



## PEMISAHAN U DARI Ru MEMAKAI PELARUT TBP DENGAN METODA MEMBRAN EMULSI

A. Ninik Bintarti, Bambang EHB, J. Jati Pramono  
Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta - BATAN

### ABSTRAK

PEMISAHAN U DARI Ru MEMAKAI PELARUT TBP DENGAN METODA MEMBRAN EMULSI. Telah dilakukan proses ekstraksi uranium (U) terhadap rutenium (Ru) memakai pelarut tributil fosfat (TBP) dengan pengencer kerosin dan surfaktan Span - 80 sebagai zat pematang membentuk membran emulsi. Sebagai fasa internal dipakai larutan natrium karbonat pH :10 - 11. U dan Ru dalam HNO<sub>3</sub> digunakan sebagai umpan, untuk pemecah membran digunakan butanol. Membran yang digunakan untuk ekstraksi mempunyai susunan yang terdiri atas surfaktan 5%volume, TBP 10%volume, kerosin 35%volume, dan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 50%volume. Telah dicoba variasi waktu-aduk dan kecepatan-aduk pada berbagai harga keasaman umpan, berturut-turut 0,5 M; 0,75 M dan 1 M. Hasil percobaan ekstraksi memakai metode membran emulsi dengan umpan yang mengandung 5000 ppm uranium dan 325 ppm rutenium diperoleh hasil terbaik pada keasaman umpan 0,5 M, waktu ekstraksi 15 menit dan kecepatan-aduk 800 rpm memberikan harga  $K_d$  stripping U = 0,5660 dan efisiensi-pungut U = 49,73% serta faktor-pisah dari Ru nol.

### ABSTRACT

THE URANIUM SEPARATION FROM Ru USING TBP SOLVENT BY MEMBRANE EMULSION METHOD. An extraction process for uranium (U) separation from ruthenium (Ru) by tributyl phosphate (TBP) as a solvent with kerosene as a diluent and surfactant the Span - 80, as emulgator has been performed. A sodium carbonate solution having pH 10 - 11 was used as the internal phase. The feed contained U and Ru in HNO<sub>3</sub> solution, while butanol was used as the membrane splitter. The membrane used for extraction had a composition of 5%vol surfactant, 10%vol TBP, 35%vol kerosene and 50%vol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solution. The mixing time and speed were varied in value, so were the acidity levels, ranging from 0.5 M, 0.75 M up to 1 M. The result of the experimental separation of a mixture containing 5000 ppm U and 325 ppm Ru showed that a molarity of 0.5 M HNO<sub>3</sub> in the feed, 15 minutes mixing time, and 800 rpm mixing speed were found to be the best conditions for the extraction. Such conditions had resulted in achieving the value of stripping distribution coefficient  $K_d$  for U = 0.5660 with 49.73% U recovery efficiency and a practically zero separation factor from Ru.

### PENDAHULUAN

Tujuan melakukan ekstraksi uranium (U) terhadap rutenium (Ru) dengan proses membran emulsi adalah untuk memperoleh hasil yang lebih besar, waktu proses yang lebih cepat dan pemakaian pelarut yang lebih hemat jika dibandingkan dengan ekstraksi biasa<sup>[4]</sup>. Penelitian ini dilakukan untuk memisahkan U terhadap pengotor-pengotornya yang salah satunya adalah rutenium. Hal ini disebabkan Ru merupakan hasil belah pengganggu yang paling sulit dipisahkan. Ru dapat berada dalam berbagai macam tingkat oksidasi dan setiap tingkat oksidasi mempunyai ion kompleks dan *species* molekuler bersama-sama sekaligus, sehingga sulit untuk meramalkan perilaku Ru.

Sasaran penelitian ini adalah untuk memperkecil jumlah pengotor, mengingat uranium yang dipakai di dalam bahan bakar nuklir harus mempunyai kemurnian tinggi yang disebut tingkat murni nuklir. Proses ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan dari beberapa cara pemisahan yang lain seperti pengendapan bertingkat, kristalisasi bertingkat maupun penukar ion. Proses ekstraksi U telah banyak dilakukan dengan berbagai pelarut dan salah satu pelarut yang selektif terhadap uranium adalah tributil fosfat (TBP) dengan pengencer kerosin<sup>[2]</sup>. Pada penelitian yang pernah dilakukan untuk proses ekstraksi biasa terhadap rutenium, diperoleh hasil dengan keasaman tinggi dengan koefisien distribusi Ru semakin berkurang, sehingga dengan

memakai metoda membran diharapkan memberikan hasil pemisahan terhadap uranium lebih mudah, jika dibandingkan dengan proses ekstraksi biasa. Pelarut TBP biasa digunakan untuk memisahkan dan memurnikan U<sup>[2]</sup> dan jika dibandingkan dengan pelarut D2EHPA, maka kelebihanya adalah harganya yang lebih murah kira-kira setengah dari harga D2EHPA. Jadi penelitian ini dilakukan sebagai usaha penghematan.

Ekstraksi memakai cara membran emulsi yaitu melakukan ekstraksi sekaligus re-ekstraksi (*stripping*). Emulsi sendiri merupakan sistem koloid baik zat terdispersi maupun zat pendispersinya cair.<sup>[1]</sup> Ekstraksi memakai metoda membran biasa disebut dengan metoda LSM (*Liquid Surfactant Membrane*) atau metoda membran cair yang diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk pemisahan uranium terhadap ruthenium pada pengolahan uranium hasil produksi radio isotop, uranium limbah bekas pengolahannya dan memperkecil hasil-hasil belah pada pengolahan uranium dari bahan bakar bekas yang juga mengandung unsur-unsur aktinida. Susunan jumlah dari masing-masing aktinida dan unsur-unsur produk fisi adalah berbeda untuk jenis reaktor yang berbeda. Sebagai tahap awal dicoba memisahkan antara uranium terhadap salah satu produk fisi yaitu ruthenium dan untuk gambaran perbandingan uranium terhadap ruthenium untuk reaktor jenis PWR adalah U dalam gram (g) dan Ru dalam µg yaitu  $9,54 \times 10^5$  U dan  $1,9 \times 10^3$ , untuk jenis LMFBR mengandung U  $8,56 \times 10^5$  dan  $3,37 \times 10^3$ , untuk HTGR mengandung U  $5,44 \times 10^4$  dan  $3,9 \times 10^3$  semua untuk waktu pendinginan 150 hari.<sup>[2]</sup>

Pada proses ekstraksi akan terbentuk kompleks yang dapat berupa kation atau anion yang akan berasosiasi dengan kation atau anion lain, sehingga dihasilkan kompleks yang tidak bermuatan. Komplek ini akan terekstrak ke dalam fasa organik sehingga akan terdistribusi ke dalam fasa organik dan fasa air. Kelarutannya ditentukan oleh sifat kompleks logamnya. Apabila kompleks mengandung gugus organik yang berukuran besar, maka kelarutannya akan lebih besar dalam fasa organik<sup>[3]</sup>.

Pada penelitian ini dipakai umpan yang mengandung perbandingan U terhadap

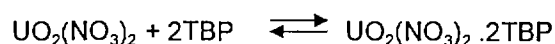
Ru belum sesuai dengan kenyataan 'karena pada tahap ini baru menguji kemampuan membran dan berhubung dengan alat analisis yang digunakan untuk jumlah Ru di bawah 100 ppm sulit dilakukan, sehingga untuk perbandingan U terhadap Ru yang besar sesuai dengan keadaan yang nyata belum bisa dilakukan.

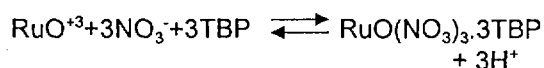
Dalam fasa organik kemungkinan akan terjadi interaksi yang akan mempengaruhi konsentrasi kompleks dalam fasa organik, sehingga mempengaruhi efisiensinya. Apabila konsentrasi ekstraktn diperbesar, maka dapat terjadi polimerisasi secara cepat sehingga menurunkan efisiensinya.

Pada pembentukan membran emulsi dibutuhkan surfaktan, yaitu zat ketiga sebagai zat pemantap supaya emulsi tidak segera pecah dan terpisah lagi karena surfaktan akan membungkus butir-butir cairan terdispersi dengan suatu lapisan tipis, sehingga butir-butir dapat bergabung menjadi suatu fasa kontinyu. Dipilih jenis emulsi air dalam minyak (A/M) dengan surfaktan yang mempunyai nilai HLB (*Hydrophyle Lipophyle Balance*) 3 sampai 6, untuk mendapatkan emulsi ini, dipilih surfaktan Span - 80 yang mempunyai HLB 4,3.<sup>[3]</sup> Span - 80 sendiri merupakan surfaktan non ionik dari campuran bermacam-macam ester (Sorbitan, mono, di, tri oleat [RCOOR]), komponen meta sorbitol (ROH) atau asam oleat (RCOOH) dan air<sup>[4]</sup>. Pada umumnya Span - 80 disebut sorbitan saja. Span - 80 mengalami dekomposisi dalam fasa air internal yang akan memberikan kestabilan pada emulsi.

Pada proses ekstraksi memakai teknik membran cair, maka zat terlarut yang berada dalam fasa air eksternal (umpan) akan diambil masuk ke fasa air internal dalam membran sesudah dilakukan kontak beberapa saat antara umpan dengan membran. Zat terlarut masuk melalui LSM memakai TBP sebagai pelarut (*solven*) secara difusi<sup>[5]</sup>.

Ion-ion U dan Ru diekstraksi memakai pelarut TBP dan kemungkinan reaksi yang terjadi adalah :





Dengan melihat persamaan reaksi di atas kemungkinan kecepatan ekstraksi U dan Ru sebanding dengan konsentrasi U dan Ru dalam umpan dan konsentrasi pelarut TBP dalam fasa organik. Dalam proses ekstraksi memakai metoda membran dikenal koefisien distribusi ekstraksi ( $K_{d, \text{Eks}}$ ) dan juga koefisien distribusi stripping ( $K_{d, \text{Strip}}$ ).

Membran emulsi sesudah dipakai untuk mengekstraksi dilanjutkan dengan pemecahan membran dengan bantuan butanol beberapa tetes, meskipun TBP larut dalam butanol tetapi tidak mengganggu pemecahan lapisan tipis yang melindungi butir-butir terdispersi sehingga pengambilan fasa air internal yang telah mengandung zat terlarut bisa berlangsung. Fasa air eksternal dan fasa air internal dianalisis memakai alat pendar sinar, untuk alat ini diambil *range* standar Ru dari 100 - 500 ppm sehingga 100 ppm terdeteksi, jadi dianggap limit deteksi 100 ppm. Dalam kenyataannya tenaga U dan Ru terjadi interferensi meskipun begitu dari puncak tenaga dipilih interferensi yang memberikan angka-angka hasil analisis yang jelas. Hal ini diupayakan dengan cara adisi yaitu konsentrasi U diturunkan dengan pengenceran, kemudian konsentrasi Ru diperbesar. Kadar Ru yang seakan-akan 0 ppm tetapi sebenarnya di bawah batas deteksi alatnya bisa diketahui kadar yang sebenarnya.

## TATA KERJA

### A. Bahan.

Bahan yang digunakan adalah  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{RuCl}_3$ , TBP, Kerosin, Span - 80,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , Butanol dan *Aquades*.

### B. Alat-alat.

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah : *Magnetic stirrer*, pengaduk kecepatan tinggi, neraca analitik, pH meter, XRF dan alat-alat gelas.

### C. Metoda.

#### Pembuatan membran emulsi.

1. Dalam 10 ml fasa organik divariaasi % volume. TBP dari 5, 10, 15 dan 20% volume, untuk pemakaian surfaktan yang tetap 5 % volume. (sebagai hasil penelitian terdahulu) dalam pengencer kerosin. Perbandingan fasa organik terhadap fasa air internal 1 : 1 karena pada kondisi ini memberikan waktu kestabilan membran yang paling lama. Digunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai fasa air internal.
2. Percobaan No. 1 dipilih TBP sebanyak 10%, karena memberikan waktu kestabilan membran paling lama. Percobaan berikutnya adalah variasi pH fasa air internal dari 8, 9, 10, 11 dan 12. Diperoleh pH sekitar 10 - 11 yang memberikan waktu kestabilan membran paling lama.
3. Percobaan selanjutnya adalah variasi waktu emulsifikasi dari 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit.

#### Proses ekstraksi

1. Umpan yang mengandung U (5000 ppm) dan Ru (325 ppm) dalam asam nitrat sebanyak 20 ml, ditambah membran 10 ml diaduk dengan kecepatan 600 rpm dan waktunya divariaasi dari 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit, kemudian didiamkan sebentar sampai terpisah antara fasa air dan fasa organik (membran). Selanjutnya dipisahkan dan fasa organiknya (membran) dipecah menggunakan butanol, kemudian fasa air eksternal dan fasa air internalnya dianalisis.
2. Pekerjaan No.1 diulangi dengan variasi kecepatan pengadukan dari 200, 400, 600, 800, 1000 dan 1200 rpm. Dan selanjutnya dilakukan percobaan dengan variasi keasaman umpan.dengan waktu pengadukan yang optimum dari hasil percobaan No.1.
3. Kemudian dilakukan percobaan dengan variasi keasaman umpan dari 0,5 ; 0,75 dan 1M  $\text{HNO}_3$ .
4. Dilakukan pula ekstraksi secara biasa yaitu pelarut tidak diubah dalam bentuk membran emulsi, dan ekstraksi-ulang dilakukan sendiri sesudah proses ekstraksi. Hal ini dilakukan supaya jelas terlihat keuntungan yang diperoleh jika dilakukan dengan teknik membran.

## HASIL DAN BAHASAN

Membran yang digunakan sebagai hasil penelitian pembuatan membran mempunyai susunan yang terdiri dari 10% volume. TBP, 5% volume. Span-80, pH fasa air internal 10 - 11, waktu emulsifikasi 20 menit dan perbandingan fasa organik terhadap fasa air 1/1 mempunyai kestabilan membran yang relatif lama. Untuk mengetahui keberhasilan pemisahan dikenal faktor pisah (FP) yang merupakan perbandingan koefisien distribusi *stripping* zat terlarut dengan koefisien distribusi *stripping* Ru. Di sini dikenal koefisien distribusi ekstraksi dan koefisien distribusi *stripping*. Koefisien distribusi *stripping* merupakan perbandingan antara konsentrasi zat terlarut dalam fasa organik dengan konsentrasi zat terlarut dalam fasa air internal.

Untuk waktu pengadukan dipilih 15 menit dengan pertimbangan pada kondisi ini memberikan efisiensi ( $\eta$ ) U paling tinggi, meskipun perbedaan itu sangat kecil. makin lama waktu pengadukan memberikan waktu pisah antara fasa air eksternal terhadap membran lebih lama.

Untuk keasaman umpan 1 M dipilih kecepatan pengadukan 800 rpm yang memberikan harga efisiensi U adalah 33,40%, dengan harga faktor pisah nol,

cukup baik untuk pemisahan. Jika dipilih 100 rpm dengan efisiensi ( $\eta$ ) U adalah 57,30% akan memberikan waktu pisah lebih lama dan hanya memberikan kenaikan efisiensi yang tidak berarti.

Dari Tabel 3 dipilih waktu pengadukan 10 menit untuk penggunaan keasaman umpan 0,75 M memberikan harga  $\eta U = 4,4\%$  dan harga faktor pisah 0, makin kecil harga FP maka pemisahan semakin baik, yang berarti uranium sebagian besar terpisah dengan ruthenium dan untuk penambahan waktu ekstraksi lebih dari 10 menit hampir tidak berpengaruh nyata.

Pada penggunaan keasaman 0,75 M terlihat dalam Tabel 4 bahwa kecepatan pengadukan 400 rpm memberikan harga  $\eta U$  paling tinggi yaitu 26 % dan harga FP = 0 cukup baik untuk pemisahan.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa untuk umpan dengan keasaman 0,5 M, kenaikan waktu ekstraksi hampir tidak memberikan pengaruh yang berarti ini dapat terlihat U dapat terpisah dengan baik terhadap Ru, tetapi hanya memberikan efisiensi yang tidak terpaut banyak. Dipilih waktu ekstraksi 15 menit, sedangkan untuk waktu pengadukan 30 menit memberikan  $\eta U = 34\%$ , tetapi waktu pisahnya lama.

**Tabel 1. Variasi waktu pengadukan, keasaman umpan 1 M, kecepatan pengadukan 600 rpm.**

Waktu, menit	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi ( $\eta U$ ),%
5	884	< LD	736	78	0,8333	~	0	17,68
10	944	"	589	63	0,6250	~	0	20,00
15	1228	"	329	0	0,2703	~	0	24,56
20	1214	"	410	0	0,3333	~	0	24,28
25	1100	"	853	101	0,7692	~	0	22,00
30	1227	"	652	96	0,5263	~	0	24,54

**Tabel 2. Variasi kecepatan pengadukan, keasaman umpan 1 M, waktu pengadukan 15 menit.**

Kec, pengadukan rpm.	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi ( $\eta U$ ),%
200	785,1	< LD	738,7	164,2	1,0204	~	0	14,50
400	1163,5	"	884,5	149,7	0,7576	~	0	23,30
600	1657,2	172,6	360,4	0	0,2174	0	~	33,00
800	1667,3	<LD	727,1	94,0	4,3478	~	0	33,40
1000	1862,5	"	911,5	178,0	0,4902	~	0	37,30
1200	885,5	79	2266,8	80,0	2,3256	0,4469	5,204	20,00

**Tabel 3.** Variasi waktu pengadukan, keasaman umpan 0,75 M, kecepatan pengadukan 600 rpm.

Waktu, menit	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi( $\eta$ U),%
5	174	<LD	2508	0	14,4140	~	0	3,5
10	218	"	3289	179	14,2857	~	0	4,4
15	198	"	2461	132	12,5000	~	0	4,0
20	192	"	2875	128	14,2857	~	0	4,0
25	208	"	3340	228	16,6700	~	0	4,0
30	190	"	3080	165	16,2100	~	0	4,0

**Tabel 4.** Variasi kecepatan pengadukan, keasaman umpan 0,75 M, waktu pengadukan 10 menit.

Kec, pe ngadukan rpm.	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi ( $\eta$ U),%
200	631,0	<LD	1503	184	2,3810	~	0	13,00
400	129,7	"	1701	103	1,3116	~	0	26,00
600	654,1	"	2692	131	4,1152	~	0	13,10
800	459,0	"	3091	113	6,7385	~	0	10,00
1000	561,6	"	2832	101	5,0000	~	0	11,00
1200	513,0	"	2748	106	5,2632	~	0	10,30

**Tabel 5.** Variasi waktu pengadukan, keasaman umpan 0,5 M, kecepatan pengadukan 600 rpm.

Waktu, menit	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi ( $\eta$ U),%
5	1495,8	<LD	1352	200	0,9100	~	0	30
10	1017,6	"	1748	241	1,6700	~	0	20
15	1440,7	"	945	195	0,6700	~	0	30
20	1322,3	"	974	148	0,7353	~	0	26
25	1597,6	"	1105	158	0,6897	~	0	32
30	1720,5	"	1202	97	0,7000	~	0	34

**Tabel 6.** Variasi kecepatan pengadukan, keasaman umpan 0,5 M, waktu pengadukan 15 menit.

Kec, pe ngadukan rpm.	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi ( $\eta$ U),%
200	667,7	0	1059	163,3	1,5865	~	0	13,55
400	710,2	0	1421	178,5	2,0000	~	0	14,02
600	1320,3	0	1438	155,1	1,0893	~	0	26,80
800	2450,7	0	1387	134,1	0,5660	~	0	49,73
1000	1026,1	0	1379	164,8	1,3440	~	0	20,82
1200	2053,9	0	1662	241,4	0,8065	~	0	42,00

**Tabel 7. Ekstraksi biasa variasi kecepatan ekstraksi untuk % vol. TBP 30 %, keasaman 1 M, waktu pengadukan 15 menit.**

Kec, pe ngadukan rpm.	U dalam Fair,ppm	Ru dalam Fair,ppm	U dalam FO,ppm	Ru dalam FO,ppm	Kd <sub>Strip</sub> U	Kd <sub>Strip</sub> Ru	F.P	efisiensi (ηU),%
200	744,4	237,7	2755,6	87	3,7	0,3660	10,11	14,90
400	426,3	280,0	3073,8	45	7,2	0,1607	44,80	8,50
600	434,8	263,1	3065,2	62	7,0	0,2357	29,70	8,70
800	597,3	282,2	2902,7	43	5,0	0,1524	32,81	12,00
1000	518,8	262,8	2981,2	62	5,7	0,2360	24,15	12,40
1200	838,8	274,7	2661,3	50	3,2	0,1820	17,58	16,80

**Tabel 8. Kondisi optimum kecepatan dan waktu pengadukan.**

HNO <sub>3</sub> , M	Waktu Pengadukan, menit	Kec. Pengadukan, rpm	F.P	efisiensi U(%)
0,50	15	800	0	49,73
0,75	10	400	0	26,00
1,00	15	800	0	33,40

Dari Tabel 6 dijelaskan bahwa pada variasi kecepatan pengadukan memberikan pemisahan antara U dan Ru terbaik pada kecepatan 800 rpm, karena harga efisiensi yang dihasilkan relatif paling tinggi yaitu 49,73%.

Dari hasil percobaan terbukti bahwa pengaruh konsentrasi HNO<sub>3</sub> ([HNO<sub>3</sub>]) dalam umpan sangat besar terhadap efisiensi pemisahan. Pada [HNO<sub>3</sub>] yang tinggi ion nitrat dapat masuk ke lingkaran koordinasi ion-ion logam dan akan terekstrak pula oleh TBP, sehingga menurunkan efisiensinya. Tetapi pada [HNO<sub>3</sub>] yang kecil akan memberikan efisiensi yang rendah, karena asam juga merupakan katalisator pembentukan kompleks U-TBP.

Sebagai bahan perbandingan dilakukan ekstraksi biasa yang telah banyak dilakukan dengan berbagai variasi. Kondisi optimum yang diperoleh untuk ekstraksi biasa antara lain % volume. TBP 30 %, waktu pengadukan 15 menit dan keasaman umpan 3 M HNO<sub>3</sub>. Untuk percobaan ini dipakai % volume TBP, waktu pengadukan 15 menit dan keasaman umpan 1 M, dengan maksud supaya ada kesamaan dengan kondisi pemisahan memakai teknik membran.

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada kecepatan pengadukan 200 rpm memberikan faktor pisah paling rendah dan efisiensi U relatif tinggi. Sebagai dasar pemilihan adalah efisiensi U yang mempunyai harga relatif tinggi yaitu 14,9 dan faktor pisah 10,11 yang merupakan harga faktor pisah terkecil 10,11. Untuk kecepatan pengadukan 1200 rpm faktor pisahnya terbesar yaitu 17,58 lebih besar dari FP 200 rpm. Dipilih yang mempunyai harga FP terkecil karena FP yang semakin kecil maka pemisahan semakin baik. FP = konsentrasi U dalam fasa organik dibagi dengan konsentrasi U dalam fasa air internal.

Jika dibandingkan ekstraksi biasa maka efisiensi pemisahan dengan teknik membran lebih tinggi. Keuntungan lain cara membran adalah hanya memerlukan pelarut yang lebih sedikit yaitu 10 % TBP, sedangkan ekstraksi biasa adalah 30 % TBP.

Dari hasil percobaan dengan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan yang dilakukan pada keasaman umpan 0,5 ; 0,75 dan 1 M dibuat tabel untuk kondisi yang optimum diperoleh seperti pada Tabel 8.

## SIMPULAN

Dari data percobaan di atas dan dari tabel 8 maka dapat disimpulkan bahwa keasaman 0,5 M pada umpan akan memberikan efisiensi (η) paling tinggi yaitu 49,73 % dengan FP = 0, kecepatan pengadukan 800 rpm, waktu pengadukan 15 menit dan harga koefisien distribusi stripping U adalah 0,5660.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Amin Kusmiyatun, mahasiswi S1 STTL Yogyakarta yang telah membantu dalam penelitian ini.

**PUSTAKA**

- [1] JOHANES.H , *Pengantar Kimia Koloid dan Kimia Permukaan*, UGM. Press, Yogyakarta ( 1973).
- [2] LONG. J. T., *Engineering for Nuclear Fuel Reprocessing* , ANS,Oak Ridge Tenese, (1978).
- [3] ANIEF. MOH., *Emulsi* Fakultas Farmasi UGM, Yogyakarta, (1982).
- [4] ABOU-NEMEH and VAN PATHEGEN, *Membrane Recycling in the Liquid Surfactant Membrane Process* , Ind. Eng. Chem. Res. pp 32. 143 - 147. (1993).
- [5] HAYWORTH. HC - BURNS. W.A., *Extraction of Uranium from Wet Process Phosphoric Acid Liquid Membran* , Sep. Sci. Technol. (1983).
- [6] Y.MORI., H.VEMAE, S. HIBINO., W.EGUCHI, *Proper Condition of the Surfactant Liquid Membrane for The Recovery and Concentration of Cr (VI) from Aqueous Sulfuric Acid Solution*, ICE, January, (1990).
- [7] ANIRUDDHA J. SHERE and H. MICHAEL CHEUNG, *Effect of Preparation Parameters on Leakage in Liquid Surfactant Membrane Systems*, Dept. of Chemical Engineering The University of Akron, Ohio, (1988).
- [8] MELZNER. D., TILLKONSKI.J., MOHRMANN. A., POPPE. W. HALWACHS. W., SCHUGERL. K., *Selective Extraction of Metal by The Liquid Membrane Technique*, Hydrometalurgy, (1984).
- [9] DRAXLER and R. MARR., *Emulsion Liquid Membrane Part I<sup>th</sup> Fenomenon and Industrial Application*, Institut fur Verfactens Technik Teshnishe Universitat Grass., Inffeldgaste 25. 8010 Graz (Austria) July, 1, (1986).

**TANYA JAWAB**

Indro Yuwono

- Dalam penentuan umpan U dan Ru, apakah sudah ditinjau tentang kemampuan deteksi alat analisis?
- Mohon dijelaskan fasa internal asam dan fasa internal basa dalam Span-80?

Ninik Bintarti :

- Batas deteksi alat analisis adalah 100 ppm. Jadi kadar unsur Ru yang lebih rendah dari limit deteksi alat tidak akan tercacah.
- Pada pengekstrakan kation (fasa internal asam), ekstraktan berupa kation pada fasa membran membentuk kompleks dengan ion  $UO_2^{2+}$ , kemudian berpindah ke fasa air internal. Disini kompleks terdekomposisi karena reaksi pertukaran ion dengan asam  $H_3PO_4$  atau asam-asam lain. Kompleks melepaskan ion  $UO_2^{2+}$  dan menarik  $H^+$ , kemudian  $UO_2^{2+}$  masuk ke fasa air internal.

Wahlan Wirakusumah

- Jenis contoh apakah yang digunakan dalam penelitian ini? Seandainya digunakan contoh dari *yellow-cake* hasil pengolahan *U-ore*, bagaimana hasilnya?

Ninik Bintarti

- Penelitian ini dilakukan secara simulasi yaitu uranium umpan diperoleh dengan melarutkan  $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$  dalam  $HNO_3$ . Umpan *yellow-cake* hasil pengolahan *U-ore* belum dicoba.

Winarti Andayani

- Apa perbedaan antara pemisahan U dan Ru menggunakan pelarut TBP dan DEHPA dan pelarut manakah yang lebih baik?

Ninik Bintarti

- Pelarut TBP sudah lama dan biasa digunakan untuk ekstraksi U dan harganya lebih murah dibandingkan dengan D2EHPA. Penelitian dengan pelarut D2EHPA baru dalam taraf awal sehingga belum dapat menentukan yang lebih baik di antara kedua pelarut.