

PENENTUAN PARAMETER EKSTRAKSI SAMARIUM DAN GADOLINIUM DENGAN EKSTRAKTAN DIBUTILDITIOFOSFAT

**(Parameter Determination of Extraction Samarium and Gadolinium with
Dibutilditiofosfat as Extractant)**

Ing Mayfa Br Situmorang, Anni Anggraeni, Yeni W. Hartati

¹Program Studi Teknik Laboratorium Medis Program Diploma Tiga, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Prima Indonesia, Jl. Raya Babelan No.9,6 KM, RW.6, Kebalen, Babelan, Bekasi, West Java 17610

²Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat

E-mail : Ingmayfasitumorang@gmail.com

ABSTRAK

Samarium dan Gadolinium merupakan unsur tanah jarang (UTJ) kelompok sedang pada mineral monasit yang memiliki jumlah kadar mayor dibandingkan dengan unsur-unsur lain. Untuk memisahkan samarium dari campurannya dengan gadolinium dibutuhkan teknik pemisahan yang tepat. Ekstraksi merupakan teknik pemisahan yang telah banyak digunakan untuk pemisahan UTJ dengan berbagai kondisi ekstraktan. Selain itu, memiliki banyak kelebihan dari teknik pemisahan yang lain seperti peralatannya sederhana dan biayanya relatif murah. Tujuan penelitian ini adalah *mengetahui nilai rasio distribusi, faktor pemisahan dan persen efisiensi ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstraktan dibutilditiofosfat (DBDTP)*. Metode yang digunakan yaitu menentukan parameter ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstraktan DBDTP dan diukur menggunakan spektrofotometer sinar tampak dengan reagen pengompleks alizarinrot sulfonat. Hasil ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstraktan DBDTP menunjukkan pada kondisi optimum pH 4 $D_{Sm-DBDTP} = 1,75$; $\%E_{Sm-DBDTP} = 63,11\%$; $D_{Gd-DBDTP} = 0,53$; $\%E_{Gd-DBDTP} = 33,06\%$ dan pada pH 5 nilai $\alpha_{Sm-Gd} = 14,00$.

Kata kunci : samarium, gadolinium, ekstraksi, DBDTP

ABSTRACT

Samarium and Gadolinium are rare earth elements (REEs) in the medium group of monazite minerals which have major levels compared to other elements. To separate samarium from its mixtures with gadolinium a proper separation technique is required. Extraction is a separation technique that has been widely used for the separation of REEs with various extraction conditions. In addition, it has many advantages over other separation techniques such as simple equipment and relatively low cost. The purpose of this study was to determine the value of the distribution ratio, separation factor and percent efficiency of samarium and gadolinium extraction with dibutylidithiophosphate (DBDTP) extractant. The method used was to determine the extraction parameters of samarium and gadolinium with DBDTP extractants and measured using a visible spectrophotometer with alizarinrot sulfonate complexing reagent. The results of

samarium and gadolinium extraction with DBDTP extract showed the optimum condition pH 4 $D_{Sm-DBDTP} = 1.75$; % $E_{Sm-DBDTP} = 63.11\%$; $D_{Gd-DBDTP} = 0.53$; % $E_{Gd-DBDTP} = 33.06\%$ and at pH 5 the value of $\alpha_{Sm-Gd} = 14.00$.

Keywords: samarium, gadolinium, extraction, DBDTP

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah dalam hal hasil tambang. PT. Timah merupakan perusahaan tambang pengolahan timah yang terletak di Pulau Bangka dan Belitung dengan hasil sampingnya yaitu berupa mineral senotim dan monasit (Suhala, 1997). Monasit ((Ce,La,Y,Th)PO₃) merupakan senyawa fosfat unsur tanah jarang (UTJ) yang mengandung 50-70% UTJ (Johari & Kuntjara, 1991).

Menurut Fontana dan Loris (2009) UTJ kelompok sedang mineral monasit terdiri atas samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), dan terbium (Tb). Berdasarkan hasil data analisis ICP-OES yang dilakukan oleh Effendi (2016) bahwa kadar UTJ kelompok sedang dalam mineral monasit terdiri atas samarium 2,55%; gadolinium 2,30%; terbium 0,72%; dan europium 0,44%. Samarium dan gadolinium merupakan UTJ mayor kelompok sedang pada mineral monasit. UTJ memiliki sifat-sifat kimianya yang mirip. Maka diperlukan metode pemisahan dan pemurnian yang sesuai dengan karakteristik yang dimiliki samarium dan gadolinium.

Untuk memisahkan UTJ dari campurannya telah banyak dilakukan dengan berbagai teknik pemisahan seperti pengendapan bertingkat, kristalisasi bertingkat, kolom penukar ion, dan ekstraksi dengan berbagai jenis ekstraktan. Untuk pemisahan UTJ umumnya dilakukan dengan cara ekstraksi karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan cara lain yaitu dari segi proses sangat mudah untuk dilakukan, cepat pengerjaannya baik untuk zat organik maupun zat anorganik, dan peralatan yang digunakan lebih sederhana (Sukarsono, 1986; Purwani *et al.*, 2008).

Pemisahan UTJ biasanya dilakukan dengan ekstraktan organofosforus yaitu mengandung senyawa fosfat, asam fosfit, dan tributilfosfat. Karena UTJ dapat membentuk senyawa kelat yang baik dengan ekstraktan organofosforus (Ozturk *et al.*, 2010) seperti dibutiditiofosfat (DBDTP) yang termasuk ekstraktan organofosforus. DBDTP pertama kali disintesis dan dikembangkan pada logam-logam transisi oleh Bahti pada tahun 1990. DBDTP dapat juga digunakan untuk mengekstraksi UTJ.

Pratomo *et al.*,(2015) telah melakukan sintesis, karakterisasi dan pemodelan molekul dalam reaksi antara ekstrak DBDTP dengan gadolinium dan menyimpulkan bahwa terbentuk senyawa *bis(aquo) tris (dibutylthiophosphato) gadolinium (III)* yang diidentifikasi dengan metode spektroskopi dan diprediksi menggunakan pemodelan molekul. Sofyatin *et al.*,(2016) melakukan ekstraksi gadolinium dan samarium dengan ekstrak DBDTP yang menyimpulkan bahwa dengan pelarut *n*-heksana lebih baik dibandingkan dengan pelarut kloroform. Namun kemampuan untuk memisahkan gadolinium dari campurannya dengan samarium menggunakan ekstrak DBDTP pada metode ekstraksi masih rendah. Jika dilihat dari hasil penelitian berdasarkan faktor pemisahan ($\alpha_{Sm/Gd}$) dengan pelarut *n*-heksana sebesar 0,92 yang berarti $\alpha_{Sm/Gd}$ mendekati nilai satu.

Berdasarkan paparan sebelumnya maka pada penelitian ini dilakukan penentuan parameter ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstrak DBDTP *dengan memvariasikan pH fasa air*.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan umum yang biasa digunakan di laboratorium seperti: peralatan gelas *pyrex IWAKI made in Indonesia*, pemanas Heidoloh MR 3001 dan pengaduk magnet, kertas saring, neraca analitis, pH Meter MP 220 Mettler Toledo, oven dan instrumen spektroskopi Geneys 10S Uv-Vis.

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: samarium oksida, gadolinium, natrium asetat, alizarinrot sulfonat (ARS), difosforpentasulfida,; asam nitrat, amonium hidroksida, asam asetat, *n*-butanol dan *n*-heksana dari *Merck pro-analys* serta aquamili-Q.

Pembuatan Ekstraktan DBDTP

Sebanyak 5,6003 g difosforpentasulfida dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Kemudian, ditambahkan *n*-butanol sebanyak 18,4 mL tetes demi tetes sambil diaduk

dan dialiri gas nitrogen (dalam keadaan direfluks pada suhu 80°C) secara terus menerus untuk mencegah oksidasi ligan yang terbentuk menjadi senyawa disulfida, dan diaduk selama 30 menit sampai semua difosforpentasulfida bereaksi. Setelah larutan kuning jernih terbentuk, larutan didinginkan pada suhu ruangan dan ditambahkan larutan ammonium hidroksida 1 M sampai pH larutan netral atau sedikit basa. Larutan didiamkan selama 24 jam, kemudian dievaporasi pada suhu 80°C sampai terbentuk padatan kuning. Padatan kuning tersebut disaring dan dicuci dengan sedikit metanol, lalu direkristalisasi dalam metanol dan dikeringkan pada suhu ruang (Bahti, 1990). Selanjutnya dilakukan Karakterisasi ekstraktan sintesis DBDTP dengan spektrofotometer *ultraviolet*, spektroskopi inframerah (IR) dan TOFMS (*Time Of Flight Mass Spectrometry*).

Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum dan Kurva Baku

Larutan Sm₂O₃ dan Gd₂O₃ masing–masing dipipet dengan konsentrasi 10 ppm; 12 ppm; 14 ppm; 16 ppm dan 18 ppm. Kemudian ditempatkan dalam gelas kimia yang berbeda dan diatur pH larutan dengan penambahan larutan amonium hidroksida atau asam asetat 1 M hingga mencapai kondisi pH 4. Selanjutnya, ditambahkan 5,0 mL *buffer* asetat sesuai kondisi pH lalu ditambahkan 5,0 mL alizarinrot sulfonat (ARS) sambil larutan diaduk. Kemudian larutan ini ditambahkan akuamili-Q sampai tanda batas labu ukur 25,0 mL. Blanko dibuat dengan cara yang sama namun tanpa menambahkan larutan logam yang dianalisis. Kemudian masing–masing senyawa kompleks UTJ-ARS terhadap blanko dianalisis dengan spektrofotometer sinar tampak untuk menentukan panjang gelombang serapan maksimum sehingga diperoleh absorbansi tiap–tiap konsentrasi UTJ-ARS sesuai kondisi pH untuk membuat kurva baku larutan.

Ekstraksi Logam Samarium dan Gadolinium

Larutan samarium oksida dan gadolinium oksida dengan konsentrasi masing–masing dipipet kemudian ditempatkan dalam gelas kimia yang berbeda dan diatur pH larutan dengan penambahan larutan amonium hidroksida atau asam asetat 1 M hingga mencapai kondisi pH 3, 4 dan 5. Kemudian ditambahkan 5,0 mL *buffer* asetat sesuai

kondisi pH sambil larutan diaduk. Kemudian larutan ini ditambahkan akuamili-Q sampai tanda batas labu ukur 25,0 mL dengan konsentrasi larutan 250 ppm. Kemudian kedalam gelas kimia ditambahkan ekstrak DBDTP dengan pengencer n-heksana sebanyak 25,0 mL dengan perbandingan mol logam : mol ekstrak = 1 : 3. Kemudian larutan ini dimasukkan kedalam corong pisah kemudian dikocok selama 15 menit dan didiamkan selama 30 menit. Fasa air dan fasa organik yang terbentuk dipisahkan, dan diambil fasa air kemudian diatur kondisinya menjadi pH 4 selanjutnya ditambahkan ARS dan akuamili-Q sampai tanda batas labu ukur 25,0 mL. Selanjutnya dianalisis UTJ-ARS dengan spektrofotometer sinar tampak dengan panjang gelombang serapan maksimum. Dari hasil pengukuran dari fasa air ekstraksi samarium dan gadolinium maka dapat ditentukan nilai rasio distribusi dan efisiensi ekstraksi

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraktan Dibutilditiofosfat

Ekstraktan dibutilditiofosfat (DBDTP) merupakan ekstrak sintesis yang dibuat sesuai dengan prosedur penelitian yang pertama kali dilakukan oleh Bahti (1990). Hasil sintesis ekstrak DBDTP dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

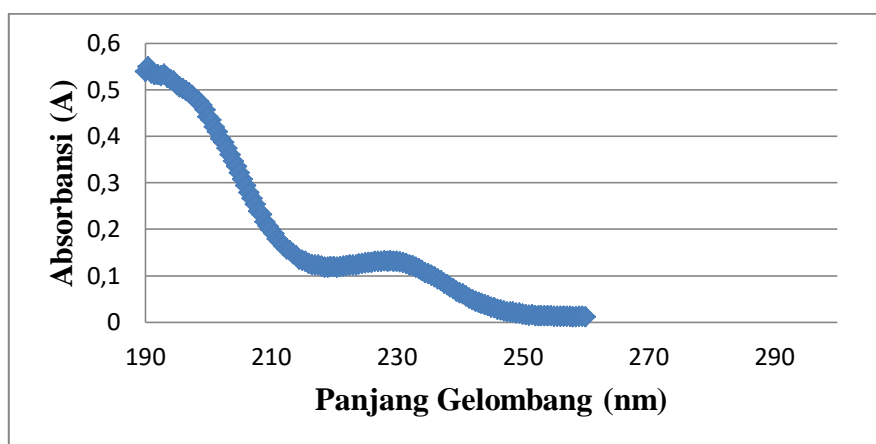


Gambar 1. Hasil sintesis ekstrak Na-DBDTP pada pH netral

Pada pembuatan ekstrak digunakan gas nitrogen untuk mencegah terjadinya hidrolisis pada difosfor pentasulfida yang disebabkan oleh oksigen (udara) yang akan

mengganggu proses sintesis. Dari hasil penelitian yang dilakukan ekstraktan DBDTP murni diperoleh sebanyak 5,3210 g.

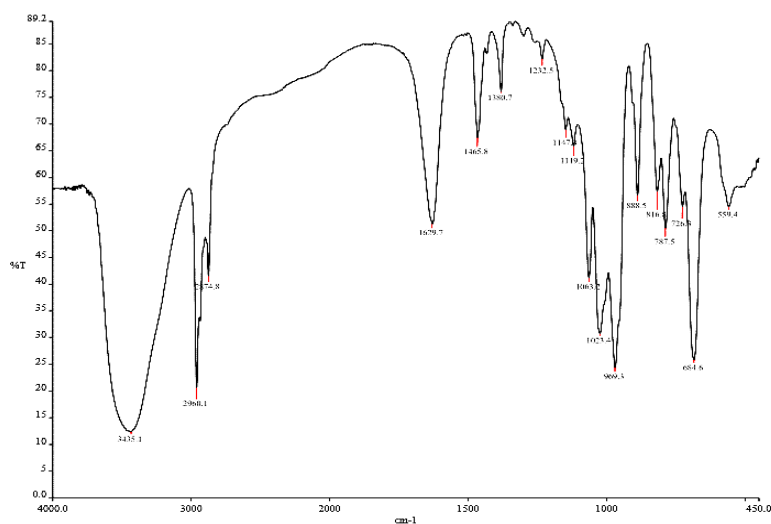
Karakterisasi dengan spektrofotometer *ultraviolet* dilakukan untuk mengetahui transisi elektronik senyawa organik. Spektrum *ultraviolet* dari Na-dibutilditiofosfat dilakukan pada daerah panjang gelombang 190 – 260 nm yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum *ultraviolet* Na-dibutilditiofosfat pada daerah panjang gelombang 190 – 260 nm

Gambar 2 menunjukkan adanya transisi elektron pada puncak bahu 190,5 nm dari $n \rightarrow \sigma^*$ pada pasangan elektron atom oksigen dari gugus butoksil dan puncak bahu 229 nm dari $\pi \rightarrow \pi^*$ menunjukkan ikatan P=S. Dari hasil spektrum *ultraviolet* yang dilakukan puncak bahu tidak berbeda jauh dengan literatur (Pratomo *et al.*, 2015).

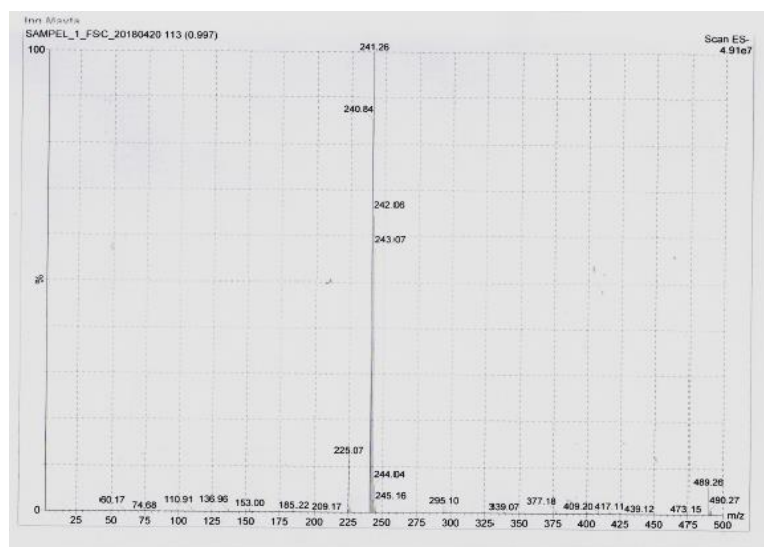
Karakterisasi dengan inframerah menunjukkan gugus fungsi yang dimiliki oleh ekstraktan DBDTP. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3 spektrum inframerah ekstraktan DBDTP.



Gambar 3. Spektrum inframerah ekstrak DBDTP

Gambar 3 menunjukkan adanya serapan dari beberapa gugus fungsi DBDTP seperti pada 3435 cm^{-1} menyatakan regang O-H. Pada regang O-H ini muncul karena sifat ekstrak higroskopis sehingga memungkinkan mengikat uap air dari udara. Pada 2960 cm^{-1} untuk regang C-H alifatik dari C_4H_9 ; 2874 cm^{-1} untuk regang S-H; 1629 dan 1465 cm^{-1} untuk regang C-O dari $\text{O-C}_4\text{H}_9$. Pada daerah sidik jari ada pita serapan pada 1147 , 1119 , 1063 , dan 1023 cm^{-1} dengan intensitas kuat yang terjadi getaran $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{P}$, getaran O-P ini yaitu berasal dari gugus $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{P}$ pada ekstrak DBDTP dan pada $684,5\text{ cm}^{-1}$ untuk getaran $\text{P}=\text{S}$. Dalam hal ini ekstrak DBDTP bersifat hidrofilik karena dalam bentuk padatan dengan kondisi bersifat garam yaitu Na-DBDTP.

Karakterisasi dengan TOFMS (*Time Of Flight Mass Spectrometry*) untuk mengetahui berat molekul dari ekstrak DBDTP yang ditunjukkan pada Gambar 4 .



Gambar 4. Spektrum TOFMS *scan* ES- ekstraktn DBDTP

Ekstraktan DBDTP memiliki berat molekul sebesar 242. Pada Gambar 4 menunjukkan berat molekul DBDTP m/z sebesar 241. Dalam hal ini pengukuran dengan TOFMS dalam mode negatif (*scan* ES-) yang menyebabkan pelepasan satu atom hidrogen dari DBDTP.

Rasio Distribusi, Persen Efisiensi dan Faktor Pemisahan Ekstraksi

Untuk ekstraksi samarium dan gadolinium menggunakan ekstraktn DBDTP. Ekstraktan DBDTP merupakan ekstraktn sintesis dan larut dalam pelarut polar (Aquamili-Q) karena memiliki sifat hidrofilik. Untuk pengukuran konsentrasi UTJ di dalam fasa air setelah ekstraksi dilakukan dengan spektrofotometer sinar tampak dengan pengomplek alizarinrot sulfonat (ARS). Pengukurannya dilakukan pada panjang gelombang maksimum 532 nm untuk Sm-ARS dan 530 nm untuk Gd-ARS. Dari hasil pengukuran tersebut maka dapat dilakukan perhitungan rasio distribusi (D), persen efisiensi (%E) dan faktor pemisahan (α) yang digunakan sebagai parameter untuk pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium.

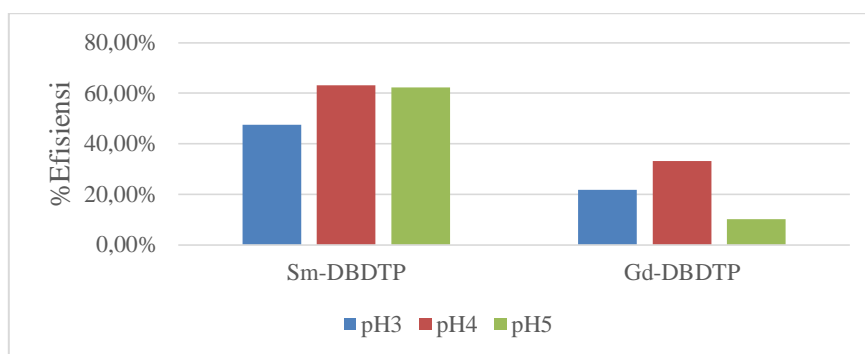
Berdasarkan data hasil pengukuran yang dilakukan, maka diperoleh nilai rasio distribusi dan persen efisiensi dengan variasi pH larutan pada ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstraktn DBDTP ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil perhitungan rasio distribusi dan persen efisiensi ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstrak DBDTP terhadap variasi pH larutan

Logam	pH	D	Rata – Rata D	%E	Rata – rata %E
Samarium	3	0,82	0,90	45,32%	47,54%
		0,99		49,77%	
		0,90		47,53 %	
	4	2,24	1,75	69,14 %	63,11%
		1,6		61,60%	
		1,42		58,59 %	
	5	2,10	1,68	67,80%	62,20%
		1,50		59,93%	
		1,43		58,88%	
Gadolinium	3	0,39	0,27	28,11 %	21,70%
		0,16		16,00%	
		0,27		20,98 %	
	4	0,33	0,53	24,53%	33,06%
		0,88		46,79%	
		0,38		27,85%	
	5	0,175	0,12	14,89%	10,21%
		0,14		12,14%	
		0,04		3,60%	

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa persen efisiensi dan koefisien ekstraksi tertinggi untuk samarium dan gadolinium pada kondisi pH 4. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sofyatin *et al.*,(2016) ekstraksi samarium menggunakan ekstrak DBDTP dengan pelarut *n*-heksana diperoleh nilai persen efisiensi dan rasio distribusi ekstraksi tertinggi pada kondisi pH 3 dan pH 4 untuk ekstraksi gadolinium. Dengan $D_{Sm} = 17,01$ dan $\%E_{Sm} = 94,45\%$ sedangkan $D_{Gd} = 7,38$ dan $\%E_{Gd} = 88,02\%$. Dari hasil penelitian ini dan Sofyatin *et al.*,(2016) yang dilakukan tidak menunjukkan peningkatan persen efisiensi dengan bertambahnya pH larutan. Seharusnya dengan meningkatnya pH larutan mampu meningkatkan nilai rasio distribusi dan persen efisiensi ekstraksi (Day & Underwood, 1998).

Dari hasil data ekstraksi pada Tabel 1. dapat digambarkan grafik persen efisiensi ekstraksi terhadap variasi pH larutan UTJ pada hasil ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstrak DBDTP ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik persen efisiensi ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstraktan DBDTP terhadap variasi pH larutan

Gambar 5 menunjukkan kondisi pH 4, samarium dan gadolinium banyak terekstrak ke fasa organik baik dengan ekstraktan DBDTP. Untuk pemisahan logam samarium dari campuran dengan gadolinium (Sm-Gd) menggunakan ekstraktan DBDTP dilakukan berdasarkan faktor pemisahan, dengan nilai faktor pemisahan harus $\alpha > 1$ ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil perhitungan faktor pemisahan ekstraksi samarium dari campurannya dengan gadolinium menggunakan ekstraktan DBDTP dan D2EHPA

Logam	Ekstraktan	pH	Faktor Pemisahan
Sm-Gd	DBDTP	3	3,33
		4	3,30
		5	14,00

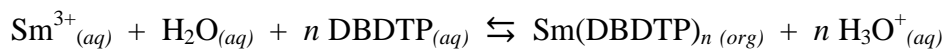
Berdasarkan Tabel 2 kondisi optimum untuk pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium berdasarkan data hasil perhitungan faktor pemisahan yaitu untuk ekstraktan DBDTP pada pH 5. Nilai faktor pemisahan termasuk penentu keberhasilan pemisahan logam dengan metode ekstraksi. Semakin besar nilai faktor pemisahan ($\alpha > 1$) maka kemungkinan untuk memisahkan samarium dari campurannya dengan gadolinium dapat dilakukan dengan mudah.

Pengaruh pH Larutan Terhadap Rasio Distribusi Samarium

Berdasarkan hubungan antara nilai rasio distribusi dengan pH larutan, dapat diketahui jumlah mol ekstraktan yang terikat dan jumlah mol H_3O^+ yang dibebaskan (Hamzah, 2002). Dari hal ini dapat diketahui kemampuan ekstraksi suatu logam

merupakan faktor yang mencakup baik kecenderungan terbentuknya senyawaan kelat maupun kelarutan relatif dalam kedua fasa itu. Efek pH terhadap rasio distribusi ion logam timbul dari persaingan H_3O^+ dengan M^{n+} (logam) dalam memperebutkan anion pengkelat (X^-). Suatu ekstraktan pengomplek seperti CN dan EDTA yang membentuk suatu ion kompleks yang larut dalam air dengan logam itu, akan menurunkan rasio distribusi (D) (Day & Underwood, 1998). Hal ini terjadi pada ekstraktan DBDTP yang larut dalam air dengan UTJ yang mengakibatkan nilai D pada Sm-DBDTP. Hal ini ditunjukkan dari kurva regresi linier hubungan nilai distribusi (D) terhadap pH larutan samarium.

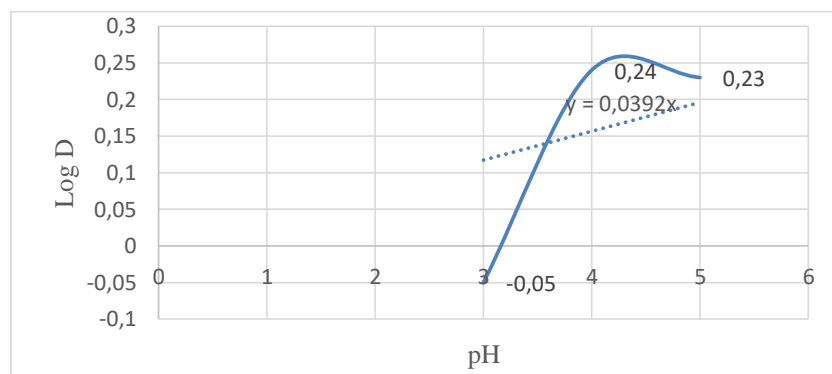
Untuk persamaan reaksi logam samarium dengan ekstraktan DBDTP :



Dari data Tabel 2 dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui hubungan antara nilai rasio distribusi terhadap variasi pH larutan yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Nilai D Sm-DBDTP pada variasi pH larutan

pH	D	Log D
3	0,90	-0,05
4	1,75	0,24
5	1,68	0,23



Gambar 6. Kurva regresi linier hubungan log D Sm-DBDTP terhadap variasi pH larutan

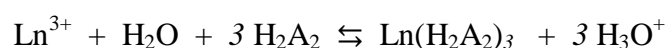
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 6 serta dengan persamaan regresi linier diperoleh persamaan:

$$\text{Log } D = n \text{ pH} + n \text{ Log [DBDTP]} + \text{Log } K_{\text{eks}}$$

$$\text{Log } D = 0,04 \text{ pH} + 0,04 \text{ Log [DBDTP]} + \text{Log } K_{\text{eks}}$$

Persamaan diatas menunjukkan harga slope mendekati 0,04 dan ini berarti setiap mol samarium akan membentuk Sm-DBDTP dengan membebaskan 0,04 mol H_3O^+ . Dari hasil penelitian yang dilakukan Torkaman *et al.*, (2013) pada kurva log D terhadap pH diperoleh nilai *slope* mendekati 3 untuk ekstrak D2EHPA dan Cyanex 301. Begitu juga dengan hasil penelitian Jia *et al.*, (2008) untuk ekstraksi samarium dengan ekstrak individu C301 dan CA12 menunjukkan log D terhadap pH memiliki nilai *slope* mendekati 3. Hal ini menjelaskan bahwa logam mengikat sebanyak 3 mol atom proton dari ekstrak pada fasa air.

Seperti yang diketahui mekanisme yang biasa dikutip untuk ekstraksi trivalen UTJ dengan pertukaran kation yaitu:



Dalam hal ini Ln^{3+} merupakan golongan lantanida yang membutuhkan 3 mol H_2A_2 (ekstrak) untuk membentuk senyawa kompleks netral dan melepaskan sebanyak 3 mol H_3O^+ . Maka dengan begitu UTJ kompleks dapat tertarik ke fasa organik. Secara teori, perhitungan yang dilakukan untuk penelitian ini perbandingan mol logam : mol ekstrak adalah 1 : 3. Namun dalam praktiknya hanya 0,04 mol DBDTP yang ikut terikat untuk membentuk senyawa kompleks Sm-D2EHPA atau Sm-DBDTP yang ditunjukkan dari *slope* kurva hubungan log D terhadap pH. Hal ini disebabkan karena konsentrasi ekstrak tidak berbanding lurus dengan pH larutannya sehingga tidak meningkatkan hasil persen efisiensi dan harga distribusi ekstraksi.

Pemisahan Samarium dari Campurannya dengan Gadolinium

Dari hasil pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium menggunakan ekstrak DBDTP ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium menggunakan ekstrak DBDTP

Logam	Ekstraktan	Kadar ekstrak	pH	Kadar sebelum ekstraksi	Kadar setelah ekstraksi
Sm-Gd	DBDTP	100%	5	Sm = 60,98% Gd = 47,37%	Sm = 48,45% Gd = 51,55%

Dari Tabel 4 disimpulkan bahwa hasil pemisahan yang dilakukan berdasarkan nilai faktor pemisahan dapat diketahui bahwa ekstrak DBDTP menunjukkan bahwa pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium menggunakan metode ekstraksi tidak hanya berdasarkan pada faktor pemisahan dari berbagai pH. Karena dapat kita lihat pada Tabel 2 nilai faktor pemisahan samarium dari campurannya dengan gadolinium menggunakan ekstrak DBDTP menunjukkan nilai tertinggi pada pH 5. Namun, tidak mampu memisahkan Sm-Gd. Dari hal ini, menunjukkan bahwa faktor-faktor lain juga perlu diperhatikan seperti persen efisiensi dengan variasi konsentrasi logam, pH larutan, suhu, konsentrasi ekstrak dan waktu pengocokan.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut : Hasil ekstraksi samarium dan gadolinium dengan ekstrak DBDTP menunjukkan pada kondisi optimum pH 4 $D_{Sm-DBDTP} = 1,75$; $\%E_{Sm-DBDTP} = 63,11\%$; $D_{Gd-DBDTP} = 0,53$; $\%E_{Gd-DBDTP} = 33,06\%$ dan pada pH 5 nilai $\alpha_{Sm-Gd} = 14,00$.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahti, H.H. 1990. *Chromatography studies of metal dialkyldithiophosphate*. University of New South Wales, Australia. Thesis.
- Day, R.A. & Underwood, A.L. 1999. Analisis Kimia Kuantitatif Edisi keenam diterjemahkan oleh Iis Sopyan. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Effendy, Syulastri. 2016. Penggunaan *Response Surface Methodology* untuk Seleksi dan Optimasi Parameter Pemisahan Unsur Logam Tanah Jarang Kelompok Sedang dari Unsur Logam Tanah Jarang Kelompok Lainnya dengan Metode Pengendapan. Tesis. Jurusan Kimia. Universitas Padjajaran-Jatinangor.
- Fontana, D & Loris, F. 2009. Separation of Middle Rare Earths by Solvent Extraction Using 2-ethylheksylphosphonic acid mono-2-ethylheksyl ester. *Journal of Rare Earth*. 27: 830-833.

- Jia, Qiong. *et al.*, 2008 Solvent Extraction of Rare earth elements with mixtures of *sec*-octylphenoxy acetic acid and bis (2,4,4-trimethylpentyl) dithiophosphinic acid. College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130022, China.
- Johari, S. & U. Kuntjara. 1991. The occurrences of rare earth minerals in Indonesia. *Materials Science Forum*. 70-72: 645-650.
- Ozturk, T., Ertaas, E., & Mert, O. 2010. A Berzelius Reagent, Phosphorous Decasulfide (P₄S₁₀), in *Organic Syntheses, Chemical Reviews*, 110(6), 3419 - 3478.
- Pratomo, U., A. Anggraeni, A. Muthalib, U.M.S. Soedjanaatmadja, Yuhelda, I. Pinarti, A.T. Hidayat, & H.H. Bahti. 2015. *Synthesis, Characterization, and Molecular Modelling Of Bis(Aquo)Tris(Dibutylidithiophosphato) Gadolinium (III)*. *Procedia Chemistry*. 207-215.
- Purwani, MV, Suyanti & Muhadi AW. 2008. *Ekstraksi Konsentrat Neodimium memakai Asam Di-2-etil Heksil Fosfat*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta.
- Sofyatin, Titin, Nunik Nurlina, Anni Anggraeni, Husein H. Bahti. 2016. Penentuan Koefisien Distribusi, Efisiensi Ekstraksi Dan Faktor Pemisahan Pada Ekstraksi Gadolinium dan Samarium Dengan Ligan Dibutilditiofosfat. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- Suhala, S. 1997. *Bahan galian industri*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- Sukarsono. 1986. Koefisien Perpindahan Massa Ekstraksi Uranil Nitrat dalam tangki Berpengaduk. Prosiding PPI PDIPN, Yogyakarta.
- Torkaman, R., M.A. Moosavian, M. Torab-Mostaedi, J. Safdari. 2013. Solvent Extraction of Samarium from Aqueous Nitrate Solution by Cyanex 301 and D2EHPA. *Hydrometallurgy*. 101-107.