

ANALISIS UNSUR Pb, Ni DAN Cu DALAM LARUTAN URANIUM HASIL *STRIPPING* EFLUEN URANIUM BIDANG BAHAN BAKAR NUKLIR

Torowati, Asminar, Rahmiati
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN

ABSTRAK

ANALISIS UNSUR Pb, Ni DAN Cu DALAM LARUTAN URANIUM HASIL *STRIPPING* EFLUEN URANIUM BIDANG BAHAN BAKAR NUKLIR. Uranium yang digunakan untuk pembuatan bahan bakar suatu reaktor nuklir harus mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi sehingga perlu pengujian kendali kualitas yang sangat ketat. Salah satu pengujian tersebut adalah analisis kandungan unsur-unsur pengotor. Dalam percobaan ini telah dilakukan analisis unsur Ni, Pb dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* dari efluen Uranium yang ada di laboratorium Bidang bahan Bakar Nuklir. Analisis dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom, alat yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (AAS). Dari analisis tersebut diperoleh kandungan unsur Pb, Ni dan Cu masing-masing adalah : (1,625 ±0,013) ppm, (1,745 ± 0,007) ppm dan (0,201±0,011) ppm. Hasil kandungan Pb, Ni dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* tidak melebihi spesifikasi yang telah ditetapkan untuk pembuatan suatu bahan bakar reaktor nuklir.

Kata kunci : Uranium, *Stripping*, AAS.

PENDAHULUAN

Uranium merupakan bahan nuklir utama yang digunakan untuk pembuatan bahan bakar suatu reaktor nuklir. Uranium ini harus mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi (*nuclear grade*). Meskipun masih mengandung unsur-unsur pengotor tetapi harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan untuk pembuatan bahan bakar suatu reaktor nuklir tersebut.

Adanya unsur-unsur pengotor di dalam Uranium dengan kadar melebihi dari spesifikasi yang telah ditetapkan, akan menurunkan kualitas dari bahan bakar tersebut. Oleh karena harus dilakukan pengujian kendali kualitas yang sangat ketat. Salah satu uji kendali kualitas adalah mengetahui kandungan unsur-unsur pengotor di dalam Uranium.

Kandungan maksimum unsur-unsur pengotor di dalam serbuk Uranium sesuai dengan spesifikasi untuk pembuatan bahan bakar suatu reaktor nuklir daya disajikan pada Tabel 1.^[1]

Tabel-1: Spesifikasi kandungan maksimum unsur-unsur pengotor di dalam serbuk Uranium.^[1]

No.	Unsur	Kadar (ppm)	No	Unsur	Kadar (ppm)
1.	Fe	100	11.	F	10
2.	Ni	30	12.	Gd	0,5

No.	Unsur	Kadar (ppm)	No	Unsur	Kadar (ppm)
3.	Al	50	13.	Mg	50
4.	Ca	50	14.	Mn	10
5.	Cd	0,2	15.	Mo	50
6.	Cl	15	16.	N	80
7.	Co	75	17.	Pb	60
8.	Cr	100	18	Si	60
9.	Cu	20	19.	Sn	50
10.	Dy	0,15	20	V	100

Dalam Percobaan ini dilakukan analisis kandungan unsur Pb, Ni dan Cu yang merupakan sebagian dari unsur-unsur pengotor dalam Uranium.

Tujuan dari analisis di dalam percobaan ini adalah untuk mengetahui kandungan pengotor unsur-unsur : Pb, Ni dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* limbah Uranium. Dengan diketahuinya unsur-unsur tersebut maka dapat mengetahui tingkat kemurnian dari larutan Uranium hasil reekstraksi.

Salah satu metode untuk analisis unsur-unsur pengotor ini adalah spektrofotometri serapan atom, sedangkan alat yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom.

Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom (AAS) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu sampel/cuplikan yang berbentuk larutan. Prinsip dari analisis dengan AAS ini didasarkan proses penyerapan energi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (*ground state*). Penyerapan energi tersebut akan mengakibatkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (*excited state*). Akibat dari proses penyerapan radiasi tersebut elektron dari atom-atom bebas tereksitasi ini tidak stabil dan akan kembali ke keadaan semula disertai dengan memancarkan energi radiasi dengan panjang gelombang tertentu dan karakteristik untuk setiap unsur.^[2]

Hubungan serapan dengan konsentrasi atom dirumuskan dalam hukum *Lambert Beer* yaitu :

$$\text{Log } I_0/I_t = A \dots\dots\dots (1)$$

$$A = a.b. \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

I_0 = intensitas mula-mula

I_t = intensitas sinar yang diteruskan

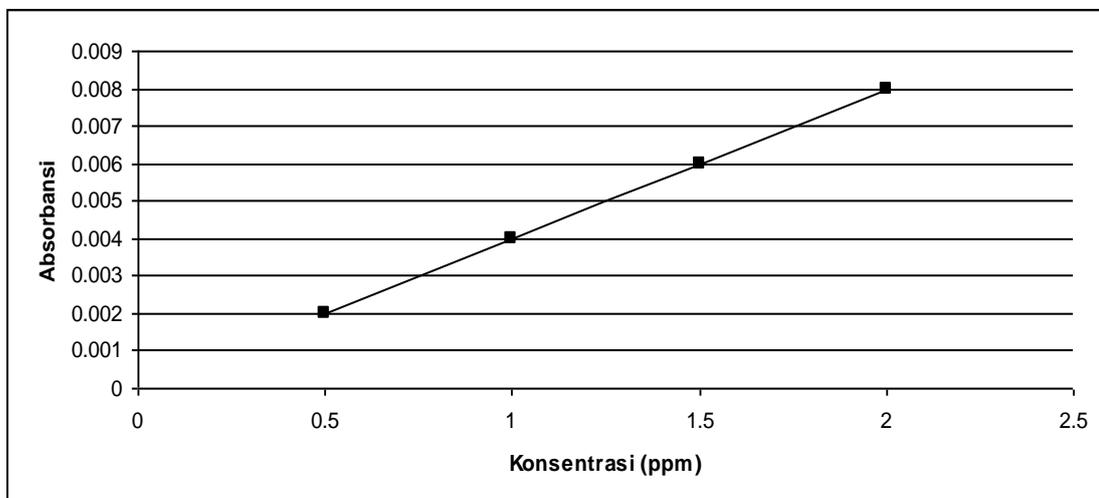
A = absorbansi

a = koefisiensi atom-atom yang mangabsorbsi

b = panjang medium

c = konsentrasi atom- atom yang mengabsorbsi

Dari persamaan (2) tersebut di atas menunjukkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom pada tingkat tenaga dasar. Besarnya konsentrasi atom-atom ini sebanding dengan konsentrasi unsur dalam larutan yang dianalisis. Dengan demikian dalam analisis ini dengan membuat kurva kalibrasi hubungan konsentrasi terhadap absorbansi larutan standar akan diperoleh garis lurus (pada konsentrasi tertentu), yang disebut dengan kurva kalibrasi. Contoh grafik kurva kalibrasi dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar-1: Contoh kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi terhadap absorbansi

Dari kurva kalibrasi di atas akan mempunyai persamaan garis lurus sebagai berikut :

$$Y = a + b X \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

Y = Absorbansi unsur dalam cuplikan (ppm)

X = absorbansi hasil pengukuran cuplikan (ppm)

a = slope

b = gradien

Dengan menginterpolasikan absorbansi unsur dalam larutan sampel ke kurva kalibrasi atau dengan memasukkan absorbansi tersebut ke dalam persamaan regresi linier

untuk masing-masing unsur, maka konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan tersebut dapat ditentukan.

METODOLOGI

Bahan

Larutan Uranium hasil *stripping* efluen Uranium, HNO₃, TBP, Hexana, Larutan standar untuk unsur Pb Ni, dan Cu, air bebas mineral.

Alat

Seperangkat alat spektrofotometer serapan atom *Variant Type* 1475, corong pemisah, *hotplate*, pengaduk magnet dan peralatan gelas.

Cara Kerja

A. Preparasi untuk kalibrasi.

1. Dibuat larutan standar untuk masing-masing unsur yaitu : Pb, Ni, dan Cu.
2. Larutan standar diukur absorbansinya dengan parameter yang optimum menggunakan AAS.

B. Preparasi sampel

1. Larutan Uranium hasil *stripping* efluen Uranium diuapkan hingga hampir kering kemudian ditambah HNO₃ pekat dan diuapkan lagi selanjutnya ditambah air bebas mineral dan diuapkan sampai hampir kering.
2. Larutan hasil penguapan tersebut dimasukkan ke labu ukur dan volume ditepatkan sampai tanda batas menggunakan HNO₃ 3M.
3. Larutan diekstraksi dengan TBP:Hexana (7:3), kemudian fase air dipisahkan dari fase organik.
4. Larutan fase air diukur absorbansinya menggunakan AAS dengan parameter-parameter yang optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangka memperoleh suatu larutan atau serbuk Uranium yang mempunyai tingkat kemurnian tinggi untuk proses pembuatan bahan bakar reaktor nuklir, harus melalui proses pengujian kendali kualitas yang ketat. Salah satu pengujian tersebut adalah analisis untuk mengetahui unsur-unsur pengotor dalam Uranium. Di dalam percobaan ini telah dilakukan analisis unsur pengotor Pb, Ni dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* efluen Uranium cair yang ada di Bidang bahan bakar nuklir. Hasil percobaan diperoleh data absorbansi dari larutan standar dan larutan Uranium hasil *stripping* seperti pada Tabel 2 dan 3.

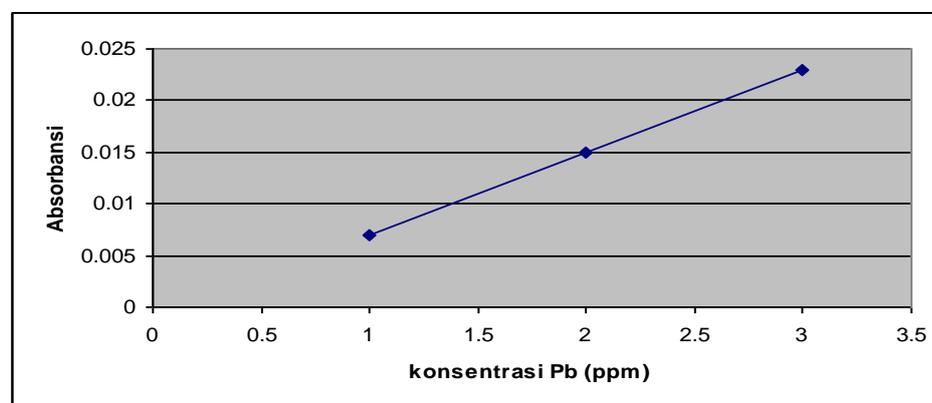
Tabel-2: Data hasil pengukuran absorbansi unsur-unsur dalam larutan standar
(masing-masing 3 kali pengukuran)

No.	Unsur	Konsentrasi (ppm)/(Absorbansi \pm SD)		
1.	Pb	1,0 / 0,007 \pm 0,001	2,0 / 0,015 \pm 0,002	3,0 / 0,023 \pm 0,001
2.	Ni	0,5 / 0,013 \pm 0,001	1,8/0,017 \pm 0,002	2,6 / 0,026 \pm 0,003
3.	Cu	0,2/0,013 \pm 0,002	0,4 / 0,034 \pm 0,003	1,8 / 0,055 \pm 0,003

Tabel-3: Data hasil pengukuran absorbansi unsur Pb, Ni dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* (masing-masing 3 kali pengukuran)

No.	Unsur	Absorbansi		
		I	II	III
1.	Pb	0,014 \pm 0,002	0,013 \pm 0,001	0,027 \pm 0,002
2.	Ni	0,026 \pm 0,003	0,026 \pm 0,004	0,027 \pm 0,001
3	Cu	0,016 \pm 0,002	0,017 \pm 0,003	0,017 \pm 0,002

Dengan menginterpolasikan absorbansi unsur Pb, Ni dan Cu larutan Uranium hasil *stripping* ke dalam kurva kalibrasi dari unsur-unsur standar atau dengan memasukkan ke dalam persamaan regresi linier, maka konsentrasi dari masing-masing unsur dapat diketahui. Contoh salah satu cara untuk menghitung konsentrasi unsur Pb dalam sampel.



Gambar-2: Kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi terhadap absorbansi larutan standar Pb

Dengan cara yang sama maka kandungan unsur yang dianalisis dalam sampel dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel-4: Data hasil analisis konsentrasi unsur-unsur pengotor dalam larutan hasil *stripping* efluen Uranium.

No.	Unsur	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi maksimum dalam spesifikasi (ppm)
1.	Pb	1,625 ± 0,013	60
2.	Ni	1,745 ± 0,007	30
3	Cu	1,201 ± 0,011	20

Hasil analisis seperti pada Tabel 5 diperoleh bahwa kandungan unsur-unsur Pb, Ni dan Cu tidak melebihi dari spesifikasi yang telah ditetapkan untuk bahan pembuatan suatu bahan bakar reaktor nuklir. Dengan demikian larutan Uranium hasil limbah cair *stripping* yang ada di Bidang bahan bakar nuklir mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi untuk ke tiga unsur yang dianalisis tersebut.

KESIMPULAN

Hasil analisis unsur-unsur pengotor Pb, Ni dan Cu dalam larutan Uranium hasil *stripping* masing-masing adalah (1,625 ± 0,013) ppm, (1,745 ± 0,007) ppm dan (1,201 ± 0,011) ppm. Dari hasil analisis ketiga unsur-unsur tersebut tidak melebihi spesifikasi yang telah ditetapkan sebagai bahan untuk membuat bahan bakar suatu reaktor nuklir.

DAFTAR PUSTAKA

1. HERU SASONGKO, "Petunjuk Pelaksanaan kendali Mutu Laboratorium Fabrikasi Bahan Bakar", Elemen Bakar eksperimental, PEBN, PIN-Batan, Serpong.
2. GUNANJAR, "Spektrofotometri Serapan Atom", Diktat Keahlian Analisis Kimia Bahan Bakar Nuklir, Batan, 1997.
3. MARWOTO, "Diktat Proses Pembuatan Elemen Bakar Nuklir dan Alat Produksi Elemen Bakar Nuklir (PCP-EFEI)", Diktat KSDP, EBN, Batan, Serpong, 1988.
4. TOROWATI dan ASMINAR. "Kendali Kualitas dalam Proses Pengambilan Uranium Hasil Stripping". Urania vol 12 No. 2 ISSN 0852-4777.