

## PENENTUAN ALUMINIUM DALAM AIR TANGKI REAKTOR DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

A. Purwanto dan Samin

P3TM – BATAN

### ABSTRAK

*PENENTUAN ALUMINIUM DALAM AIR TANGKI REAKTOR KARTINI DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. Telah dilakukan penentuan aluminium dalam air pendingin primer reaktor “Kartini” dengan metode spektrofotometri ultra violet-tampak (UV-Vis). Prinsip metode ini adalah ion aluminium direaksikan dengan eriochrom sianin R (ECR) dalam media bufer asetat pH 6,0 terbentuk kompleks berwarna merah. Serapan maksimum kompleks aluminium dengan eriochrom sianin pada panjang gelombang ( ) 534 nm. Dipelajari optimasi analisis : waktu kestabilan kompleks, volume pengompleks, pengaruh kation-kation pengotor dan validasi metode analisis. Optimasi dilakukan terhadap aluminium konsentrasi 100 p.p.b., diperoleh bahwa waktu kestabilan kompleks antara 5-10 menit, volume eriochrom sianin R 0,01 % adalah 2,0 mL. Gangguan yang disebabkan oleh adanya  $Fe^{+3}$  menyebabkan kesalahan dengan hasil yang lebih tinggi dari hasil sebenarnya, gangguan dari  $Cr^{+6}$  menyebabkan hasil lebih rendah. Kurva standard linier pada kisaran konsentrasi : 10-50 p.p.b. Kandungan aluminium dalam air pendingin reaktor adalah  $9,38 \pm 0,30$  p.p.b.*

**Kata kunci :** aluminium, spektrofotometri UV-Vis, eriochrom sianin

### ABSTRACT

*DETERMINATION OF ALUMINIUM IN WATER COOLER KARTINI REACTOR WITH UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY METHOD. The determination of aluminum in primer water cooler “Kartini” nuclear reactor by ultra violet-visible spectrophotometry method has been carried out. Principle of this method is aluminum ion react with eriochrome cyanine R in buffer acetate solution at pH 6.0, to form the red-violet colour. Complex of aluminum ion with eriochrome cyanine gives maximum absorbance at wave length ( ) 534 nm. The optimization of analysis were : time of stability complex, volume complexing agent, interference of the other elements and validation of the analysis methods. It was found that time of stability complex is 5-10 minutes, optimum volume of 0,01 % eriochrome cyanine R is 2.0 mL. The interference of ferric ion ( $Fe^{+3}$ ) gives higher results and chromic ion ( $Cr^{+6}$ ) cause low results. The standard curve is linier at the range concentration 10 - 50 p.p.b. It was found that aluminum content in water cooler of reactor is  $9.38 \pm 0.30$  p.p.b.*

**Keyword :** aluminum, UV-Vis spectrophotometry, eriochrom cyanine

### PENDAHULUAN

Dalam reaktor nuklir penelitian maupun reaktor daya, air digunakan sebagai pendingin reaktor, moderator dan sebagai media untuk pengendalian reaktivitas dan perisai radiasi. <sup>(1)</sup> Reaktor nuklir “Kartini” Yogyakarta menggunakan air bebas mineral sebagai pendingin primer. Dalam operasi reaktor nuklir, kualitas kimia air pendingin primer harus memenuhi persyaratan. Kualitas air pendingin primer berpengaruh terhadap struktur material sistem reaktor. Apabila reaktor telah dioperasikan dalam jangka waktu yang cukup lama, maka kimia air menjadi serius untuk diperhatikan. Hal ini karena air yang menurun kualitasnya akan menjadi

penyebab korosif. Untuk mengurangi efek yang berdampak negatif terhadap keselamatan operasi reaktor maka dilakukan pemantauan uji kualitas air. Sampai saat ini pemantauan dan penanganan kimia air dilakukan guna meningkatkan keandalan dan keselamatan operasi reaktor.

Tangki reaktor nuklir pada reaktor penelitian “Kartini” Yogyakarta terbuat dari aluminium tipe AA 1050 yang mempunyai komposisi logam penyusun : Al = 97,64 %, Si = 1,00 %, Fe = 1,00 %, Cu = 0,20 %, Mn = 0,05 % dan Zn = 0,10 %.<sup>(2)</sup> Logam aluminium merupakan unsur penyusun utama tangki reaktor, dalam kondisi air yang terlalu asam atau terlalu basa dapat menyebabkan korosi. Produk korosi dari logam-

logam seperti : Si, Fe, Cu, Mn, Zn dan Al yang merupakan unsur penyusun tangki reaktor akan berada dalam ATR. Jadi apabila terjadinya korosi memungkinkan adanya ion aluminium dalam air tangki reaktor (ATR) "Kartini". Sehingga dalam percobaan ini bertujuan mengevaluasi kandungan aluminium dalam air tangki reaktor.

Salah satu persyaratan kualitas air pendingin primer reaktor nuklir "Kartini" yaitu kandungan kation-kation seperti Si, Mg, Na, Ca, dibawah 1 p.p.m., pH 5,5 - 6,5 dan daya hantar listrik : 0,2 – 0,5  $\square$ S/cm<sup>(3)</sup>. Disebabkan kandungan kation-kation merupakan unsur kelumit (*trace element*) dengan kisaran konsentrasi dibawah satu p.p.m., maka penentuan kandungan aluminium diperlukan pemilihan metode analisis yang peka dan mampu mendeteksi dalam kisaran p.p.b. Penentuan aluminium dalam air dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain dengan metode polarografi, spektrofotometri serapan atom, metode ICP-AES, metode spektrometri ICP-MS dan metode spektrofotometri UV-Vis.

Metode analisis unsur kelumit (*trace element*) secara spektrofotometri ultra violet-tampak (UV-Vis) merupakan metode analisis yang sederhana dan mudah pengerjaannya. Metode analisis kolorimetri ini berdasarkan pada pembentukan warna yang kuat antara unsur analit dengan pereaksi yang digunakan. Dengan menggunakan pereaksi warna menjadi lebih peka sehingga batas deteksinya menjadi rendah. Prinsip penentuan yaitu berdasarkan terbentuknya kompleks berwarna merah hingga merah muda dari reaksi kompleks antara ion aluminium dengan eriochrom sianin R (C<sub>23</sub>H<sub>15</sub>Na<sub>3</sub>O<sub>9</sub>S) dalam media larutan bufer asetat antara pH 3,8 hingga 6,5 yang mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 535 nm.<sup>(4,5)</sup>

Intensitas warna kompleks dapat berkurang karena adanya senyawa fosfat atau fluorida. Gangguan analisis yang disebabkan oleh adanya fluorida dan polifosfat dapat memberikan kesalahan negatif. Gangguan ini dapat diatasi dengan menggunakan asam sulfat serta mengulang-ulang penguapan cuplikan<sup>(5)</sup>. Gangguan dari besi dapat dieliminasi dengan penambahan asam askorbat atau asam merkaptasetat ke dalam larutan standard dan cuplikan. Gangguan yang disebabkan oleh kebiasaan larutan dihilangkan dengan cara mengasamkan cuplikan sampai dengan mendekati netral.<sup>(5)</sup>

Dalam penelitian ini dipelajari penentuan aluminium pada kisaran konsentrasi rendah dalam tingkat p.p.b. menggunakan pereaksi eriochrom

sianin R langsung tanpa melalui tahapan ekstraksi. Tujuan percobaan ini adalah menentukan kadar aluminium dalam air pendingin primer reaktor "Kartini" dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Pada percobaan ini dilakukan optimasi analisis yang berpengaruh terhadap hasil analisis. Pada kondisi optimum dilakukan validasi metode analisis menggunakan bahan standard pembandingan (SRM/CRM).

## TATA KERJA

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah larutan standar Al konsentrasi 1000 ppm buatan BDH, eriochrom sianin R (C<sub>23</sub>H<sub>15</sub>Na<sub>3</sub>O<sub>9</sub>S), natrium asetat, asam asetat, natrium-EDTA, asam sulfat, asam fluorida, asam askorbat buatan Merck, *Standard reference materials* (SRM) *Soil-7* buatan IAEA, akuatrides buatan laboratorium P3TM BATAN, dan cuplikan air tangki reaktor.

### Peralatan

Pada penelitian ini digunakan seperangkat alat spektrometer UV-Vis, pH meter "WTW", neraca analitik digital "Mettler", kompor listrik, motor pengaduk magnet, mikro pipet ukuran 10 - 100  $\mu$ l, dan 50 - 250  $\mu$ l, beker teflon ukuran 50 ml, peralatan gelas dan alat laboratorium lainnya (labu, beker, dan pipet).

### Cara kerja

#### Penentuan waktu kestabilan kompleks

Disiapkan 2 buah labu takar 10 mL, untuk larutan blanko dan larutan uji. Kedalam labu takar untuk larutan uji dimasukkan 100  $\square$ L larutan standard aluminium 10 p.p.m., sehingga konsentrasi Al (III) 100 p.p.b. Ditambahkan berturut-turut : 2,0 mL bufer asetat pH 6,0 ; 0,2 mL asam askorbat 0,1 %, 0,2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N, khusus untuk larutan blanko ditambah 0,2 mL larutan EDTA 0,01 M. Masing-masing larutan ditambah 1 mL pereaksi eriochrom sianin 0,01 %, dan volume ditepatkan dengan akuatrides sampai tanda tera, saat penambahan stop watch dihidupkan. Diukur serapannya pada  $\lambda$  534 nm untuk setiap selang waktu : 1, 3, 5, 7 hingga 35 menit. Dibuat grafik antara serapan terhadap waktu, ditentukan waktu kestabilannya.

#### Optimasi volume pengompleks

Disiapkan 10 buah labu takar 10 mL, 5 buah untuk larutan blanko dan 5 buah untuk larutan uji, masing-masing diisi dengan 100  $\square$ L Al(III) 10 p.p.m. Ditambahkan berturut-turut : 2,0 mL

bufer asetat pH 6,0 ; 0,2 mL asam askorbat 0,1 %, 0,2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N, khusus untuk larutan blanko ditambah 0,2 mL EDTA 0,01 M, Kemudian ditambahkan larutan pengompleks eriochrom sianin 0,01 %, dengan variasi volume : 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0 dan 2,5 mL, ditambah akuatrides sampai tanda tera dan reaksi ditunggu 5 hingga 10 menit. Diukur serapannya pada  $\lambda$  534 nm, untuk setiap volume pengompleks yang berbeda. Dibuat grafik antara volume eriochrom sianin terhadap serapan, ditentukan volume optimum pengompleks.

#### Pengaruh kation –kation pengotor

Disiapkan 6 buah labu takar 10 mL, satu untuk larutan blanko dan 5 buah untuk larutan uji. Untuk larutan uji diisi dengan 100  $\mu$ L Al (III) 10 p.p.m., untuk larutan blanko dimasukkan 0,2 mL larutan EDTA 0,01 M, kemudian ditambah 2,0 mL larutan bufer asetat, dan 0,2 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N. Ke dalam larutan ditambahkan Fe<sup>+3</sup> dengan variasi konsentrasi : 0 p.p.b., 50 ppb, 100 ppb, 200 ppb dan 300 ppb, ditambah 2,0 mL larutan eriochrom sianin 0,01 %, kemudian volume ditetapkan menggunakan akuatrides, reaksi ditunggu 5 - 10 menit. Larutan diukur serapannya pada  $\lambda$  534 nm, dibuat grafik antara konsentrasi kation pengotor terhadap serapan Al 100 p.p.b. Dibuat seperti cara kerja di atas untuk pengaruh kation : Mn, Cr, Na dan Ca.

#### Pembuatan kurva standard

Disiapkan 6 buah labu takar 10 mL, masing-masing diisi dengan larutan standard Al(III) 10 p.p.m. dengan variasi volume : 0 (blanko), 10, 20, 30, 40 dan 50  $\mu$ L sehingga konsentrasi Al dalam larutan : 0 ; 10 ; 20 ; 30 ; 40 dan 50 p.p.b. Ditambahkan berturut-turut 2,0 mL bufer asetat pH 6,0; 0,2 mL asam askorbat 0,1 %, 0,2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N, khusus untuk larutan blanko ditambah 0,2 mL larutan EDTA 0,01 M. Masing-masing larutan ditambah 2,0 mL eriochrom sianin 0,01 %, dan volume ditetapkan dengan akuatrides sampai tanda tera, dan reaksi ditunggu 5 hingga 10 menit. Diukur serapannya pada  $\lambda$  534 nm, dan larutan blanko sebagai pembanding. Dibuat kurva standard antara konsentrasi terhadap serapan, dihitung persamaan regresi linier hubungan antara konsentrasi dengan serapan.

#### Penentuan aluminium dalam larutan cuplikan

Air tangki reaktor 2 liter dimasukkan ke dalam gelas beker, dipanaskan pada suhu  $\pm$  90 °C, dipekatkan hingga volume 100 mL (pemekatan 20 kali) untuk dianalisis.

Disiapkan sejumlah labu takar 10 mL, masing-masing diisi dengan 2,5 mL larutan cuplikan ATR hasil pemekatan. Ditambah 2,0 mL bufer asetat pH 6,0 ; 2,0 mL asam askorbat 0,1 %, dan 0,2 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N. Kemudian ditambahkan 2,0 mL pereaksi eriochrom sianin 0,01 %, ditambah akuatrides sampai tanda tera dan reaksi ditunggu 5 hingga 10 menit. Larutan blanko dibuat dengan penambahan 0,2 mL larutan EDTA 0,01 M. Diukur serapannya pada  $\lambda$  534 nm dan larutan blanko sebagai pembanding. Dihitung konsentrasi aluminium dalam cuplikan menggunakan persamaan regresi linier dari kurva standard.

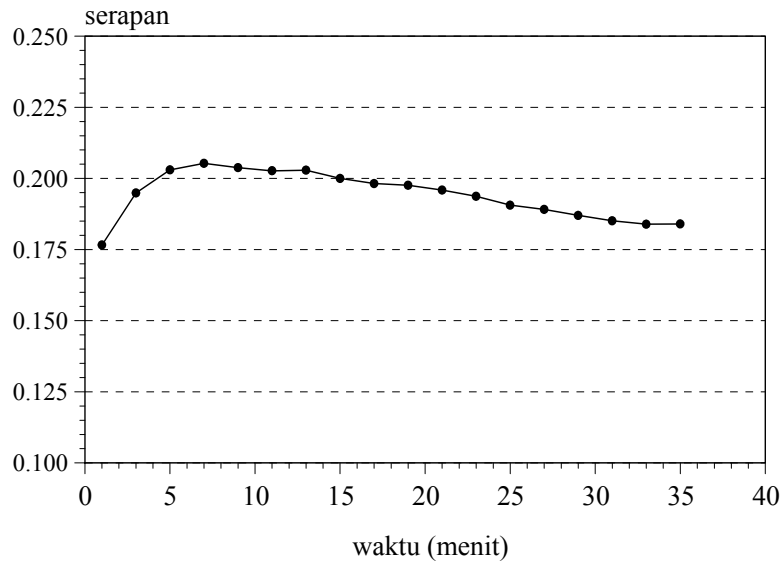
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Panjang gelombang ( $\lambda$ ) kompleks Al-erikrom sianin

Serapan kompleks antara ion aluminium dengan eriochrom sianin dalam larutan bufer asetat pH 6,0 di *scan* dari panjang gelombang 190 nm hingga 800 nm. Dari spektra serapan terhadap panjang gelombang ( $\lambda$ ) diperoleh bahwa serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang 534 nm, Dari pengamatan panjang gelombang diperoleh bahwa tidak ada perbedaan atau pergeseran  $\lambda$ , antara literatur dengan percobaan. Sehingga dalam percobaan selanjutnya dilakukan pembacaan serapan pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 534 nm.

##### Waktu kestabilan kompleks Al-erikrom sianin

Pengamatan waktu kestabilan kompleks dilakukan terhadap Al 100 p.p.b. dalam bufer asetat pH 6,0 ; volume pengompleks eriochrom sianin 0,01% adalah 2,0 mL. Serapan kompleks dicatat pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 534 nm untuk setiap selang waktu tertentu. Waktu pengamatan serapan dari menit pertama sampai 35 menit dari saat direaksikan. Kurva antara waktu reaksi (menit) terhadap serapan disajikan pada Gambar 1 berikut :



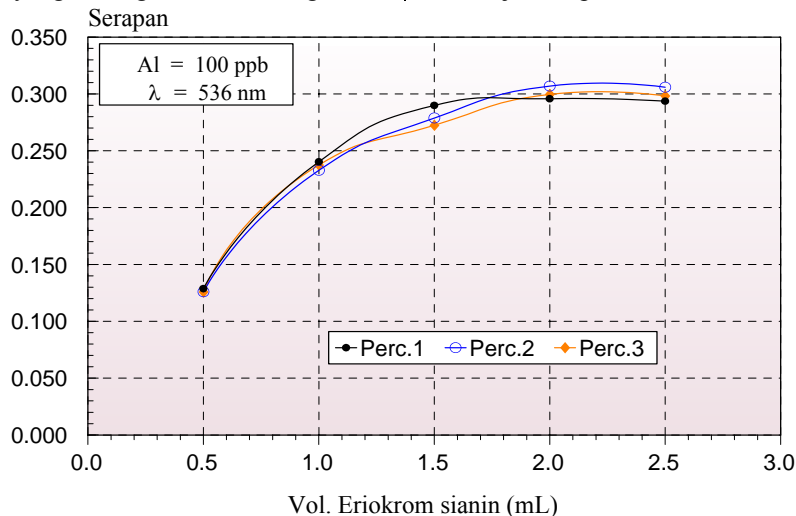
**Gambar 1.** Serapan Al 100 p.p.b. diamati pada 534 nm dengan waktu 1-35 menit.

Penentuan waktu kestabilan kompleks ini dengan tujuan untuk mengetahui berapa lama kompleks itu terbentuk dan berapa lama waktu kestabilannya. Waktu kestabilan ini berpengaruh terhadap kedapat-ulangan (*reproducible*), bila waktu kestabilannya lama maka kedapat-ulangannya makin baik. Dari Gambar 1 terlihat bahwa kompleks antara aluminium dengan eriochrom sianin dengan volume pengompleks 2,0 mL, diperoleh waktu kestabilan dari menit ke 5 hingga 15 menit, setelah lebih dari 20 menit warna menjadi pudar dan serapannya turun. Keasaman (pH) larutan berpengaruh terhadap waktu kestabilan kompleks, dalam larutan asam misalnya pada pH 3,8 diperoleh hasil dengan kedapat-ulangan yang kurang baik dibandingkan

pada pH 5,5<sup>(4)</sup>. Keberadaan aluminium dalam air alam dikontrol oleh pH, pada pH di atas netral yang dominan adalah bentuk hidroksida terlarut dari  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ , sedangkan kation  $\text{Al}^{+3}$  dominan dalam suasana asam.

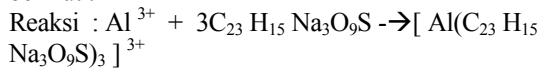
#### Variasi volume pengompleks eriochrom sianin R 0,01 %

Variasi volume pengompleks terhadap larutan Al(III) 100 p.p.b., dengan variasi penambahan volume eriochrom sianin dari 0,5 mL hingga 2,5 mL, dan serapan dicatat untuk setiap variasi volume pada panjang gelombang 534 nm. Percobaan dilakukan dengan 3 kali pengulangan, kurva volume pengompleks (mL) terhadap serapan ditunjukkan pada Gambar 2.

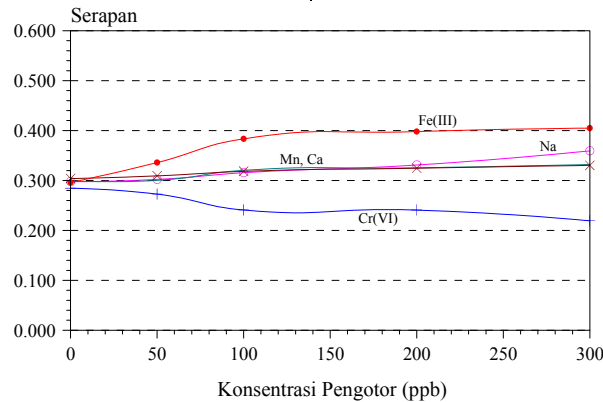


**Gambar 2.** Variasi volume pengompleks eriochrom sianin 0,01 %

Reaksi kompleks antara  $Al^{+3}$  dengan eriochrom sianin R terbentuk antara satu mol ion  $Al^{+3}$  dengan tiga mol ligand, dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Pada penambahan volume pengompleks 0,5 dan 1,0 mL serapannya belum maksimal masih menunjukkan kenaikan. Hal ini disebabkan jumlah ligand yang ditambahkan belum cukup untuk membentuk kompleks, reaksi belum sempurna sehingga serapannya kecil. Dari



Gambar 3. Kurva serapan Al 100 p.p.b. dengan adanya beberapa kation lain.

Dari Gambar 3 diperoleh bahwa adanya  $Fe^{+3}$  50 p.p.b. telah menaikkan serapan, sehingga memberikan hasil yang lebih besar dari sesungguhnya (kesalahan positif), dari pengamatan warna makin banyak  $Fe^{+3}$  ditambahkan warna berubah menjadi merah-ungu dan panjang gelombang bergeser ke  $\square$  lebih besar atau disebut efek *bathokromik*. Sedangkan pengaruh ion  $Cr^{+6}$  100 p.p.b. menurunkan serapan, sehingga memberikan hasil yang lebih kecil dari hasil sesungguhnya.

Gangguan dari  $Fe^{+3}$  dan  $Cr^{+6}$  100 p.p.b. terhadap aluminium konsentrasi 100 p.p.b. (1:1) dapat dicegah dengan penambahan 2,0 mL larutan asam askorbat 0,1%. Sedangkan adanya Ca, Na dan Mn dengan konsentrasi dua kali konsentrasi aluminium tidak memberikan gangguan yang berarti.

#### Linieritas konsentrasi terhadap serapan (kurva kalibrasi)

Kurva standard aluminium dibuat dengan kisaran konsentrasi 10 - 50 p.p.b. Serapan diamati pada panjang gelombang 534 nm untuk setiap variasi konsentrasi aluminium, hasil percobaan untuk kurva standard 10-50 p.p.b.

Gambar 2 diperoleh bahwa dengan volume pengompleks 1,5 hingga 2,0 mL memberikan serapan yang besar. Sehingga pada percobaan selanjutnya pembuatan kurva standard dan analisis cuplikan digunakan volume pengompleks 2,0 mL.

#### Pengaruh kation-kation :

Dipelajari pengaruh dari kation-kation :  $Fe^{+3}$ ,  $Cr^{+6}$ ,  $Na^{+1}$ ,  $Ca^{+2}$  dan  $Mn^{+6}$ , terhadap serapan aluminium 100 p.p.b. dalam media larutan bufer asetat pH 6,0, diperoleh data percobaan disajikan pada Gambar 3.

ditunjukkan pada Tabel 1. dan perkiraan batas deteksi dihitung secara statistik sebagai berikut :

$$S_b = S_{Y/X} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{(9,051 E - 05)}{4}}$$

$$= 0,0048$$

$$Y = Y_b + 3 S_b = 0,0039 + 3 (0,0048) = 0,0182$$

Perkiraan batas deteksi (*L.o.d*) dihitung dengan memasukkan harga Y ke persamaan regresi, diperoleh X = 4,8 p.p.b.. Jadi pada kisaran konsentrasi aluminium : 10-50 p.p.b., diperkirakan batas penentuan terendah adalah 4,8 p.p.b.. Dari kurva kalibrasi diperoleh hubungan linier antara konsentrasi lawan serapan dengan persamaan garis :  $Y = 0,00296 X + 0,0039$ , koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,999.

#### Analisis cuplikan air tangki reaktor

Cuplikan air pendingin primer reaktor "Kartini" dengan volume 2 liter dipanaskan pada suhu  $\pm 90$  °C, dilakukan pemekatan 20 kali. Cuplikan hasil pemekatan dipipet 2,5 mL untuk dianalisis. Dihitung konsentrasi aluminium dalam cuplikan dengan persamaan regresi linier. Dengan memperhatikan faktor pemekatan dan pengenceran, hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Serapan Al(III) konsentrasi 10 - 50 p.p.b. pada panjang gelombang 534 nm

Kons. Al (p.p.b.)	Serapan	Slope (B)	Intercept (A)	Koefisien korelasi (r)	Y <sup>^</sup>	(Yi-Y <sup>^</sup> ) <sup>2</sup>
0	0,0000				-0,0005	2,2676E-07
10	0,0370				0,0298	5,2115E-05
20	0,0640	0,00296	0,00390	0,99871	0,0600	1,5697E-05
30	0,0950				0,0903	2,2135E-05
40	0,1200				0,1206	3,0513E-07
50	0,1510				0,1508	3,6281E-08
						$\sum (Y_i - Y^{\wedge})^2 = 9,0514E-05$

Tabel 2. Hasil analisis cuplikan air tangki reaktor

Dipipet (mL)	P'enceran (kali)	Serapan (A)	Konsentrasi (p.p.b.)	KxP'encer (p.p.b.)	Pemekatan (kali)	Kon/P'kat (p.p.b.)
2,5	4,0	0,141	46,684	182,738	20	9,3516
2,5	4,0	0,139	45,687	187,032	20	9,1369
2,5	4,0	0,141	47,685	190,741	20	9,5370
2,5	4,0	0,131	45,414	181,655	20	9,0828
2,5	4,0	0,147	48,930	195,721	20	9,7860
				Rerata = 9,38 ± 0,30 p.p.b.		

Dari hasil analisis air tangki reaktor "Kartini" diperoleh bahwa kadar aluminium rerata adalah  $9,38 \pm 0,30$  p.p.b. Kadar ini masih berada di bawah batas yang dipersyaratkan dalam Laporan Analisis Keselamatan (LAK). Monitoring parameter kualitas kimia air harus dilakukan secara kontinyu untuk mendapatkan informasi tentang kondisi kualitas air tangki reaktor. Dengan uji kualitas ATR diharapkan dapat memperpanjang umur operasi tangki reaktor, meningkatkan keselamatan dan keandalan operasi reaktor.

#### Validasi menggunakan SRM Soil-7

Validasi metode analisis menggunakan standard pembanding Soil-7 buatan IAEA, ditimbang 0,2520 g, dilarutkan menjadi 10 mL (larutan A), [Al] = 1184,4 mg/L. Larutan A dipipet 0,5 mL diencerkan hingga 50 mL (larutan B) [Al] = 11,844 mg/L. Dari larutan B dipipet 5 mL diencerkan hingga 50 mL (larutan C) [Al] = 1,1844 mg/L. Dari larutan C dipipet 10 mL diencerkan hingga 100 mL (larutan D) [Al] = 118,44 µg/L. Dari larutan D dipipet 2,5 mL ditambah pengompleks kemudian diencerkan hingga

volume 10 mL (larutan E) [Al] = 29,61 µg/L. Larutan E diukur serapannya pada panjang gelombang 534 nm, diperoleh data percobaan ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari percobaan diperoleh bahwa kadar aluminium dalam *Standard Reference Material* Soil-7 hasil analisis adalah :  $47,073 + 1,068$  mg/g, sedangkan kadar aluminium dalam sertifikat adalah 47 mg/g, atau dalam kisaran konsentrasi 44 – 51 mg/g. Jadi hasil analisis masuk dalam kisaran konsentrasi yang tertera dalam sertifikat.

$\bar{X} = 29,6560$  µg/L, X dalam SRM larutan E = 29,61 µg/L

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,8099}{6}} = 0,672658$$

$\bar{X} = 47,0729$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4,5600}{4}} = 1,06771$$

Tabel 3. Serapan larutan SRM, dihitung konsentrasi Al (p.p.b.) dalam larutan E

SRM Soil-7	Serapan (Y)	Slope (B)	Intercept (A)	Koef.kor. (R)	[Al], p.p.b. (Xi)	$(X_i - \bar{X})^2$
1	0,0810	0,00287	-0,00205	0,99900	28,9373	0,51649
2	0,0830	0,00289	-0,00338	0,99800	29,8893	0,05444
3	0,0980	0,00339	-0,00038	0,99890	29,0209	0,40323
4	0,0920	0,00310	-0,00067	0,99943	29,8935	0,05645
5	0,0990	0,00310	0,00433	0,99750	30,5387	0,77926
						$\Sigma (X_i - \bar{X})^2 = 1,80987$

Tabel 4. SRM larutan E, dihitung konsentrasi Al (mg/g) dalam larutan A.

SRM Soil-7	Serapan (Y)	Slope (B)	Intercept (A)	Koef.kor. (R)	[Al], mg/g (Xi)	$(X_i - \bar{X})^2$
1	0,0810	0,00287	-0,00205	0,99900	45,932	1,30130
2	0,0830	0,00289	-0,00338	0,99800	47,443	0,13716
3	0,0980	0,00339	-0,00038	0,99890	46,065	1,01596
4	0,0920	0,00310	-0,00067	0,99943	47,450	0,14223
5	0,0990	0,00310	0,00433	0,99750	48,474	1,96337
						$\Sigma (X_i - \bar{X})^2 = 4,56002$

## KESIMPULAN

Kompleks ion aluminium dengan erikrom sianin R dalam bufer asetat pH 6,0 memberikan puncak serapan maksimum pada panjang gelombang 534 nm. Optimasi analisis terhadap aluminium 100 p.p.b. diperoleh bahwa volume optimum erikrom sianin 0,01 % adalah 2,0 mL. Waktu kestabilan kompleks antara 5 hingga 10 menit, setelah 15 menit serapannya turun, warna berubah menjadi pudar.

Gangguan yang disebabkan adanya  $Fe^{+3}$  menyebabkan kesalahan dengan hasil yang lebih tinggi dari hasil sebenarnya, gangguan dari  $Cr^{+6}$  menyebabkan hasil lebih rendah. Kurva standard linier pada kisaran konsentrasi Al : 10-50 p.p.b. Kadar aluminium rerata dalam air tangki pendingin primer reaktor Kartini adalah  $9,38 \pm 0,30$  p.p.b., masih berada di bawah batas maksimum yang diijinkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan tersusunnya makalah ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Nuur Khazanah, mahasiswa Fakultas MIPA Jurusan Kimia, UNS.

## DAFTAR PUSTAKA

1. APRIYANTO T, WIJAYA I., "Produksi Air Bebas Mineral Untuk Air Tangki Reaktor", Prosiding Seminar Pengelolaan Perangkat Nuklir, P3TM-BATAN, Yogyakarta (2002), Hal. 15-16.
2. SUTJIPTO, LAHAGU, SARDJONO., "Penentuan Produk Korosi di Dalam Air Pendingin Primer Reaktor Kartini Dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, P3TM-BATAN, Yogyakarta (1991), Hal. 275.
3. SUMIJANTO, "Kontrol Kualitas Air dan Korosi Material Sistem Pendingin Primer Reaktor Nuklir," Sigma Epsilon, Bulletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir PPTKN-BATAN., Vol. 8 No. 1 Februari (2004), Hal. 7-10
4. SANDELL, E.B., "Colorimetric Determination of Trace of Metals", Third edition, Revised and Enlarged, Interscience Publishers, Inc., New York (1959), Hal. 238-240.

5. SHULL, K.E., and GUTHAN, G.R., "Method for Determination of Aluminum in Water", APHA Standard Methods, 18<sup>th</sup> Edition (1992), <http://www.chemetrics.com/analytes/aluminum.html>
6. SUMIJANTO dan SOEDARDJO, S.A., "Fenomena Korosi Pada Sistem Pendingin Primer Reaktor Penelitian," Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, P3TM-BATAN Yogyakarta (2001), Hal. 149-155
7. SUMIJANTO, "Studi Pengaruh Ion Cl dan Cu Terhadap Integritas Tangki Reaktor Kartini," Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir, P3TM-BATAN, Yogyakarta (2003), Hal. 35-40.

---

**TANYA JAWAB****Suyanti**

- *Pada analisis Al dalam air pendingin reaktor kartini, kenapa hanya anion-anion Fe, Cr, Na, Ca dan Mn saja yang dipelajari terhadap pengaruh analisis Al? Bagaimana dengan Si dan Cu yang juga merupakan*

*penyusun tangki reaktor, apa tidak berpengaruh terhadap hasil analisis Al?*

- *Waktu kestabilan kompleks relatif singkat (5-10 menit), padahal harus mengukur standar dan cuplikan, apa tidak berpengaruh terhadap hasil analisis cuplikan (jika cuplikan cukup banyak), bagaimana cara menanggulangnya?.*

**A. Purwanto**

- Besi dan Mn dua unsur ini biasa ada dalam air, dipelajari pengaruhnya terhadap analisis Al, gangguan dari unsur ini dapat dieliminasi dengan penambahan asam askorbat. Sedang Si dan Cu tidak dipelajari karena dengan pengompleks eriochrom sianin, tidak membentuk kompleks
- Waktu kestabilan kompleks antara 5 – 10 menit, untuk analisis cuplikan teknik pengerjaannya setelah semua pereaksi selesai dikerjakan pengompleks aerokrom sianin ditambahkan terakhir, diukur serapannya setelah 5 menit.