

EKSTRAKSI Nd DALAM KEASAMAN NITRAT DENGAN PENGGARAM $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ MENGGUNAKAN CAMPURAN EKSTRAKTAN TOA – TOPO

Wahyu Rachmi Pusparini dan Tri Handini

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 Ykbb Yogyakarta

e-mail : rachmi_p@batan.go.id

ABSTRAK

EKSTRAKSI Nd DALAM KEASAMAN NITRAT DENGAN PENGGARAM $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ MENGGUNAKAN CAMPURAN EKSTRAKTAN TOA – TOPO. Telah dilakukan penelitian mengenai ekstraksi pemisahan neodimium (Nd) dari konsentrat Nd dengan penambahan penggaram $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ menggunakan campuran ekstrakstan TOA – TOPO. Neodimium (Nd) merupakan unsur logam tanah jarang yang mempunyai kegunaan luas diantaranya sebagai bahan pembuatan magnet dan superkonduktor. Sumber utama Nd adalah pasir monasit yang banyak terdapat diberbagai pulau di Indonesia. Mengingat potensi kegunaan dan sumber bahan baku Nd maka layak dilakukan penelitian pemisahan Nd dari unsur tanah lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimasi sistem solven ekstraksi yang terdiri dari campuran ekstrakstan TOA dan TOPO dalam pelarut kerosin untuk memisahkan Nd dari logam – logam pengotornya dengan penambahan garam $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Variabel yang diteliti adalah variasi konsentrasi penggaram, konsentrasi HNO_3 dalam umpan fasa air, dan konsentrasi perbandingan campuran TOA : TOPO dalam pengencer kerosin. Dari penelitian ini kondisi operasi optimum untuk mengekstraksi konsentrat Nd sebesar 0,3 g/mL yaitu : konsentrasi penggaram $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,071 g/mL, konsentrasi HNO_3 0,5 M, serta perbandingan campuran TOA : TOPO = 0,5 : 1, didapatkan harga Kd Nd 0,204; efisiensi ekstraksi sebesar 16,931%; faktor pisah (FP) Nd – Y = 5,23 dan FP Nd – Pr = 2,34.

Kata kunci : ekstraksi, neodimium, penggaram, TOA, TOPO

ABSTRACT

THE EXTRACTION OF ND IN NITRATE ACIDIC WITH ADDITION OF $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ AS SALTING OUT AGENT USING TOA – TOPO MIXED EXTRACTANT. A neodymium (Nd) separation extraction from Nd concentrate with addition of $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ as salting out agent was employed using mixture of TOA - TOPO extractant in kerosene diluents. Neodymium (Nd) is a rare earth metal element that has many benefits such as material for magnets and superconductors. The main source of Nd is monasite ore which is found in many islands in Indonesia. By the potential use and source of Nd raw materials it is important to do research for separation Nd from other rare earth elements. The purpose of this study was to optimize the extraction solvent system comprising mixture of TOA and TOPO extractants in kerosene diluent to separate Nd from the impurities with the addition of $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ salt. The variables studied were variation of salt concentration, HNO_3 concentration in aqueous phase feed, and ratio of TOA: TOPO mixture in kerosene diluent. From this work, to extract 0.3 g/ mL of Nd concentrate it was found that the optimum operating conditions were at concentration of $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0.071 g / mL, concentration of HNO_3 0.5 M, and TOA: TOPO ratio = 0.5: 1, obtained Kd Nd 0.204; extraction efficiency 16.931%; SF Nd - Y = 5.23 and SF Nd - Pr = 2.34.

Keywords : extraction, neodymium, salting out, TOA, TOPO

PENDAHULUAN

Pasir monasit memiliki kandungan unsur utama logam tanah jarang (LTJ) yaitu serium (Ce), lanthanum (La) dan Neodimium (Nd) berturut – turut dengan kadar sebanyak $\pm 16 - 20\%$, $7 - 10\%$, dan $5 - 7\%$ [1]. Neodimium (Nd) merupakan unsur logam tanah jarang yang mempunyai kegunaan sangat luas dalam berbagai industri, antara lain

dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan magnet, optik, dan superkonduktor [2]. Di Indonesia pasir monasit sebagai sumber utama Nd terdapat di pulau Bangka dan sekitarnya, Singkep, Rirang serta Tanah merah (Kalimantan) [1,3]. Mengingat manfaat yang dimiliki Nd serta pertimbangan adanya cadangan pasir monasit di Indonesia yang cukup besar, maka layak dilakukan penelitian pemisahan Nd dari unsur-unsur lainnya. Salah satu

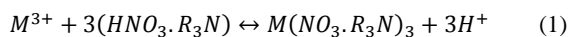
teknik pemisahan yang dipakai untuk pemisahan Nd adalah ekstraksi pelarut atau ekstraksi cair-cair. Proses ini memiliki kelebihan antara lain lebih cepat dan dapat dijalankan dengan peralatan yang sederhana.

Penelitian yang telah dilakukan terkait ekstraksi cair - cair pemisahan Nd dari konsentrat Nd antara lain menggunakan Tri Buthyl Phosphat (TBP) [1], D2EHPA [3], Tri Octyl Amine (TOA) [4], Tri Octyl Phosphine Oxide (TOPO) [6], dan PC88A [6] akan tetapi belum menunjukkan hasil yang maksimal sehingga perlu dikembangkan solven lain yang dapat menghasilkan pemisahan Nd yang lebih baik.

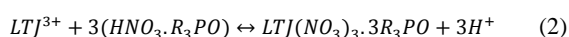
Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimasi sistem solven ekstraksi yang terdiri dari campuran ekstraktn TOA dan TOPO dalam pelarut kerosin untuk memisahkan Nd dari logam – logam pengotornya dengan penambahan garam $Al(NO_3)_3$.

Ekstraksi cair-cair melibatkan distribusi suatu zat terlarut (solut) di antara dua fasa air yang tidak saling bercampur. Melalui proses ekstraksi, ion logam dalam pelarut air ditarik keluar dengan suatu pelarut organik agar terpisah dari komponen campurannya [1]. Faktor yang berpengaruh pada proses ekstraksi adalah jenis dan konsentrasi ekstraktn, konsentrasi asam, waktu dan kecepatan pengadukan [4]. Metode ini memerlukan ekstraktn yang tepat agar menghasilkan selektifitas dan efisiensi yang tinggi [7].

Tri-n-oktilamin mempunyai rumus kimia $[CH_3-(CH_2)_7]_3N$ atau R_3N merupakan senyawa amina tertier dengan rantai lurus yang memiliki tiga gugus alkil (n-oktil). Mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan ekstraktn yang lain misalnya TBP karena harganya lebih murah, dan dapat mengalami *flapped* dimana kemungkinan amina membentuk ikatan koordinasi dengan ion – ion LTJ lebih besar sehingga meningkatkan harga koefisien distribusi [4]. Reaksi kimia antara LTJ dengan TOA adalah sebagai berikut [4]:



Tri-n-oktilfosfina oksida termasuk dalam golongan senyawa organo fosfor netral yang berfungsi sebagai senyawa pembentuk kompleks dengan rumus kimia $(C_8H_{17})_3PO$. Reaksi yang terjadi pada ekstraksi LTJ dalam keasaman nitrat oleh senyawa TOPO adalah sebagai berikut [5]:



Penggunaan campuran sinergis dari TOA dan TOPO untuk ekstraksi cair – cair LTJ merupakan salah satu kemungkinan cara untuk memisahkan LTJ, dalam hal ini Nd. Sinergisme adalah karakter dari ekstraksi ketika rasio koefisien distribusi dari campuran ekstraktn $(K_d)_{1,2}$, lebih besar daripada penjumlahan dari koefisien distribusi masing – masing ekstraktn ketika digunakan secara

terpisah dalam kondisi operasi yang sama, $(K_d)_1 + (K_d)_2$ [8]. Dalam penelitian ini perbandingan TOA : TOPO dalam campuran ekstraktn divariasikan untuk mengetahui rasio optimal yang memungkinkan menghasilkan efek sinergis. Fenomena sinergisme dipelajari dengan cara membandingkan nilai koefisien distribusi Nd dari hasil proses ekstraksi.

Selain menggunakan efek sinergis dari campuran ekstraktn, penambahan bahan penggaram atau salting out agent juga dimaksudkan untuk meningkatkan K_d , dalam penelitian ini digunakan $Al(NO_3)_3$. Pada beberapa kasus penggunaan salting out agent dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi solut dari fasa air. Peningkatan persen ekstraksi dengan adanya salting out dimungkinkan karena efek ion dimana kehadiran spesies campuran garam logam membuat logam lebih mudah untuk diekstraksi ke fasa organik [7].

Keberhasilan dari proses ekstraksi dapat dilihat dari nilai koefisien distribusi (K_d), faktor pisah (FP), dan efisiensi ekstraksi (%). Koefisien distribusi dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_d = \frac{C_A^O}{C_A^I} \quad (3)$$

C_A^O , C_A^I masing – masing adalah konsentrasi A di fasa organik dan fasa air. Sesuai kesepakatan, konsentrasi solut dalam pelarut organik dituliskan di atas dan konsentrasi solut dalam pelarut air dituliskan di bawah. Jika harga K_d besar, solut secara kuantitatif akan cenderung terdistribusi lebih banyak ke dalam pelarut organik, begitu pula sebaliknya [4].

Faktor pisah adalah perbandingan antara koefisien distribusi suatu unsur dengan koefisien distribusi unsur lainnya. Kd_A adalah koefisien distribusi unsur A dan Kd_B adalah koefisien distribusi unsur B. Rumus faktor pisah dinyatakan pada Pers. (4).

$$FP = \frac{Kd_A}{Kd_B} \quad (4)$$

Efektifitas proses ekstraksi dinyatakan dengan efisiensi ekstraksi (%) yang merupakan perbandingan konsentrasi solut di fasa organik (C_A^O) dengan konsentrasi umpan mula – mula (F) dikalikan 100%.

$$E = \frac{C_A^O}{F} \times 100\% \quad (5)$$

Sampel hasil penelitian dianalisis menggunakan spektrometer pendar sinar X Ortec 7010 dengan sumber pengekstasi Am-241.

METODOLOGI

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrat Nd hasil olah REOH dari pasir monasit, $Al(NO_3)_3$ teknis, HNO_3 teknis, TOPO dari sigma Aldrich, TOA dari E-Merk, dan kerosin dari Fischer.

Peralatan yang dibutuhkan berupa peralatan gelas, *stirrer hot plate*, dan *magnetic stirrer*.

Cara Kerja

1. Optimasi variasi konsentrasi $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
Sebagai umpan, konsentrat Nd dengan konsentrasi 0,3 g/mL dilarutkan dalam HNO_3 0,5 M. Selanjutnya ditambahkan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ dengan variasi massa 0; 0,5; 1; 2; 3; 4 g dalam 10 mL umpan fasa air. Umpan tersebut kemudian diekstraksi menggunakan solven campuran TOA – TOPO perbandingan 1:1, perbandingan FA:FO = 1:1, kecepatan pengadukan 250 rpm selama 15 menit.
2. Optimasi variasi konsentrasi HNO_3
Umpan konsentrat Nd dengan konsentrasi 0,3 g/mL dilarutkan dalam HNO_3 0,5; 2; 4; 5; dan 6 M. 0,5 g $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ditambahkan pada masing – masing umpan yang akan diekstraksi. Umpan fasa air diekstraksi dengan solven campuran TOA – TOPO perbandingan 1:1, perbandingan FA:FO = 1:1, kecepatan pengadukan 250 rpm selama 15 menit.
3. Optimasi variasi perbandingan ekstraktan
Umpan konsentrat Nd dengan konsentrasi 0,3 g/mL dilarutkan dalam HNO_3 0,5 M. ditambahkan 0,5 g $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ pada masing – masing umpan yang akan diekstraksi. Perbandingan FA:FO = 1:1, kecepatan pengadukan 250 rpm selama 15 menit. Perbandingan campuran TOA – TOPO 10%:5%; 10%:10%; 10%:15%; 5%:10%; 15%:10%.

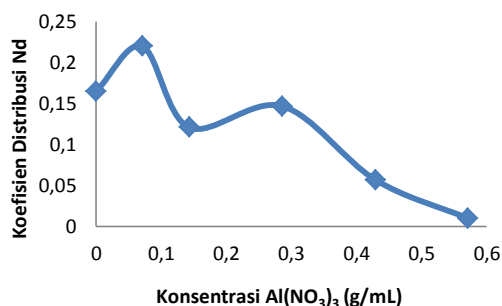
HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi konsentrasi $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Pengaruh penambahan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ terhadap ekstraksi individual LTJ yang terkandung dalam konsentrat Nd disajikan pada Tabel 1. dan secara spesifik terhadap koefisien distribusi (K_d) unsur Nd ditampilkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Koefisien distribusi (K_d) unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai konsentrasi pengkawan

C $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (g/mL)	Koefisien distribusi (K_d) unsur					
	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
0	0,033	0,000	0,165	0,075	0,223	0,081
0,071	0,160	0,190	0,220	0,292	0,339	0,081
0,143	0,134	0,191	0,121	0,294	0,220	0,164
0,286	0,115	0,000	0,147	0,342	0,224	0,368
0,429	0,072	0,143	0,057	0,228	0,295	0,000
0,571	0,002	0,231	0,010	0,294	0,000	0,039



Gambar 1. Pengaruh penambahan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ pada berbagai konsentrasi terhadap nilai koefisien distribusi unsur Nd

Dengan menambahkan aluminium nitrat pada fasa air maka jumlah total anion nitrat akan bertambah, hal tersebut mempunyai pengaruh yang positif terhadap ekstraksi pemisahan Nd. Disisi lain, cara ini dapat mengurangi konsumsi asam dan berpengaruh pada semakin rendahnya kemungkinan ekstraktan untuk terdegradasi atau rusak [9]. Ditambah lagi kuantitas molekul air yang bebas dalam fasa air berkurang karena hidrasi garam, yang mana menurunkan konsentrasi efektif air dan meningkatkan konsentrasi efektif ekstraksi [10]. Pemakaian $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ dalam umpan juga mempunyai tujuan untuk meningkatkan hasil ekstraksi. Hal ini disebabkan dengan penambahan atau elektrolit mengakibatkan kekuatan ionik dalam fasa cair meningkat yang akan menyebabkan turunnya koefisien aktivitas ion logam. Keadaan ini akan meningkatkan konsentrasi logam dalam fasa air sehingga menyebabkan kesetimbangan reaksi bergeser ke kanan [11].

Bintarti dan Bambang (2006) mempelajari penambahan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ pada ekstraksi itrium dari konsentrat logam tanah jarang, ditemukan bahwa pada penambahan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,25 sampai 1,5 g/mL K_d itrium cenderung mengalami peningkatan. Sedangkan dari Tabel 1. diatas didapatkan bahwa koefisien distribusi untuk semua unsur LTJ cenderung meningkat dengan penambahan pengkawan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Namun penambahan jumlah konsentrasi pengkawan tidak berbanding lurus dengan kemampuan untuk mengekstrak LTJ. Dari Gambar 1. didapatkan konsentrasi pengkawan optimum untuk mengekstrak Nd yaitu 0,071 g/mL dengan nilai K_d sebesar 0,22.

Efisiensi ekstraksi (%) dan faktor pisah Nd dengan unsur yang terdapat pada konsentrat Nd masing – masing disajikan pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Tabel 2. Efisiensi ekstraksi unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai konsentrasi penggaram

C $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (g/mL)	Efisiensi Ekstraksi (%)					
	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
0	3,238	0,000	14,175	6,977	18,267	7,543
0,071	13,804	15,986	18,078	22,631	25,32	7,567
0,143	11,884	16,078	10,802	22,764	18,045	14,1
0,286	10,365	0,000	12,842	25,506	18,341	26,92
0,429	6,735	12,526	5,418	18,575	22,817	0,000
0,571	0,265	0,000	1,018	22,739	0,000	3,84

Tabel 3. Faktor pisah Nd dari unsur lainnya pada berbagai konsentrasi penggaram

C $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (g/mL)	Faktor pisah Nd terhadap unsur				
	Y	Pr	Sm	Gd	Dy
0	4,94	~	2,202	0,74	2,02
0,071	1,38	1,16	0,754	0,65	2,7
0,143	0,9	0,632	0,411	0,55	0,74
0,286	1,27	~	0,43	0,66	0,4
0,429	0,79	0,4	0,251	0,19	~
0,571	3,88	~	0,035	~	0,26

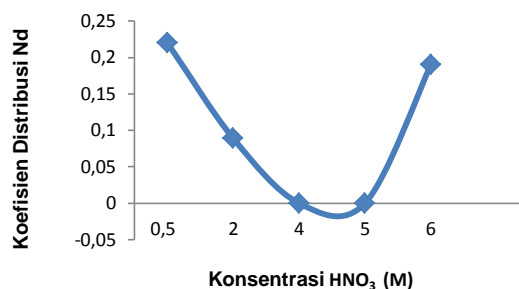
Berdasarkan Tabel 2. dan Tabel 3. kondisi optimum yang dipilih yaitu pada konsentrasi garam $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ sejumlah 0,071 g/mL, efisiensi ekstraksi Nd tertinggi sebesar 14,175% dan karena pada kondisi tersebut logam Nd terpisah relatif lebih baik dari pengotor-pengotornya, (Y, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy).

Variasi konsentrasi HNO_3

Pengaruh konsentrasi HNO_3 terhadap nilai koefisien distribusi (K_d), faktor pisah (FP), dan efisiensi ekstraksi (%E) disajikan pada Tabel 4. sampai dengan Tabel 6.

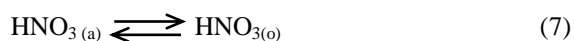
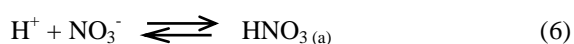
Tabel 4. Koefisien distribusi (K_d) unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai konsentrasi keasaman HNO_3 (M)

C HNO_3 (M)	Koefisien distribusi (K_d) unsur					
	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
0,5	0,16	0,19	0,22	0,292	0,339	0,081
2	0,037	0,000	0,089	0,298	0,107	0,097
4	0,069	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,223	0,000
6	0,135	0,109	0,19	0,836	0,000	0,53

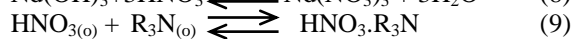


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi keasaman HNO_3 pada berbagai konsentrasi terhadap nilai koefisien distribusi unsur Nd

Penambahan konsentrasi HNO_3 menyebabkan konsentrasi ion H^+ dan NO_3^- bertambah. Reaksinya sebagai berikut [12]:



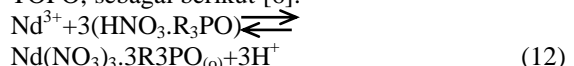
Pada proses ekstraksi, keasaman fasa air merupakan faktor yang sangat penting [2]. Kegunaan HNO_3 selain untuk melarutkan $\text{Nd}(\text{OH})_3$ juga untuk reaksi pembentukan kompleks dengan TOA dan TOPO. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut [12]:



Reaksi Nd dengan kompleks HNO_3 – TOA sebagai berikut [12]:



Reaksi Nd dengan kompleks HNO_3 – TOPO, sebagai berikut [6]:



Berdasarkan Gambar 2. dapat diamati dapat diamati bahwa koefisien distribusi Nd setelah konsentrasi HNO_3 0,5 M cenderung turun. Hal ini dikarenakan pada saat awal penambahan HNO_3 digunakan untuk pembentukan kompleks $\text{HNO}_3 \cdot \text{R}_3\text{N}$ dan $\text{HNO}_3 \cdot \text{R}_3\text{PO}$ sebagai perantara pembentukan kompleks $\text{Nd}(\text{NO}_3 \cdot \text{R}_3\text{N})_3 / \text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{R}_3\text{PO}$. Untuk penambahan HNO_3 selanjutnya ion H^+ akan bertambah di dalam sistem yang menyebabkan kesetimbangan reaksi bergeser ke kiri, sehingga pembentukan $\text{Nd}(\text{NO}_3 \cdot \text{R}_3\text{N})_3$ dan $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{R}_3\text{PO}$ akan berkurang dan koefisien distribusi turun [1].

Tabel 5. Efisiensi ekstraksi unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai konsentrasi keasaman HNO_3 (M)

C HNO_3 (M)	Efisiensi Ekstraksi (%)					
	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
0,5	13,804	15,986	18,078	22,631	25,32	7,567
2	3,535	0,000	8,186	22,984	9,648	8,808
4	6,484	0,000	0,000	21,431	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	18,255	0,000
6	11,877	9,845	15,932	45,533	0,000	34,64

Tabel 6. Faktor pisah Nd terhadap unsur lainnya pada berbagai konsentrasi keasaman HNO_3 (M)

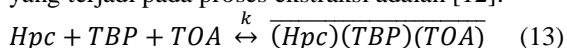
C HNO_3 (M)	Faktor pisah Nd terhadap unsur				
	Y	Pr	Sm	Gd	Dy
0,5	1,38	1,16	0,75	0,65	2,72
2	2,4	~	0,3	0,83	0,92
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	1,41	1,74	0,23	~	0,36

Pada penelitian yang dilakukan Suyanti, dkk (2014) didapatkan kondisi optimum penambahan HNO_3 pada ekstraksi Nd menggunakan TOPO sebesar 4 M, dengan kisaran nilai $K_d = 0,31$ [5]. Semakin besar konsentrasi HNO_3 kelebihan asam akan semakin banyak, sisa asam tersebut akan diekstrak TOPO sehingga mengurangi kemampuan ekstraktan untuk mengekstrak LTJ [5].

Efisiensi ekstraksi (%) Nd dan faktor pisah Nd terhadap unsur lainnya ditunjukkan berturut – turut pada Tabel 5. dan Tabel 6. Dipilih konsentrasi HNO_3 0,5 M karena memberikan nilai efisiensi ekstraksi tertinggi yaitu 18,078% dengan faktor pisah yang paling optimum dibandingkan konsentrasi HNO_3 lainnya.

Variasi perbandingan ekstraktan

Datta et al. (2015) mempelajari ekstraksi asam picolinic menggunakan campuran TOA – TBP dengan perbandingan 1: 1. Disebutkan bahwa reaksi yang terjadi pada proses ekstraksi adalah [12]:



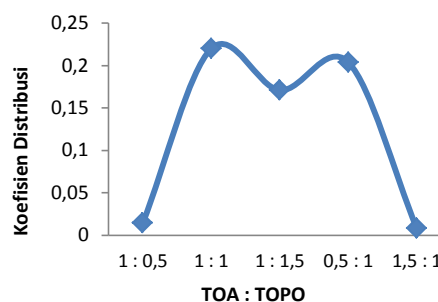
Pers. (13) menjelaskan bahwa pada ekstraksi asam picolinic dengan campuran TBP : TOA = 1:1 terjadi pembentukan kompleks yang melibatkan asam picolinic dengan TBP dan TOA pada fasa organik. TBP dan TOPO termasuk dalam golongan organofosfor netral, sehingga reaksi pada Pers. (13) bisa dianalogikan dengan reaksi logam tanah jarang dengan TOA dan TOPO. Reaksi *overall* neodimium dengan TOA - TOPO diprediksikan sebagai berikut:



Harga koefisien distribusi (K_d) unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai variasi perbandingan campuran ekstraktan TOA – TOPO dapat diamati pada Tabel 7. Pengaruh perbandingan ekstraktan tersebut terhadap K_d Nd secara spesifik digrafikkan pada Gambar 3.

Tabel 7. Koefisien distribusi (K_d) unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai variasi perbandingan TOA : TOPO

TOA :	Koefisien distribusi (K_d) unsur					
TOPO	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
1 : 0,5	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
1 : 1	0,16	0,19	0,22	0,292	0,339	0,081
1 : 1,5	0,124	0,181	0,171	0,000	0,109	0,000
0,5 : 1	0,039	0,087	0,204	0,000	0,000	0,000
1,5 : 1	0,000	0,069	0,008	0,000	0,000	0,019



Gambar 3. Kurva K_d Nd ekstraksi variasi perbandingan ekstraktan

Dari Gambar 3. pemakaian ekstraktan berpengaruh terhadap pemisahan unsur – unsur dalam konsentrat Nd. Semakin besar pemakaian konsentrasi ekstraktan semakin baik kemampuan ekstraktan untuk mengekstrak unsur – unsur dalam umpan yang ditandai dengan meningkatnya harga K_d . Tetapi setelah mencapai konsentrasi tertentu nilai K_d akan semakin menurun karena pada konsentrasi ekstraktan yang besar perpindahan solut dari fasa air ke fasa organik akan semakin sulit. Hal ini dijelaskan dengan persamaan Stokes – Einstein [1]:

$$D_{AB} = \frac{kT}{6\pi r \mu_B} \quad (15)$$

Dengan D_{AB} adalah difusivitas dari A didalam larutan encer B, k untuk konstanta Boltzmann, T adalah suhu, R merupakan jari – jari partikel zat terlarut, dan μ_B adalah viskositas pelarut. Persamaan (15) menyatakan bahwa difusivitas berbanding terbalik dengan viskositas pelarut, sehingga semakin besar viskositas pelarut maka kemampuan solut untuk mendifusi dari fasa air ke fasa organik semakin berkurang [1].

Tabel 8. Efisiensi ekstraksi unsur LTJ dalam konsentrat Nd pada berbagai variasi perbandingan TOA : TOPO

TOA :	Efisiensi Ekstraksi (%)					
TOPO	Y	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy
1 : 0,5	1,429	1,429	1,429	1,429	1,429	1,429
1 : 1	13,804	15,986	18,078	22,63	25,32	7,567
1 : 1,5	11,023	15,324	14,633	0,000	9,864	0,000
0,5 : 1	3,721	7,9888	16,931	0,000	0,000	0,000
1,5 : 1	0,000	6,4764	0,7651	0,000	0,000	1,841

Tabel 9. Faktor pisah Nd terhadap unsur lainnya pada berbagai perbandingan TOA : TOPO

TOA :	Faktor pisah Nd terhadap unsur				
TOPO	Y	Pr	Sm	Gd	Dy
1 : 0,5	1	1	1	1	1
1 : 1	1,38	1,16	0,75	0,65	2,72
1 : 1,5	1,38	0,94	~	1,57	~
0,5 : 1	5,23	2,34	~	~	~
1,5 : 1	~	0,12	~	~	0,42

Penelitian yang telah dilakukan Purwani dan Prayitno (2013) terkait ekstraksi Nd dari konsentrat Nd 0,5 g/mL dalam HNO_3 2 M menggunakan ekstrakran TOA 6% dalam kerosin menghasilkan Kd Nd = 0,56, FP Nd – La= 6,48; FP Nd – Ce= 3,72; dan FP Nd – Y= 1,38 [4]. Suyanti dan Purwani (2014) menyatakan apabila ekstraksi Nd dilakukan menggunakan TOPO 10% dalam kerosin, konsentrasi HNO_3 4 M, dan konsentrasi umpan 0,3 g/mL akan menghasilkan Kd Nd sebesar 0,31 [5]. Pada penelitian ini umpan dengan konsentrasi 0,3 g/mL dalam 0,5 M HNO_3 , konsentrasi $Al(NO_3)_3$ 0,071 g/mL diekstraksi menggunakan campuran ekstrakran TOA: TOPO = 0,5:1, didapatkan harga Kd Nd 0,204; efisiensi ekstraksi sebesar 16,931%; faktor pisah (FP) Nd – Y = 5,23 dan FP Nd – Pr = 2,34. Perbedaan pada besarnya nilai Kd dimungkinkan dari konsentrasi umpan konsentrat Nd dalam fasa air untuk proses ekstraksi dobel solven ini belum optimal. Dengan demikian, proses ekstraksi Nd dari konsentrat Nd menggunakan campuran ekstrakran TOA – TOPO ini masih layak untuk dipertimbangkan sebagai alternatif teknologi untuk pemurnian Nd.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ekstraksi Nd dari konsentrat Nd dengan penambahan penggaram $Al(NO_3)_3$ menggunakan campuran ekstrakran TOA – TOPO diperoleh kesimpulan sebagai berikut: kondisi optimum terjadi pada saat konsentrasi umpan 0,3 g/mL dalam HNO_3 0,5 M ditambahkan $Al(NO_3)_3$ dengan konsentrasi 0,071 g/mL yang diekstraksi menggunakan campuran ekstrakran dengan perbandingan TOA: TOPO 0,5:1. Pada kondisi ini diperoleh Kd Nd 0,204; efisiensi ekstraksi sebesar

16,931%; faktor pisah (FP) Nd – Y = 5,23 dan FP Nd – Pr = 2,34.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh anggaran DIPA PSTA tahun 2016 dan penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dwi Biyantoro, seluruh staf kelompok Teknik Pemisahan, dan Ayu Ningtyas yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WULANDARI, MILANA. Optomasi Proses Ekstraksi Neodimium dari konsentrat $Nd(OH)_3$ Hasil Olah Pasir Monasit. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. 2007.
- [2] WIRAWAN, RISKI ANDRI. Proses Pengolahan Pasir Monasit Untuk Memperoleh $Nd(OH)_3$. Universitas Indonesia. Skripsi. Hal. 27 – 30. 2007.
- [3] PURWANI, MV., SUYANTI, DAN MUHADI AW. Ekstraksi Konsentrat Neodimium Memakai Asam Di- 2 – Etil Heksil Fosfat. Prosiding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta Hal. 439 – 447, 25 – 26 Agustus 2008.
- [4] PURWANI, MV., DAN PRAYITNO. Ekstraksi Konsentrat Neodimium Memakai Tri Oktil Amin. Jurnal Iptek Nuklir Ganendra Vol. 17 No. 1, Hal. 17 – 26, Januari 2014.
- [5] SUYANTI DAN M. V. PURWANI. Pemakaian Tri-n-Oktilfosfina Oksida untuk Ekstraksi Konsentrat Neodimium. Prosiding Seminar Nasional Geologi Nuklir dan Sumber Daya Tambang. 17 – 26, 2014.
- [6] MAN-SEUNG LEE, JIN-YOUNG LEE, JOON-SE KIM, AND GWANG-SEOP LEE. *Solvent extraction of Neodymium Ions from Hydrochloric Acid Solution using PC88A and Saponified PC88A*. [Separation and Purification Technology](#) Vol. 46 Issues 1 – 2, 72 – 78, 2005.
- [7] KUMAR, J. RAJESH., B. RAMACHANDRA REDDY, K. JANARDHAN REDDY, AND A. VARADA REDDY. *Liquid – liquid Extraction of tetravalent hafnium from acidic Chloride Solutions using Bis(2,4,4-trimethylpentyl) Dithiophosphinic Acid (Cyanex 301)*. *Separation Science and Technology*, 42: 865 – 877, 2007.
- [8] POSPIECH, BEATA. *Synergistic solvent extraction of Co(II) and Li(I) from aqueous chloride solutions with mixture of Cyanex 272 and TBP*. *Phsycochemical Problems of Mineral Processing* 52 (1), 353 – 364, 2016.
- [9] TAGHIZADEH, M., M. GHANADI, AND E. ZOLFONOUN. *Separation of zirconium and hafnium by solvent extraction using mixture of TBP and Cyanex 923*. *Journal of Nuclear Materials* 412, 334 – 337, 2011.

- [10] ZHI-GAO, XU., WANG LI-JUN, WU YAN-KE, CHI RU-AN, ZHANG LI, WU MING. Solvent Extraction of Hafnium from Thiocyanic Acid Medium in DIBK – TBP Mixed System. Transactions of Nonferrous Metals Society of China 22, 1760 – 1765, 2012.
- [11] BINTARTI, A. N., DKK. Pengaruh Garam $Al(NO_3)_3$ terhadap Ekstraksi Itrium dari Konsentrat Logam Tanah Jarang. Prosiding PPI – PDIPTN Yogyakarta. Hal: 213 – 217, 2006.
- [12] PURWANI, MV., DAN MOCH. SETYADJI. Pengaruh Tri-n-Oktil Posfin Oksida dan Tingkat Ekstraksi Pada Pemurnian Konsentrat Thorium. Ekspolrium Vol. 36 No. 2 November 2015. Hal. 109 - 124
- [13] DATTA, DIPALLOY., HASAN USLU, SUSHIL KUMAR. Intensification of Picolinic Acid Extraction with Tri-n-butylphosphate and

Tri-n-octylamine in Three Different Diluents. Chemical Engineering Research and Design 95: 105–112, 2015.

TANYA JAWAB

Isti Dian R.

Apa pengaruh dari penggaram $Al(NO_3)_3$ pada proses ekstraksi Nd?

Wachyu Rachmi P.

Dengan penambahan garam $Al(NO_3)_3$ kuantitas molekul air bebas dalam fasa air berkurang karena hidrasi garam yang menyebabkan penurunan konsentrasi efektif air sehingga meningkatkan konsentrasi efektif ekstraksi (meningkatkan hasil ekstraksi).

