

## PENGARUH KANDUNGAN URANIUM DALAM UMPAN TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN URANIUM

Torowati

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN  
Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang

### ABSTRAK

**PENGARUH KANDUNGAN URANIUM DALAM UMPAN TERHADAP EFISIENSI PENGENDAPAN URANIUM.** Setiap aktivitas analisis di Laboratorium Kendali Kualitas, Bidang Bahan Bakar Nuklir selalu dihasilkan limbah radioaktif cair. Limbah radioaktif cair di laboratorium masih mengandung uranium yang cukup besar  $\pm 0,600$  g U/l dengan keasamaan yang cukup besar pula. Karena uranium mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi maka perlu usaha untuk mengambil kembali uranium tersebut. Pada kegiatan ini telah dilakukan upaya untuk menentukan pengaruh kandungan uranium dalam umpam terhadap efisiensi pengendapan uranium. Untuk memperoleh variasi kandungan uranium dalam umpam dilakukan dengan cara penguapan limbah radioaktif cair. Pengendapan dilakukan menggunakan bahan pengendap amonium karbonat pada kondisi pengendapan pH 5. Tujuan kegiatan ini adalah untuk menentukan efisiensi pengendapan yang maksimal dengan variasi kandungan uranium yang berada dalam umpam. Variasi kandungan uranium yang diendapkan adalah : 0,569 g/l, 0,713 g/l, 1,179 g/l, 1,340 g/l dan 1,400 g/l. Dari kegiatan ini diperoleh efisiensi pengendapan yang maksimal sebesar  $(96,86 \pm 0,26)\%$  dengan kandungan uranium sebesar 1,179 g/l.

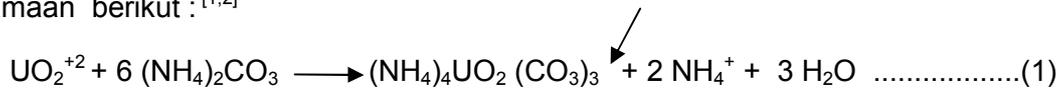
**Kata kunci :** uranium, pengendapan, amonium karbonat.

### PENDAHULUAN

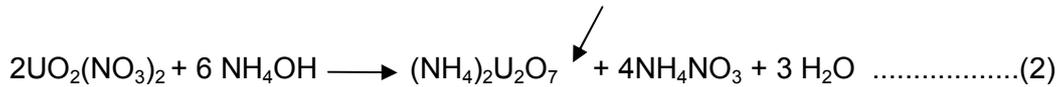
Limbah radioaktif cair didalam Laboratorium Kendali Kualitas, Bidang Bahan Bakar Nuklir, PTBN merupakan larutan yang sudah tidak dimanfaatkan lagi untuk kegiatan rutin di laboratorium tersebut. Limbah radioaktif cair ini berasal dari larutan sisa/bekas kegiatan analisis uji merusak, contohnya analisis kandungan uranium, analisis unsur-unsur pengotor didalam larutan uranium dan lain-lain. Kuantitas dari limbah radioaktif cair akan selalu meningkat dengan bertambahnya kegiatan analisis yang dilakukan di Laboratorium Kendali Kualitas. Hingga saat ini volume limbah radioaktif cair yang berada di Laboratorium Kendali Kualitas sebanyak  $\pm 500$  liter. Kandungan uranium dalam limbah radioaktif  $\pm 0,600$  g/l dengan keasamaan yang cukup besar. Karena uranium mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi, maka perlu usaha untuk mengambil kembali uranium dalam limbah cair tersebut. Salah satu metode untuk mengambil kembali uranium dalam suatu limbah raddioaktif cair adalah dengan cara pengendapan. Ada beberapa pereaksi/bahan pengendap untuk proses pengendapan uranium antara lain ; amonium karbonat  $\{(NH_4)_2CO_3\}$ , amonium hidroksida  $\{(NH_4)_4OH\}$  atau perhidrol  $(H_2O_2)$ .<sup>[1,2]</sup>

Pengendapan uranium sebagai amonium uranil karbonat (AUC) dilakukan dengan

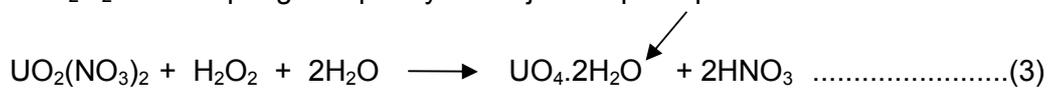
pereaksi amonium karbonat  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Reaksi pengendapan ditunjukkan pada persamaan berikut :<sup>[1,2]</sup>



Mekanisme yang terjadi dalam proses pengendapan uranium sebagai amonium diuranat (ADU) dengan pereaksi amonium hidroksida  $(\text{NH}_4\text{OH})$  adalah sebagai berikut:  
[1,2,4]



Pengendapan uranium sebagai uranium peroksida ( $\text{UO}_4$ ) dengan menggunakan pereaksi  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Reaksi pengendapannya ditunjukkan pada persamaan berikut :<sup>[1,2]</sup>



Beberapa parameter dalam pengendapan uranium yang berpengaruh terhadap hasil efisiensi pengendapan diantaranya: kandungan/konsentrasi uranium dalam umpan, pH dan suhu.<sup>[3,4,5]</sup>

Parameter kandungan/konsentrasi uranium dalam proses pengendapan dengan amonium karbonat semakin tinggi mengakibatkan efisiensi pengendapan akan semakin besar. Tetapi dengan semakin tinggi konsentrasi uranium maka harga pH pengendapan optimal akan mengalami penurunan karena adanya pembentukan garam amonium yang memperendah pH dan sekaligus memperendah kelarutan endapan garam kompleks.<sup>[5]</sup>

Derajat keasaman atau pH merupakan faktor yang sangat besar pengaruhnya dalam proses pengendapan. Semakin besar pH pengendapan maka efisiensi pengendapan akan semakin tinggi, tetapi setelah pH optimum dengan penambahan harga pH berikutnya akan mengakibatkan jumlah uranium yang terendapkan akan cenderung turun. Hal ini karena endapan yang sudah terjadi akan larut kembali membentuk larutan kompleks karena adanya pereaksi yang berlebihan.<sup>[3,4]</sup>

Suhu reaksi akan berpengaruh terhadap kecepatan reaksinya, semakin tinggi suhu reaksi akan semakin cepat kecepatan reaksinya. Akan tetapi suhu reaksi hanya terbatas hingga titik didih bahan yang digunakan sebagai pereaksi sehingga suhu reaksi akan berpengaruh terhadap efisiensi proses pengendapan.<sup>[3,4]</sup>

Perhatian dalam kegiatan ini dikhususkan untuk mengambil kembali uranium dalam limbah radioaktif cair dengan cara pengendapan. Sebagai bahan pengendap digunakan amonium karbonat. Umpan yang digunakan adalah limbah radioaktif cair yang berada di Laboratorium Kendali Kualitas Bidang Bahan Bakar Nuklir dengan

kandungan/konsentrasi uranium yang bervariasi.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk menentukan efisiensi hasil pengendapan uranium dalam limbah radioaktif yang maksimal terhadap variasi kandungan uranium dalam umpan.

Persamaan untuk memperoleh efisiensi dari proses pengendapan adalah sebagai berikut :<sup>[3]</sup>

$$E = \frac{Co - Cf}{Co} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

E = Efisiensi pengendapan, %

Cf = Uranium dalam filtrat hasil penyaringan endapan, (g)

Co = Kandungan uranium dalam umpan, (g)

## METODOLOGI

Metoda yang dilakukan dalam memperoleh variasi kandungan uranium dalam umpan dilakukan dengan cara penguapan limbah radioaktif cair. Selanjutnya dilakukan pengendapan dengan menggunakan bahan pengendap amonium karbonat pada kondisi pengendapan pH 5. Adapun bahan, alat dan tata kerja pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

### Bahan yang digunakan

Limbah radioaktif cair, amonium karbonat, asam amido sulfonat, asam nitrat pekat, asam sulfat pekat, ammonium heptamolibdat, kalium bikromat, vanadil sulfat, air demineral.

### Alat yang digunakan

Beker gelas, gelas ukur, labu ukur, pipet ukur, corong, termometer, timbangan analitik, pengaduk magnit, *hot plate*, pH meter, potensiometer.

### Tata Kerja

#### 1. Penguapan Volume Untuk Variasi Konsentrasi Uranium Dalam Umpan

Limbah radioaktif cair dengan volume 1000 ml diuapkan menjadi :

- a. 800 ml (susut 20% dari volume aslinya)
- b. 500 ml (susut 50% dari volume aslinya)
- c. 450 ml (susut 55% dari volume aslinya)
- d. 400 ml (susut 60% dari volume aslinya)

Kandungan uranium dalam limbah hasil penguapan dianalisis menggunakan potensiometer dan analisis masing-masing dilakukan 3 kali analisis.

## **2. Analisis Keasaman Umpan**

Diambil limbah radioaktif untuk masing-masing konsentrasi umpan ditambah dengan amonium oksalat jenuh dan indikator PP kemudian dititrasi menggunakan larutan natrium hidroksida sampai terjadi titik ekuivalen. Analisis keasaman masing-masing analisis dilakukan sebanyak 3 kali analisis

## **3. Proses Pengendapan**

Dilakukan pengendapan limbah radioaktif cair untuk masing-masing konsentrasi umpan menggunakan amonium karbonat dengan kondisi pengendapan pada pH 5.<sup>[3]</sup> Selanjutnya dilakukan penyaringan terhadap endapan tersebut. Kandungan uranium dalam filtrat yang dihasilkan dari penyaringan endapan dilakukan analisis menggunakan potensiometer.<sup>[6]</sup> Proses pengendapan masing-masing dilakukan 3 kali pengendapan.

## **4. Analisis Uranium Secara Potensiometri<sup>[6]</sup>**

Filtrat uranium hasil dari proses pengendapan di panaskan, setelah hampir kering ditambah asam nitrat panaskan lagi kemudian ditambah asam perklorat dan dilakukan pemanasan kembali hingga hampir kering. Selanjutnya tambahkan asam sulfamat dan asam fosphat pekat sambil diaduk hingga berwarna putih keruh kemudian tambahkan larutan ferro sulfat dan amonium heptamolibdat sambil diaduk sampai larutan yang tadinya berwarna coklat tua berubah menjadi jernih. Terakhir tambahkan larutan vanadil sulfat dan dititrasi menggunakan kalium bikromat 0,025 N sampai terjadi titik ekuivalen. Analisis dilakukan masing-masing sampai 3 kali analisis.

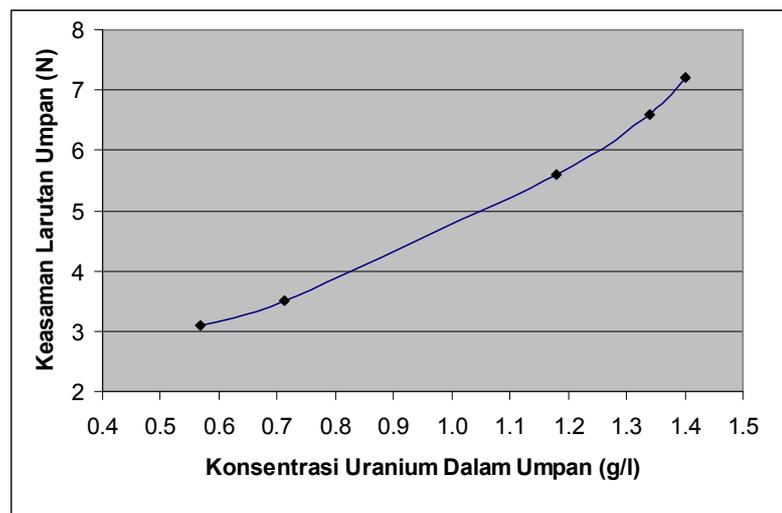
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam kegiatan menentukan efisiensi yang maksimal pada pengendapan uranium dengan variasi kandungan uranium dalam umpan diperoleh hasil seperti pada Tabel-1.

**Tabel-1.** Data efisiensi hasil pengendapan uranium dengan variasi kandungan uranium dalam umpam

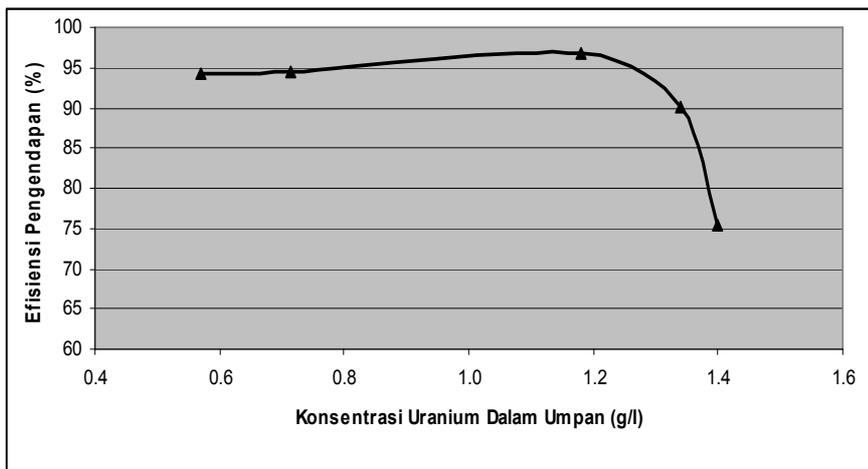
No.	Penguapan Volume dari Volume aslinya (%)	Konsentrasi Uranium dalam Umpam Hasil Penguapan (g U/l)	Keasaman Umpam rerata (N)	Kebutuhan amonium karbonat rerata (g)	Efisiensi pengendapan rerata $\pm$ SD (%)
1.	Tanpa Penyusutan	0,569	3,1	10,9095	(94,25 $\pm$ 0,67)
2.	20	0,713	3,5	11,4281	(94,38 $\pm$ 0,51)
3.	<b>50</b>	1,179	<b>5,6</b>	<b>19,9149</b>	<b>(96,86 <math>\pm</math> 0,26)</b>
4.	55	1,340	6,6	22,1634	(90,21 $\pm$ 0,83)
5.	60	1,400	7,2	29,6929	(75,30 $\pm$ 0,21)

Dari Tabel-1 terlihat bahwa dengan adanya penguapan akan meningkatkan konsentrasi uranium dalam umpam juga keasaman dalam umpam akan mengalami kenaikan pula. Hal ini dapat dilihat seperti pada Gambar-1.

**Gambar-1.** Hubungan konsentrasi uranium dalam umpam terhadap keasaman umpam

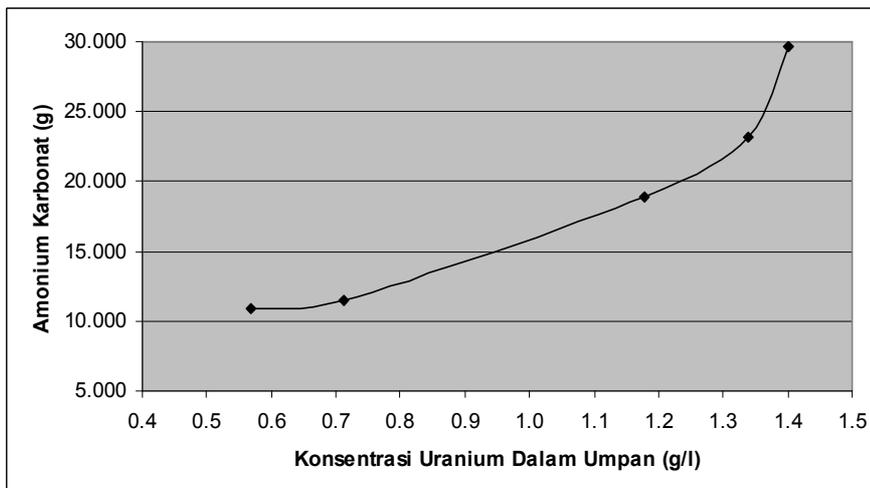
Hasil efisiensi pengendapan terlihat bahwa dengan pengendapan umpam tanpa penguapan dan penguapan volume hingga 50% dari volume aslinya terjadi kenaikan efisiensi sebesar 2,61% disamping itu yang lebih penting volume filtrat hasil pengendapan akan semakin sedikit. Pengendapan dengan konsentrasi uranium dalam umpam semakin besar (setelah penguapan volume lebih dari 50% dari volume aslinya) terjadi penurunan efisiensi yang cukup signifikan yaitu 21,36%, hal ini dimungkinkan karena dengan semakin besar konsentrasi uranium dalam umpam maka pH

pengendapan yang optimal akan rendah karena adanya pembentukan garam amonium yang dapat memperendah harga pH, diduga proses pengendapan pada konsentrasi uranium dalam umpan sebelum pH 5 sudah terjadi efisiensi pengendapan yang maksimal.<sup>[5]</sup> Dengan adanya kenaikan pH karena penambahan pereaksi pengendap maka endapan yang telah terjadi akan larut kembali menjadi larutan kompleksnya.<sup>[3,4,5]</sup> Hubungan antara konsentrasi uranium terhadap efisiensi pengendapan terlihat seperti pada Gambar-2.



**Gambar-2.** Hubungan konsentrasi uranium dalam umpan terhadap efisiensi pengendapan

Dalam proses pengendapan semakin besar kandungan uranium dalam umpan maka akan semakin banyak pula amonium karbonat yang digunakan untuk mencapai kondisi pH pengendapan pada pH 5. Hal ini dapat dilihat pada Gambar-3.



**Gambar-3.** Hubungan konsentrasi uranium dalam umpan terhadap amonium karbonat

---

## KESIMPULAN

Dari kegiatan ini diperoleh efisiensi pengendapan yang maksimal sebesar (96,86 ± 0,26) % dengan kandungan uranium dalam umpam sebesar 1,179 g/l.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk Ir. Bambang Herutomo yang telah banyak membimbing dan memberikan dorongan dalam melakukan kegiatan dan penulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. GALKIN,N., SUDARIKOV, VERYATIN,U., SHISHKOV,Y., “Technology of Uranium Atomizdat”, Moskow, 1964.
2. BENEDICT,M.,PIGFORD.,T.,H., and LEVI.,H.,W., “Nuclear Chemical Engineering”, Mc., Graw Hill Book, W., New York, 1981
3. SUKARMAN A., “Pengaruh pH dan Waktu Kontak Pada Pengendapan Amonium Uranil Karbonat (AUC)” Prosiding Pertemuan Ilmiah PPBMI-BATAN, Yogyakarta, 1983
4. SUSANTO, BAMBANG GALUNG, “Pengaruh pada kondisi pengendapan ADU secara sinambung terhadap sifat fisis U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> dan UO<sub>2</sub>”. Prosiding ISSN 0216-3128 UPT- PPIN, BATAN, 1986
5. ASMEDI S.,”Study Pendahuluan Pengendapan Uranil Nitrat Sebagai AUC Dengan Amonium Karbonat”, PPGM-LK-64-80, PPBMI, Batan, Yogyakarta, 1980
6. PUTRO KP, “Penerapan Cara Analisis Potensiometri Davies Gray Termodifikasi untuk Penentuan Kandungan Uranium” Prosiding Pertemuan Ilmiah I PPNY,- BATAN, Yogyakarta, 1998