

## PEMISAHAN U DAN Y DENGAN D<sub>2</sub>EHPA

Dwi Biyantoro, R. Subagiono, Rosyidin, Kris Tri Basuki, Tri Handini dan Purwoto  
PPNY BATAN, Jl. Babarsari Kotakpos 1008 Yogyakarta 55010

### ABSTRAK

*PEMISAHAN U DAN Y DENGAN D<sub>2</sub>EHPA. Telah dilakukan pemisahan campuran uranium dan itrium dengan ekstraksi. Larutan umpan uranium dan itrium dalam asam klorida, diekstraksi dengan D<sub>2</sub>EHPA yang dilarutkan dalam dodekan. Proses pemisahan ini menggunakan metoda ekstraksi cair-cair. Variabel ekstraksi yang dipelajari yaitu : konsentrasi asam klorida dalam umpan, konsentrasi ekstraktan, waktu ekstraksi, dan suhu ekstraksi. Dari evaluasi data percobaan diperoleh kondisi optimum sebagai berikut : molaritas asam klorida = 0,2 M, konsentrasi ekstraktan = 0,15 M D<sub>2</sub>EHPA, waktu ekstraksi = 15 menit, dan suhu ekstraksi 20 °C. Pada kondisi ini diperoleh nilai koefisien distribusi uranium = 34,43, koefisien distribusi itrium = 2,20, dan faktor pemisahan U-Y = 15,65.*

### ABSTRACT

*THE SEPARATION OF U AND Y BY D<sub>2</sub>EHPA. The separation of uranium and yttrium in hydrochloric acid was extracted by D<sub>2</sub>EHPA in dodecane. This process used liquid-liquid extraction methode. The variables studied were the concentration of hydrochloric acid, the concentration of extractant, time of extraction, and the temperature of extraction. The data evaluation of the research showed that the optimum condition was as follows : the concentration of HCl = 0.2 M, the concentration of extractant = 0.15 M D<sub>2</sub>EHPA, the time of extraction = 15 minutes, and the temperature of extraction = 20 °C. It was found that the distribution coefficient of uranium was = 34.43, the distribution coefficient of yttrium was = 2.20, and the separation factor of U-Y = 15.65.*

### PENDAHULUAN

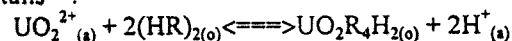
Dalam bahan bakar bekas reaktor nuklir pada umumnya masih banyak mengandung uranium, untuk dapat dimanfaatkan kembali perlu dipisahkan dari unsur-unsur radioaktif dan hasil belah pengabsorpsi neutron. Itrium adalah nuklida hasil belah yang perlu dipisahkan, karena mempunyai penampang serapan neutron besar yang dapat mempengaruhi ekonomi neutron yaitu menurunkan efisiensi dan daya reaktor<sup>(1)</sup>.

Salah satu teknologi pemisahan uranium dan itrium yang biasa dilakukan adalah menggunakan teknik ekstraksi cair-cair, teknik pemisahan ini sangat terkenal dan sering dikerjakan karena sederhana, cepat, mempunyai ruang lingkup yang luas, dapat memberikan faktor pemisahan yang tinggi serta dipakai untuk memisahkan ion-ion logam dari kadar rendah sampai kadar tinggi<sup>(2)</sup>.

Di-(2-ethylhexyl)-phosphoric acid (D<sub>2</sub>EHPA), tributil fosfat (TBP), dan tri octyl amine (TOA) adalah ekstraktan yang dapat dipakai untuk ekstraksi

logam uranium dan logam-logam yang lain. Sebagai pengencer dapat dipakai pelarut organik dodekan, kerosen atau toluen. Untuk memisahkan uranium dari ion-ion logam hasil belah dapat dilakukan di dalam larutan asam nitrat, asam klorida, asam sulfat, dan asam asetat<sup>(3)</sup>.

Menurut Sato, D<sub>2</sub>EHPA (HR) adalah ekstraktan yang cocok dan sering dipakai untuk ekstraksi uranium dan logam-logam yang lain. Reaksi antara uranium dan D<sub>2</sub>EHPA pada keasaman rendah mengikuti reaksi pertukaran kation dapat ditulis<sup>(4)</sup>:



Berdasarkan penjelasan di atas dipelajari parameter-parameter yang berpengaruh antara lain : keasaman larutan umpan dalam larutan klorida, konsentrasi ekstraktan, waktu pengadukan, dan suhu ekstraksi.

Koefisien distribusi (Kd) diperoleh sebagai rasio konsentrasi logam dalam fasa organik dengan konsentrasi logam dalam fasa air setelah mencapai keseimbangan. Keberhasilan pemisahan uranium dan itrium dinyatakan oleh faktor pemisahan (FP U-Y)

is dalam bentuk persamaan sebagai berikut<sup>(5)</sup>

$$FP_{U-Y} = \frac{Kd(U)}{Kd(Y)} \frac{CU(o)CU(a)}{CY(o)CY(a)}$$

dengan

CU(o) = konsentrasi uranium dalam fasa organik

CU(a) = konsentrasi uranium dalam fasa air

CY(o) = konsentrasi itrium dalam fasa organik

CY(a) = konsentrasi itrium dalam fasa air

Kd(U) = koefisien distribusi uranium

Kd(Y) = koefisien distribusi itrium

## CARA KERJA

### A. BAHAN

Ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA & densitas = 0,97 kg/l  
Solven dodekan & densitas = 0,75 kg/l  
Bahan kimia UO<sub>2</sub> 88,1% (PPNY), Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
NH<sub>4</sub>OH, HNO<sub>3</sub>, HCl, air suling.

### B. ALAT

Almari asam Alat pengaduk  
Timbangan analitik pH meter  
Alat-alat gelas corong pisah  
Alat analisis spektrofotometer pendar sinar-X

### C. CARA KERJA

#### C. Pembuatan Larutan Campuran Uranium dan Itrium Klorida

Dibuat larutan campuran uranium dan itrium klorida sebagai larutan umpan dibuat dari UO<sub>2</sub> buatan Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta (PPNY) ditambah HNO<sub>3</sub> 65% sedikit demi sedikit sambil dipanaskan hingga larut. Larutan dipanaskan terus menerus sampai kadar HNO<sub>3</sub> nya sekecil mungkin (habis). Kemudian larutan uranium ini ditambah YCl<sub>3</sub> dan HCl.

#### C.2. Ekstraksi

Lima belas ml larutan umpan (fasa air) dicampur dan diaduk dengan 15 ml D<sub>2</sub>EHPA dalam dodekan (fasa organik) secara satu di dalam gelas erlenmeyer. Rasio volume = 1 : 1, waktu ekstraksi = 15 menit. Setelah terjadi keseimbangan, kemudian dipisahkan antara fasa air dan organik. Rafinat yang berupa fasa air dari hasil ekstraksi dianalisis secara

kuantitatif kadar logam U dan Y nya dengan alat spektrofotometer pendar sinar-X. Pada percobaan ini parameter yang dipelajari yaitu keasaman larutan umpan, konsentrasi ekstraktan (D<sub>2</sub>EHPA) di dalam dodekan, waktu pengadukan, dan suhu ekstraksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

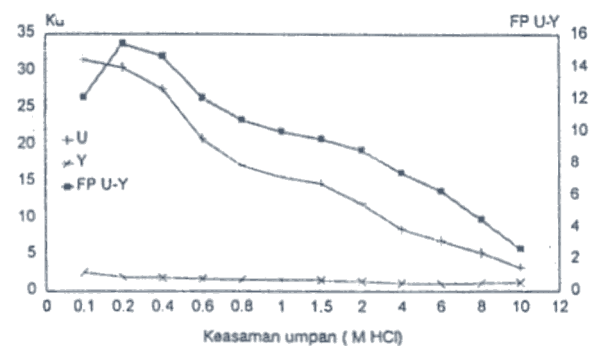
Dari hasil ekstraksi U dan Y dengan parameter tersebut di atas diperoleh hasil sebagai berikut :

#### a. Pengaruh keasaman larutan umpan.

Keasaman larutan umpan dinyatakan dalam molar (M) HCl yang terlarut. Ekstraksi uranium dan itrium dengan kadar umpan dalam fasa air yaitu U = 24.849 ppm dan Y = 849 ppm. Konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA = 0,15 molar (M) di dalam dodekan. Rasio volume = 1 : 1, waktu pengadukan = 15 menit, dan pada suhu ekstraksi = 30 °C. Hasil ekstraksi ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 1.

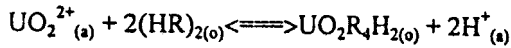
Tabel 1. Pengaruh keasaman larutan umpan terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

M HCl	Kd <sub>U</sub>	Kd <sub>Y</sub>	FP <sub>U-Y</sub>
0,1	31,63	2,61	12,12
0,2	30,58	1,98	15,44
0,4	27,62	1,88	14,69
0,6	20,92	1,73	12,09
0,8	17,27	1,61	10,73
1,0	15,74	1,57	10,02
1,5	14,85	1,55	9,58
2,0	12,08	1,36	8,88
4,0	8,57	1,15	7,45
6,0	6,95	1,10	6,32
8,0	5,26	1,16	4,53
10,0	3,22	1,21	2,66



Gambar 1. Hubungan antara keasaman umpan dengan Kd dan FP.

Dari data dan gambar 1 di atas ditunjukkan bahwa pemisahan U terhadap Y menggunakan teknik ekstraksi cair-cair secara catu dengan memakai ekstraktan D<sub>2</sub>EHPA dalam dodekan, keasaman larutan umpan berpengaruh terhadap koefisien distribusi (Kd) dan nilai faktor pemisahannya (FP). Semakin tinggi konsentrasi asam, koefisien distribusi menurun, hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi pertukaran kation, seperti ditunjukkan dibawah ini.



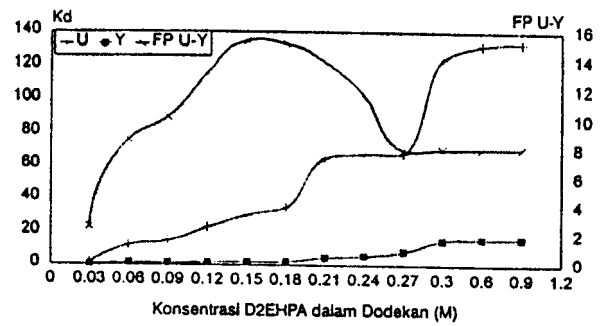
Hasil pemisahan optimum diperoleh pada konsentrasi asam klorida 0,2 M karena dapat memberikan nilai faktor pemisahan yang terbesar.

b. Pengaruh konsentrasi ekstraktan.

Variabel konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA dalam dodekan dalam pemisahan U dan Y telah dilakukan. Ekstraksi uranium dan itrium dengan kadar umpan yaitu U = 24.849 ppm dan Y = 849 ppm suasana 0,2 M HCl, rasio volume = 1 : 1, waktu pengadukan = 15 menit, dan pada suhu ekstraksi = 30 °C. Hasil ekstraksi ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA di dalam dodekan terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

Konsent. D <sub>2</sub> EHPA Molar/l	Kd <sub>U</sub>	Kd <sub>Y</sub>	FP <sub>U-Y</sub>
0,03	1,43	0,54	2,65
0,06	12,11	1,39	8,71
0,09	14,89	1,45	10,27
0,12	22,95	1,73	13,27
0,15	30,58	1,98	15,44
0,18	35,25	2,31	15,26
0,21	65,43	4,67	14,01
0,24	67,97	5,77	11,78
0,27	68,50	8,51	8,05
0,30	124,57	15,36	8,11
0,60	132,28	16,23	8,15
0,90	133,58	16,37	8,16



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA dalam dodekan dengan Kd dan FP.

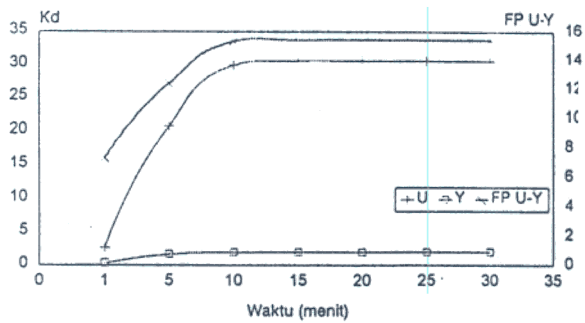
Dari data dalam tabel 2 dan gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA berpengaruh terhadap koefisien distribusi, semakin tinggi konsentrasi ekstraktan nilai Kd semakin besar. Pada percobaan ini dipilih konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA 0,15 M dengan pertimbangan bahwa pada kondisi ini itrium yang masuk ke dalam fasa organik kecil, sehingga memberikan faktor pemisahan optimum. Disamping itu dipandang dari segi biaya operasi lebih hemat, karena ekstraktan yang digunakan sedikit.

c. Pengaruh waktu pengadukan.

Waktu kontak pada ekstraksi sangat berpengaruh terhadap nilai koefisien distribusi dan faktor pemisahan. Variabel waktu ekstraksi pada pemisahan U dan Y dengan konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA = 0,15 M, kadar umpan dalam fasa air yaitu U = 24.849 ppm dan Y = 849 ppm suasana 0,2 M HCl, rasio volume = 1 : 1, pada suhu ekstraksi = 30 °C, memberikan hasil seperti ditunjukkan pada tabel 3, gambar 3 di bawah ini.

Tabel 3. Pengaruh waktu pengadukan terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

Waktu menit,	Kd <sub>U</sub>	Kd <sub>Y</sub>	FP <sub>U-Y</sub>
1	2,64	0,36	7,33
5	20,74	1,67	12,42
10	29,95	1,95	15,36
15	30,58	1,98	15,44
20	30,60	1,98	15,45
25	30,60	1,98	15,45
30	30,60	1,99	15,45



Gambar 3. Pengaruh waktu pengadukan terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

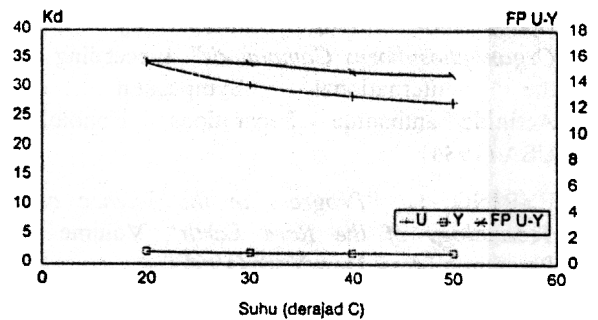
Dari hasil yang ditunjukkan dalam tabel 3 dan gambar 3 di atas tampak bahwa waktu pengadukan berpengaruh terhadap nilai koefisien distribusi dan faktor pemisahan. Setelah mencapai kondisi seimbang transfer U dan Y ke fasa organik dan yang berada dalam fasa rafinat sudah tetap, sehingga dikatakan sudah tidak terjadi perpindahan massa lagi.

d. Pengaruh suhu ekstraksi.

Suhu ekstraksi berpengaruh terhadap nilai koefisien distribusi dan faktor pemisahan. Pada berbagai suhu ekstraksi yang diteliti, pada kondisi kadar umpan dalam fasa air yaitu U = 24.849 ppm dan Y = 849 ppm suasana 0,2 M HCl, konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA = 0,15 M, rasio = 1 : 1, waktu pengadukan = 15 menit, diperoleh hasil seperti ditunjukkan dibawah ini.

Tabel 4. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

Suhu (°C)	Kd <sub>U</sub>	Kd <sub>Y</sub>	FP <sub>U-Y</sub>
20	34,43	2,20	15,65
30	30,58	1,98	15,44
40	28,73	1,94	14,81
50	27,57	1,89	14,581



Gambar 4. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap koefisien distribusi dan faktor pemisahan.

Dari data tabel 4 dan gambar 4 di atas ditunjukkan bahwa semakin tinggi suhu nilai koefisien distribusi menurun, Pada suhu 20 °C sampai 30 °C, nilai Kd kecenderungan menurun mulai tampak jelas, hal ini disebabkan ekstraksi dipengaruhi oleh reaksi pertukaran kation ini.

### KESIMPULAN

Pemisahan U dari Y dengan D<sub>2</sub>EHPA dapat dilakukan dengan teknik ekstraksi cair-cair. Keasaman, konsentrasi D<sub>2</sub>EHPA, waktu, dan suhu pada ekstraksi U dan Y sangat berpengaruh pada penentuan kondisi sistem yang optimum. Larutan campuran uranium dan itrium didalam 0,2 M HCl dengan kadar U = 24.849 ppm dan Y = 849 ppm, diekstraksi dengan 0,15 molar D<sub>2</sub>EHPA, rasio volume fasa air dengan fasa organik = 1 : 1, waktu ekstraksi = 15 menit, dan suhu = 20 °C, diperoleh kondisi optimum : Kd<sub>U</sub> = 34,43, Kd<sub>Y</sub> = 2,20, dan FP<sub>U-Y</sub> = 15,65.

### DAFTAR PUSTAKA

- BENEDICT, M., PIGFORD, T.H., AND LEVI, H.W., "Nuclear Chemical Engineering", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Book Company, New York (1981).
- LADDA, G. S. and DEGALLESAN, T. E., "Transport Phenomena in Liquid Extraction", Tata McGraw-Hill Publishing, Co., Ltd., New Delhi (1976).
- MOORE, F. L., "Liquid-liquid Extraction with High-molecular-weight Amines", NAS-NS3101, US Atomic Energy Commission (1960).
- SATO, T., "The Extraction of Uranium (IV), Yttrium (III), and Lanthanum (III) from

*Hydrochloric Acid Solution by Acid Organophosphorus Compounds*", Preceeding of the International Symposium on Actinide/Lanthanide Separations, Honolulu, USA (1984).

5. EYRING, L., "*Progress in the Science and Technology of the Rare Earth*", Volume 1, Pergamon Press, New York (1964).

---

*Tanya jawab :*

*Suci Widayati :*

- *Bagaimana kira-kira efektifitas metoda ini untuk pemisahan U dari unsur-unsur lantanida yang lain*

*yang juga memiliki penampang serapan neutron besar (La, Gd, Sm)? Apakah sudah pernah dicoba? Bagaimana bila dilakukan secara serempak?*

**Dwi Biyantoro :**

- Metoda ini efektif, karena D<sub>2</sub>EHPA baik untuk ekstraksi uranium dan logam-logam yang lain termasuk lantanida. Sepengetahuan kami, dengan teknik ekstraksi cair-cair belum pernah dicoba. Dengan memanfaatkan perbedaan K<sub>dU</sub>, K<sub>dLa</sub>, K<sub>dGd</sub>, K<sub>dSm</sub> akan diperoleh faktor pemisahan yang baik.