

PEMISAHAN DAN PEMURNIAN Y, Dy, DAN Gd DARI UMPAN LOGAM TANAH JARANG-OKSALAT DENGAN CARA EKSTRAKSI

SEPARATION AND PURIFICATION OF Y, Dy, AND Gd FROM THE RARE EARTH OXALATE FEED BY EXTRACTION METHOD

Oleh: Anisa Dwi Yuniyanti¹, Tri Handini² & I Made Sukarna¹

¹Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

²Pusat Sains dan Teknologi Akselerator, BATAN-Yogyakarta

e-mail : anisadwiy06@gmail.com, handini@batan.go.id, & made_sukarna@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini disusun berdasarkan studi laboratoris di laboratorium Pusat Sains dan Teknologi Akselerator, Badan Teknologi Nuklir Nasional, Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum pengaruh variasi konsentrasi ekstraktan, waktu pengadukan, dan keasaman umpan, campuran dua ekstraktan pada kondisi optimum dari umpan logam tanah jarang oksalat serta mengetahui koefisien distribusi (Kd), faktor pisah (FP), efisiensi ekstraksi (%), dan efek sinergis dengan metode ekstraksi cair-cair. Subjek dari penelitian ini adalah umpan logam tanah jarang oksalat dari pasir senotim. Objek penelitian adalah pemisahan dan pemurnian itrium (Y), disprosium (Dy), dan gadolinium (Gd) dengan metode ekstraksi cair-cair. Ekstraktan yang digunakan dalam penelitian adalah D2EHPA (di-(2- ethyl hexyl) phosphoric acid) dan TOPO (tri-n-oktilfosfina oksida). Spektrometer pendar sinar-x digunakan untuk mengetahui kadar itrium (Y), disprosium (Dy), gadolinium (Gd). Kondisi optimum dari proses ekstraksi yaitu: konsentrasi ekstraktan D2EHPA dalam kerosin 35%, TOPO dalam kerosin 20%, waktu pengadukan 15 menit, keasaman umpan 0, 5 M. Ekstraksi campuran dua ekstraktan pada kondisi optimum tersebut tidak ada efek sinergis.

Kata kunci: logam tanah jarang oksalat, ekstraksi cair-cair

Abstract

This research was conducted based on the laboratory study at the laboratory of Accelerator Science and Technology Center, National Nuclear Energy Agency, Yogyakarta. The purpose of this research is to know the optimum condition of the effect of variation of extractant concentration, stirring time, and acidity of the feed, mixture of two extractants at optimum condition from rare oxalate earth feed and to know the distribution coefficient (Kd), split factor (FP), extraction efficiency (%), and a synergistic effect with the liquid-liquid extraction method. The subject of this research was the rare earth oxalate feeds from senotime sand. The objects of this research were separation and purification of yttrium (Y), dysprosium (Dy), and gadolinium (Gd) by liquid-liquid extraction method. The extractants used in the research were D2EHPA (di- (2- ethyl hexyl) phosphoric acid) and TOPO (tri-n-octylphosphine oxide). X-ray fluorescence spectrometer was using to determine the levels of itrium (Y), disprosium (Dy), gadolinium (Gd). The optimum conditions of the extraction process are: D2EHPA extractant concentration in kerosene 35%, TOPO in kerosene 20%, stirring time 15 minutes, acidity of feed 0. 5 M. Extraction of two extractant mixture at optimum condition there is no synergistic effect.

Keywords: rare earth oxalate, liquid-liquid extraction

PENDAHULUAN

Unsur logam tanah jarang (LTJ) atau “*rare earth elements*” merupakan logam transisi dari kelompok lantanida yang dapat ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia, terutama di daerah Bangka, Belitung dan Singkep (Biyantoro, 2007). Mineral logam tanah jarang yang paling sering dijumpai di alam yaitu Bastnaeit, Monasit,

Senotim, Zirkon, dan Apatit. (Rezende dan Cardoso, 2008). Logam tanah jarang sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan timah, yang jarang mempunyai peluang untuk dikembangkan, salah satunya dari pasir senotim. Pasir senotim merupakan senyawa logam tanah jarang fosfat, (Y, LTJ)PO₄ atau sering ditulis sebagai YPO₄ yang memiliki bentuk

struktur kristal tetragonal. Pasir senotim mengandung itrium (Y) sebagai unsur terbanyak dengan kadar itrium (Y) ± 20 %, Gadolinium (Gd) $\pm 1,52$ %, dan disprosium (Dy) $\pm 3,34$ %. Total kadar campuran unsur logam tanah jarang dalam pasir senotim antara 55 % sampai 70 % (Supardi, 2002: 8).

Kegunaan dari unsur- unsur logam tanah jarang tersebut sangat luas. Unsur itrium banyak dimanfaatkan dalam industri metalurgi, magnet, gelas, optik, bahan laser, baja dan super konduktor, sedangkan disprosium (Dy) dan gadolinium (Gd) banyak diperlukan sebagai batang kendali pada reaktor nuklir. (Biyantoro, 2007). Konsentrat logam tanah jarang diperoleh dari pasir senotim dengan langkah-langkah proses yaitu dijesti, pengenceran, penyaringan, pengendapan, dan ekstraksi cair-cair. Menurut Sato (1984), metode ekstraksi cair-cair dalam pemisahan itrium (Y), disprosium (Dy), dan gadolinium (Gd) relatif sederhana, efisien dan lebih cepat dibanding dengan metode yang lain. Untuk mengidentifikasi itrium dan logam tanah jarang lain dalam filtrat hasil ekstraksi menggunakan instrumen spektrometer pendar sinar-X. Metode ekstraksi ini digunakan untuk pemisahan dan pemurnian logam tanah jarang.

Ekstraktan yang sering digunakan untuk ekstraksi campuran logam tanah jarang dengan larutan asam adalah jenis organofosfor dan amina.. Tri butil fosfat (TBP), Tri-n-oktilamin (TOA), (2-ethylhexyl)-phosphat, bis (2-ethylhexyl)-phosphoric acid (D2EHPA), dan tri oktil fosfin oksida (TOPO) adalah ekstraktan yang dapat digunakan untuk proses ekstraksi logam tanah jarang dalam larutan asam. Pelarut organik yang dapat digunakan sebagai pengencer

dalam pemisahan logam tanah jarang adalah kerosin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum variasi ekstraktan, waktu pengadukan, keasaman umpan, dan ekstraksi campuran dua ekstraktan pada kondisi optimum. Proses ekstraksi menggunakan D2EHPA dan TOPO dalam pengencer kerosin dengan umpan logam tanah jarang oksalat. Kondisi optimum ditentukan dari kadar hasil ekstraksi. Kadar (ppm) diperoleh dari hasil cacah unsur menggunakan spektrometer pendar sinar x dengan memasukan dalam persamaan kurva standar. Efisiensi dalam proses ekstraksi dapat dinyatakan dengan persen *solute* yang terekstrak yang dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{M_x}{M} \times 100\%$$

Hukum distribusi Nerst, digunakan untuk menentukan koefisien distribusi dengan rumus sebagai berikut:

$$Kd = \frac{c_1}{c_2}$$

Keberhasilan proses ekstraksi digunakan suatu besaran yaitu faktor pisah (FP). Persamaan untuk memperoleh FP sebagai berikut:

$$FP = \frac{Kd_1}{Kd_2}$$

Efek sinergis dapat diketahui dari koefisien sinergis, yang dinyatakan sebagai berikut

(Jarunee K et al. 2006):

$$S = \frac{(Kd)_{1,2}}{(Kd)_1 + (Kd)_2}$$

METODE PENELITIAN .

Subjek penelitian: umpan logam tanah jarang oksalat dari pasir senotim. Objek penelitian: pemisahan dan pemurnian itrium (Y),

disprosium (Dy), dan gadolinium (Gd) dengan metode ekstraksi cair-cair. Bahan-bahan yang digunakan adalah pasir senotim, H₂SO₄ pekat, H₂C₂O₄ 15%, HNO₃ 65% 0,5; 1;2;3; dan 4 M, D2EHPA, TOPO, kerosin, NH₃ 15%, NaOH dan akuades. Alat yang digunakan antara lain *Magnetic stirrer* yang dilengkapi dengan pemanas, timbangan analitik, stop watch, almari asam, labu ukur berbagai ukuran, gelas ukur berbagai ukuran, gelas kimia berbagai ukuran, erlenmeyer berbagai ukuran, kaca arloji, pipet volume dan pipet tetes, pH *indicator universal*, kertas saring, kertas parafilm, botol flakon dan botol sampel.

1. Pembuatan Umpan Logam Tanah Jarang Oksalat

Pasir senotim dengan ukuran butir 100-200 mesh berat 100 gram didijes dengan 200 mL asam sulfat pekat dipanaskan selama 4 jam pada suhu sekitar 210 °C. Hasil proses dijesti kemudian diencerkan dengan ditambah dengan air dan es dalam gelas beker 5000 mL. Filtrat disaring dan didiamkan selama 12 jam kemudian ammonia pekat ke dalam filtrat untuk mengendapkan thorium dan dilakukan penyaringan. Filtrat logam tanah jarang bebas thorium diendapkan total dengan asam oksalat 15%. Endapan yang diperoleh didijes dengan NaOH 70% selama 2 jam pada suhu 140 °C. Endapan dicuci dengan air panas kemudian dikeringkan dibawah lampu. Endapan kering logam tanah jarang hidroksida kemudian dilarutkan dalam asam nitrat pekat 3 kali berat endapan dan diencerkan dengan akuades. Larutan diendapkan kembali dengan menambahkan asam oksalat 15% sebanyak 1000 mL. Dijesti NaOH

sampai pengendapan total menggunakan asam oksalat dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

2. Proses Ekstraksi

a. Penentuan kondisi optimum pada variasi ekstraktan

Sebanyak 26, 25 gram umpan logam tanah jarang oksalat dilarutkan ke dalam 80 mL HNO₃ pekat dan dipanaskan sampai bebas asam. Kemudian diukur volumenya sampai 250 mL dengan ditambahkan HNO₃ 0,5 M. Larutan umpan diambil 5 mL untuk dianalisa menggunakan XRF, dan sebagian larutan umpan diekstraksi (fasa air) yang divariasi konsentrasi ekstraktan D2EHPA 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan 40% v/v dan TOPO 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% b/v. Masing-masing 10 mL diekstraksi menggunakan D2EHPA dan TOPO dalam kerosin (fasa organik) dengan perbandingan FA : FO adalah 1 : 1 dengan kecepatan 250 rpm selama 15 menit. Didiamkan 10 menit sampai terpisah antara fasa organik dan fasa air. Kemudian fasa air hasil ekstraksi di analisis dengan XRF untuk mengetahui konsentrasi ekstraktan optimum.

b. Penentuan kondisi optimum variasi waktu pengadukan

Larutan umpan yang telah dibuat pada pekerjaan a diambil 10 mL kemudian diekstraksi menggunakan ekstraktan D2EHPA (v/v) dan TOPO (b/v) optimum dari pekerjaan a. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 250 rpm dengan waktu ekstraksi yang divariasi 10, 15, 20, 30, dan 40 menit, kemudian didiamkan selama 10 menit, dan dipisahkan. Rafinat (fasa air) hasil ekstraksi di analisa dengan XRF sehingga diperoleh waktu ekstraksi yang optimum.

c. Penentuan kondisi optimum variasi keasaman umpan

Sebanyak 2,625 gram umpan logam tanah jarang oksalat dilarutkan ke dalam 8 mL HNO₃ pekat dan dipanaskan sampai bebas asam. Kemudian diukur volumenya sampai 25 ml dengan ditambahkan HNO₃ 1 M. Mengulangi melarutkan dan memanaskan umpan dengan menambah HNO₃ yang divariasikan 2, 3, dan 4 M. Umpan yang didapatkan diambil 5 mL untuk dianalisa dengan XRF sebagai larutan umpan dan 10 mL untuk diekstraksi menggunakan D2EHPA (v/v) dan TOPO (b/v) dalam pengencer kerosin yang optimum. Proses ekstraksi dilakukan pada waktu optimum yang telah diperoleh dari percobaan sebelumnya dengan kecepatan pengadukan 250 rpm, kemudian didiamkan 10 menit dan dipisahkan. Rafinat (fasa air) hasil ekstraksi di analisis dengan XRF sehingga diperoleh keasaman yang optimum.

d. Ekstraksi campuran dua ekstrak pada kondisi optimum

Dilakukan ekstraksi menggunakan campuran dua ekstrak D2EHPA dan TOPO dalam kerosin pada kondisi ekstrak D2EHPA optimum, waktu ekstraksi dan keasaman umpan optimum.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kadar larutan umpan logam tanah jarang oksalat dalam larutan umpan disajikan pada Tabel 1. Larutan umpan logam tanah jarang oksalat sebelum dilakukan proses ekstraksi dianalisis, kemudian dapat diketahui kadarnya dengan menggunakan persamaan garis standar Y, Dy dan Gd.

Tabel 1. Data Hasil Analisa Umpan Logam Tanah Jarang Oksalat

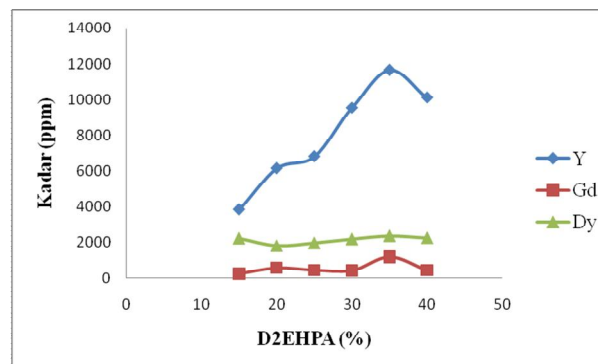
Unsur	Kadar (ppm)
Y	18467,22325
Dy	2719,457514
Gd	2732,335999

Proses Ekstraksi

1. Penentuan kondisi optimum variasi ekstrak

a. Variasi ekstraksi konsentrasi ekstrak *Di-(2-ethylhexyl)-phosphoric acid* (D2EHPA)

Kurva hubungan konsentrasi D2EHPA (% v/v) dalam kerosin terhadap kadar (ppm) Y, Dy dan Gd dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Hubungan Konsentrasi D2EHPA (% v/v) dalam Kerosin Terhadap Kadar (ppm) Y, Dy dan Gd

Kondisi optimum untuk Y, Dy dan Gd diperoleh kadar paling tinggi pada ekstraksi dengan konsentrasi D2EHPA 35% dalam kerosin yaitu Y sebesar 11612,8746 ppm dengan efisiensi ekstraksi 63,51%, Dy sebesar 2351,757125 ppm dengan efisiensi ekstraksi 87,34%, dan Gd sebesar 1218,42517 ppm dengan efisiensi ekstraksi 45,04%. Harga koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP) pada ekstraksi variasi ekstrak D2EHPA dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat semakin besar konsentrasi D2EHPA (% v/v) maka harga Kd juga semakin meningkat, karena semakin tinggi konsentrasi D2EHPA (% v/v) maka semakin banyak membentuk kompleks dengan logam. Menurut penelitian Bintarti, et al (2003), semakin besar konsentrasi ekstrak maka semakin baik

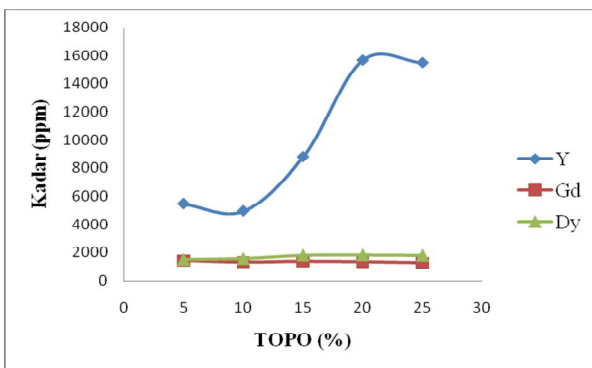
mengekstraksi unsur-unsur dalam umpan, yang ditandai naiknya harga Kd, tetapi setelah mencapai konsentrasi tertentu nilai Kd akan semakin menurun karena pada konsentrasi ekstraktan yang semakin besar perpindahan solut dari fasa air ke fasa organik akan semakin sulit.

Tabel 2. Hubungan konsentrasi D2EHPA (% v/v) dalam Kerosin Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy dan Gd

D2EHPA (% v/v)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
15	0,28	4,50	0,13	0,06	2,20
20	0,52	1,98	0,31	0,27	1,70
25	0,61	2,56	0,25	0,24	2,47
30	1,06	4,01	0,23	0,27	4,60
35	1,71	6,76	0,80	0,25	2,12
40	1,22	4,86	0,21	0,25	5,70

b. Variasi ekstraksi konsentrasi ekstraktan TOPO (tri-n-oktil fosfina oksida)

Kadar tertinggi unsur Y, Dy dan Gd pada variasi ekstraktan TOPO (% b/v) dalam kerosin diperoleh pada konsentrasi TOPO sebesar 20%. Kurva hubungan konsentrasi TOPO (% b/v) dalam kerosin terhadap kadar (ppm) Y, Dy dan Gd dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Konsentrasi TOPO (% b/v) dalam Kerosin Terhadap Kadar (ppm) Y, Dy dan Gd.

Pada kondisi optimum, Y memiliki kadar sebesar 15565,506 ppm dengan efisiensi ekstraksi 85,13%, Dy sebesar 1825,590281 ppm dengan efisiensi ekstraksi 67,80%, dan Gd sebesar

1357,2455 ppm dengan efisiensi ekstraksi 50,17%.

Harga koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP) pada ekstraksi variasi ekstraktan TOPO dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan konsentrasi TOPO (% b/v) dalam Kerosin Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy dan Gd

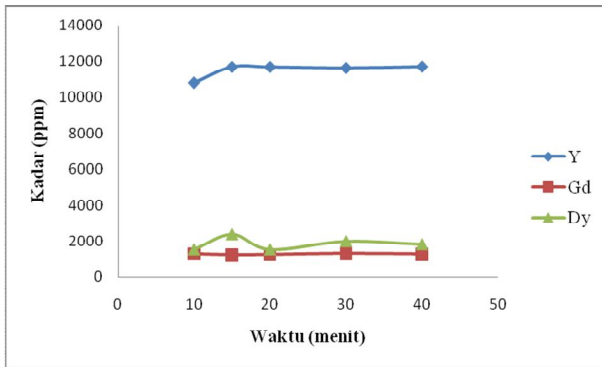
TOPO (% b/v)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
5	0,44	1,26	1,11	0,35	0,40
10	0,40	1,38	0,96	0,28	0,41
15	0,92	1,96	1,03	0,47	0,89
20	5,61	2,06	0,99	2,72	5,69
25	5,21	1,96	0,91	2,66	5,73

2. Penentuan kondisi optimum variasi waktu pengadukan

a. Variasi waktu pengadukan ekstraktan Di-(2-ethylhexyl)-phosphoric acid (D2EHPA)

Waktu pengadukan optimal diperoleh pada waktu pengadukan selama 15 menit karena sudah memberikan hasil ekstraksi relatif lebih baik untuk unsur Y, Dy dan Gd. Kurva hubungan waktu pengadukan (menit) terhadap kadar Y, Dy, dan Gd untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam kerosin dapat dilihat pada Gambar 3. Kadar tertinggi yang diperoleh untuk unsur Y, Dy, dan Gd berturut-turut yaitu 11612,8746 ppm dengan efisiensi ekstraksi 63,51%, 2351,757125 ppm dengan efisiensi ekstraksi 87,34%, 1218,42517 ppm dengan efisiensi ekstraksi 45,04%.

Pada kondisi ini distribusi Y dan Dy mula-mula dalam fasa air kemudian terdistribusi membentuk kompleks dengan fasa organik D2EHPA relatif sudah maksimal. Jumlah asam nitrat sudah sebanding dengan banyaknya kompleks Y-D2EHPA maupun Dy-D2EHPA.



Gambar 3. Hubungan Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Kadar Y, Dy, dan Gd untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam Kerosin

Waktu kontak yang kurang memungkinkan menyebabkan perpindahan solut dari fasa air ke fasa organik belum optimum (Biyantoro, 2006 : 40). Harga koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP) Y, Dy dan Gd pada ekstraksi variasi waktu pengadukan untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam kerosin dapat dilihat pada Tabel 4.

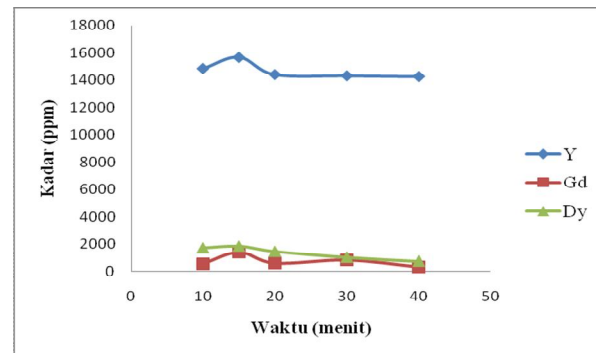
Tabel 4. Hubungan Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy dan Gd untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam Kerosin

Waktu Pengadukan (menit)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
10	1,40	1,24	0,90	1,13	1,56
15	1,71	6,76	0,80	0,25	2,12
20	1,68	1,22	0,84	1,37	2,00
30	1,66	2,54	0,94	0,65	1,77
40	1,71	1,95	0,87	0,88	1,96

b. Variasi waktu pengadukan ekstraktn TOPO (tri-n-oktilfosfina oksida)

Kurva hubungan waktu pengadukan (menit) terhadap kadar Y, Dy, dan Gd untuk TOPO 20% (v/v) dalam kerosin dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa unsur Y adalah unsur yang terekstrak paling banyak. Ketiga unsur Y, Dy dan Gd terekstrak dengan baik pada waktu pengadukan 15 menit, dengan kadar terekstrak berturut-turut adalah 15565,506 ppm dengan efisiensi ekstraksi 85,13%,

2165,3086 ppm dengan efisiensi ekstraksi 80,42%, dan 1357,245496 ppm dengan efisiensi ekstraksi 50,17%.



Gambar 4. Hubungan Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Kadar Y, Dy, Dan Gd Untuk TOPO 20% (b/v) dalam Kerosin

Proses pengadukan juga mempengaruhi proses difusi dan viskositas. Semakin lama waktu pengadukan maka akan semakin besar viskositas pelarut, sehingga akan semakin mengalami kesulitan untuk berdifusi dari fasa air ke fasa organik. Hal tersebut akan dapat menurunkan harga Kd, sesuai pada persamaan:

$$D_{A,B} = \frac{6 k T}{6 \pi r \mu_B}$$

Keterangan :

$D_{A,B}$ = difusivitas dari A di dalam larutan encer dalam B, cm^2/s

k = konstanta Boltzman = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K

T = suhu, $^{\circ}\text{K}$

r = jari-jari partikel zat terlarut, cm

μ_B = viskositas pelarut, cP

(Welty, 2002:19)

Harga koefisien distribusi (Kd), Y, Dy, dan Gd dan faktor pisah (FP) pada berbagai variasi waktu pengadukan untuk TOPO 20% (b/v) dalam kerosin disajikan pada Tabel 5.

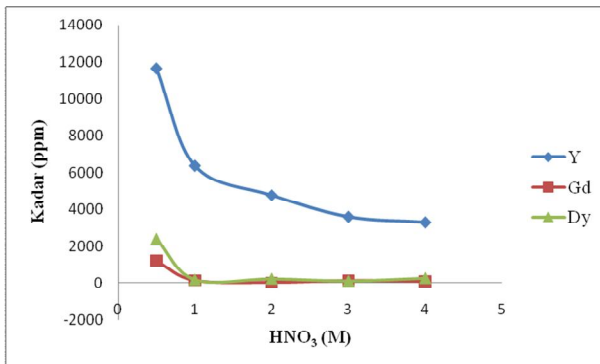
Tabel 5. Hubungan Waktu Pengadukan (menit) Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy dan Gd untuk TOPO 20% (b/v) dalam Kerosin

Waktu Pengadukan (menit)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
10	4,02	3,43	0,27	1,17	14,84
15	5,61	4,03	0,99	1,39	5,69
20	3,42	1,60	0,30	2,13	11,32
30	3,32	1,89	0,45	1,76	7,46
40	3,35	0,37	0,13	8,99	25,04

3. Penentuan kondisi optimum variasi keasaman umpan

a. Variasi keasaman umpan dengan ekstrak Di-(2-ethylhexyl)-phosphoric acid (D2EHPA)

Unsur Y, Dy dan Gd mencapai kondisi ekstraksi optimal pada konsentrasi keasaman umpan HNO₃ 0,5 M dan mengalami penurunan setelah peningkatan konsentrasi keasaman umpan. Kurva konsentrasi HNO₃ (M) terhadap kadar Y, Dy, dan Gd untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam kerosin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Konsentrasi HNO₃ (M) Terhadap Kadar Y, Dy, dan Gd untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam Kerosin

Kadar yang diperoleh pada kondisi ekstraksi optimal tersebut adalah sebesar 11612,8746 ppm dengan efisiensi ekstraksi 63,51% untuk Y, 2351,757125 ppm dengan efisiensi ekstraksi 87,34% untuk Dy dan 1218,42517 ppm dengan efisiensi ekstraksi 45,04% untuk Gd. Konsentrasi keasaman larutan umpan yang rendah sudah

menyebabkan reaksi lebih berjalan optimal. Hal ini disebabkan karena dalam proses ekstraksi terjadi reaksi pertukaran ion yang baik (Nugroho L, 2007).

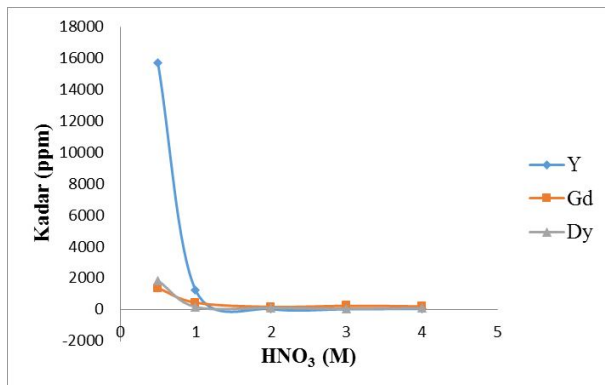
Harga koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP) disajikan pada Tabel 6. Kondisi keasaman optimum konsentrasi HNO₃ 0, 5 M, faktor pisah (FP) untuk Y-Dy maupun Y-Gd paling kecil. Hal ini karena pada keasaman umpan konsentrasi HNO₃, unsur Y, Dy dan Gd dapat terekstrak optimal sehingga lebih sulit terpisah. Sesuai dengan fenomena yang dijelaskan oleh Sato, 1984, pembentukan kompleks itrium (Y) dengan organo fosfor lebih kuat pada konsentrasi asam rendah.

Tabel 6. Hubungan Konsentrasi HNO₃ (M) Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy, Dan Gd Untuk D2EHPA 35% (v/v) dalam Kerosin

HNO ₃ (M)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
0,5	1,71	6,76	0,80	0,25	2,12
1	1,63	2,76	0,15	0,59	10,60
2	1,02	≈ 0	0,06	-	18,50
3	0,65	1,09	0,17	0,60	3,84
4	0,60	≈ 0	0,11	-	5,65

b. Variasi keasaman umpan dengan ekstrak TOPO (tri-n-oktilfosfina oksida)

Kadar unsur tertinggi diperoleh pada konsentrasi keasaman umpan HNO₃ 0,5 M, yaitu unsure Y sebesar 15565,506 ppm dengan efisiensi ekstaksi 85,13%, unsur Dy 1825,590281 ppm dengan efisiensi ekstraksi 67,80%, dan unsur Gd 1357,245496 ppm dengan efisiensi ekstraksi 50,17%. Penambahan konsentrasi keasaman umpan HNO₃ menyebabkan terjadinya penurunan kadar unsur yang cukup signifikan, seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Konsentrasi HNO_3 (M) Terhadap Kadar Y, Dy, Dan Gd Untuk TOPO 20% b/v) Dalam Kerosin

Harga koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hubungan Konsentrasi HNO_3 (M) Terhadap Koefisien Distribusi (Kd) dan Faktor Pisah (FP) Y, Dy, Dan Gd Untuk TOPO 20% (b/v) dalam Kerosin

HNO_3 (M)	Koefisien Distribusi (Kd)			Faktor Pisah	
	Y	Dy	Gd	Y-Dy	Y-Gd
0,5	5,61	2,06	0,99	2,72	5,69
1	0,15	1,80	0,63	0,09	0,24
2	0,03	≈ 0	0,19	-	0,17
3	0,03	0,29	0,38	0,11	0,08
4	0,01	≈ 0	0,28	-	0,05

4. Ekstraksi campuran D2EHPA dan TOPO pada kondisi optimum

Hubungan variasi campuran D2EHPA 35% (v/v) dan TOPO (b/v) dalam kerosin terhadap nilai sinergis (S) Y, Dy, dan Gd dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hubungan Variasi Campuran D2EHPA 35% (v/v) Dan TOPO (b/v) Dalam Kerosin Terhadap Nilai Sinergis (S) Y, Dy, Dan Gd.

D2EHPA : TOPO	Nilai Sinergis (S)		
	Y	Dy	Gd
35:15	0,46	0,60	0,34
35:20	0,15	≈ 0	0,37
35:25	0,19	≈ 0	0,40

Berdasarkan hasil penelitian dapat diamati untuk penggunaan dua ekstraktan tidak ada efek sinergis yang dapat meningkatkan hasil ekstraksi.

Bila $S > 1$, sinergi ada ; $S = 1$, tidak ada sinergi ; $S < 1$, terjadi efek antagonis (Jarunee K et al. 2006).

Dari Tabel 8 diketahui bahwa campuran antara D2EHPA dan TOPO dalam ekstraksi menggunakan umpan logam tanah jarang oksalat terjadi efek antagonis. Hal ini dimungkinkan karena pada perbandingan variasi campuran tersebut, kedua ekstraktan tidak saling bereaksi sehingga tidak membentuk perantara yaitu terbentuknya kompleks yang stabil.

KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk proses ekstraksi cair-cair unsur Y, Dy dan Gd adalah pada konsentrasi 35% (v/v) dalam pengencer kerosin untuk ekstraktan D2EHPA dan konsentrasi 20% (b/v) dalam pengencer kerosin untuk ekstraktan TOPO, waktu pengadukan selama 15 menit, dan keasaman umpan pada konsentrasi HNO_3 0,5 M. Koefisien distribusi (Kd), faktor pisah (FP), dan efisiensi ekstraksi (%) unsur Y, Dy dan Gd pada kondisi optimum menunjukkan hasil yang relatif baik dalam ekstraksi. Nilai sinergis (S) pada campuran ekstraktan D2EHPA dan TOPO tidak menunjukkan efek sinergis.

DAFTAR PUSTAKA

- Biyantoro, D. (2007). Ekstraksi Itrium Dari Konsentrat Senotim Menggunakan D2EHPA - Dodekan. *Prosiding PPI - PDIPTN*, 42–48
- Januree K, Wannee S and Chavalek C. 2006. Solvent extraction study of rare earths from nitrate medium by the mixtures of TBP and D2EHPA in krosene. www.mtec.or.th/seminar/msativ/pdf/M01.pdf
- Nugroho, L. (2007). Optimasi Proses Ekstraksi Stripping Itrium (Y) Dari Konsentrat Logam Tanah Jarang Hasil Olah Pasir

- Senotim. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Bintarti, N., Subagiono, R. & Purwani, M.V. et. al. (2003). Proses Ekstraksi untuk Memisahkan Unsur-unsur Logam Tanah Jarang dalam Konsentrat dari Pasir Monasit. *Prosiding PPI-PDIPTN-BATAN*. Yogyakarta, 56, 0216-3128.
- Rezende, M.M., dan Cardoso, V.R.S., 2008. Rare Earth. Brasil. <http://www.dnpm.gov.br>
- Sato, "The Extraction of Uranium (IV), Yttrium(III), and Lanthanum(III) from Hydrochloric Solution by Acid Organophosphorus Compounds", Proceeding of the International Symposium on of the International Symposium on Actinide/Lanthanide Separation, Honolulu, USA (1984)
- Supardi. (2002). Dijesti Bertingkat Pada Pemisahan Konsentrat Y₂O₃ dari Pasir Senotim. Skripsi. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- Welty, R. James, Wicks, E., Charles, Wilson, E., Robert, Rorrer, Gregory, (2004), Dasar-Dasar Fenomena Transport, Volume 3., Edisi Ke-4, Terjemahan Gunawan Prasetio, Erlangga, Jakarta.