

**PEMBUATAN  $UF_4$  DARI PELARUTAN LOGAM URANIUM DI DALAM  
HCl MENGGUNAKAN KATALIS  $HBF_4$**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

Oleh:

**JUANE PLANTIKA MENRA**

**06132057**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2010**

## ABSTRAK

### PEMBUATAN $UF_4$ DARI PELARUTAN LOGAM URANIUM DI DALAM HCl MENGUNAKAN KATALIS $HBF_4$

Oleh

Juane Plantika Menra

Sarjana Sains (SSi) dalam bidang kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas  
Dibimbing oleh : Dr. Djaswir Darwis, MS dan Dr. Ir. Sigit

$UF_4$  merupakan senyawa antara dalam proses pembuatan bahan bakar nuklir, disebut demikian karena  $UF_4$  dapat diubah ke bentuk lain seperti gas  $UF_6$ , serbuk  $UO_2/U_3O_8$  ataupun logam uranium. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan serbuk  $UF_4$  (uranium tetrafluorida) yang dikenal sebagai green salt (garam hijau) dari logam uranium yang dilarutkan didalam HCl dan katalis  $HBF_4$ . Metoda ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengolah logam uranium rijk dan srcaps. Berdasarkan pencarian kondisi pelarutan yang telah dilakukan, maka logam U dilarutkan selama satu jam pada suhu  $50^{\circ}C$  dengan konsentrasi HCl 10% dan katalis  $HBF_4$  2,5%. Dari kondisi pelarutan tersebut diperoleh logam U terlarut sebesar 0,8551g dengan persentase pelarutan 15,72%. Endapan  $UF_4$  yang diperoleh sebesar 1,0406g dengan efisiensi pengendapan 92,23%. Analisa kadar U dalam endapan menggunakan potensiometer memberikan hasil sebesar 71,00% (praktek), sedangkan kadar U dalam  $UF_4$  teoritis adalah 73,19%. Hasil karekterisasi menggunakan XRD diketahui bahwa endapan mengandung 75,05%  $UF_4$  dan 24,95%  $UF_4 \cdot 7H_2O$ .

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses pembuatan bahan bakar untuk reaktor riset tidak terlepas dari pembuatan bahan bakar induk berupa logam uranium, karena logam uranium digunakan sebagai bahan bakar paduan.<sup>1</sup> Proses pembuatan logam uranium dikerjakan secara kimiawi dimulai dari pelarutan, pemurnian, pemekatan, pengendapan, kalsinasi, reduksi, hidrofluorinasi, dan diakhiri dengan reduksi kalsiothermik. Proses ini diawali dengan pelarutan konsentrat uranium (yellow cake) kemurnian rendah menggunakan pelarut asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ).<sup>2</sup> Penggunaan pelarut ini dipilih karena memiliki keunggulan menghasilkan produk yang lebih murni, namun karena banyaknya proses yang dilakukan dan bahan-bahan yang dibutuhkan, sehingga proses ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Selain itu, selama proses berlangsung akan dihasilkan deposit yang tertinggal pada pipa-pipa peralatan yang dapat merusak sistem peralatan dan menyebabkan pada akhir proses hanya akan dihasilkan uranium 40% dari jumlah awalnya.

Logam uranium rijek merupakan logam uranium yang tidak lolos uji kualitas ketika logam ini dibuat. Sedangkan, scraps merupakan logam uranium paduan sisa dari hasil pemotongan bahan bakar uranium paduan yang ukurannya tidak sesuai/berlebih. Karena memiliki kadar uranium yang tinggi, maka logam-logam ini perlu diolah kembali menjadi logam yang sesuai syarat bahan bakar. Oleh karena, belum adanya proses pengolahan khusus untuk logam uranium rijek dan scraps, maka dalam pengolahannya diperlakukan sama ketika mengolah konsentrat uranium (yellow cake) menjadi logam uranium, yaitu diawali dengan pelarutan menggunakan  $\text{HNO}_3$ . Hal inilah yang menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan, yaitu untuk mencari proses pengolahan logam uranium rijek dan scraps yang lebih singkat, ekonomis, dan tidak menghasilkan deposit pada sistem peralatan.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan serbuk  $\text{UF}_4$  (uranium tetrafluorida) yang dikenal sebagai green salt (garam hijau).  $\text{UF}_4$  merupakan senyawa antara dalam proses pembuatan bahan bakar nuklir, disebut demikian karena  $\text{UF}_4$  dapat diubah kebentuk lain seperti gas  $\text{UF}_6$ , serbuk  $\text{UO}_2/\text{U}_3\text{O}_8$  ataupun

logam uranium.<sup>3</sup> Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mencari teknologi proses bahan bakar yang lebih singkat, mudah dan ekonomis yang merupakan tugas dari kelompok Bahan Bakar Reaktor Riset. Salah satu cara membuat serbuk  $UF_4$  dapat dimulai dari proses pelarutan konsentrat uranium (yellow cake) menggunakan pelarut asam nitrat ( $HNO_3$ ) sebagaimana yang telah diterapkan oleh PT. BATAN teknologi (persero) hingga sekarang ini. Selain  $HNO_3$ , pelarut yang umum digunakan adalah asam klorida ( $HCl$ ), asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), dan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Masing-masing pelarut tersebut mempunyai kelebihan dan kelemahan. Penggunaan  $H_3PO_4$  dan  $H_2SO_4$  sudah mulai ditinggalkan karena sifatnya yang sangat korosif, sedangkan asam nitrat ( $HNO_3$ ) seringkali mempengaruhi sistem peralatan yang digunakan dengan menimbulkan efek korosi. Kelemahan lainnya adalah dapat membentuk senyawa oxidizing agent yaitu suatu senyawa yang dapat mengganggu/tidak diharapkan pada tahapan proses berikutnya.<sup>4</sup>

Pada penelitian ini dilakukan pelarutan logam uranium dengan  $HCl$ . Penelitian ini merupakan langkah awal yang bertujuan untuk membuktikan bahwa uranium tetrafluorida ( $UF_4$ ) dapat dibuat dari pelarutan logam uranium di dalam  $HCl$  yang diberi katalis  $HBf_4$ . Penelitian ini nantinya diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengolah logam uranium reject dan scraps. Pemilihan pelarut ini didasarkan pada kesederhanaan operasi untuk sistem off-gas, kontrol oksidasi yang lebih baik, dan kemudahan daur ulang (recycle) pelarut.<sup>4</sup>

Guna menyempurnakan proses pelarutan, digunakan suatu katalisator. Teknologi katalis jauh berkembang pesat sejak dasawarsa 80-an. Penggunaan bahan katalis diharapkan dapat mendukung dan digunakan pada teknologi nuklir dalam proses pembuatan bahan bakar di BATAN. Telah diinformasikan bahwa asam fluoroborat ( $HBf_4$ ) dapat digunakan sebagai katalis dalam proses pembuatan serbuk  $UF_4$ .<sup>5</sup> Bahan ini berupa asam kuat, tersedia dalam bentuk larutan kuat antara 42% dan 48%. Penelitian ini mencoba menggabungkan pemakaian  $HCl$  sebagai pelarut dengan penambahan katalis asam fluoroborat ( $HBf_4$ ) dengan tujuan untuk mengetahui kemampuannya dalam melarutkan logam Uranium (U) sehingga diharapkan dapat menjadi solusi dalam pengolahan logam uranium reject dan scraps.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa Uranium Tetrafluorida ( $UF_4$ ) dapat diperoleh dengan cara melarutkan logam U didalam larutan HCl yang diberi katalis  $BF_3$  dan dihidrofluorinasi dengan cara penambahan larutan asam fluorida. Metoda ini dapat digunakan untuk mengolah logam uranium tanpa memerlukan waktu yang relatif lama dan menghasilkan deposit.

### 5.2 Saran

Agar diperoleh hasil yang lebih baik dan pengembangan terhadap metoda ini, kepada peneliti selanjutnya disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Maksimalkan pengeringan endapan.
2. Dengan alasan ekonomis katalis dan meminimalkan larutan sisa yang dihasilkan, maka keasaman larutan sisa perlu dianalisis agar larutan sisa dapat direcycle.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Widada, Bambang dan Ghaib Widodo. Strategi Memproduksi Logam U Berkualitas. URANIA No.20/Thn.V/Oktober. 1999.
2. Torowati, Ngatijo, Lilis Windaryati, Banawa Sri Galuh. Analisis Kadar Uranium dalam Yellow Cake dengan Titrasi secara Potensiometri. ISSN 1979-2409. No. 03/ Tahun II. 2009.
3. Kasino Putro, Purwadi. Penentuan Kadar U dan Unsur Pengotor dalam Uranium Tetra Fluorida secara Potensiometri dan spektrofotometri Serapan Atom. Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir II PEBN-BATAN. Jakarta. 1996.
4. Rifaid, M. Nur. Dissolution of Pulverized Uranium Oxide in Hydrochloric Acid Solution. Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir VI. P2TBDU-BATAN. Jakarta. 2001.
5. Pollock, Eugene N. Method and Apparatus for Producing Green Salt ( $UF_4$ ) from Uranium and Uranium Alloy Pieces. Nuclear Metals, Inc. United States. 1987. United States Patent 4699769.
6. Asminar. Analisis Unsur-unsur Pengotor dalam Uranium Logam secara Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil-hasil Penelitian EBN –BATAN. 2007.
7. Widodo, Ghaib dan Fathurrachman. Proses Olah Ulang Dingin Pada Bahan Bakar Reaktor Riset, Proses Pemurnian Uranium untuk Mendapatkan Serbuk  $U_3O_8$  dan Logam U. Urania No. 6/Thn. II. PEBN-BATAN. Serpong. 1996
8. Benedict, Manson and Thomas H Pigford. Nuclear Chemical Engineering. McGraw-Hill Book Company, Inc. 1981. 129-158.
9. Ngatijo, Pranjono, M.M, Lilis Windaryati, dan B.S. Galuh. Analisis Kadar Uranium dalam  $U_3O_8$  dari Kalsinasi Sodium Diuranat ( $Na_2U_2O_7$ ) Hasil Ekstraksi Limbah Cair Menggunakan  $D_2EHPA$ . Prosiding Seminar Pengolahan Perangkat Nuklir PTBN – BATAN. Serpong. 2007.
10. Boybul dan Iis Haryati. Pengaruh Unsur Al, Mg, dan Na pada Analisis Uranium secara Potensiometri. ISSN 1907-2635. 82/Akred-LIPI/P2MBI/5. 2007.
11. Widodo, Ghaib, Prayitno, Hendro Wahyono, dan Sunardi. Pemungutan U dari Kerak Produksi Logam U secara Pemanggangan. Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir V P2TBDU dan P2BGN-BATAN. Jakarta. 2000.