

PENGAMBILAN AKTINIDA DENGAN PROSES TBP Studi Modifikasi Proses PUREX

Djarot S. Wisnubroto
Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif

ABSTRAK

PENGAMBILAN AKTINIDA DENGAN PROSES TBP. Studi terhadap modifikasi proses PUREX dilakukan dengan tujuan perluasan proses PUREX sehingga dapat mengambil aktinida bervalensi tiga. Dalam penelitian ini neodimium (Nd) digunakan sebagai pengganti aktinida bervalensi tiga seperti amerisium (Am) dan curium (Cm). Percobaan dilakukan secara batch, dan analisis dilakukan menggunakan UV-VIS spektrometer. Seperti yang diharapkan U mudah diekstraksi oleh tri-*n*-butil fosfat (TBP), tetapi masalah terdapat pada ekstraksi Nd. Hal ini dapat dipecahkan dengan menambahkan NaNO₃ pada fase air. Penambahan 0,2M NaNO₃ cukup untuk mengambil Nd dari fase air. Kenaikan suhu akan mengurangi distribusi U dan Nd dalam fase organik. Evaluasi seluruh data menghasilkan sebuah proses dinamakan proses TBP untuk pengambilan U dan Nd (atau aktinida bervalensi tiga) sekaligus, yaitu pertama U diambil langsung dari asam nitrat, kemudian Nd diekstraksi dengan menambahkan NaNO₃ ke dalam fase air sehingga meninggalkan hasil belah. Pemisahan aktinida bervalensi tiga dan unsur tanah jarang dilakukan dengan menggunakan kombinasi pengompleks diethylenepentaacetic acid (DTPA) dan ekstrakтан diisodecylphosphoric acid (DIDPA) atau diethylhexylphosphoric acid (HDEHP).

ABSTRACT

RECOVERY OF ACTINIDES BY TBP PROCESS. Modification of PUREX process has been studied. The aim of the modification is to extend the ability of PUREX process that can recover trivalent actinides. Nd was used as a substitute of three valence actinides such as americium and curium. The experiment was done by batch method, and using UV-VIS spectrophotometer for the analysis. As expected, U is easily extracted by tri-*n*-butylphosphat (TBP), but the problem is extraction of Nd. This difficulty can be solved by addition of NaNO₃ in the aqueous phase. Addition of 0.2M NaNO₃ is enough for the recovery of Nd. Rising of temperature reduces U and Nd distribution in organic phase. Evaluation of all results gives a process named as TBP process for recovery U and Nd (or three valence actinides). First U is extracted from nitric acid, then Nd is recovered by addition of NaNO₃ in the aqueous phase leaving fission products. Then, the trivalent actinides can be separated from rare earths by combination of complexant of diethylenepentaacetic acid (DTPA) and extractant of diisodecylphosphoric acid (DIDPA) or diethylhexylphosphoric acid (HDEHP).

PENDAHULUAN

Berdasarkan penanganan ujung belakang daur bahan bakar nuklir terdapat dua siklus daur, yaitu daur terbuka dimana bahan bakar bekas disimpan tanpa pengambilan kembali U dan Pu, dan daur tertutup dimana proses olah ulang dilakukan. Studi perbandingan dari kedua daur tersebut merupakan hal yang masih kontroversial karena melibatkan pula parameter ketidak pastian pada nasib bahan bakar bekas atau limbah radioaktif yang disimpan setelah jangka waktu lama^{1,2}. Tetapi penelitian kedua daur tersebut terus dilakukan, terutama pada ujung akhir daur (*back end*) meskipun beberapa negara maju mengendurkan penggunaan PLTN sebagai pemasok energi listrik.

Saat ini kegiatan penelitian di negara-negara pengguna tenaga nuklir lebih banyak pada daur tertutup dengan menekankan peningkatan keselamatan pengelolaan bahan radioaktif terutama pada pencarian material untuk

imobilisasi limbah aktivitas tinggi dan/ atau pemisahan unsur berwaktu paruh panjang yang diikuti penelitian transmudasi terhadap unsur-unsur tersebut.

Dasar dari penelitian yang dilakukan ini adalah pengembangan proses pemisahan unsur-unsur aktinida dari hasil belah yang terdapat pada limbah cair aktivitas tinggi. Makalah ini membahas kemungkinan penggunaan TBP sebagai ekstrakтан aktinida termasuk aktinida bervalensi tiga. Selama ini diketahui bahwa TBP tidak dapat mengekstraksi aktinida bervalensi tiga. Dengan hipotesis bahwa ketidak mampuan TBP mengekstraksi aktinida (III) salah satunya adalah karena gugus fungsional P=O terisi oleh HNO₃, maka dilakukan penambahan garam nitrat sehingga mengurangi ikatan HNO₃ dengan P=O dan menambah kemungkinan terekstraksinya aktinida (III) (misalnya Am(III), Cm(III)) oleh TBP³. Hipotesis penelitian ini dipertegas dengan penelitian lain, yaitu pengambilan Am (atau Nd dalam penelitian ini) dengan menggunakan

ekstraktan *n-octyl(phenyl)-N,N-diisobutylcarbamoylmethylphosphine oxide (CMPO)*⁴. Senyawa organik ini mempunyai dua gugus fungsional P=O dan C=O, sehingga dengan asumsi yang sama asam nitrat dapat terikat oleh C=O dalam CMPO, maka P=O dapat mengikat logam-logam aktinida termasuk aktinida valensi tiga. Kelemahan penggunaan ekstraktan ini adalah, kita harus membuat proses yang sama sekali baru yang berbeda dengan proses *plutonium uranium extraction (PUREX)* sehingga memerlukan biaya untuk penelitian dan pengembangan yang menyeleruh.

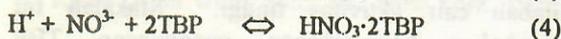
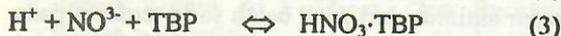
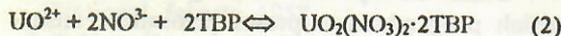
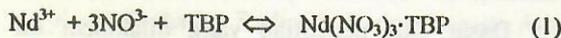
Pada penelitian ini digunakan Nd sebagai pengganti Am, Cm karena kemiripan sifat kimia, dan digunakan pula U (walaupun kemampuan ekstraksinya telah diketahui) sebagai perbandingan serta kemungkinan pemisahannya.

Proses pemisahan aktinida menggunakan TBP mempunyai keuntungan - keuntungan 1) sifat-sifat TBP telah diketahui, 2) teknologi prosesnya cukup mengadaptasi proses PUREX sehingga memberikan keuntungan ekonomi.

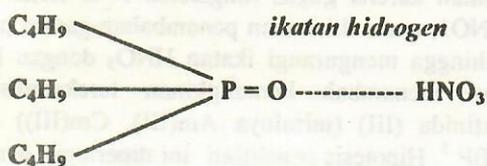
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dibuat sketsa proses pengambilan aktinida serta pemisahan masing-masing unsur. Penelitian ini tidak hanya berguna untuk daur bahan bakar nuklir sendiri, tetapi metodenya dapat dipakai untuk memecahkan problema pengolahan limbah radioaktif.

TEORI REAKSI TBP DENGAN AKTINIDA DAN ASAM NITRAT

Reaksi TBP dengan U, Nd dan HNO₃ dapat dinyatakan sebagai^{4,5}:



Meskipun berfungsi sebagai pelarut, asam nitrat juga terekstraksi oleh TBP dan bahkan merupakan senyawa yang dominan dalam fase organik. Ikatan TBP dan HNO₃ dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikatan antara TBP dengan HNO₃.

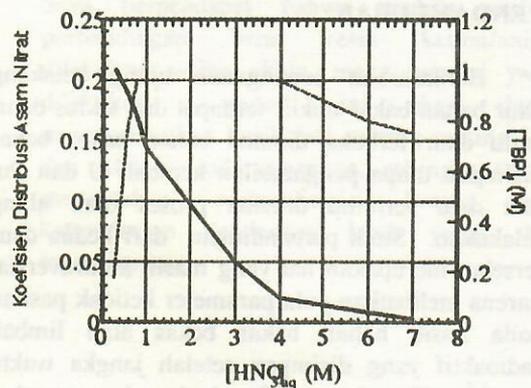
Berikut adalah contoh perhitungan penentuan TBP bebas ([TBP]_f) yang didefinisikan sebagai TBP yang tidak terikat oleh asam nitrat yang dapat dipergunakan untuk mengekstraksi aktinida.

$$[\text{TBP}]_f = [\text{TBP}]_{\text{total}} - [\text{TBP} \cdot \text{HNO}_3] - 2([\text{TBP}]_2 \cdot \text{HNO}_3) \quad (5)$$

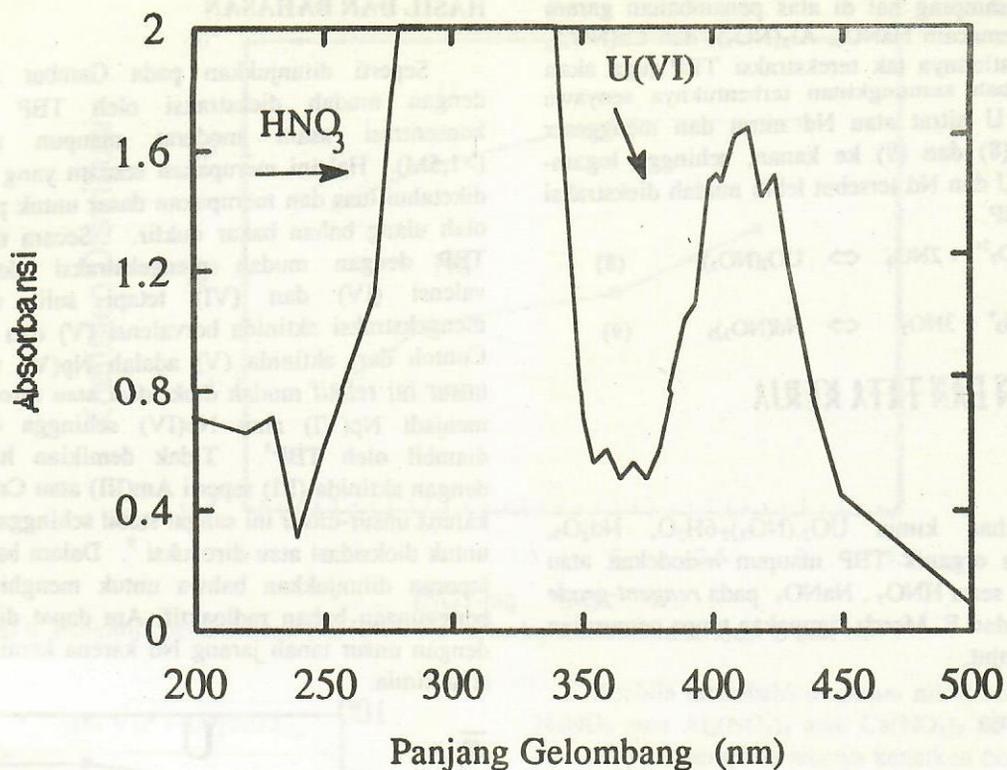
$$[\text{TBP}]_f = [\text{TBP}]_{\text{total}} - a\text{HNO}_3 \cdot K_1 \cdot [\text{TBP}]_f - 2a\text{HNO}_3 \cdot K_2 \cdot [\text{TBP}]_f^2 \quad (6)$$

$$[\text{TBP}]_f = \frac{-(1 + a\text{HNO}_3 \cdot K_1) \pm \sqrt{((1 + a\text{HNO}_3 \cdot K_1)^2 + 8 \cdot a\text{HNO}_3 \cdot K_2 \cdot [\text{TBP}]_{\text{total}})}}{4 \cdot a\text{HNO}_3 \cdot K_2} \quad (7)$$

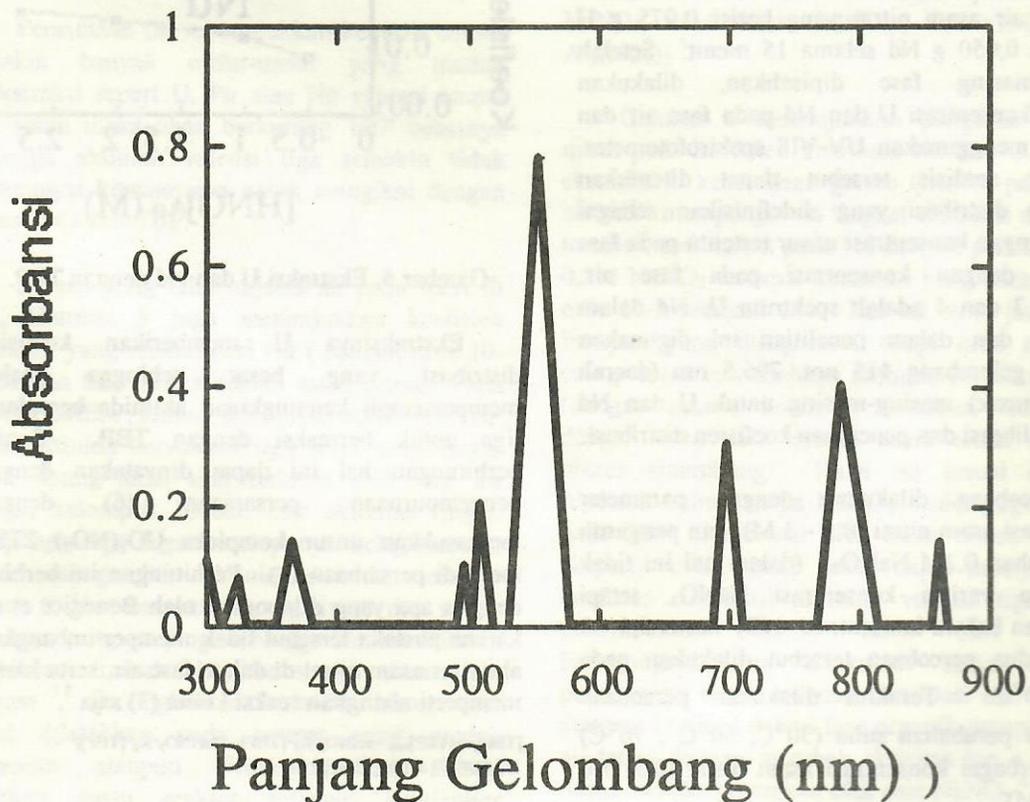
Dimana $a = [\text{H}^+][\text{NO}_3^-]y^2$ yang merupakan aktivitas ion didapat dari perhitungan metode Bromley dan y merupakan koefisien aktivitasnya⁵. Lambang K adalah konstanta kesetimbangan reaksi (3) dan (4) yang telah dilaporkan sebelumnya dimana $K_1 = 0,07 \sim 0,194$ (untuk reaksi (3)) dan $K_2 = 0,33 \sim 0,43$ (untuk reaksi (4))^{6,7}. Dari hasil perhitungan persamaan (7) yang ditunjukkan pada gambar 2 akan didapat bahwa untuk umpan $[\text{HNO}_3] > 2\text{M}$ maka $>50\%$ dari porsi TBP digunakan untuk bereaksi dengan asam nitrat. Ini berarti, sisa dari TBP (sekitar $<0,5 \text{ M}$ untuk 30% TBP) digunakan untuk mengekstraksi logam-logam aktinida seperti U, Pu dan lain sebagainya. Dengan anggapan demikian dapat dibayangkan bahwa kompetisi untuk dapat berekstraksi dengan TBP sangat berat, sehingga Am(III) akan sulit diekstraksi oleh TBP kecuali kalau sebagian asam nitrat diganti dengan garam nitrat seperti yang telah dijelaskan dalam hipotesis di atas.



Gambar 2. Koefisien Distribusi asam nitrat dan konsentrasi TBP bebas pada ekstraksi asam nitrat dengan 30% TBP.

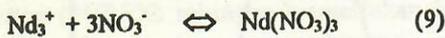
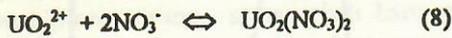


Gambar 3. Spektrum U dan HNO_3



Gambar 4. Spektrum Nd.

Disamping hal di atas penambahan garam nitrat semacam NaNO_3 , $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_3$ dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ yang kationnya tak terekstraksi TBP juga akan menambah kemungkinan terbentuknya senyawa seperti U nitrat atau Nd nitrat dan menggeser reaksi (8) dan (9) ke kanan, sehingga logam-logam U dan Nd tersebut lebih mudah diekstraksi oleh TBP.



BAHAN DAN TATA KERJA

Bahan

Bahan kimia $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Nd_2O_3 , senyawa organik TBP maupun *n*-dodekan atau kerosen serta HNO_3 , NaNO_3 pada *reagent-grade* berasal dari E. Merck digunakan tanpa pemurnian lebih lanjut.

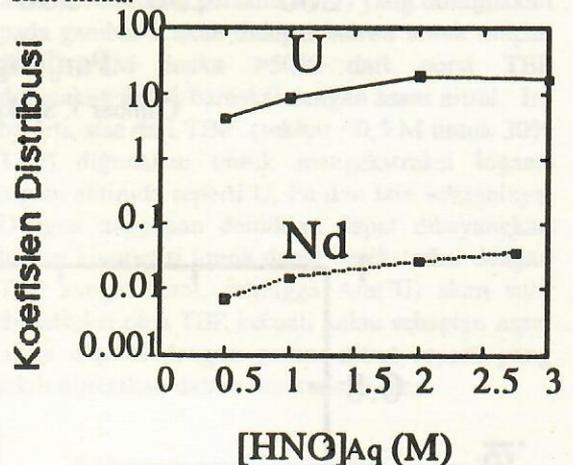
Tata Kerja

Lima ml larutan TBP 30% dalam pelarut *n*-dodekan atau kerosen disetimbangkan dengan asam nitrat pada volume yang sama sebelum ekstraksi terhadap U maupun Nd. Fase organik tersebut diambil 3 ml untuk dikontakkan dengan 3 ml fase air asam nitrat yang berisi 0,075 g U dan/atau 0,050 g Nd selama 15 menit. Setelah masing-masing fase dipisahkan, dilakukan analisis konsentrasi U dan Nd pada fase air dan organik menggunakan UV-VIS spektrofotometer. Berdasar analisis tersebut dapat ditentukan koefisien distribusi yang didefinisikan sebagai perbandingan konsentrasi unsur tertentu pada fase organik dengan konsentrasi pada fase air. Gambar 3 dan 4 adalah spektrum U, Nd dalam HNO_3 , dan dalam penelitian ini digunakan panjang gelombang 415 nm, 796,5 nm (daerah sinar tampak) masing-masing untuk U dan Nd untuk kalibrasi dan penentuan koefisien distribusi.

Percobaan dilakukan dengan parameter konsentrasi asam nitrat (0,5 - 3 M), dan pengaruh penambahan 0,2M NaNO_3 , (dalam hal ini tidak dilakukan variasi konsentrasi NaNO_3 , tetapi ditentukan bahwa konsentrasi NO_3^- harus 0,5 - 3 M), kedua percobaan tersebut dilakukan pada suhu 30°C. Terakhir dilakukan percobaan pengaruh perubahan suhu (30°C, 50°C, 70°C) untuk berbagai konsentrasi asam nitrat (0,5, 1,0 dan 2,0 M).

HASIL DAN BAHASAN

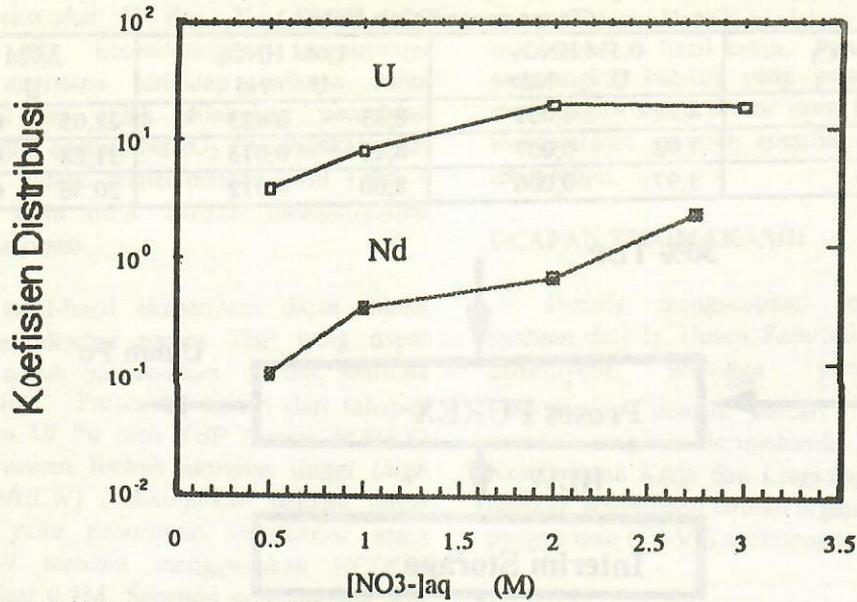
Seperti ditunjukkan pada Gambar 5, U dengan mudah diekstraksi oleh TBP pada konsentrasi asam moderat maupun tinggi (>1,5M). Hal ini merupakan sesuatu yang telah diketahui luas dan merupakan dasar untuk proses olah ulang bahan bakar nuklir. Secara umum TBP dengan mudah mengekstraksi aktinida valensi (IV) dan (VI) tetapi sulit untuk mengekstraksi aktinida bervalensi (V) dan (III). Contoh dari aktinida (V) adalah Np(V), tetapi unsur ini relatif mudah dioksidasi atau direduksi menjadi Np(VI) atau Np(IV) sehingga dapat diambil oleh TBP⁴. Tidak demikian halnya dengan aktinida (III) seperti Am(III) atau Cm(III) karena unsur-unsur ini sangat stabil sehingga sulit untuk dioksidasi atau direduksi⁹. Dalam banyak laporan ditunjukkan bahwa untuk menghindari penggunaan bahan radioaktif, Am dapat diganti dengan unsur tanah jarang Nd karena kemiripan sifat kimia.



Gambar 5. Ekstraksi U dan Nd dengan TBP.

Ekstraksinya U memberikan koefisien distribusi yang besar sehingga makin mempersempit kemungkinan aktinida bervalensi tiga untuk berreaksi dengan TBP. Secara perhitungan hal ini dapat dinyatakan dengan penyempurnaan persamaan (6) dengan memasukkan unsur kompleks $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{TBP}$ menjadi persamaan (8). Perhitungan ini berbeda dengan apa yang dilaporkan oleh Benedict et al. karena pustaka tersebut tidak mempertimbangkan aktivitas asam nitrat di dalam fase air, serta hanya mempertimbangkan reaksi kimia (3) saja⁵.

$$[\text{TBP}]_f = [\text{TBP}]_{\text{total}} - a[\text{HNO}_3] \cdot K_1 \cdot [\text{TBP}]_f - 2a[\text{HNO}_3] \cdot K_2 \cdot [\text{TBP}]_f^2 - 2K_U[\text{UO}_2^{2+}] a[\text{HNO}_3]^2 [\text{TBP}]_f^2 \quad (8)$$



Gambar 6. Pengaruh penambahan NaNO₃ 0.2M terhadap koefisien distribusi U dan Nd

$$[\text{TBP}]_f = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 + 4A \cdot [\text{TBP}]_{\text{total}}}}{2A} \quad (9)$$

dengan,

$$A = 2 \cdot a\text{HNO}_3 \cdot (K_2 + a\text{HNO}_3[\text{UO}_2^{2+}])$$

$$B = 1 + a\text{HNO}_3 \cdot K_1$$

Persamaan (8) menunjukkan kembali bahwa semakin banyak unsur-unsur yang mudah terekstraksi seperti U, Pu atau Np valensi empat dan enam maka akan berkurang TBP bebasnya sehingga aktinida valensi tiga semakin tidak mempunyai kemampuan untuk mengikat dengan gugus P=O dari TBP.

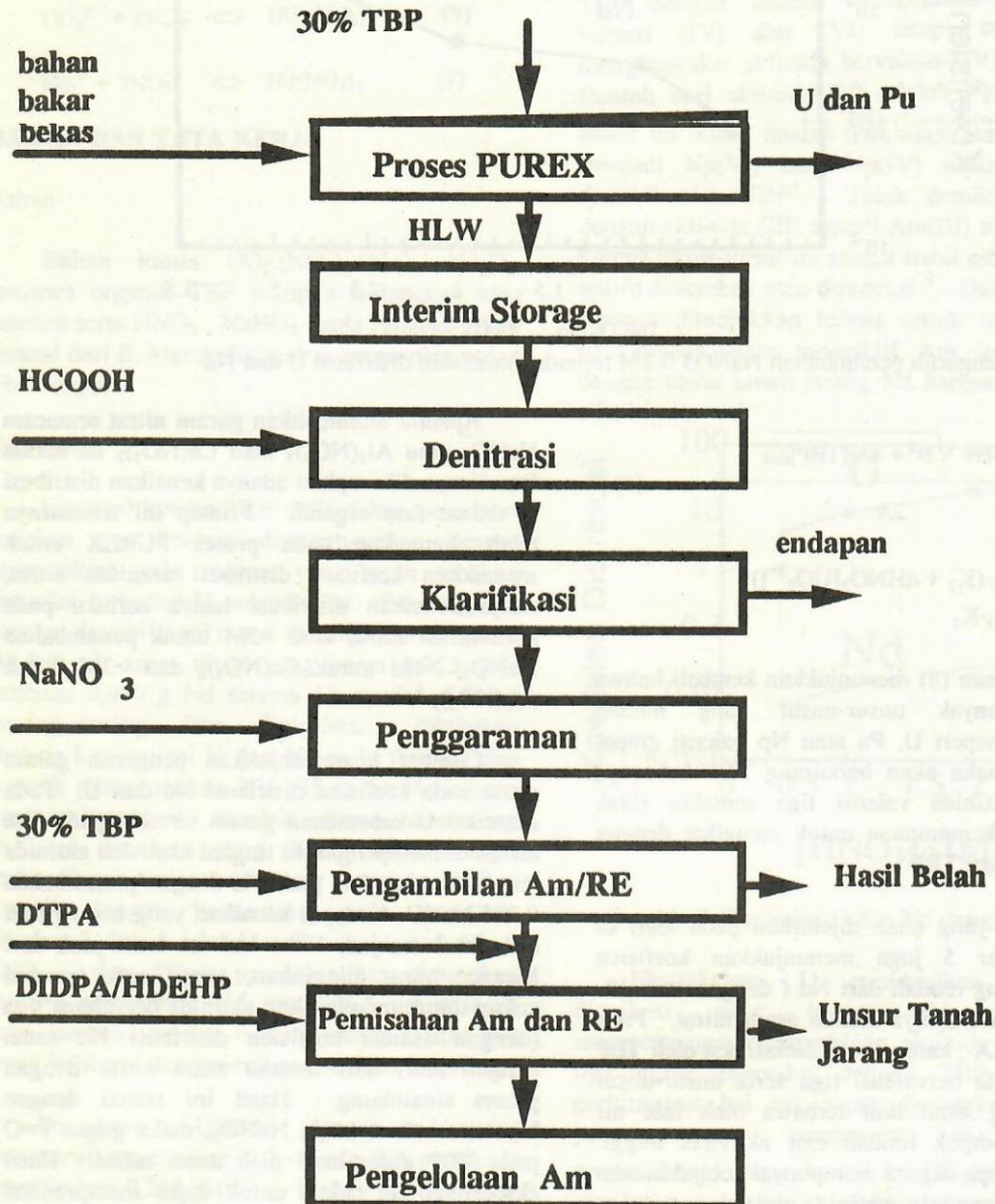
Seperti yang telah dijelaskan pada teori di atas, Gambar 5 juga menunjukkan koefisien distribusi yang rendah dari Nd (dengan orde 10-2) dimana fase airnya adalah asam nitrat. Pada proses PUREX, karena sulit diekstraksi oleh TBP maka aktinida bervalensi tiga serta unsur-unsur tanah jarang akan ikut terbawa oleh fase air sebagai kelompok limbah cair aktivitas tinggi. Tetapi beberapa negara mempunyai kebijaksanaan untuk mengambil aktinida-aktinida tersebut karena tingkat keracunan yang tinggi dan waktu paruhnya yang panjang, sehingga batasan-batasan imobilisasi limbah aktivitas tinggi akan lebih longgar⁵. Sedangkan aktinida-aktinida tersebut dapat diletakkan pada tempat yang mudah dimonitor ataupun ditransmutasikan menggunakan suatu reaktor maupun akselerator sehingga menjadi unsur-unsur yang berwaktu paruh lebih pendek.

Apabila ditambahkan garam nitrat semacam NaNO₃ atau Al₂(NO₃)₃ atau Ca(NO₃)₂ ke dalam fase airnya diharapkan adanya kenaikan distribusi di dalam fase organik. Prinsip ini sebenarnya telah digunakan pada proses PUREX untuk menaikkan koefisien distribusi uranium nitrat, tetapi kenaikan distribusi hanya berlaku pada konsentrasi nitrat total >5M untuk penambahan NaNO₃, >4M untuk Ca(NO₃)₂ dan >3M untuk Al₂(NO₃)₃⁵.

Gambar 6 menunjukkan pengaruh garam nitrat pada koefisien distribusi Nd dan U. Pada ekstraksi U keberadaan garam tersebut pada fase air tidak mempengaruhi tingkat ekstraksi aktinida tersebut, sedangkan pada Nd dengan penambahan 0,2M NaNO₃ terdapat kenaikan yang berarti dari orde 10⁻² menjadi 100. Hal ini tentu jauh dari harapan yang diinginkan, tetapi orde tersebut cukup untuk memisahkan aktinida bervalensi tiga (dengan asumsi koefisien distribusi Nd sama dengan Am) dari larutan asam nitrat dengan proses sinambung. Hasil ini sesuai dengan hipotesis bahwa tanpa NaNO₃, maka gugus P=O pada TBP didominasi oleh asam nitrat. Hasil eksperimen ini cukup untuk dapat memprediksi koefisien distribusi aktinida valensi tiga pada penambahan NaNO₃ lebih dari 0,2M. Perhitungan yang dilakukan sama dengan perhitungan untuk mencari distribusi asam nitrat ataupun U nitrat dalam fase organik maupun fase air tetapi dengan merubah aktivitas ion *a* karena harus memperhitungkan efek dari NaNO₃⁶. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa pada penambahan NaNO₃ di atas 1,0 M pada konsentrasi asam nitrat 0,1M - 0,2M akan

Tabel 1. Pengaruh suhu pada koefisien distribusi U dan Nd
(Tanpa penambahan NaNO_3)

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	0,5M HNO_3		1,0M HNO_3		2,0M HNO_3	
	U	Nd	U	Nd	U	Nd
30	4,21	0,007	8,33	0,023	22,05	0,034
50	4,02	0,007	8,14	0,015	21,88	0,021
70	3,97	0,006	8,00	0,012	20,56	0,020



Gambar 7. Konsep Proses TBP

menyebabkan terekstraksinya aktinida valensi tiga lebih dari 70%.

Seperti diketahui bahwa operasi suatu proses sangat jarang dilakukan pada suhu kamar atau dibawahnya, umumnya para teknisi mengambil

suhu 40°C sebagai suhu operasi proses dalam perhitungan desain. Telah dilakukan suatu percobaan untuk melihat pengaruh suhu pada ekstraksi menggunakan TBP, tetapi karena keterbatasan peralatan maka jangkauan suhu hanya terbatas di atas suhu kamar. Seperti yang

ditunjukkan pada Tabel 1, pengaruh suhu terhadap ekstraksi U dan Nd relatif kecil meskipun ada kecenderungan menurunnya koefisien distribusi terhadap naiknya suhu. Dalam hal ini tidak dilakukan percobaan pengaruh suhu apabila NaNO_3 ditambahkan pada fase airnya, karena sesuai dengan hasil Tabel 1 perubahan suhu tidak banyak mempengaruhi koefisien distribusi.

Dari hasil-hasil eksperimen dapat dibuat suatu proses disebut proses TBP yang dapat digunakan untuk memisahkan U dan aktinida bervalensi tiga. Proses ini terdiri dari tahapan pengambilan U/ Pu oleh TBP (proses PUREX) yang menyisakan limbah aktivitas tinggi (*high level waste/HLW*), dilanjutkan dengan tahap berikutnya yaitu penurunan konsentrasi asam nitrat HLW tersebut menggunakan HCOOH sampai sekitar 0,2M. Sebelum pengambilan Am dilakukan penyaringan terhadap endapan yang mungkin terbentuk dari denitrifikasi, dilanjutkan dengan pengambilan Am dengan menambahkan 0,2M NaNO_3 pada fase air asam nitrat (lihat Gambar 7).

Pada proses sebenarnya, tentu tidak sesederhana seperti yang dijelaskan. Sebagai contoh untuk memisahkan Am(III) dari lantanida (*rare earths/RE*) sangat sulit karena kemiripan sifat kimianya. Problema tersebut dapat diatasi dengan mengadaptasi proses TALSPEAK dimana Am dan lantanida yang terekstraksi TBP direkstraksi menggunakan pengompleks *diethylene tetraamine pentaacetic acid* (DTPA), kemudian lantanidanya dipisahkan dari Am dengan ekstraksi menggunakan *diethylhexyl-phosphoric acid* (HDEHP) atau *diisodecyl-phosphoric acid* (DIDPA)^{10,11}. Namun proses yang dijelaskan pada Gambar 7 dapat langsung diadopsi oleh proses PUREX sebagai tahapan tersendiri sehingga seluruh aktinida yang terdapat dalam larutan bahan bakar bekas dapat diambil oleh TBP, dan hanya menyisakan hasil belah saja dalam limbah cair aktivitas tinggi.

SIMPULAN

Eksperimen dengan tujuan untuk memodifikasikan proses PUREX menunjukkan bahwa penambahan 0,2M NaNO_3 cukup untuk mengambil Nd dari fase air. Kenaikan suhu akan mengurangi distribusi U dan Nd dalam fase organik. Evaluasi seluruh data menghasilkan sebuah proses yang disebut proses TBP untuk pengambilan U dan Nd (atau aktinida bervalensi tiga) sekaligus, yaitu pertama U diambil langsung

dari asam nitrat, kemudian Nd diekstraksi dengan menambahkan NaNO_3 ke dalam fase air sehingga meninggalkan hasil belah. Penelitian ini hanya menyangkut hal-hal yang prinsip saja, untuk membangun suatu proses yang lebih rinci untuk memecahkan masalah spesifik diperlukan studi lebih lanjut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dari Ir. Husen Zamroni dan Sdri. Heru Sriwahyuni sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan lancar. Demikian pula penulis ucapkan terimakasih kepada Bidang Keselamatan Kerja dan Lingkungan PTPLR atas bantuan penyediaan larutan organik TBP serta ijin penggunaan UV-VIS spektrometer.

DAFTAR PUSTAKA

1. KASTENBERG, W.E., Nuclear Technology, vol. 97, p.241 (1991)
2. PAPP, R. dan LOSER, H., Nuclear Technology, vol.73., p.228 (1986)
3. KUBOTA, M., dan MORITA, Y., "Actinides Separation from HLW", JAERI REPORT-5511, 1988 (*Japanese*)
4. WISNUBROTO, D.S., "Behavior of Np Extraction by CMPO", PhD thesis, Univ. of Tokyo, Tokyo, 1993
5. BENNETT, PIGFORD dan LEVI, "Nuclear Chemical Engineering", McGraw-Hill, New York, 1981
6. WISNUBROTO, D.S., "Model Spesiasi Fase Air Dan Organik Pada Sistem Ekstraksi." Disampaikan pada Pertemuan Ilmiah Penelitian Dasar dan Teknologi Nuklir di PPNY, Yogyakarta, April 1995
7. CHAIKO, D.J. dan VANDEGRIFT, G.F., Nucl. Tech., Vol. 82, pp.52, 1988
8. BROMLEY, L.A., AIChE Jurnal, Vol.19, No.2, pp.313, 1973
9. HIRAYAMA, F., TAKASHI, M., YUASA, Y., dan TANI, A., "Automatic Chemical Separation Apparatus for Uranium and Transuranium Separation" dalam Proceeding of International Symposium on Actinide/Lanthanide Separation, editor G.R. Choppin et al., Honolulu, Hawaii, p.140 (1984)
10. WEAVER, B. dan KAPPELMANN, F.A., "TALSPEAK Process", ORNL-3559, Oak Ridge National Laboratory (1964)
11. WISNUBROTO, D.S., "Separation of Am and RE by DIDPA", Master thesis, Univ. of Tokyo, Tokyo, 1990

TANYA JAWAB

1. Sugondo

- Mengapa dipilih unsur Nd, tidak menggunakan Am
- Apa tujuan dilakukan pemisahan aksinida

Djarot Sulistio W

- Kami memilih unsur Nd, karena Nd mempunyai sifat kimia yang mirip dengan Am, seperti koefisien distribusinya
- Tujuan dilakukan pemisahan adalah untuk mempermudah dalam pengontrolan terhadap unsur yang memiliki waktu paruh panjang dan memperpendek waktu paruh dengan menggunakan reaktor akselerator

2. Sarwo

- Apakah metoda yang digunakan untuk mengekstraksi aksinida ini tidak mempengaruhi kondisi ekstraksi aksinida valensi yang lain ?

Djarot Sulistio W

- Metoda ini tidak mempengaruhi kondisi aksinida valensi lain, karena garam yang dipakai tidak menyebabkan terjadinya perubahan koefisien distribusi unsur lain.

3. Mainar

- Faktor apa saja yang mempengaruhi reaksi kesetimbangan, agar ekstraksi nitrat oleh TBP

lebih banyak, sehingga unsur-unsur yang ada dalam nitrat juga terekstraksi lebih banyak.

Djarot Sulistio W

- Faktor utama yang mempengaruhi ekstraksi asam nitrat adalah konsentrasi dan suhu

4. Taufik Usman

- Bagaimana pengaruh koefisien distribusi terhadap kemampuan ekstraksi

Djarot Sulistio W

- Pengaruh koefisien distribusi terhadap kemampuan ekstraksi adalah semakin besar koefisien distribusi, semakin banyak pula unsur yang terikat ke dalam fasa organik, sehingga kemampuannya menjadi meningkat

5. Erick Johneri

- Mohon penjelasan Saudara mengenai penggunaan TBP untuk mengekstraksi Am dan bagaimana prosentasenya terhadap penggunaan ekstraktan lain, serta jelaskan kelebihan dan kekurangannya.

Djarot Sulistio W

- TBP mempunyai kelemahan dibandingkan dengan ekstraktan lain, seperti HDEHP, DIDPA dan CMPO, yaitu kemampuan ekstraksi terhadap Am relatif lemah, karena memiliki Kd sebesar 10^{-2} , sedangkan ekstraktan yang lain memiliki Kd berkisar antara 10 - 100