



PELARUTAN ELEMEN BAKAR URANIUM SILISIDA MENGGUNAKAN LARUTAN BASA DAN ASAM

YUSUF NAMPIRA

Pusat Pengembangan Teknologi Bahan Bakar Nuklir dan Daur Ulang - BATAN

ABSTRAK

PELARUTAN ELEMEN BAKAR URANIUM SILISIDA MENGGUNAKAN ASAM DAN BASA. Analisis kimia dalam karakterisasi elemen bakar dimulai dengan proses pelarutan. Pelarutan elemen bakar uranium silisida terdispersi dalam aluminium telah diteliti menggunakan pelarut HNO_3 pekat dengan aditif $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, larutan NaOH dengan aditif H_2O_2 dan campuran asam pekat HCl-HF . Larutan NaOH akan melarutkan pelat pembungkus bahan bakar, dan HNO_3 - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ akan melarutkan uranium dalam bahan bakar.

ABSTRACT

DISSOLUTION OF URANIUM SILICIDE FUEL ELEMENT USING ACID AND BASE SOLUTION. Chemical analyses on fuel element characterization is started from dissolution process. The chemical analysis for the characterisation of fuel element is introduced by dissolution of object analysis. Dissolution of fuel element of uranium silicide-aluminum dispersion was studied using concentrated HNO_3 with additive of $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, NaOH solution with additive of H_2O_2 and mixed concentrated acid of HCl-HF . NaOH solution will dissolve the cladding material, and HNO_3 - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ will dissolve uranium fuel particle.

PENDAHULUAN

Elemen bakar nuklir dispersi uranium silisida merupakan elemen bakar tipe pelat. Pada elemen bakar ini uranium silisida sebagai bahan bakar berada dalam pelat pembungkus (paduan aluminium)^[1]. Guna mengetahui unjuk kerjanya maka dilakukan beberapa pengujian, diantaranya analisis kimia bahan bakar sebelum dan sesudah irradiasi.

Sebagai langkah awal dari analisis kimia elemen bakar, cuplikan bahan bakar harus menjadi larutan untuk keperluan analisis secara kuantitatif. Pemilihan bagian cuplikan yang dilarutkan sangat diperlukan untuk memudahkan dalam penyiapan larutan cuplikan siap analisis sehingga dapat memberikan informasi data sebenarnya, oleh sebab itu diperlukan pemilihan pelarut yang selektif untuk pelarutan elemen bakar nuklir.

Aluminium dapat larut dalam pelarut NaOH , di samping itu uranium dapat juga larut dalam larutan NaOH dengan adanya peroksida di dalamnya^[2,3]. Uranium dalam UO_2 atau uranium logam dapat larut dalam HNO_3 ^[2,4]. Sedangkan dalam bahan bakar uranium berada dalam senyawa silisida, berdasarkan sifat larutan NaOH dan HNO_3 di atas maka diteliti penggunaan pelarut

tersebut dalam pelarutan elemen bakar silisida. Pada pelarutan tersebut dibutuhkan bahan perusak senyawa uranium silisida, yaitu dengan cara mengoksidasi uranium silisida menjadi uranium oksida dan silika oksida atau dengan bahan perusak lainnya.

TATA KERJA

Bahan yang digunakan

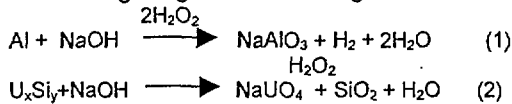
Bahan bakar pelat uranium silisida buatan PT.BANTEK, dalam pelarutan ini menggunakan larutan NaOH 20%, HNO_3 pekat, HF-HCl (1:1) sebagai pelarut serta bahan tambahan H_2O_2 dan larutan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 10000 ppm.

Cara kerja

Waktu pelarutan 20 mg pelat elemen bakar dilarutkan dalam 2ml deret larutan NaOH , yang ditambah dengan H_2O_2 . Di samping itu 20 mg pelat elemen bakar dilarutkan dalam deret HNO_3 pekat dengan penambahan larutan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$. Hasil kedua pelarutan di atas dibandingkan dengan hasil pelarutan dari 20 mg pelat elemen bakar menggunakan campuran HCl-HF ^[5]. Unsur-unsur dalam hasil pelarutan dianalisis dengan metode pendar sinar-x.

HASIL DAN BAHASAN

Unsur dalam fasa larutan ini ditunjukkan dalam Tabel 1. Dalam pelarutan dengan ke dua pelarut tersebut memberikan data yang berbeda. Pelarutan pelat elemen bakar uranium silisida menggunakan pelarut NaOH berlangsung melalui mekanisme pelarutan pelat pembungkus. Pada pelarutan ini berlangsung reaksi sebagai berikut :



Dalam pelarutan tersebut kandungan NaOH dalam larutan sangat berpengaruh pada kecepatan pelarutan pelat yang bersangkutan. Peningkatan kandungan NaOH dalam larutan menyebabkan kenaikan kelarutan pelat aluminium. Akan tetapi pada konsentrasi larutan NaOH di atas 20% terjadi suatu kejenuhan kemampuan larutan untuk pelarutan tersebut. Oleh sebab itu dalam pelarutan pelat menggunakan larutan tersebut akan terjadi penurunan kecepatan pelarutan (Gambar 1). Sedangkan pada penggunaan larutan 20% NaOH-200 μ l H₂O₂ sebagai pelarut dalam pelarutan pelat tersebut mempunyai kelarutan maksimum pada berat pelat 46,7 mg dalam 1 ml larutan pelarut (Gambar 2). Hasil analisis larutan yang dihasilkan menunjukkan bahwa uranium tidak berada dalam larutan akan tetapi berupa endapan. Hal ini disebabkan H₂O₂ yang ada dalam larutan tidak mampu mengoksidasi uranium silisida. Kandungan aluminium dalam endapan lebih tinggi jika digunakan pelarut NaOH encer (Gambar 3).

HNO₃ tidak dapat melarutkan pelat aluminium karena pada pelarutan tersebut terjadi pelapisan aluminium oksida yang melindungi proses pelarutannya. Akan tetapi HNO₃ dapat berhubungan dengan bahan bakar melalui celah antara kedua sisi pelat, dan difusi hubungan tersebut belum efektif untuk melarutkan uranium dalam senyawa uranium silisida. Adanya Hg(NO₃)₂ dalam larutan akan merusak sistem uranium silisida, oleh sebab itu uranium dalam bahan bakar dapat terlarut dalam HNO₃. Kecepatan pelarutan pelat elemen bakar ini naik secara linier dengan kenaikan konsentrasi Hg⁺⁺ (Gambar 4). Sedangkan efisiensi pelarutan uranium dalam pelat elemen bakar ditentukan oleh adanya Hg⁺⁺, hal ini ditunjukkan dalam Gambar 5. Pelarutan ini

mencapai optimum pada kandungan Hg⁺⁺ 250 ppm dalam HNO₃ pekat.

SIMPULAN

Berdasarkan keadaan tersebut dapat disimpulkan bahwa pelarutan elemen bakar uranium silisida menggunakan ke dua pelarut di atas berbeda sifat pelarutannya, yaitu :

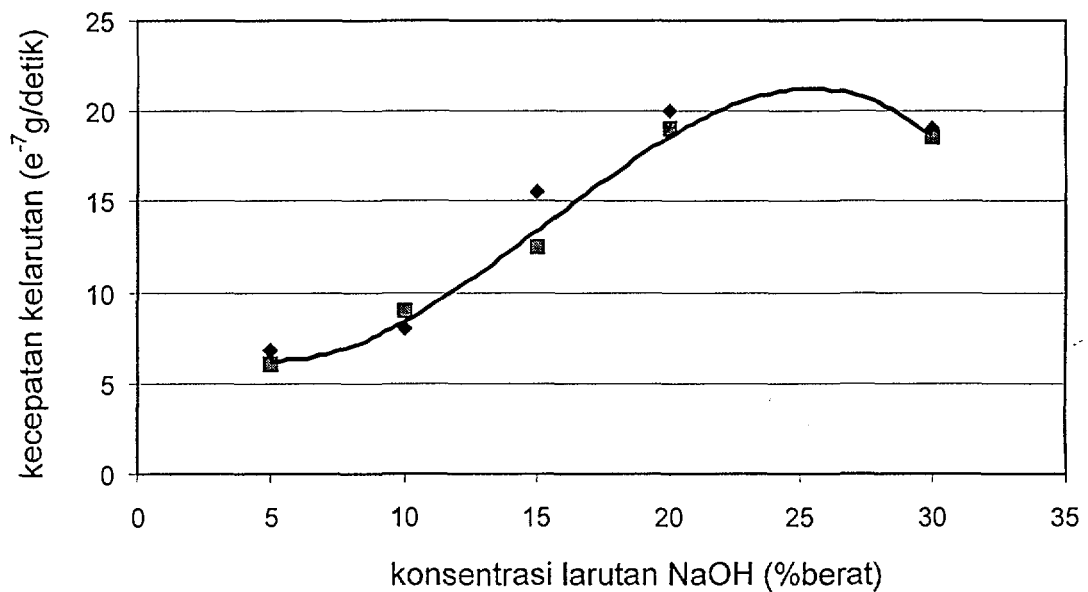
- Pelarutan elemen bakar uranium silisida menggunakan pelarut basa melarutkan pelat pembungkus tanpa uranium dalam bahan bakar.
- Pelarutan elemen bakar uranium silisida menggunakan HNO₃-Hg(NO₃)₂ melalui proses difusi pelarut melewati celah antara pelat pembungkus melarutkan uranium dalam bahan bakar.

PUSTAKA

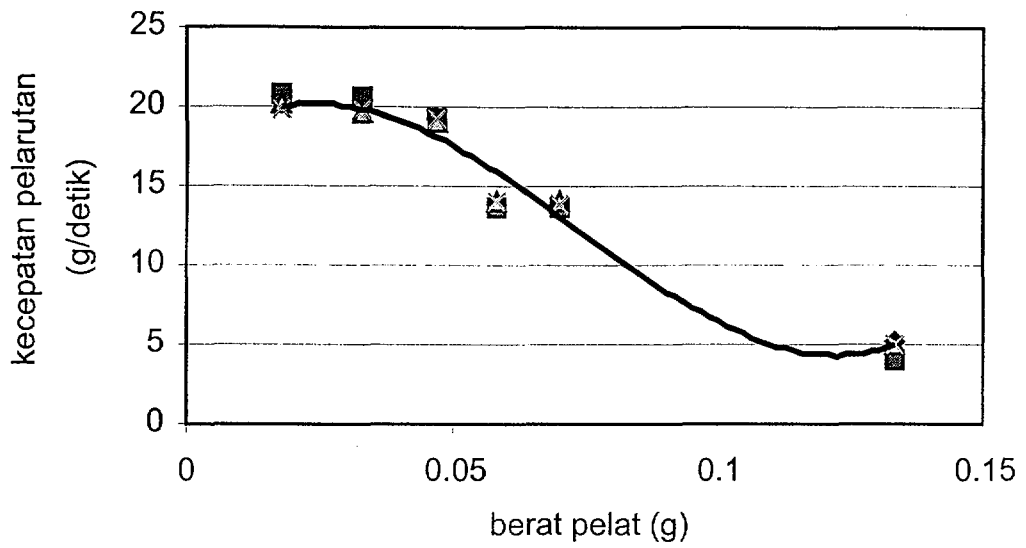
- COPELAND G.L, HOBBS R.W., HOFMAN G.L, SNELGROVE J.L., "Performance of low enriched U3Si2-aluminium dispersion fuel elements in Oak Ridge Research Reactor", ANL/RERTR/TM-10
- CHERNAJEV I.I, Complex Compound of Uranium, Israel Program for Scientific Translation, Yerusalem 1968
- DONG D., VANDEGRIFT G.F., S AMINI, J.B. HERSUBENO, H. NASUTION, Y.NAMPIRA, "Processing of LEU targets for 99 Mo production dissolution of metal foil targets by alkaline hydrogen peroksida", International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors (RERTR), September 18-21, 1995, Paris France
- SRINIVASAN B, LEONARD R.A, VANDEGRIFT G.F, MOERIDUN, A.A RAUF, H LUBIS, A. HARDI, S. AMINI, Y. NAMPIRA, Processing of LEU Target for 99 Mo Production Dissolution of Metal Foils by Nitric acid Mixtures, International Meeting on Reduced Enrichment for research and Test Reactor, Paris, 1995
- CHANDER K., PATIL B.N., KAMAT J.V., KHEDEKAR N.B., MANOLKAR R.B., MARATHE S.G., "Direct dissolution of nuclear materials for chemical quality control", Nuclear Technology, vol. 78, 1987, 69-74

Tabel 1. Analisis hasil pelarutan optimum pelat elemen bakar uranium silisida

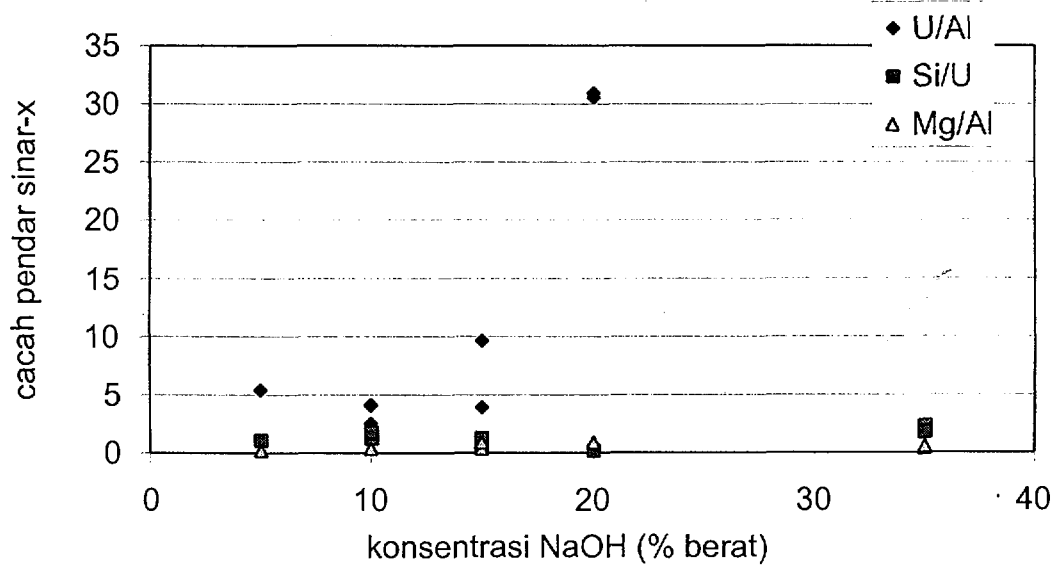
PELARUT	NaOH		HNO ₃ -Hg(NO ₃) ₂	HCl-HF
Warna larutan	kuning		kuning	kuning
Warna endapan	hitam		pelat	-
INTENSITAS SINAR-X-KARAKTERISTIK/g CUPLIKAN				
UNSUR	LARUTAN	ENDAPAN	LARUTAN	LARUTAN
Al	95,03	8,36	6,00	62,85
Si	56,52	5,29	16,11	-
U	0,00	148,44	119,46	77,85



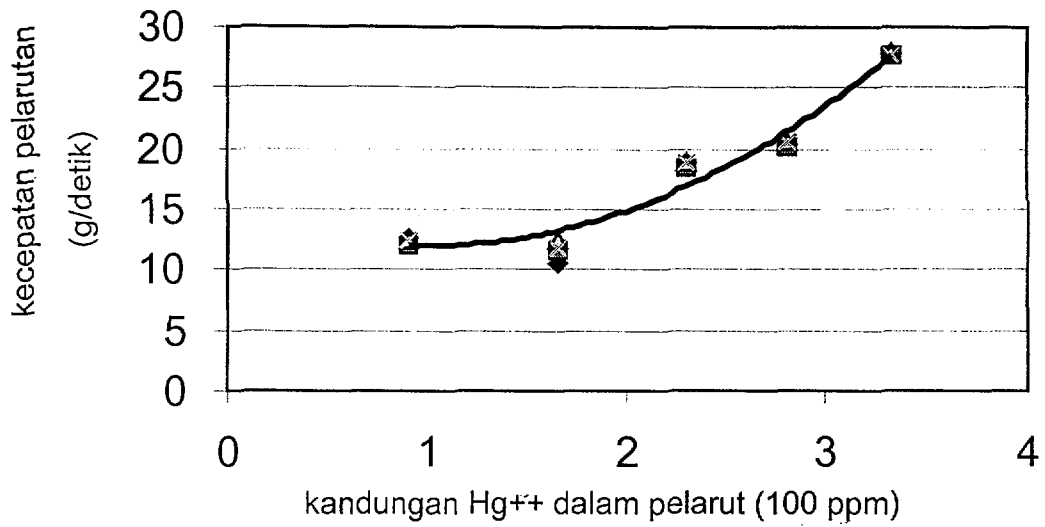
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi NaOH pada kecepatan kelarutan pelat elemen bakar uranium silisida



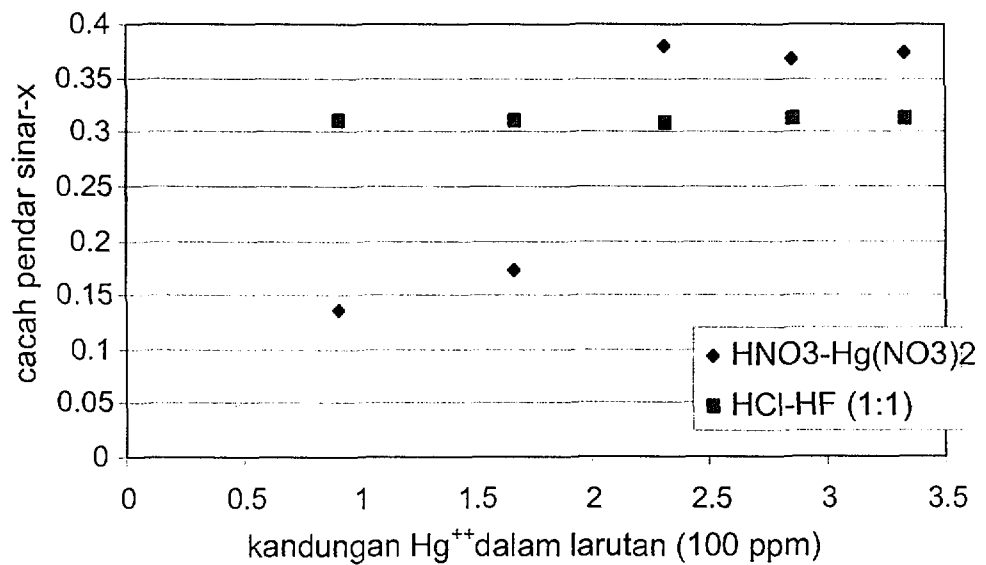
Gambar 2 . Pengaruh berat cuplikan pelat elemen bakar uranium silisida terhadap pelarutannya dalam larutan NaOH 20% - H₂O₂



Gambar 3. Perbandingan Al,Mg, Si dan U dalam endapan pada pelarutan pelat elemen bakar uranium silisida



Gambar 4 . Pengaruh $Hg(NO_3)_2$ terhadap pelarutan pelat elemen bakar dalam HNO_3 pekat



Gambar 5. Pengaruh kandungan Hg^{++} dalam pelarut terhadap uranium dalam larutan

TANYA JAWAB

1. Tarwito

- Mohon penjelasan, pertimbangan saudara mengapa pelarutan uranium menggunakan campuran HNO_3 - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, Sedangkan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ merupakan bahan berbahaya dan beracun (B3). Apakah tidak dapat dengan menaikkan konsentrasi HNO_3 ? Bagaimana pemisahan kembali $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$?

Yusuf Nampira

- Pelarutan ini sebagai langkah awal dalam analisis kimia bahan bakar pasca irradiasi. Cuplikan yang dilarutkan sekitar 20mg-30mg sehingga pelarut yang dibutuhkan sekitar 2 ml, disamping itu pelarutan tersebut dilakukan dalam ruang tertutup dengan sistem alir udara melalui filter dan proses tersebut dilakukan pada temperatur ruang, maka penggunaan $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tidak akan membahayakan lingkungan. HNO_3 yang digunakan merupakan larutan pekat. Hg dapat dipisahkan tidak dalam senyawa HNO_3 tetapi dapat diambil dari larutan dengan membentuk endapan HgCl_2 .
2. Abdul Latif
- Ada dua cara pelarutan (asam dan basa), pelarutan dengan apa yang lebih efisien jika mengambil uranium ?

Yusuf Nampira :

- Pelarutan dengan asam akan melarutkan uranium dengan sedikit pelarutan pelat pembungkus, dalam Gambar 5 dan Tabel 1 menunjukkan bahwa uranium hasil pelarutan tersebut relatif sama dengan pelarutan total menggunakan HCl-HF (1:1).
3. Siti Amini
- Mengapa dapat dinyatakan kondisi optimum pelarutan adalah 20% sedangkan uranium banyak terdapat dalam endapan (Gambar 3, Tabel 1) ?

Yusuf Nampira:

- Berdasarkan tujuan pelarutan ini yaitu untuk melakukan pengujian elemen bakar secara kimia dengan obyek analisis pelat pembungkus, bahan bakar maupun keseluruhan pelat elemen bakar. Berdasarkan obyek yang akan di analisis penggunaan NaOH 20% sebagai pelarut optimum untuk pelarutan kelongsong, sehingga uranium dalam bahan bakar terpisahkan dari bahan kelongsong. Hal ini ditunjukkan pada endapan yang ada mempunyai perbandingan kandungan uranium terhadap aluminium maksimum. Sedangkan jika dibutuhkan analisis bahan bakar, hasil endapan tersebut dapat dilarutkan menggunakan asam.