

## ANALISIS KADAR URANIUM DALAM *YELLOW CAKE* DENGAN TITRASI SECARA POTENSIOMETRI

Torowati, Ngatijo, Lilis Windaryati, Banawa Sri Galuh  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

### ABSTRAK

**ANALISIS KADAR URANIUM DALAM *YELLOW CAKE* DENGAN TITRASI SECARA POTENSIOMETRI.** Telah dilakukan analisis terhadap *yellow cake* asal Cogema, Perancis untuk mengetahui kandungan Uranium di dalam *yellow cake* tersebut, sehingga dapat diketahui kebutuhan  $\text{HNO}_3$  dalam proses konversi *yellow cake* menjadi Uranium dioksida ( $\text{UO}_2$ ). Analisis dilakukan dengan cara melarutkan *yellow cake* menggunakan  $\text{HNO}_3$  1:1 terhadap air dan selanjutnya dilakukan titrasi secara potensiometri menggunakan metode *Davies Gray* termodifikasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar Uranium dalam *yellow cake* sebesar : 77,73% dengan simpangan baku : 1,18%.

Kata kunci : *yellow cake*, titrasi potensiometri, Uranium

### PENDAHULUAN

Awal dari produksi bahan bakar nuklir Uranium (U) baik yang berupa  $\text{UO}_2$  maupun  $\text{U}_3\text{O}_8$  dimulai dari proses pelarutan *yellow cake*. *Yellow cake* yang sering disebut dengan konsentrat Uranium merupakan hasil pengolahan bijih Uranium. *Yellow cake* disamping mengandung Uranium dengan kadar yang cukup tinggi, juga masih mengandung unsur pengotor yang cukup tinggi pula<sup>[1]</sup>.

Dalam proses konversi *yellow cake* menjadi  $\text{UO}_2$  maupun  $\text{U}_3\text{O}_8$  terlebih dahulu melalui proses pelarutan yang kemudian dilanjutkan dengan proses-proses berikutnya seperti : proses pemurnian, re-ekstraksi dan pengendapan. Hasil endapan dikalsinasi-reduksi untuk mendapatkan  $\text{U}_3\text{O}_8$  maupun  $\text{UO}_2$ . Selanjutnya Uranium oksida ini difabrikasi menjadi suatu elemen bahan bakar nuklir. Sebelum dilakukan pelarutan *yellow cake* dalam proses konversi *yellow cake* menjadi Uranium dioksida, perlu terlebih dahulu dilakukan analisis Uranium *yellow cake* tersebut.

Tulisan ini bertujuan untuk menentukan kadar Uranium dalam *yellow cake* menggunakan cara titrasi potensiometri memakai metode *Davies Gray* termodifikasi. Dengan diketahui kadar Uranium dalam *yellow cake* maka dapat diketahui kadar Uranium dalam *yellow cake* maka kebutuhan  $\text{HNO}_3$  untuk pelarutan *yellow cake* dalam proses konversi *yellow cake* menjadi  $\text{UO}_2$  atau  $\text{U}_3\text{O}_8$ .

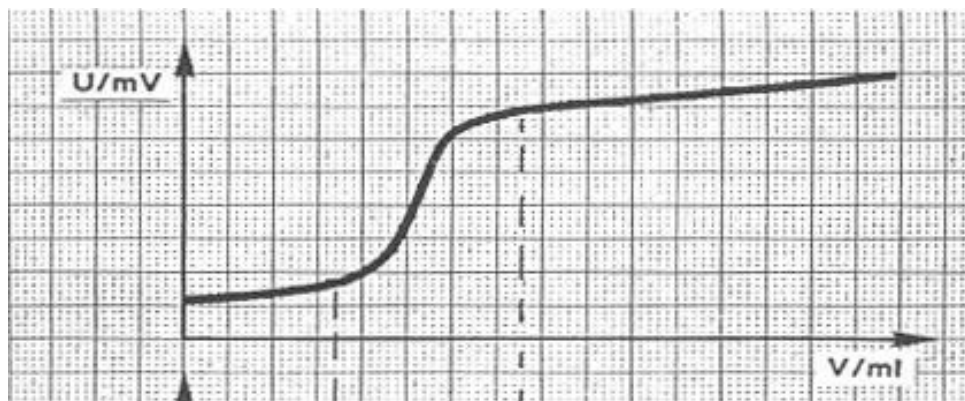
## TEORI

### Potensiometer

Potensiometer merupakan suatu alat yang digunakan untuk menganalisis suatu unsur didalam larutan yang prinsip kerjanya didasarkan dengan adanya perubahan potensial elektroda dari larutan yang dianalisis karena adanya penambahan volume titran. Potensiometer dilengkapi dengan alat titrasi secara otomatis dan alat pencatat hasil analisis. Didalam melakukan analisis kadar Uranium, elektroda yang digunakan adalah elektroda kerja dan pembanding. Elektroda kerja yang dipakai adalah elektroda platina yang berfungsi untuk mengukur perubahan potensial dalam larutan yang dianalisis, sedangkan elektroda pembanding yang dipakai adalah elektroda kalomel.

### Analisis Kadar Uranium Secara Potensiometri Dengan Metode *Davies Gray*

Prinsip analisis kadar Uranium secara titrasi potensiometri adalah berdasarkan reaksi reduksi-oksidasi (redoks). Dalam analisis secara potensiometri ini laju perubahan potensial terlihat semakin besar saat mendekati dan menjauhi titik ekuivalen (TE) pada saat titrasi berlangsung. Hubungan antara perubahan potensial elektroda dengan volume titran hasil titrasi dapat digambarkan dengan grafik pada gambar-1.



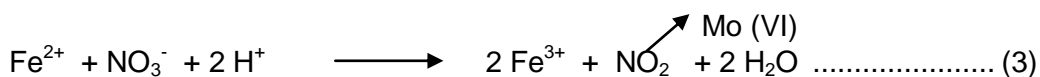
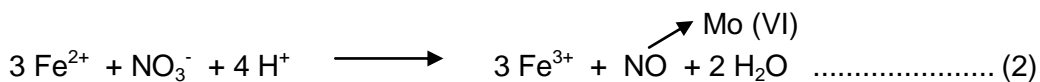
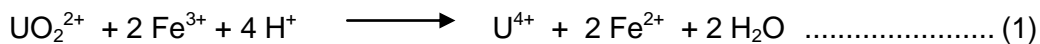
Gambar-1 : Hubungan perubahan potensial elektroda Dengan volume titran dalam analisis U

Analisis kadar Uranium dengan metode *Davies Gray* yang termodifikasi dibagi menjadi 3 hal pokok yaitu :

1. Proses reduksi Uranium valensi (VI) menjadi Uranium valensi (IV) menggunakan Fe (II) sebagai reduktor. Hal ini dilakukan dalam suasana asam fosfat dan asam sulfamat.
2. Adanya kelebihan Fe(II) akan dioksidasi menjadi Fe (III) oleh asam nitrat dengan Mo (VI) sebagai katalisator.

3. Uranium valensi (IV) yang dihasilkan dari proses reduksi akan dioksidasi menjadi Uranium valensi (VI) dengan dititrasi menggunakan oksidator  $K_2Cr_2O_7$  dan sebagai katalisator adalah  $Vo(IV)$

Mekanisme reaksi yang terjadi saat peristiwa reduksi sebagai berikut :<sup>[2,3]</sup>



Reaksi yang terjadi saat peristiwa reduksi sebagai berikut :<sup>[2]</sup>



Jumlah Uranium yang dianalisis dapat diketahui langsung dari hasil pencatatan pada alat tersebut atau dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :<sup>[2,3]</sup>

$$\text{Kandungan Uranium dalam sampel} = 119 \times V_t \times N \times F_a \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Kadar Uranium} = \frac{V_t \times 119 \times N \times F \times K \times F_a}{E \times V_s} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dengan :

- $V_t$  : Volume titran yang digunakan untuk analisis (ml)
- $N$  : Normalitas  $K_2Cr_2O_7$  yang digunakan adalah 0,025 N (N)
- $F$  : Faktor Pengkayaan (untuk U deplesi  $F = 1$ )
- $K$  : Volume labu takar yang digunakan untuk melarutkan sampel (ml)
- $F_a$  : Nilai faktor dari alat
- $E$  : Berat sampel yang dilarutkan (mg)
- $V_s$  : Volume sampel yang dianalisis (ml)

**METODOLOGI**

**Bahan :**

*Yellow cake* berasal dari Cogema Perancis, asam nitrat pekat, asam sulfat pekat, ammonium heptamolibdat, kalium bikromat, asam amido sulfonat, asam perklorat pekat, vanadil sulfat, air suling.

**Alat :**

Gelas ukur, beker gelas, labu ukur, pipet ukur, corong, pengaduk magnet, *hot plate*, pH meter, timbangan merk Sartorius, potensiometer merk Metrohm 672.

**Cara kerja :****Pelarutan *yellow cake***

*Yellow cake* ditimbang kemudian dilarutkan dalam  $\text{HNO}_3$  1:1 hingga larut. Hasil pelarutan *yellow cake* ditempatkan sampai volume 100 ml dalam labu ukur dengan menggunakan air distilasi. Larutan *yellow cake* tersebut kemudian dilakukan analisis kandungan uraniumnya dengan titrasi secara potensiometri.

**Analisis U Secara Potensiometri** <sup>[2,3,4]</sup>

Diambil 0,5 ml larutan *yellow cake* kemudian ditambahkan asam sulfamat dan asam fosfat pekat, diaduk hingga larutan menjadi berwarna putih keruh. Selanjutnya larutan tersebut ditambahkan larutan ferro sulfat dan amonium heptamolibdat sambil diaduk sampai larutan yang tadinya berwarna coklat tua berubah menjadi jernih. Setelah larutan tersebut jernih ditambahkan dengan larutan vanadil sulfat dan selanjutnya dititrasi dengan menggunakan kalium bikromat 0,025 N sampai terjadi titik ekuivalen, dengan penunjukkan beda potensial pada larutan yang dititrasi lebih dari 650 mV. Analisis dilakukan berulang sampai 7 kali titrasi.

Terakhir analisis ini diulangi lagi tetapi dengan menggunakan larutan Uranium standar sebagai pembanding.



Gambar-2 : Alat Potensiometer merk *Metrohm 672*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis kadar Uranium dalam *yellow cake* asal Cogema Perancis telah dilakukan dengan cara melarutkan *yellow cake* dengan  $\text{HNO}_3$  1:1. Analisis Uranium

juga dilakukan terhadap larutan Uranium standar untuk mengetahui faktor koreksi terhadap alat yang digunakan untuk analisis Uranium tersebut. Nilai faktor koreksi diperoleh dengan cara membandingkan kadar Uranium standar (Uranium sebenarnya) dengan kadar Uranium hasil analisis. Analisis kadar Uranium dalam larutan standar dilakukan dengan menggunakan larutan berkadar 10 g U/l. Hasil analisis Uranium larutan standar dapat dilihat pada Tabel-1.

Tabel-1. Data hasil analisis Uranium standar dengan kadar Uranium : 10 g/l

No	Kadar Uranium standart (g/l)	
1.	10,418	Rerata = 10,566 g/l Faktor koreksi alat =10/10,566 = 0,9464
2.	10,684	
3.	10,256	
4.	10,814	
5.	10,191	
6.	10,805	
7.	10,794	

Kadar Uranium dalam *yellow cake* hasil analisis dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan<sup>[6]</sup> dikalikan dengan nilai faktor koreksi alat yang diperoleh dari analisis Uranium standar. Data hasil analisis kadar Uranium dalam *yellow cake* asal Cogema Perancis disajikan pada Tabel-2.

Tabel-2. Hasil analisis Uranium dalam *yellow cake* dari Cogema Perancis

No.	Kadar U dalam <i>Yellow cake</i> (%)	
	Sebelum dikoreksi dengan faktor koreksi alat	Setelah dikoreksi dengan faktor koreksi alat
1.	82,96	78,51
2.	81,90	77,51
3.	81,30	76,94
4.	82,13	77,73
5.	83,03	78,58
6.	83,64	79,16
7	79,95	75,66
Rata-rata	82,13	<b>77,73</b>
Standar deviasi	1,24	<b>1,18</b>

Dari analisis kadar U dalam *yellow cake* asal Cogema Perancis telah diperoleh hasil 77,7% kadar Uranium dalam *yellow cake* sebesar 77,7% dengan standar deviasi (simpangan baku) sebesar : 1,18%.

## KESIMPULAN

Analisis kadar Uranium dalam *yellow cake* dapat dilakukan dengan titrasi secara potensiometri. Analisis yang dilakukan terhadap *yellow cake* asal Cogema Perancis diperoleh kadar Uranium sebesar : 77,73% dengan simpangan baku : 1,18%. Dengan diketahuinya kadar Uranium tersebut dapat diketahui kebutuhan  $\text{HNO}_3$  jika *yellow cake* tersebut akan dikonversi menjadi  $\text{UO}_2$  atau  $\text{U}_3\text{O}_8$ .

## PUSTAKA

1. BENEDICT, M., PIGFORD, and LEVI, H., W., Nuclear Chemical Engineering, Mc., Graw Hill Book, W., New York, 1981
2. PUTRO KP, Penerapan Cara Analisis Potensiometri Davies Gray Termodifikasi Untuk Penentuan Kandungan Uranium, Prosiding Pertemuan Ilmiah I, PPNY- BATAN, Yogyakarta, tahun 1998, hal. 308
3. ASMEDI S., Titrasi Penentuan Kadar Uranium Dalam Bahan Bakar, Diktat Diklat Keahlian Dasar, PUSDIKLAT- BATAN, Jakarta, tahun 1993.
4. ANONIM, Gebrauchsanweisung Mode d'emploi Instructions For use, Methrom AG CH-9100 Herisau, Switzerland.