

PENENTUAN KADAR URANIUM PADA SERBUK UO_2 DAN U_3O_8 MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

Natalia Adventini, Diah Dwiana Lestiani, Muhayatun dan Endah Damastuti

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – Badan Tenaga Nuklir Nasional
Jln. Tamansari No 71, Bandung – 40132

ABSTRAK

PENENTUAN KADAR URANIUM PADA SERBUK UO_2 DAN U_3O_8 MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. Laboratorium Teknik Analisis Radiometri (Lab. TAR) PTNBR BATAN - Bandung yang memperoleh akreditasi KAN pada 2 Mei 2006 sebagai Laboratorium Pengujian dengan nomor LP-311-IDN harus dapat mempertahankan unjuk kerja laboratorium dengan mengikuti program uji profisiensi. Pada kegiatan ini, ditentukan kadar uranium dalam 2 buah sampel serbuk UO_2 dengan kode A1 dan A2, serta 2 buah sampel serbuk U_3O_8 dengan kode B1 dan B2 menggunakan spektrofotometri UV-VIS. Metode pewarnaan yang digunakan adalah dengan mereaksikan ion tiosianat dengan ion uranyl membentuk senyawa kompleks uranyl tiosianat yang berwarna kuning, stabil dan dapat diukur pada panjang gelombang 380 nm. Dari hasil pengukuran, diperoleh kadar uranium dalam sampel A1, A2, B1 dan B2 berturut-turut sebesar 77,95; 75,29; 64,58 dan 63,69%. Nilai Z-score Lab. TAR berada pada -1,99 untuk sampel A rata-rata, sedang untuk sampel B rata-rata nilai Z-score antar laboratorium sebesar -1,29 dengan nilai intra laboratorium sebesar -1,09. Hal ini menunjukkan bahwa nilai Z-score Lab. TAR kedua sampel berada pada kategori baik. Dari data-data yang diperoleh, spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk penentuan kadar uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 . Hasil uji profisiensi Lab. TAR untuk penentuan kadar uranium UO_2 dan U_3O_8 memberikan hasil yang baik dan diharapkan dapat menunjang program BATAN di bidang bahan bakar nuklir.

Kata kunci : uji profisiensi, uranium, spektrofotometri UV-Vis, Z-score

ABSTRACT

DETERMINATION OF URANIUM IN UO_2 AND U_3O_8 POWDER USING UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY. Lab. TAR PTNBR BATAN – Bandung has been accredited by National Accreditation Committee on May 2nd, 2006 as a test laboratory with number LP-311-ID, has to maintain its laboratory performance by participating in a proficiency test. In this activity, the determination of uranium in 2 samples of UO_2 with A1 and A2 codes and other 2 samples of U_3O_8 with B1 and B2 codes using UV-Vis spectrophotometry was carried out. Colouring method was used by reacting thiocyanate ion with the uranyl ion in acidic solution to develop a stable yellow colour of uranyl thiocyanate complex solution and measured at wavelength of 380 nm. The result gave that concentration of uranium in A1, A2, B1 and B2 samples were 77,95; 75,29; 64,58 and 63,69% respectively. The Z-score value for A samples was -1,99, meanwhile for B samples the Z score value of between laboratory was -1,29 with intra laboratory was -1,09. It meant that Z-score values for both samples were in good category. From this result, it showed that UV-Vis spectrophotometry is one of the several methods that can be used to determine uranium in UO_2 and U_3O_8 powder. The Lab. TAR's proficiency test for determination of uranium in UO_2 and U_3O_8 gave a good result and it was hoped to support BATAN's program in the nuclear fuel field.

Key words : proficiency test, uranium, UV-Visible Spectrophotometry, Z-score

1 PENDAHULUAN

Pengujian/kalibrasi yang dihasilkan oleh suatu laboratorium harus memenuhi persyaratan umum tentang kompetensi laboratorium pengujian/ kalibrasi [1]. Laboratorium Teknik Analisis Radiometri (Lab. TAR) PTNBR BATAN - Bandung yang telah memperoleh sertifikat akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional pada 2 Mei 2006 sebagai Laboratorium Pengujian dengan nomor LP-311-IDN harus dapat mempertahankan kinerja laboratorium dengan mengikuti program uji profisiensi. Uji profisiensi laboratorium didefinisikan sebagai penilaian unjuk kerja laboratorium dalam melakukan pengujian/kalibrasi dengan cara melakukan uji banding antar laboratorium. Berkaitan dengan hal tersebut, Lab. TAR PTNBR BATAN-Bandung berpartisipasi pada Program Uji Profisiensi di Bidang Bahan Bakar Nuklir yang diselenggarakan oleh PTBN, Kawasan Puspptek – Serpong. Peserta yang berpartisipasi dalam program ini berjumlah 7 laboratorium di lingkungan BATAN.

Pada kegiatan ini, dilakukan penentuan kadar uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 . Empat buah sampel yang diterima berkode A1 dan A2 untuk serbuk UO_2 serta B1 dan B2 untuk serbuk U_3O_8 . Metode yang digunakan adalah spektrofotometri UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis dipilih selain karena sudah banyak digunakan orang sejak pertama kali diperkenalkan oleh Currah dan Beamish [2] juga sebagai pembandingan metode AAN, dimana AAN adalah metode analisis unsur yang masuk dalam lingkup akreditasi Lab. TAR PTNBR BATAN-Bandung.

2 TEORI

Analisis kolorimetri didasarkan pada perubahan warna suatu larutan yang sesuai dengan konsentrasinya [3]. Kolorimetri digunakan untuk penetapan konsentrasi suatu unsur dengan mengukur absorpsi relatif radiasi yang sebanding dengan konsentrasi yang terkandung dalam sampel. Untuk memudahkan penangkapan radiasi dari warna yang dihasilkan, metode kolorimetri biasanya dibantu dengan sebuah alat atau instrumen. Instrumen yang digunakan disebut spektrofotometer. Analisis spektrofotometri menggunakan suatu sumber radiasi yang dapat menangkap radiasi warna pada panjang gelombang tertentu. Pada kegiatan ini, spektrofotometer yang digunakan,

menggunakan sumber cahaya lampu D2 yang bekerja pada daerah sinar ultra violet (< 400 nm). Hukum Lambert-Beer yang biasa digunakan dalam spektrofotometri menjelaskan bahwa bila radiasi (monokromatik maupun campuran) jatuh pada medium yang homogen, sebagian radiasi tersebut akan diserap. Hubungan antara radiasi yang diserap dengan konsentrasi dapat dilihat pada persamaan berikut ini [3]:

$$A = - \log T = abc \quad (1)$$

dimana :

- A : absorbansi
- a : absorptivitas
- b : tebal media
- c : konsentrasi

Pembentukan warna uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 menggunakan spektrofotometri UV-VIS dilakukan dengan mereaksikan ion tiosianat dengan ion uranil dalam suasana asam yang membentuk senyawa kompleks uraniltiosianat yang berwarna kuning dan dapat diukur pada panjang gelombang 380 nm. Untuk penentuan uranium secara kuantitatif, metode ini masih menggunakan cara komparasi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kurva kalibrasi untuk mengukur kadar uranium dalam sampel. Perhitungan kadar uranium dalam sampel dilakukan menggunakan persamaan:

$$C_s = \frac{[C_x \cdot \text{faktor pengenceran}]}{\text{berat sampel}} \quad (2)$$

Di mana C_x adalah konsentrasi yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Untuk menilai unjuk kerja metode yang digunakan, dilakukan perhitungan *Z-score*. Nilai *Z-score* dihitung berdasarkan persamaan berikut [4]:

$$Z\text{-score} = \frac{(\xi - X)}{s} \quad (3)$$

Dimana

- ξ : nilai yang dilaporkan peserta
- X : nilai acuan
- s : simpangan baku menurut Horwitz

Perhitungan *Zb-score* (*Z-score* antar laboratorium) dihitung menggunakan persamaan berikut [6]:

$$Z_{bi} = \frac{Si - \text{Median}(Si)}{\text{IQR}(Si) \times 0,7413} \quad (4)$$

dimana $Si = \frac{(Ai + Bi)}{\sqrt{2}}$

Perhitungan *Zw-score* (*Z-score* intra laboratorium) dihitung menggunakan persamaan berikut [6]:

$$Z_{wi} = \frac{Di - \text{Median}(Di)}{\text{IQR}(Di) \times 0,7413} \quad (5)$$

dimana $Di = \frac{(Ai - Bi)}{\sqrt{2}}$

Keterangan: Ai = hasil uji sampel 1 dari laboratorium i; Bi = hasil uji sampel 2 dari laboratorium i; Median = nilai tengah dari sekelompok data n hitung; 0,7413 = standar distribusi normal.

3 TATA KERJA

3.1. Bahan dan peralatan

Bahan yang digunakan adalah sampel dengan kode A1 dan A2 (serbuk UO₂), B1 dan B2 (serbuk U₃O₈), senyawa uranil asetat (CH₃COO)₂ UO₂·2H₂O, NH₄SCN, SnCl₂, larutan HCl, larutan HNO₃ 5 N serta bahan umum lainnya. Peralatan yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis merek Hitachi, neraca analitis Sartorius, *hot plate* serta peralatan penunjang lainnya.

3.2. Preparasi Sampel

Sampel dengan kode A1 dan A2 (serbuk UO₂), serta B1 dan B2 (serbuk U₃O₈) ditimbang sebanyak kira-kira 0,1 gram lalu dilarutkan dengan 10 mL HNO₃ 5N sambil sedikit dipanaskan. Setelah larut, sampel diencerkan dalam labu takar 50 mL.

3.3. Pembuatan Standar Stok Uranium 2000 ppm

Sebanyak ± 0,9 gram senyawa uranil asetat ditimbang lalu ditambahkan 10 mL larutan HNO₃ 5 N hingga larut, setelah itu diencerkan dengan air suling dalam labu takar 250 mL. Konsentrasi uranium dalam larutan ini adalah 2000 ppm.

3.4. Pembuatan larutan NH₄SCN 8M

Sebanyak ± 60,9 gram NH₄SCN dilarutkan dengan air suling lalu diencerkan dalam labu takar 100 mL. Larutan lalu disaring dan disimpan di dalam botol berwarna gelap.

3.5. Pembuatan larutan SnCl₂ 10%

Sebanyak 5 g SnCl₂ dilarutkan dengan 10 mL larutan HCl pekat lalu diencerkan dengan air suling di dalam labu takar 50 mL.

3.6. Preparasi Kurva Kalibrasi

Larutan uranium 2000 ppm dipipet sebanyak 50 mL lalu diencerkan dalam labu takar 100 mL menggunakan larutan HNO₃ 0,1 N. Kadar uranium dalam larutan ini adalah 1000 ppm. Dari larutan uranium 1000 ppm dipipet masing-masing sebanyak 10, 25 dan 50 mL lalu dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL A, B dan C. Ke dalam masing-masing labu takar ditambahkan 5 tetes HCl pekat (termasuk ke dalam labu takar untuk blangko), 15 mL air suling, 8 mL larutan NH₄SCN 8 M dan 2 mL larutan SnCl₂ 10%, lalu diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Larutan kemudian diaduk hingga homogen. Konsentrasi uranium yang dibuat adalah 100, 250 dan 500 ppm. Larutan lalu didiamkan ± 30 menit agar terjadi pembentukan warna yang sempurna.

3.7. Preparasi Larutan Sampel UO₂ dan U₃O₈

Larutan sampel dengan kode A1 dan A2 (serbuk UO₂), serta B1 dan B2 (serbuk U₃O₈) masing-masing dipipet sebanyak 5 mL lalu dimasukkan ke dalam labu takar 25 mL A, B, C dan D. Ke dalam masing-masing labu takar ditambahkan 5 tetes HCl pekat (termasuk ke dalam labu takar blangko), 15 mL air suling, 8 mL larutan NH₄SCN 8M dan 2 mL larutan SnCl₂ 10%, lalu diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Larutan kemudian diaduk hingga homogen lalu didiamkan ± 30 menit agar terjadi pembentukan warna yang sempurna.

3.8. Pengukuran Standar, Sampel dan Blangko

Spektrofotometer UV-Vis merek Hitachi dioperasikan sesuai dengan instruksi kerja yang tersedia. Panjang gelombang diatur pada 380 nm dengan lampu D2 sebagai sumber cahaya. Larutan standar seri uranium diukur terlebih

dahulu, setelah itu dilakukan pengukuran untuk larutan sampel A1, A2, B1 dan B2 serta larutan blangko. Pengukuran larutan standar, sampel dan blangko masing-masing diulang sebanyak tiga kali.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel untuk pengukuran dengan spektrofotometri UV-Vis haruslah berupa larutan yang jernih dan homogen. Sampel dan standar dibuat dalam keadaan asam untuk menghindari terjadinya hidrolisis. Pelarutan sampel serbuk UO_2 dan U_3O_8 menggunakan larutan asam nitrat dengan sedikit pemanasan untuk mempercepat proses pelarutan menghasilkan larutan yang jernih dan homogen sesuai persyaratan yang ditentukan.

Pada proses pewarnaan, direaksikan ion tiosianat dengan ion uranil dalam suasana asam. Warna kuning dari kompleks senyawa uraniltiosianat akan stabil selama 48 jam. Metode ini sesuai untuk penentuan uranium (VI) dalam rentang konsentrasi antara 4 – 40 $\mu\text{g/mL}$ [2,4]. Penambahan HCl pekat pada larutan standar dan sampel dimaksudkan untuk memastikan pH larutan kurang dari 1. Kondisi ini diperlukan untuk mencegah terhidrolisisnya larutan SnCl_2 . Karena jumlah HCl dalam 25 mL larutan tidak boleh lebih dari 12 mEq, maka penggunaan HCl pekat dibatasi sebanyak ± 5 tetes. Setelah penambahan HCl pekat, ke dalam larutan harus segera ditambahkan 15 mL air suling untuk menghindari dekomposisi larutan NH_4SCN . Terdekomposisinya larutan SnCl_2 dan NH_4SCN akan menyebabkan kesalahan intensitas warna sehingga hal ini harus dihindari. Pengukuran larutan standar, sampel dan blangko dilakukan setelah larutan hasil pewarnaan dibiarkan bereaksi selama ± 30 menit [4]. Pada pengukuran, diperlukan larutan blangko standar dan blangko sampel untuk mengoreksi adanya serapan dari matriks larutan blangko. Hasil pengukuran larutan standar 100, 250 dan 500 ppm untuk pembuatan kurva kalibrasi disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1, absorbansi titik-titik standar memberikan hasil yang dapat digunakan untuk membuat kurva kalibrasi yang ditampilkan pada Gambar 1. Dari gambar tersebut, diperoleh hubungan yang linear antara absorbansi dengan konsentrasi yang memberikan nilai R^2 mendekati 1. Berdasarkan kurva tersebut, dilakukan perhitungan kadar uranium dalam sampel UO_2 dan U_3O_8 menggunakan Persamaan (2). Hasil perhitungan kadar unsur uranium disajikan pada

Tabel 2, lalu dibandingkan dengan AAN yang masuk dalam lingkup akreditasi. Komparasi kedua metode dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Larutan Standar Uranium

Kons. (ppm)	Absorbansi			
	1	2	3	Rata-rata
Blangko	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0,176	0,177	0,177	0,177
250	0,297	0,298	0,297	0,297
500	0,600	0,600	0,599	0,600

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kadar Uranium

Kode Sampel	Kadar (X) (ppm)	Pengen- ceran (mL)	Berat (g)	Kadar U (%)
A1	290,0	250	0,0958	75,68
A2	297,8	250	0,1038	71,75
B1	262,5	250	0,1016	64,58
B2	263,3	250	0,1034	63,69

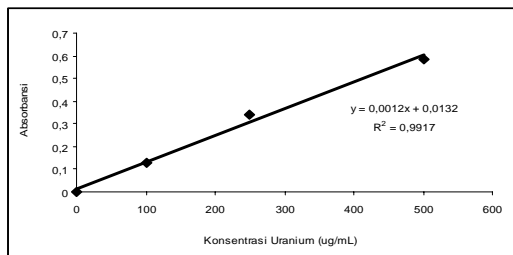
Tabel 3. Komparasi Spektrofotometri UV-Vis – AAN dalam Penentuan Uranium

Kode Sampel	Kadar U UV-Vis (%)	Kadar U AAN (%)	Komparasi UV-VIS/AAN (%)
A1	75,68	78,03	97
A2	71,75	74,79	96
B1	64,58	71,13	91
B2	63,69	71,48	89

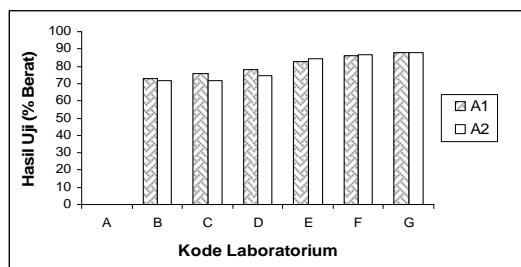
Dari Tabel 3 didapat komparasi UV-VIS/AAN berada pada kisaran 89 - 97%; sehingga Lab. TAR PTNBR BATAN-Bandung memutuskan untuk menyertakan juga spektrofotometri UV-Vis sebagai metode penentuan kadar uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 dalam program uji profisiensi di bidang bahan bakar nuklir yang diselenggarakan oleh PTBN bekerja sama dengan Komite Akreditasi Nasional (KAN).

Laboratorium yang berpartisipasi dalam uji profisiensi dengan lingkup analisis Uranium dalam sampel A (serbuk UO_2) dan sampel B (serbuk U_3O_8) sebanyak 7 laboratorium di lingkungan Batan: Kawasan Puspipstek – Serpong, Pasar Jumat dan Bandung, serta satu laboratorium PT Batan Teknologi. Didalam

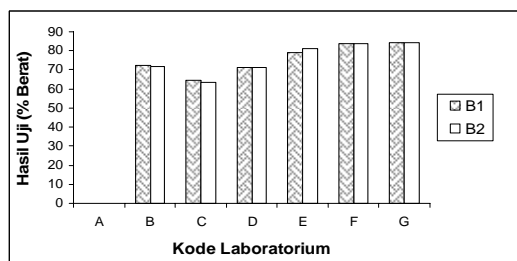
pengolahan data uji profisiensi, nama laboratorium peserta dinyatakan dalam kode Laboratorium A hingga G [5]. Data hasil uji yang disampaikan oleh peserta uji profisiensi disajikan pada Lampiran 1 dan 2. Dari Lampiran tersebut metode spektrofotometri UV-Vis mendapat kode Laboratorium C. Data penentuan uranium sampel A1 dan A2 serta sampel B1 dan B2 ketujuh peserta ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dari kedua gambar, hasil uji sampel A1 dan A2 peserta uji profisiensi berada pada kisaran 71,40 – 88,02%; sedang untuk sampel B1 dan B2 pada kisaran 63,69 – 84,30%.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Penentuan Uranium



Gambar 2. Grafik Perbandingan Data Hasil Uji Profisiensi untuk Sampel A1 dan A2 [5]



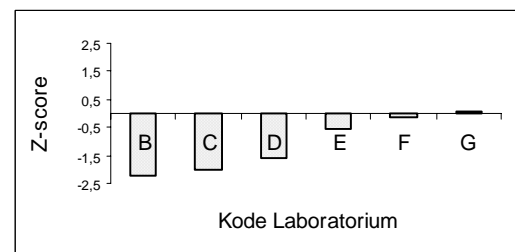
Gambar 3. Grafik Perbandingan Data Hasil Uji Profisiensi untuk Sampel B1 dan B2 [5]

Penilaian unjuk kerja metode yang digunakan peserta uji profisiensi dilakukan dengan menggunakan teknik statistika *Robust Z-Score* [5]. Teknik ini menguji keseragaman

data hasil analisis melalui pembuatan histogram dan digunakan untuk mengolah data yang menghasilkan nilai *Z-score* dan dihitung menurut Persamaan (3). Penilaian *Z-score* untuk laboratorium peserta uji profisiensi digolongkan menjadi 3, yaitu:

1. Untuk nilai *Z-score* antara ≥ 2 dan ≤ 2 dikategorikan memuaskan
2. Untuk nilai *Z-score* antara +2 dan +3 serta -2 dan -3 dikategorikan diperingatkan (\$))
3. Untuk nilai *Z-score* antara ≥ 3 dan ≤ 3 dikategorikan *outlier* (\$\$)

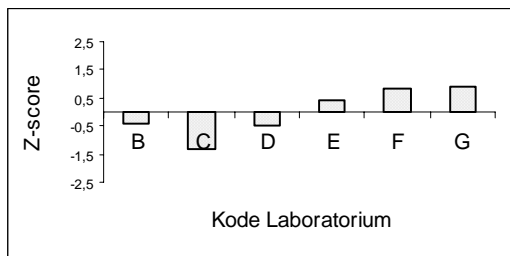
Perhitungan *Z-score* untuk sampel A (serbuk UO_2) dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap nilai benar (*assign value*) yang berasal dari sertifikat bahan acuan material (SRM). Gambar 4 menyajikan grafik nilai *Z-score* sampel A rata-rata. Dari Gambar 4, nilai *Z-Score* hasil spektrofotometri UV-Vis (Lab C) berada pada rentang +2 hingga -2 dengan nilai sebesar -1,9940. Hasil ini menunjukkan bahwa pengukuran dapat diterima dengan akurasi dan presisi yang baik. Dengan demikian, nilai *Z-score* spektrofotometri UV-Vis (Lab C) untuk sampel A (serbuk UO_2) berada dalam kategori memuaskan.



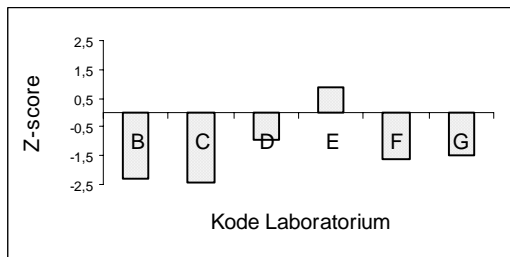
Gambar 4. Grafik nilai *Z-score* sampel A rata-rata [5]

Perhitungan *Z-score* untuk sampel B (serbuk U_3O_8) dilakukan dengan menggunakan data median untuk menghitung nilai *Zb-score* (*Z-score* antar laboratorium) dan *Zw-score* (*Z-score* intra laboratorium). Gambar 5 dan 6 menyajikan Grafik *Zb-score* dan *Zw-score* dari sampel B rata-rata. Gambar 5 menunjukkan hasil antar laboratorium spektrofotometri UV-Vis (Lab C) berada pada kategori memuaskan dengan nilai -1,2903 tetapi untuk nilai presisi yang disajikan pada Gambar 6, spektrofotometri UV-Vis (Lab C) mendapatkan nilai *Z-score* intra laboratorium sebesar -2,4306 sehingga berada pada kategori diperingatkan (\$). Kebijakan Komite Akreditasi Nasional untuk hasil uji yang berada pada kategori ini

menyatakan bahwa laboratorium harus melakukan tindakan perbaikan. Sebagai langkah awal tindakan perbaikan, Lab. TAR PTNBR BATAN–Bandung melakukan perhitungan ulang terhadap nilai *Zw-score* menggunakan Persamaan (5). Perhitungan ulang ini memberikan nilai *Zw-score* Lab. TAR PTNBR BATAN–Bandung sebesar -1,0948. Hal ini sesuai dengan simpangan baku relatif kadar sampel B1 dan B2 yang memberikan nilai sebesar 1%.



Gambar 5. Grafik nilai *Zb-score*, sampel B rata-rata [5]



Gambar 6. Grafik nilai *Zw-score*, sampel B rata-rata [5]

Evaluasi serbuk UO_2 dan U_3O_8 memberikan sertifikat uji profisiensi dengan predikat "CUKUP" kepada Lab. PTNBR BATAN – Bandung seperti yang ditunjukkan Lampiran 3.

7 LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Uji Laboratorium Peserta Uji Profisiensi untuk Sampel A1 dan A2 [5]

Parame-ter uji	Satu-an	Kode Lab	Kadar A1	Kadar A2	Metode
Uranium	% w	A	0,1105	0,1173	Spektrometri α
Uranium	% w	B	72,68	71,40	Spektrometri
Uranium	% w	C	75,68	71,75	UV-Vis
Uranium	% w	D	78,03	74,79	AAN
Uranium	% w	E	82,6725	84,1912	Titrimetri
Uranium	% w	F	82,6725	84,1912	Titrimetri
Uranium	% w	G	87,94	88,02	Titrimetri

Dari data-data yang diperoleh, spektrofotometri UV-Vis yang digunakan untuk penentuan kadar uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 memberikan hasil yang baik. Hasil uji profisiensi Lab. TAR PTNBR BATAN – Bandung ini, diharapkan dapat menunjang program BATAN di bidang bahan bakar nuklir.

5 KESIMPULAN

Telah dilakukan penentuan kadar uranium dalam serbuk UO_2 dan U_3O_8 menggunakan spektrofotometri UV-Vis dalam rangka mengikuti uji profisiensi di bidang bahan bakar nuklir. Uji profisiensi Lab. TAR PTNBR BATAN – Bandung menggunakan metode ini memberikan hasil yang baik.

6 DAFTAR PUSTAKA

1. **ISO/IEC 17025:2005**, Persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian/kalibrasi.
2. **CURRAH J.E.** and **BEAMISH F.E.**, The determination of small quantities of uranium in presence of large quantities of thorium and small quantities of iron and copper, (1945) MX—149.
3. **VOGEL**, Buku ajar kimia analisis kuantitatif anorganik, EGC, Jakarta 1994.
4. **NELSON C.M.** and **HUME D.N.**, Colorimetric determination of uranium with thiocyanate, Anal. Chem, 19, (1947) 609.
5. **Laporan program uji profisiensi di bidang bahan bakar nuklir PTBN**, Serbuk UO_2 dan U_3O_8 , Tangerang (2007).
6. **JULIA KANTASUBRATA**, Pembuatan bahan acuan dan pelaksanaan uji profisiensi, PPKimia, LIPI, Bandung (2008)

Lampiran 2. Data Hasil Uji Laboratorium Peserta Uji Profisiensi untuk Sampel B1 dan B2 [5]

Parame-ter uji	Satu-an	Kode Lab	Kadar B1	Kadar B2	Metode
Uranium	% w	A	0,0190	0,0185	Spektrometri α
Uranium	% w	B	72,48	71,72	Spektrometri
Uranium	% w	C	64,58	63,69	UV-Vis
Uranium	% w	D	71,13	71,48	AAN
Uranium	% w	E	79,1878	81,0143	Titrimetri
Uranium	% w	F	83,94	83,69	Titrimetri
Uranium	% w	G	84,30	84,17	Titrimetri

Lampiran 3. Sertifikat Hasil Uji Profisiensi Serbuk UO_2 dan U_3O_8 Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

