

PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM HIDROKSIDA TERHADAP KOMPOSISI LOGAM TANAH JARANG PASIR MONAZIT PULAU BANGKA

Verry Andre Fabiani^{1,a}, Janiar Pitulima², dan Nurhadini¹

¹⁾ Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

²⁾ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Balunijuk, Bangka-Indonesia

^{a)} email korespondensi : verry-andre@ubb.ac.id

ABSTRAK

Logam tanah jarang merupakan unsur yang banyak diaplikasikan dalam energi nuklir, katalis, komponen elektronik dan optik serta dalam kehidupan sehari-hari sebagai pelapis gelas, laser, magnet, baterai, dan material superkonduktor. Mineral tanah jarang dikelompokkan dalam mineral karbonat, fosfat, oksida, silikat, dan fluorida. Monazit merupakan mineral fosfat yang ketersediaannya banyak terdapat di Pulau Bangka. Destruksi monazit dengan menggunakan natrium hidroksida telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan natrium hidroksida terhadap komposisi logam tanah jarang pada pasir monazit. Proses destruksi menggunakan padatan NaOH yang dilebur dengan pasir monazit pada suhu 800 °C selama 2 jam. Variabel yang dikaji yaitu komposisi logam sebelum dan sesudah destruksi. Karakterisasi XRF menunjukkan bahwa komposisi logam tanah jarang dalam pasir monazit sebesar 67,6% dengan unsur LTJ tertinggi yaitu Ce = 33,14 %, La = 14 %, dan Nd = 11,18 %. Destruksi dengan padatan NaOH menyebabkan berkurangnya konsentrasi logam tanah jarang secara signifikan, hal ini disebabkan karena mineral fosfat yang terkandung dalam pasir monazit berikatan dengan NaOH sehingga LTJ yang terikat pada senyawa fosfat juga ikut larut dalam NaOH. Penurunan konsentrasi LTJ akibat penambahan NaOH sebesar 26,18%.

Kata kunci : destruksi, monazit, natrium hidroksida, logam tanah jarang

PENDAHULUAN

Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan sumber daya alam potensial yang saat ini sedang berkembang. Selain sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, potensi LTJ juga telah banyak digunakan dalam dunia industri. LTJ banyak diaplikasikan dalam energi nuklir, katalis, komponen elektronik dan optik serta dalam kehidupan sehari-hari sebagai pelapis gelas, laser, magnet, baterai, dan material superkonduktor (Lucas dkk, 2015). Hal ini mengakibatkan kebutuhan LTJ semakin meningkat. Cina merupakan negara penghasil LTJ terbesar di dunia dan hingga saat ini masih banyak negara bergantung pada negara tersebut. Deposit LTJ banyak terdapat di Indonesia namun pengolahan LTJ di Indonesia masih belum optimal sehingga perlunya optimalisasi pemanfaatan LTJ di Indonesia. Logam tanah jarang tidak dapat ditemukan di alam sebagai unsur bebas melainkan dalam bentuk senyawa kompleks. Mineral tanah jarang tersebut dikelompokkan dalam mineral karbonat, fosfat, oksida, silikat, dan fluorida. Salah satu mineral fosfat yang mengandung banyak LTJ yaitu monazit (Nurly, 2014).

Indonesia memiliki cadangan monazit yang cukup besar dan sebaran mineral monazit dapat ditemukan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Monazit merupakan salah satu mineral ikutan pada proses penambangan timah. Mineral monazit Bangka dihasilkan sebanyak 7.290 - 8.505 ton per tahun. Monazit mengandung 50-70% oksida logam tanah

jarang (LTJ) dan merupakan sumber penting dari torium, lantanum, dan serum (Suprpto, 2009). Pemisahan LTJ dari mineral monazit sampai saat ini masih belum optimal karena sifat kimia dan fisika dari LTJ ini mempunyai kemiripan satu dan yang lainnya. Metode pemisahan yang dilakukan untuk memisahkan LTJ diantaranya adalah ekstraksi pelarut dan resin penukar ion. Namun kedua metode ini masih memiliki kekurangan diantaranya memerlukan banyak pelarut dan selektifitasnya yang masih kurang.

Salah satu metode yang digunakan dalam pemisahan LTJ yaitu dengan *leaching agent*. Pelindian (*leaching*) dapat dilakukan dalam keadaan asam (asam sulfat) dan keadaan basa (natrium hidroksida). Pada pelindian menggunakan reagen basa sangat berbeda dengan pelindian menggunakan reagen asam, dimana perbedaan tersebut terlihat pada proses pelarutan pada metode asam sendiri unsur lantanida (LTJ) ikut larut serta menjadi larutan kaya, sedangkan pada pelarutan metode basa unsur lantanida (LTJ) tersebut justru mengendap/tidak larut. Pada dasarnya konsep yang digunakan hampir sama yaitu dengan *digestion* dengan kondisi optimum 40%-50% NaOH (perbandingan NaOH dengan konsentrat monazit yaitu 2 : 1) pada temperatur 160 °C dengan waktu proses 3 jam. Pada proses pelindian ini hampir sama dengan metode asam hasilnya berupa seperti pasta padat (dengan kandungan unsur lantanida, uranium serta thorium) yang kemudian disaring, dicuci serta dikeringkan. Setelah proses selesai biasanya terdapat produk sisa/sampingan yaitu

47,45 NaOH, 0,5% Na₃PO₄, 1,5% Na₂SiO₃ dan bisa dilakukan proses daur ulang (Habashi, 2013).

Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh penambahan natrium hidroksida terhadap komposisi logam tanah jarang pada pasir monazit. Hasil destruksi kemudian dikarakterisasi menggunakan flurosensi sinar-X (XRF) untuk mengetahui komposisi logam tanah jarang yang terkandung dalam pasir monazit pulau Bangka.

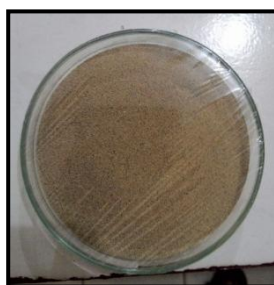
METODE PENELITIAN

Pasir monazit yang digunakan dalam destruksi kering adalah pasir monazit yang telah digerus dan diayak dengan ayakan 200 mesh. Sebanyak 3 gram pasir monazit dicampur dengan 18 g pelet NaOH dalam krus besi kemudian di bakar menggunakan bunsen lalu dilebur dalam tanur pada suhu 700 °C selama 2 jam. Setelah itu, suhu dinaikkan pada 800 °C selama 2 jam, kemudian krus besi yang berisi sampel dikeluarkan dan dibiarkan dingin. Sebanyak 250 mL akuades panas dimasukkan ke dalam krus besi secara perlahan-lahan. Larutan dalam krus besi dituang ke dalam gelas piala sehingga terdapat fase padat dan cairan. Setelah itu, dilakukan pengendapuan untuk mendapatkan fase padatnya. Fase padat tersebut dilakukan pencucian menggunakan akuades panas sebanyak 250 mL hingga pH 13 kemudian dikeringkan menggunakan oven dan ditimbang fase padatnya, sedangkan fase cairannya ditampung. Fase padat dianalisis menggunakan XRF (Amelia, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Komposisi Kimia Pasir Monazit

Monazit merupakan senyawa fosfat logam tanah jarang, berwarna coklat kemerahan dengan bentuk seperti pasir. Mineral monazit memiliki empat mineral yang berbeda (Monazit-Ce, Monazit-La, Monazit-Nd, Monazit-Pr), tetapi karena perbedaannya tidak banyak, maka mereka dirujuk sebagai satu mineral monazit. Di Bangka, mineral monazit Bangka diperoleh sebagai hasil samping penambangan timah.



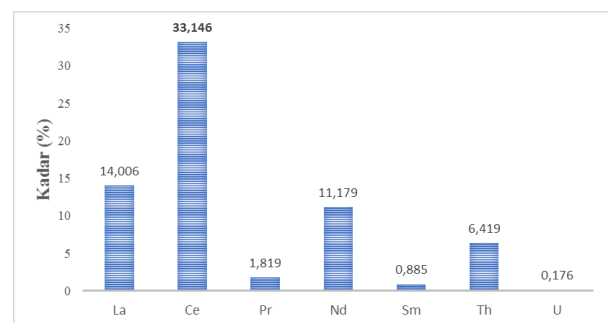
Gambar 1. Pasir Monazit

Preparasi awal pasir monazit dilakukan dengan mencuci pasir monazit hingga bebas dari pengotor. Kemudian pasir monazit dikeringkan dalam oven 110 °C untuk menghilangkan molekul air yang terkandung dalam pasir monazit. Sampel pasir monazit kemudian dikarakterisasi dengan Fluorosensi Sinar-X (XRF) untuk mengetahui komposisi logam yang terkandung dalam pasir monazit.

Tabel 1. Komposisi Unsur Pasir Monazit

Logam	Konsentrasi (%)	Logam	Konsentrasi (%)
Mg	0,573	Sn	0,564
Al	2,035	La	14,006
Si	3,23	Ce	33,146
P	13,486	Pr	1,819
Ca	0,259	Nd	11,179
Ti	2,162	Sm	0,885
Fe	1,838	Hf	0,127
Rb	0,005	W	0,033
Y	1,615	Pb	0,119
Zr	1,682	Th	6,491
Ag	4,569	U	0,176

Berdasarkan Tabel 1, Pasir Monazit mengandung logam tanah jarang sebesar 67,6 % dari total logam yang terdeteksi. Menurut Suprpto (2009), Monazit mengandung 50-70% oksida logam tanah jarang (LTJ) dan merupakan sumber penting dari torium, lantanum, dan serium. Monazit memiliki kandungan logam tanah jarang yang cukup tinggi sehingga mineral tersebut memiliki sinar α bersifat radioaktif dan memancarkan radiasi tingkat rendah. Logam tanah jarang dalam bentuk oksida, memegang peranan yang sangat penting dalam kebutuhan material maju seperti superkonduktor, laser, optik elektronik, aplikasi LED dan iPad, glass dan keramik (Rodliyah, 2015).



Gambar 2. Komposisi LTJ Pasir Monazit Pulau Bangka

Gambar 2 menunjukkan kandungan logam tanah jarang tertinggi pada pasir monazit yaitu Ce = 33,146 % diikuti La = 14,006 % dan Nd = 11,179 %, sehingga dapat dijelaskan bahwa pasir monazit yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam mineral monazit-Ce (Ce, La, Nd, Th-PO₄) (Bintari dkk., 2003). Menurut Purwani dan Biyantoro (2001), Serium (Ce) merupakan unsur terbesar yang terkandung dalam pasir monazit, disusul La dan Nd. Unsur-unsur logam tanah jarang tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi mengingat manfaatnya dalam berbagai industri seperti Ce sebagai bahan katalis pada penyulingan minyak bumi, logam paduan yang tahan suhu tinggi dan korosi, industri kaca/optik, kapasitor, keramik berwarna dan cat. La sebagai bahan baku pembuatan baterai hybrid, komponen elektronik dan Nd sebagai bahan baku pembuatan magnet serta tabung IR.

Destruksi Pasir Monazit Dengan Natrium Hidroksida

Monazit merupakan mineral fosfat yang terikat dengan logam tanah jarang. Adanya senyawa fosfat menyebabkan sulitnya dilakukan pemisahan logam tanah jarang sehingga diperlukan *agent* untuk melarutkan senyawa fosfat. Berbagai metode dapat dilakukan untuk memisahkan logam tanah jarang seperti ekstraksi, resin penukar ion dan pengendapan (Saito *et al.*, 2012 ; Asai, 2015 ; Hafni dkk., 2000). Pada penelitian ini, pemisahan logam tanah jarang dilakukan dengan metode pengendapan. Proses pelarutan mineral fosfat merupakan tahapan utama untuk memisahkan LTJ, kemampuan natrium hidroksida melarutkan fosfat disebabkan senyawa fosfat memiliki kelarutan yang tinggi terhadap natrium hidroksida dan umumnya logam tanah jarang memiliki kelarutan yang rendah sehingga LTJ dapat mengendap dengan baik jika di destruksi dengan NaOH. Pengendapan merupakan salah satu metode pemisahan unsur logam tanah jarang yang cukup banyak digunakan. Pengendapan dilakukan dengan mengubah zat yang akan dipisahkan menjadi suatu fasa baru yaitu dalam bentuk padatan (endapan). Pengendapan ini terjadi karena zat tersebut berada dalam bentuk persenyawaan yang hasil kali konsentrasi ion-ionnya melebihi harga hasil kali kelarutan (Ksp) senyawa tersebut. Untuk mendapatkan endapan logam tanah jarang dari pasir monazit dapat dilakukan dengan pengendapan hidroksida (Hafni dkk., 2000).

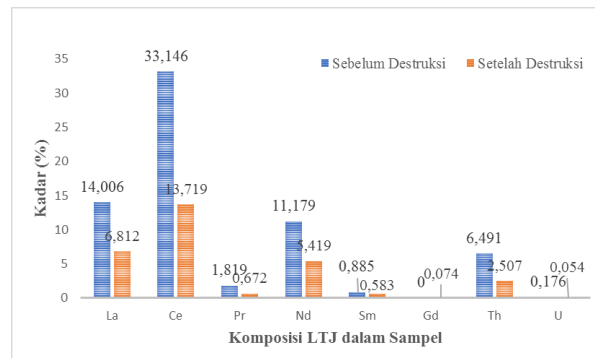
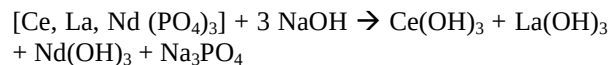
Pasir monazit dipreparasi dengan memperkecil ukuran partikel menjadi ukuran 200 mesh sehingga diharapkan luas permukaan semakin besar. Besarnya luas permukaan akan memudahkan terjadinya reaksi antara LTJ dengan natrium hidroksida. Pada proses destruksi, komposisi perbandingan NaOH dengan pasir monazit yaitu 1:6. Nilai perbandingan tersebut merupakan kondisi optimal dalam pelarutan senyawa fosfat. Dekomposisi logam-logam dalam bentuk hidroksida menjadi oksida dan atom logam bebas terjadi pada suhu 794,37 °C oleh sebab itu pada penelitian ini destruksi dilakukan pada suhu 800 °C selama 2 jam (Amelia, 2013). Hasil destruksi kemudian dikarakterisasi dengan analisis XRF yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Unsur Pasir Monazit Setelah Destruksi NaOH

Logam	Konsentrasi (%)	Logam	Konsentrasi (%)
Mg	0,881	Sr	0,007
Al	25,091	La	6,812
Si	36,414	Ce	13,719
P	1,321	Pr	0,672
Ca	0,927	Nd	5,419
K	1,311	Sm	0,583
Fe	0,667	Gd	0,074
Rb	0,015	W	0,004
Y	0,536	Pb	0,056
Ag	2,919	Th	2,507
Zn	0,009	U	0,054

Berdasarkan tabel 2, konsentrasi P mengalami penurunan sebesar 12,2 %. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh natrium hidroksida dalam melarutkan

senyawa fosfat cukup besar. Destruksi LTJ dengan NaOH berhasil mengendapkan LTJ sebesar 29,2 % dengan kadar LTJ tertinggi yaitu Serium (13,7 %), lanthanum, (6,812 %) dan Neodimium (5,4 %). Adapun reaksi antara LTJ dengan natrium hidroksida yaitu :



Gambar 3. Konsentrasi LTJ sebelum dan sesudah destruksi NaOH

Berdasarkan Gambar 3, semua unsur LTJ mengalami penurunan konsentrasi, hal ini disebabkan karena sebagian besar LTJ yang terikat dengan mineral fosfat ikut terlarut bersama natrium hidroksida namun terdapat sekitar 0,074 % unsur gadolinium (Gd) yang muncul setelah proses destruksi, hal ini disebabkan karena massa gadolinium yang lebih besar dibandingkan unsur LTJ lain dan kecilnya konsentrasi Gd menyebabkan Gd tidak banyak terlarut bersama senyawa fosfat sehingga mengendap bersama hidroksida. Gadolinium merupakan unsur tanah jarang dari kelompok unsur tanah jarang sedang dan memiliki komposisi yang relatif kecil dalam mineral monazit dibandingkan unsur serium (Anggraeni dkk., 2014).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pengaruh penambahan natrium hidroksida pada komposisi logam tanah jarang mampu menurunkan kadar P sekitar 12,2 % dan mengendapkan logam tanah jarang sebesar 29,2 % dengan kadar LTJ tertinggi yaitu Ce = 13,7 %, La = 6,8 %, Nd = 5,4 %, Th = 2,5 %, Sm = 0,58 %, Gd = 0,07 %) dan U = 0,054%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Bangka Belitung yang telah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

- Amelia, A. 2013. Pemisahan Torium dan Uranium dari Pasir Monazit Pulau Bangka dengan Metode Destruksi Dan Pengendapan. Skripsi. Departemen Kimia Institut Pertanian Bogor.
- Anggraeni, A, Sofyatin T, Bahti H.H. 2014. Ekstraksi Gadolinium dan Samarium dari Mineral Monazit Secara Ekstraksi dengan Ligan

- Etilediamintrimetilenfosfonat (EDTMP). *Chimica et Natura Acta*. Vol.2 No.3, 166-172
- Asai, S dan Andreas L. 2015. LA-ICP-MS of rare earth elements concentrated in cation-exchange resin particles for origin attribution of uranium ore concentrate. *Talanta*. 135. 41-49.
- Bintari, N. R. Subagiono, MV Purwani, Bambang EHB. 2003. Proses Ekstraksi untuk Memisahkan Unsur-unsur Logam Tanah jarang Dalam Konsentrat dari Pasir Monasit. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*. Puslitbang Teknologi Maju BATAN. Yogyakarta.
- Hafni LN, Faizal R, Sugeng W, Budi S, Arif S, Susilaningtyas. 2000. Pengolahan Monasit dari Limbah Penambangan Timah : Pemisahan Logam Tanah Jarang (RE) dari U dan Th. *Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir V*. Pusat Pengembangan Bahan Galian Nuklir-BATAN.
- Habashi. F. 2013. *Extractive metallurgy of rare earth*. Canadian Institute of Mining, Metallurgy, Petroleum.
- Lucas, J, Pierre, L., Thierry, L.M., Alan, R., Davenport, W.G.I. 2015. Rare earths. *Elsevier*. UK. ISBN: 978-0-444-62735-3
- Nurly, H.F. 2014. Studi Investigasi Pengolahan Serta Pengembangan Inovasi *Hyperlink Extraction* Logam Tanah Jarang Berbasis Potensi Monasit Di Indonesia. *Indonesian Process Metallurgy Student Paper Competition*. Untirta Banten.
- Purwani M.V dan Biyantoro, D. 2001. Pemurnian dengan Cara Pertukaran Ion dan Pembuatan Serium (Ce) Oksida dari Pasir Monasit. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*, P3TM-Batan Yogyakarta. 7-8 Agustus 2001
- Saito S, Osamu O, Shukuro I, Takeshi K, Hitoshi, Y. 2015. Separation and Recycling for Rare Earth Elements by Homogeneous Liquid-Liquid Extraction (HoLLE) Using a pH-Responsive Fluorine-Based Surfactant. *Metals*, 5, 1543-1552.
- Suprpto SJ. 2009. Tinjauan tentang unsur tanah jarang. Makalah Ilmiah. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 4(1).