

## EKSTRAKSI LARUTAN SENOTIM MENGGUNAKAN DEHP (DIESTER) DAN DEHP (MONO & DIESTER) PADA PEMISAHAN Y, La, Ce, Gd, DAN Eu

*Dwi Biyantoro, R. Subagiono dan Kris Tri Basuki*

**P3TM - BATAN**

### ABSTRAK

*EKSTRAKSI LARUTAN SENOTIM MENGGUNAKAN DEHP (DIESTER) DAN DEHP (MONO & DIESTER) PADA PEMISAHAN Y, La, Ce, Gd, DAN Eu. Telah dipelajari proses ekstraksi larutan senotim menggunakan DEHP (diester) dan DEHP (mono & diester) pada pemisahan Y, La, Ce, Gd, dan Eu. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan ekstraktan yang selektif dan data kondisi optimum pemisahan unsur logam tanah jarang. Distribusi Y, La, Ce, Gd, dan Eu dalam asam nitrat ke dalam fasa organik DEHP (diester) dan DEHP (mono & diester) menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Pemisahan logam tanah jarang dikerjakan dengan teknik ekstraksi cair-cair. Variabel yang sangat berpengaruh terhadap distribusi logam tanah jarang, yaitu : konsentrasi asam nitrat dalam larutan umpan, jenis ekstraktan, konsentrasi fasa organik (DEHP) dalam dodekan, dan waktu ekstraksi telah dikaji. Hasil terbaik diperoleh pada pemisahan ini menggunakan DEHP (diester). Hasil pemisahan memakai umpan simulasi diperoleh kondisi optimum, yaitu : molaritas asam nitrat : 1 M, konsentrasi fasa organik = 30% DEHP (diester) dalam dodekan, dan waktu ekstraksi selama 15 menit. Aplikasi ekstraksi memakai umpan larutan senotim hasil dijesti pasir senotim diperoleh memakai molaritas asam nitrat = 0,5 M dengan faktor pemisahan yang paling tinggi, yaitu : FP Y/La = 504,83, FP Y/Ce = 504,83, FP Y/Gd = 63,77, dan FP Y/Eu = 51,78.*

### ABSTRACT

*EXTRACTION OF XENOTIME SOLUTION BY USING DEHP (DIESTER) AND DEHP (MONO & DIESTER) ON SEPARATION Y, La, Ce, Gd, AND Eu. Extractio process of senotime solution by using DEHP (diester) and DEHP (mono & diester) to separation of Y, La, Ce, Gd, and Eu have been studied. The research are to find out a selective of extractant and the optimum condition data of the separation of rare earth elements. The distribution of Y, La, Ce, Gd, and Eu in nitric acid to organic phase DEHP (diester) and DEHP (mono & diester) showed the results were fully significant. The separation of rare earth was done by liquid-liquid extrction process. The distribution of rare earth as fuction of concentration of nitric acid in the feed, extraction agent, concentration of organic phase DEHP (diester) in dodecane, and extraction time. The best results was received at the separastion by using DEHP (diester). The optimum condition of the separation by using simulated feed were obtained : concentration of nitric acid : 1 M, concentration of organic phase = 30% DEHP (diester) in dodecane, and time of extraction = 15 minutes. Aplication of extraction using feed of senotime solution from product of digestion of senotime sand was obtained using nitric acid = 0.5 M gave the highest separation factor, e.g : FP Y/La = 504.83, FP Y/Ce = 504.83, FP Y/Gd = 63.77, and FP Y/Eu = 51.78.*

### PENDAHULUAN

Pada saat ini pemakaian unsur logam tanah jarang baik secara individual maupun dalam bentuk campurannya menunjukkan kecenderungan terus meningkat, hal ini karena sifat logam tersebut yang unik, mempunyai banyak keuntungan, sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang teknologi yaitu bidang teknologi nuklir, teknologi kedirgantaraan, elektronika, dan informatika.

Logam tanah jarang (“rare earth element”) adalah logam yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mempunyai kegunaan yang sangat luas, karena secara umum memiliki kekuatan mekanis yang baik, titik leleh relatif tinggi, dan memiliki sifat-sifat yang menguntungkan. Logam tanah jarang adalah logam yang mempunyai kelimpahan relatif kecil dikulit bumi, dan proses untuk mendapatkan logam murninya sangat sulit, karena mempunyai sifat yang mirip antara yang

satu dengan yang lain, sedang manfaatnya sangat besar, sehingga logam tanah jarang ini mempunyai nilai tambah yang tinggi<sup>(1)</sup>.

Itrium (Y) banyak dijumpai dalam pasir xenotim, dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri seperti baja, laser, tabung warna TV, magnet dan keramik. Lantanum (La) dan serium (Ce) banyak dipakai dalam industri metalurgi. Gadolinium (Gd) dipakai di bidang industri nuklir karena mempunyai penampang serapan neutron yang besar. Europium banyak dipakai untuk pemancar warna merah dalam TV<sup>(2,3)</sup>.

Indonesia telah diketahui beberapa wilayahnya terutama di pulau Bangka dan Belitung mempunyai kandungan bijih logam tanah jarang yang cukup besar, seperti pasir senotim dan monasit. Pasir senotim biasa ditulis dengan rumus molekul  $LTJPO_4$  atau  $YPO_4$  adalah merupakan salah satu mineral yang mengandung logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, Eu) dan biasanya pasir ini digunakan sebagai salah satu sumber untuk mendapatkan logam itrium (Y)<sup>(4)</sup>.

Berdasarkan latar belakang uraian di atas diperlukan teknik kimia ("Chemical Engineering") dalam pengolahan bahan-bahan mentah menjadi produk bernilai ekonomis<sup>(5)</sup>.

Proses pemisahan logam tanah jarang dapat dilakukan antara lain dengan cara pengendapan, kristalisasi, ekstraksi cair-cair, dan kromatografi pertukaran ion. Dari berbagai metode pemisahan logam tanah jarang tersebut, secara umum pemakaian proses ekstraksi banyak dikerjakan karena dengan pemilihan ekstraktan yang selektif dapat meningkatkan faktor pemisahan.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mendapatkan ekstraktan yang selektif dan memperoleh kondisi optimum pemisahan unsur logam tanah jarang dari umpan larutan senotim hasil olah pasir senotim.

Sato, 1984 melakukan ekstraksi dari campuran uranil klorida dan itrium klorida pada berbagai variasi asam menggunakan ekstraktan DEHP (diester) dan DEHP (mono & diester) dalam kerosen pada suhu 20-30 °C diperoleh hasil yang baik pada keasaman yang rendah<sup>(6)</sup>.

Penelitian dan pengembangan terakhir teknik ekstraksi cair-cair menggunakan DEHP derivat dari organo fosfor semakin luas pemakaiannya untuk pemisahan logam tanah jarang karena mempunyai selektivitas dan efisiensi yang tinggi<sup>(7,8,9,10,11)</sup>.

Untuk memperbesar nilai faktor pemisahan, biasanya ditambahkan pengkomplek yang dapat larut, baik dalam fasa air maupun fasa organik.

Contoh pengkomplek yang sering digunakan adalah di-(2-ethyl hexyl) phosphoric acid atau diester, (2-ethyl hexyl) phosphoric acid atau campuran mono dan diester, dan tributil fosfat (TBP)<sup>(6)</sup>.

## TATA KERJA

### Bahan

Pasir senotim, di-(2-ethyl hexyl) phosphoric acid (diester), (2-ethyl hexyl phosphoric) acid (mono dan diester),  $NH_4OH$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2C_2O_4$  buatan E. Merck, standar logam tanah jarang ( $Y_2O_3$ ,  $La(NO_3)_3 \cdot 6 H_2O$ ,  $Ce(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $Eu(NO_3)_3 \cdot 5 H_2O$ ).

### Alat

Almari asam, ICP spektrometer, timbangan analitis Sartorius, pH meter Beckman, eksikator, oven, pengaduk pemanas magnet, dan alat-alat gelas.

### Cara Kerja

#### 1. Pembuatan umpan larutan senotim

Seratus gram pasir senotim dengan ukuran butir 100-200 mesh didijes dengan ditambah 200 mL asam sulfat pekat dipanaskan selama 3 jam pada suhu 210 °C. Hasil proses dijesti kemudian dipisahkan antara filtrat dan endapannya. Filtrat hasil leburan diencerkan dengan air es menjadi 1000 mL. Filtrat yang diperoleh dipakai sebagai umpan proses ekstraksi. Untuk mengetahui kandungan unsur logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, dan Eu) dalam fasa air (FA), filtrat dianalisis menggunakan ICP Spektrometer<sup>(12)</sup>.

#### 2. Proses ekstraksi

- Buat larutan umpan simulasi campuran Y, La, Ce, Gd, dan Eu.
- Buat larutan senotim pada berbagai molaritas asam nitrat sebagai umpan proses ekstraksi.
- Buat pelarut campuran DEHP (D) dan DEHP (M&D) pada berbagai konsentrasi dalam dodekan sebagai fasa organik (FO).
- Larutan umpan simulasi (FA) volume masing-masing = 10 mL ditambah FO volume 10 mL diaduk selama 15 menit pada kecepatan 350 rpm. Campuran didiamkan beberapa saat, kemudian dipisahkan dengan corong pisah. Pekerjaan diulangi untuk mempelajari pengaruh molaritas  $HNO_3$ , pengaruh

variasi waktu pengadukan, dan konsentrasi fasa organik.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian awal yang dikerjakan adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh molaritas asam nitrat terhadap nilai koefisien distribusi dan faktor pisah terhadap pemakaian

kedua ekstraktan (diester dan mono & diester). Percobaan dilakukan dengan variasi molaritas asam nitrat : 0,5 M, 1, 2, 4, dan 6 M. Data hasil percobaan yang diperoleh dipakai untuk mengevaluasi pemisahan unsur Y, La, Ce, Gd, dan Eu. Hasil selengkapnya ditunjukkan dalam Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1. Hubungan antara molaritas asam nitrat dengan kadar Y, La, Ce, Gd dan Eu.**

Larutan umpan : Y = 1040 , La = 1000, Ce = 1055, Gd = 982, Eu = 197 ppm

FO = 30% DEHP (diester) dalam dodekan

FO = 30% DEHP (mono & diester) dalam dodekan

Perbandingan FO : FA = 1 : 1

Waktu ekstraksi = 15 menit

| HNO <sub>3</sub><br>M | Kons. Y, ppm |       | Kons. La, ppm |       | Kons. Ce, ppm |       | Kons. Gd, ppm |       | Kons. Eu, ppm |       |
|-----------------------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|                       | D            | M & D | D             | M & D | D             | M & D | D             | M & D | D             | M & D |
| 0,5                   | 1025         | 1038  | 283           | 995   | 372           | 1050  | 937           | 979   | 183           | 196   |
| 1,0                   | 1018         | 1034  | 121           | 954   | 192           | 1021  | 693           | 963   | 119           | 193   |
| 2,0                   | 913          | 1006  | 156           | 704   | 177           | 821   | 280           | 853   | 49            | 171   |
| 4,0                   | 762          | 940   | 172           | 463   | 265           | 558   | 234           | 678   | 50            | 136   |
| 6,0                   | 682          | 917   | 376           | 454   | 405           | 503   | 335           | 640   | 66            | 128   |

Keterangan :

D : diester

M & D : mono & diester

Dari data Tabel 1 kemudian dipakai untuk menghitung koefisien distribusi (Kd) dan faktor pisah (FP). Hasil selengkapnya ditunjukkan dalam tabel 2 dan 3.

**Tabel 2. Hubungan antara molaritas asam nitrat dengan Kd**

| HNO <sub>3</sub><br>M | Kd Y |       | Kd La |       | Kd Ce |       | Kd Gd |       | Kd Eu |       |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | D    | M & D | D     | M & D | D     | M & D | D     | M & D | D     | M & D |
| 0,5                   | 70.4 | 525.3 | 0.39  | 226.2 | 226.2 | 211.7 | 21.1  | 475.1 | 13.4  | 605.0 |
| 1,0                   | 46.6 | 180.8 | 0.13  | 11.1  | 11.1  | 54.4  | 2.4   | 53.3  | 1.5   | 56.7  |
| 2,0                   | 7.1  | 29.7  | 0.17  | 2.0   | 2.0   | 3.7   | 0.4   | 6.6   | 0.3   | 6.6   |
| 4,0                   | 2.7  | 9.5   | 0.19  | 0.8   | 0.8   | 1.1   | 0.3   | 2.2   | 0.3   | 2.2   |
| 6,0                   | 1.9  | 7.4   | 0.56  | 0.7   | 0.7   | 0.9   | 0.5   | 1.8   | 0.5   | 1.8   |

Keterangan :

D : diester

M & D : mono & diester

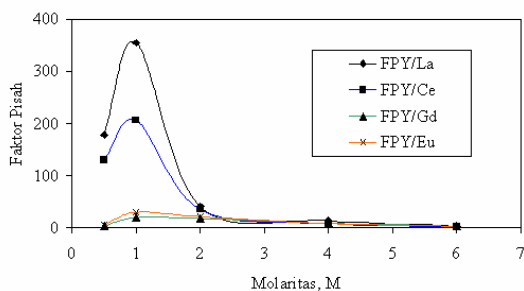
Dari data Tabel 1 dan 2 dapat dipakai untuk menghitung nilai faktor pisah (FP Y/La, FP Y/Ce, FP Y/Gd, FP Y/Eu) pada berbagai molaritas. Hasil perhitungan ekstraksi memakai DEHP (D) disajikan dalam Gambar 1 dan ekstraksi memakai DEHP (M & D) disajikan dalam Gambar 2.

Data yang didapat pengaruh molaritas asam nitrat sangat besar pada kedua ekstraktan yang diteliti. Profil keduanya hampir sama kecenderungannya mulai molaritas asam nitrat 1

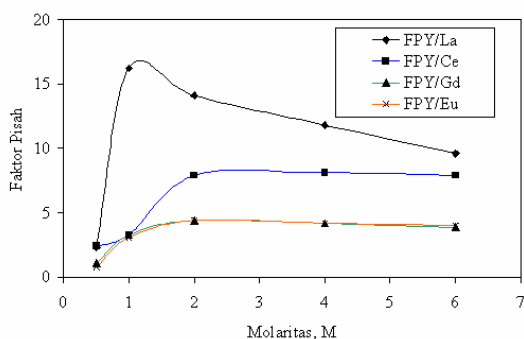
M menurun. Hal ini disebabkan karena pembentukan kompleks LTJ nitrat DEHP lebih kuat pada konsentrasi asam yang rendah, yaitu reaksi pertukaran ion. Ekstraksi logam tanah jarang pada keasaman yang tinggi terjadi reaksi solvasi<sup>(11)</sup>.

Dari evaluasi hasil penelitian ditunjukkan bahwa untuk memisahkan unsur logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, dan Eu) relatif lebih baik menggunakan ekstraktan DEHP (diester) dari pada memakai DEHP (mono diester). Pada

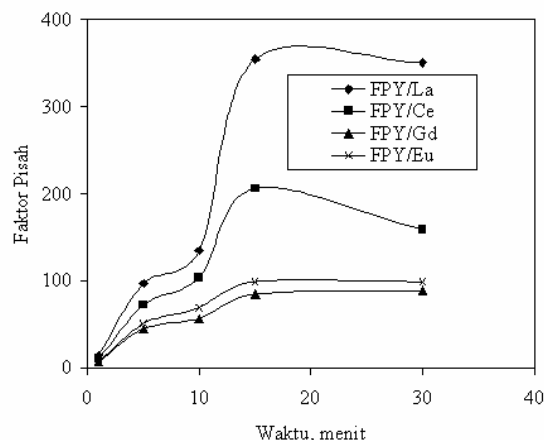
pemakaian DEHP (diester) atau di- (2- ethyl hexyl) phosphoric acid (diester) diperoleh nilai faktor pemisahan untuk semua unsur yang dicoba (FP Y/La, FP Y/Ce, FP Y/Gd, FP Y/Eu) semua menghasilkan nilai faktor yang lebih besar daripada memakai DEHP (mono & diester). Hal ini dikarenakan viskositas, berat jenis dan berat molekul yang lebih besar dibandingkan DEHP (diester) menyebabkan pembentukan kompleks dengan logam tanah jarang lebih kuat, sehingga kurang selektif. Beda dengan DEHP (diester) yang lebih selektif dalam mengikat unsur logam tanah jarang, terutama paling kuat mengikat logam itrium (Y). Sebagai contoh hasil pemisahan memakai DEHP (diester) diperoleh FP Y/La = 178,4 pada molaritas asam nitrat 0,5 M dan FP Y/La = 354 pada molaritas asam nitrat 1 M, nilai FP ini jauh diatas DEHP(mono & diester). Pada percobaan selanjutnya untuk variasi waktu dan konsentrasi fasa organik dalam dodekan dipakai DEHP (diester).



**Gambar 1.** Hubungan antara molaritas  $HNO_3$  dengan faktor pisah



**Gambar 2.** Hubungan antara molaritas  $HNO_3$  dengan faktor pisah.



**Gambar 3.** Hubungan antara waktu pengadukan dengan FP

#### Pengaruh waktu pengadukan

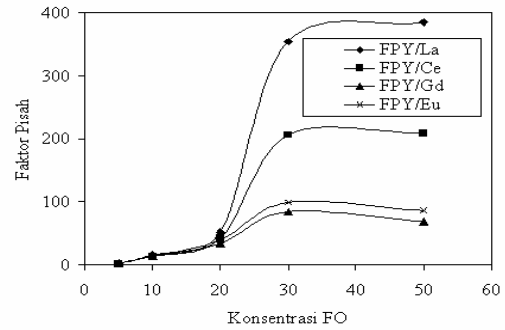
(Larutan umpan : Y = 1040 , La = 1000, Ce = 1055, Gd = 982, Eu = 197 ppm, FO = 30% DEHP (diester) dalam dodekan, FO = 30% DEHP (mono & diester) dalam dodekan, perbandingan FO : FA = 1 : 1, dan molaritas asam nitrat = 1 M)

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi waktu pengadukan pada proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 3, grafik hubungan antara waktu ekstraksi terhadap faktor pemisahan pada berbagai waktu ekstraksi : 1 menit , 5, 10, 15, dan 30 menit. Waktu pengadukan pada proses ekstraksi sangat besar pengaruhnya, karena terjadi kontak antara fasa air dan fasa organik sampai distribusi logam tanah jarang mencapai keseimbangan. Pada pengadukan kurang dari 15 menit relatif belum optimum, baru tercapai kondisi optimum pada saat pengadukan mulai 15 menit. Pada kondisi ini distribusi logam tanah jarang mula-mula dalam fasa air kemudian terdistribusi membentuk kompleks dengan fasa organik DEHP (diester) relatif sudah maksimal. Jumlah asam nitrat sudah sebanding dengan banyaknya kompleks LTJ-DEHP. Perpindahan massa sudah ajeg, telah tercapai keadaan seimbang, unsur logam tanah jarang dalam fasa air dan fasa organik sudah tetap. Tampak pada Gambar 3 bahwa hampir semua unsur (Y, La, Ce, Gd, dan Eu) sudah optimum pada pengadukan selama 15 menit.

### Pengaruh konsentrasi fasa organik

(Larutan umpan : Y = 1040 , La = 1000, Ce = 1055, Gd = 982, Eu = 197 ppm, perbandingan FO : FA = 1 : 1, molaritas asam nitrat = 1 M, dan waktu ekstraksi = 15 menit)

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh konsentrasi fasa organik dalam dodekan dapat dilihat pada Gambar 4, grafik hubungan antara konsentrasi fasa organik DEHP (diester) terhadap faktor pemisahan pada berbagai konsentrasi : 5%, 10%, 20%, 30%, dan 50% dalam dodekan. Penentuan konsentrasi fasa organik (% DEHP) penting dalam proses mekanisme transfer logam tanah jarang dari fasa air ke fasa organik. Semakin bertambahnya konsentrasi fasa organik memperlihatkan reaksi logam tanah jarang dengan DEHP semakin sempurna. Untuk mengetahui pengaruh perpindahan logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, Eu) ke fasa organik dapat dilihat kemampuan selektivitas mengikat unsur-unsurnya. Akibat adanya DEHP dalam proses ekstraksi, ligan H<sub>2</sub>O akan diganti oleh DEHP dan membentuk kompleks netral pada fasa organik. Semakin besar konsentrasi DEHP, maka semakin besar pula kemampuan DEHP mengikat unsur logam tanah jarang. Efisiensi pengikatan atau pembentukan kompleks tertinggi pada fasa organik adalah unsur itrium (Y). Hal ini menunjukkan bahwa Y lebih mudah membentuk kompleks dengan DEHP (diester), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi FO (DEHP) dengan FP**

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi DEHP (diester) berpengaruh terhadap faktor pemisahan unsur logam tanah jarang. Semakin besar konsentrasi DEHP maka terjadi peningkatan faktor pisah. Pada pemakaian konsentrasi 30% DEHP (diester) relatif faktor pisah sudah konstan, karena jumlah senyawa kompleks logam tanah jarang semakin besar dengan bertambahnya DEHP.

### Aplikasi pemakain umpan larutan senotim hasil olah pasir senotim

Untuk mengetahui seberapa besar hasil kondisi optimum yang telah diperoleh, maka dilakukan ekstraksi dengan memakai larutan umpan senotim hasil dijesti pasir senotim pada berbagai molaritas asam nitrat : 0,5 M, 1 M, 2 M dan 3 M.

**Tabel 3. Hubungan antara molaritas asam nitrat dengan Kd**

Larutan senotim : Y = 2287 ppm, La = 86, Ce = 205, Gd = 178, Eu = 1,3 ppm  
FO = 30% DEHP (diester) dalam dodekan, perbandingan FO : Fa = 1 : 1  
Waktu ekstraksi = 15 menit

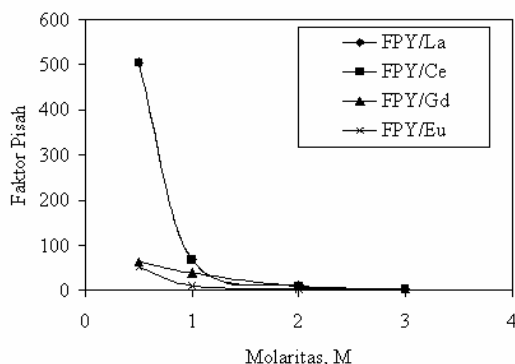
| HNO <sub>3</sub> ,<br>M | Koefisien distribusi (Kd) |      |      |      |      |
|-------------------------|---------------------------|------|------|------|------|
|                         | Y                         | La   | Ce   | Gd   | Eu   |
| 0,5                     | 60,58                     | 0,12 | 0,12 | 0,96 | 1,17 |
| 1,0                     | 12,42                     | 0,18 | 0,17 | 0,32 | 1,13 |
| 2,0                     | 4,04                      | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 1,05 |
| 3,0                     | 2,17                      | 0,51 | 0,54 | 0,55 | 1,03 |

Dari data dalam Tabel 3, kemudian dipakai untuk menghitung nilai faktor pisah antara Y dengan : La, Ce, Gd, dan Eu. Hasil ditampilkan dalam Gambar 5, yaitu kurva hubungan antara molaritas asam nitrat terhadap faktor pisah.

Dari data Tabel 3 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pengaruh molaritas asam nitrat sangat besar terhadap koefisien distribusi (Kd) logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, dan Eu)

maupun terhadap faktor pemisahan. Pada proses ekstraksi memakai umpan larutan senotim dengan DEHP (diester) dalam dodekan pada kondisi optimum yang dicoba hasil simulasi (FO = 30% DEHP (diester) dalam dodekan, perbandingan FO : FA = 1 : 1, dan waktu ekstraksi = 15 menit) hasil relatif baik pada keasaman yang rendah, yaitu pada molaritas asam nitrat 0,5 M. Pada kondisi ini diperoleh

nilai faktor pemisahan yang paling besar, yaitu FP Y/La = 504,83, FP Y/Ce = 504,83, FP Y/Gd = 63,77, dan FP Y/Eu = 51,78.



**Gambar 5. Hubungan antara molaritas  $HNO_3$  dengan faktor pisah**

Sesuai dengan fenomena yang dijelaskan oleh Sato, 1984, hal ini disebabkan karena pembentukan kompleks logam tanah jarang dengan DEHP (diester) lebih kuat pada konsentrasi asam rendah. Pada keasaman yang rendah terjadi reaksi pertukaran ion :  $M^{3+}_{(a)} + 3 (HX)_{2(o)} \rightleftharpoons M X_6H_{3(o)} + 3 H^+_{(a)}$

Pemisahan logam tanah jarang baik dikerjakan dengan teknik ekstraksi cair-cair, karena proses ini dapat dikerjakan dengan sederhana, cepat, mempunyai ruang lingkup yang luas, dan dapat memberikan faktor pemisahan yang tinggi serta dapat dipakai untuk memisahkan ion-ion dari kadar rendah sampai tinggi<sup>(7)</sup>.

## KESIMPULAN

Pada pemisahan unsur logam tanah jarang (Y, La, Ce, Gd, dan Eu) dengan proses ekstraksi cair-cair lebih baik memakai DEHP (diester) dari pada memakai DEHP (campuran mono & diester).

Hasil pemisahan memakai umpan simulasi diperoleh kondisi optimum yaitu : molaritas asam nitrat 1 M, konsentrasi fasa organik 30% DEHP (diester) dalam dodekan, waktu ekstraksi 15 menit.

Hasil pemisahan aplikasi memakai umpan larutan senotim hasil dijesti dengan kadar : (Y = 2287 ppm, La = 86, Ce = 205, Gd = 178, Eu = 1,3 ppm), diperoleh molaritas asam nitrat 0,5 M. Pada kondisi ini diperoleh nilai faktor pemisahan yang paling tinggi yaitu : FP Y/La = 504,83, FP Y/Ce = 504,83, FP Y/Gd = 63,77, dan FP Y/Eu = 51,78.

## DAFTAR PUSTAKA

1. PRAKASH S., "Advanced Chemistry of Rare Earth", S Chand & Co (PVT), New Delhi (1975).
2. WATSON. P. L., "Overview of The History Economics And Technology of The Rare Earths, And Their Potential", E. I. Du Pont de Nemours & Company, pp 5-40, Rare Earth Horizons, Proceeding and Report of The Conference held at The National Measurement Laboratory, Lindfield, (1987).
3. DOUGLAS, DANIEL, AND ALEXANDER, "Concepts and Metal of Inorganik Chemistry, John Wiley and Sons, New York (1994).
4. DWI BIYANTORO, dkk., "Kinetika Reaksi Dijesti Itrium Dalam Pasir Sinotim", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Yogyakarta (2003).
5. SEDIAWAN, W. B., "Teknik Kimia Dan Peranannya Dalam Meningkatkan Pemanfaatan Bahan Mentah Indonesia", Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, (2204).
6. SATO, T. , "The Extraction of Uranium (VI), Yttrium (III) and Lanthanum (III) From Hydrochloric Acid Solution By Acid Organophosphorus Compound", Departement of Applied Chemistry Faculty of Engineering, Shizuoka University, Hamamatsu, pp 110-125, Proceedings of the International Symposiumon Actinide/Lanthanide Separation, Hawaii(1984).
7. SEDIAWAN, W. B., "Berbagai Teknologi Prose Pemisahan", Disampaikan pada Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir, BATAN, Jakarta, (200).
8. LADDA, G. S. AND DEGALLESAN, T. E., "Transfort Phenomena in Liquid Ekstraktion, Tata McGraw-Hill, (1976).
9. PERRY'S, "Chemical Engineers", Handbook edisi 7, (1997).
10. SCHWEITZER, P. A., "Handbook of Separation Technique for Chemical Engineers", 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, New York (1988)
11. NISHAMA, s., HIRAI, T., AND KOMASAWA, I., "Review of Advanced Liquid-Liquid Extraction System For the Separation of Metal Ions by a Combination of Conversion of the Metal Species with

- Chemical Reaction”, Ind. Eng. Che. Res., Osaka(2001).
12. WINGE, R. K., FASSEL, V. A., PETERSON, V. J., AND FLYOD, M. A., “Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spektrocopy”, Ames Laboratory, Energy and Mineral Resources Research Institute, Iowa State University, Ames, New York (1985).

---

**TANYA JAWAB****Tri Rasmanto**

- Berapa kondisi optimum yang baik untuk pemisahan Y, La, Ce dan lain-lain dan sampai berapa kemurniannya, dalam bentuk murni/oksida?

**Dwi Biyantoro**

- Kondisi optimum pemisahan Y, La, Ce, Gd dan Eu untuk umpan simulasi diperoleh pada  $\approx$  HNO<sub>3</sub>, sedangkan memakai umpan larutan senotim hasil dijesti diperoleh pada

0,5 M HNO<sub>3</sub> masing-masing menggunakan 30% DEHP (diester) dan waktu ekstraksi 15 menit. Dalam bentuk oksida belum dikerjakan karena hasil ekstraksi masih dalam bentuk cairan.

**Endang Susiantini**

- Apa maksud penelitian ini dan apa yang dimaksud SOFC?

**Dwi Biyantoro**

- Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh Itrium (Y) dengan kemurnian tinggi, memperoleh ekstrak yang selektif dan memperoleh kondisi optimum pemisahan unsur logam tanah jarang dari umpan larutan senotim hasil olah pasir senotim.
- SOFC = Solid Oxide Full Cell. Sel bahan bakar oksida pada yang dapat diperoleh dari campuran Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan ZrO<sub>2</sub>.