan CaCl_2 0,2% sebanyak 2,30 ml ke dalam sistem larutan,
 - Hasil analisis kandungan Mn dalam mineral laterit setelah dan sebelum penambahan CaCl_2 berturut-turut adalah $2407,04 \pm 59,26 \mu\text{g g}^{-1}$ dan $2311,76 \pm 23,61 \mu\text{g g}^{-1}$,
 - Hasil analisis mangan dalam mineral laterit memiliki presisi yang tinggi, terlihat dari harga standar deviasi relatif (SDR) kurang dari 5% dalam tiga kali pengulangan,

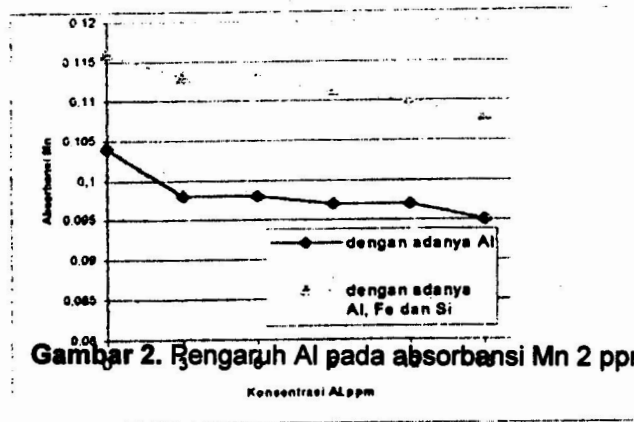
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 1994, "Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrometry", Perkin-Elmer, Connecticut, USA.
- Haswell, S.J., 1991, "Atomic Absorption Spectrometry; Theory, Design and Applications", Elsevier, Amsterdam.
- Ingamells, C.O., dan Pitard, F.F., 1986, "Applied Geochemical Analysis", John Wiley & Sons Inc., New York.
- Jensen, M.L., dan Bateman, A.M., 1981, "Economic Mineral Deposit", 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Johnson, W.M., dan Maxwell, J.A., 1981, "Rock and Mineral Analysis", 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Labrecque, J.J., Rosales, P.A., Rada, G.A., Villalba, R., Yariv, S., dan Mendelovici, E., 1980, "Determination of Total manganese in Silicate and Venezuelan Laterites Using Air-C₂H₂ and N₂O-C₂H₂ Flames by Atomic Absorption Spectroscopy", *Chem Geology*, 29, 313-321.
- Miller, J.C., dan Miller, J.N., 1991, "Statistics for Analytical Chemistry", 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Park, C.F., dan McDiarmid, R.A., 1991, "Ore Deposits", W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Parker, S.P., 1984, "McGraw-Hill Dictionary of Earth Sciences", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Pecsok, R.L., Shields, L.D., Cairns, T., dan McWilliam, I.G., 1976, "Modern Method of Chemical Analysis", 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Pinta, M., dan Aubert, H., 1977, "Trace Elements in Soils", Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Price, W.J., 1983, "Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption", John Wiley & Sons, New York.
- Tjahjono, E.D., Firdiyono, F., Akshadi, D., Arifin Arif., dan Suharis., 1995, "Pemanfaatan Laterit Indonesia", Puslitbang Metalurgi-LIPI, Kompleks Puspipstek Serpong, Jawa Barat.
- Welz, B., 1985, "Atomic Absorption Spectrometry", 2nd Edition, VCH Publisher, Weinheim, Republic of Germany.

LAMPIRAN:

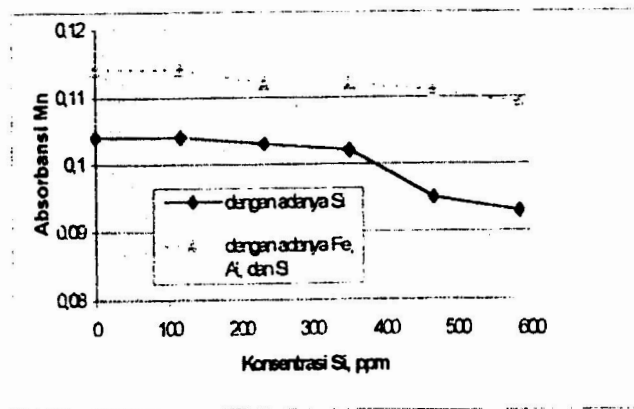


Gambar 1. Pengaruh Fe pada absorbansi Mn 2 ppm



Gambar 2. Pengaruh Al pada absorbansi Mn 2 ppm

Gambar 3. Pengaruh Si pada absorbansi Mn 2 ppm



Gambar 4. Pengaruh penambahan CaCl_2 0,2% untuk mengurangi intensitas interferensi Si pada absorbansi Mn 2 ppm