

KONVERSI YC KALAN MELALUI JALUR ADU DAN AUK SKALA MEJA

**Ganisa K. S., Ngatijo, Pranjono, Lilis Windaryati, Banawa Sri Galuh, Rahmiati,
Mu'nisatun S.**

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

Telah dilakukan konversi *yellow cake* Kalan melalui jalur ADU dan AUK. Tahapan proses untuk kegiatan ini adalah pelarutan, penyaringan, ekstraksi, re-ekstraksi, pengendapan dengan amonium hidroksida untuk ADU dan pengendapan dengan ammonium karbonat untuk AUK, pencucian, pengeringan, kalsinasi dan reduksi. Hasil karakterisasi menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) menunjukkan bahwa sebagian besar kandungan pengotor dalam serbuk UO_2 lebih kecil namun demikian, masih terdapat unsur yang kandungannya masih melampaui nilai yang dipersyaratkan. Untuk meningkatkan kemurnian serbuk uranium dioksida yang diperoleh diantaranya adalah dengan proses pre-treatment terhadap *yellow cake* sebelum dilakukan pelarutan.

Kata Kunci: *Yellow cake*, AUK, ADU, Kalan, uranium oksida

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, salah satunya adalah sumber daya mineral. Bahan galian nuklir khususnya yang mengandung uranium merupakan sumber daya alam yang banyak terdapat di cekungan Kalan, Kalimantan Barat^[1]. Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir (PTBGN) telah berhasil melakukan pengolahan uranium yang berasal dari Kalan menjadi *yellow cake*. *Yellow cake* ini kemudian dimanfaatkan oleh Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN) untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar nuklir. *Yellow cake* dirubah menjadi serbuk uranium oksida melalui proses konversi.

Konversi *yellow cake* dapat dilakukan melalui proses basah maupun kering^{[2][3]}. Proses basah dibagi lagi menjadi beberapa tipe, diantaranya adalah jalur melalui ammonium diuranat (ADU) dan ammonium uranil karbonat (AUK). Serbuk yang dihasilkan dari kedua jalur konversi memiliki karakteristik yang berbeda. Jalur ADU mulai dikembangkan sejak tahun 1950^[4]. Jalur ADU adalah metode konversi dimana uranil nitrat diendapkan menjadi amonium diuranat dengan pereaksi amonium hidroksida. Karakteristik serbuk hasil konversi melalui jalur ADU adalah bentuk partikel dari serbuk tidak berbentuk bulat dan serbuk cenderung sulit dikompakkan^{[3][4]}, namun demikian serbuk hasil konversi melalui jalur ADU mudah disinter.

Proses konversi melalui jalur AUK dikembangkan pertama kali oleh NUKEM pada tahun 1960^[5], uranil nitrat diendapkan menjadi AUK dengan pereaksi amonium karbonat. Serbuk yang dihasilkan dari konversi jalur ini memiliki bentuk partikel bulat (*spherical*) dan

terpisah antara partikel satu dengan lainnya sehingga mempunyai mampu alir yang lebih bagus^[6].

Kegiatan konversi yellow cake Kalan bertujuan untuk mendapatkan serbuk UO_2 dari jalur ADU dan AUK. Untuk mengetahui kemurnian produk yang dihasilkan maka dilakukan karakterisasi kandungan pengotor dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy*(AAS).

METODOLOGI

Yellow cake dari Kalan dilarutkan dengan HNO_3 4 N pada temperatur 90 °C sambil diaduk sehingga dihasilkan larutan uranil nitrat (UN), kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Larutan UN yang telah disaring kemudian diekstraksi dengan menggunakan pelarut TBP-Kerosin dengan perbandingan 3:7. Perbandingan antara fasa cair dan fasa organik adalah 1:1. Ekstraksi dilakukan pada temperatur ruang dengan kecepatan pengadukan 800 rpm selama 30 menit dan diperoleh fasa cair dan fasa organik. Kedua fasa tersebut kemudian dipisahkan dengan corong pisah. Fasa organik yang dihasilkan di reekstraksi asam nitrat encer. Proses ekstraksi dan re-ekstraksi dilakukan secara berulang sebanyak 4 siklus. Larutan UN hasil proses reekstraksi kemudian dipisahkan dan digunakan sebagai umpan untuk pengendapan.

Pada proses pengendapan melalui jalur ADU, larutan UN diendapkan dengan pereaksi amonium hidroksida pada temperatur 70 °C dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Amonium hidroksida diteteskan sedikit demi sedikit ke dalam larutan UN hingga pH larutan mencapai 7 kemudian dipertahankan selama 30 menit. Endapan amonium diuranat (ADU) yang dihasilkan kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquadest kemudian dikeringkan.

Pada proses pengendapan melalui jalur AUK, larutan uranil nitrat diendapkan dengan pereaksi ammonium karbonat pada temperatur 40 °C dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Larutan UN ditetesi amonium karbonat hingga larutan mencapai pH 8 kemudian ditahan selama 30 menit. Endapan AUK yang dihasilkan kemudian disaring dan dicuci dengan ethanol kemudian endapan AUK dikeringkan.

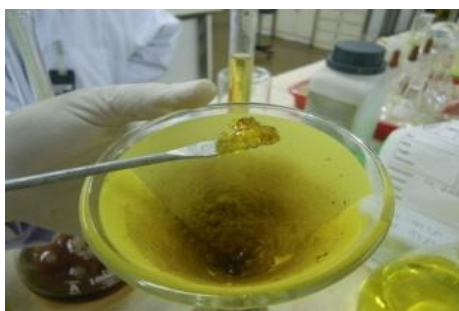
Endapan ADU dan AUK yang sudah kering kemudian dikalsinasi pada temperatur 700 °C selama 4 jam dalam tungku kalsinasi. Serbuk U_3O_8 hasil kalsinasi kemudian direduksi dengan menggunakan tungku reduksi dengan suasana hidrogen pada temperatur 800 °C selama 3 jam. Serbuk UO_2 yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi kandungan pengotornya dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy*(AAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses konversi *yellow cake* Kalan menjadi UO_2 diawali dengan proses pelarutan. Hasil dari proses pelarutan disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Larutan hasil proses pelarutan



Gambar 2. Gel yang menempel pada kertas saring

Larutan UN yang dihasilkan dari proses pelarutan berwarna coklat pekat dan terbentuk gel yang menempel pada kertas saring. Terbentuknya gel menyebabkan proses penyaringan berjalan lambat. Tingginya kandungan pengotor yang terdapat dalam *yellow cake* dimungkinkan memberikan kontribusi dalam pembentukan gel. Adapun kandungan pengotor yang terdapat dalam *yellow cake* sebelum dilakukan proses pelarutan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan pengotor dalam *yellow cake* Kalan

| No | Unsur | Kadar ppm (ASTM C-753) | Hasil analisis ($\mu\text{g/mL}$) |
|----|-------|------------------------|-------------------------------------|
| | | | <i>Yellow cake</i> Kalan |
| 1 | Ag | | 0,0677 |
| 2 | Al | 250 | 2860,49 |
| 3 | Ca | 200* | 5067,8684 |
| 4 | Cd | 0.2 | 0,0226 |
| 5 | Co | 100 | 2,2971 |

| | | | |
|----|----|------|----------|
| 6 | Cr | 200 | 170,2889 |
| 7 | Cu | 250 | 8,2103 |
| 8 | Fe | 250 | 5,9740 |
| 9 | Mg | 200* | 435,8205 |
| 10 | Mn | 250 | 45,8361 |
| 11 | Mo | 250 | Ttd |
| 12 | Ni | 200 | 54,2416 |
| 13 | Si | 300 | 236,2416 |
| 14 | Sn | 250 | 0,4518 |
| 15 | V | 250 | - |
| 16 | Zn | 250 | 1,4264 |

Tabel 1 dapat Dilihat beberapa unsur yang kadarnya berada diluar batas keberterimaan. Gambar 3 menunjukkan endapan ADU dan Gambar 4 menunjukkan endapan AUK yang didapatkan. Kedua endapan tersebut kemudian dikalsinasi untuk menghasilkan U_3O_8 kemudian direduksi dengan hidrogen sehingga terbentuk serbuk UO_2 . Serbuk UO_2 yang diperoleh seperti tersaji pada Gambar 5.



Gambar 3. Endapan ADU



Gambar 4. Endapan AUK

Serbuk UO_2 yang akan digunakan untuk bahan bakar nuklir harus memenuhi persyaratan sesuai yang telah ditetapkan. Spesifikasi yang ditentukan salah satunya adalah kandungan unsur-unsur pengotor/ impuritas^[7]. Untuk mengetahui kandungan unsur pengotor dalam serbuk UO_2 , dilakukan analisis menggunakan AAS dan hasilnya seperti yang disajikan pada Tabel 2.



Gambar 5. Serbuk uranium oksida

Tabel 2 dapat terlihat bahwa sebagian besar unsur-unsur pengotor sudah berada dalam batas keberterimaan, namun masih terdapat unsur Ca yang kadarnya melampaui batas yang dipersyaratkan. Kandungan unsur Ca dalam *yellow cake* Kalan sangat tinggi, namun dalam serbuk UO_2 yang dihasilkan sudah jauh lebih kecil dibandingkan dengan pada saat masih dalam bentuk *yellow cake* tetapi masih berada diluar batas keberterimaan. Oleh karena itu, untuk mencapai derajat nuklir seperti yang dipersyaratkan dibutuhkan suatu perlakuan untuk meningkatkan kemurniannya. Perlakuan yang dilakukan diantaranya adalah *pre treatment* sebelum proses pelarutan dan variasi parameter proses ekstraksi dan reekstraksi. Dari Tabel 2 terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kandungan pengotor dalam serbuk UO_2 hasil pengendapan melalui jalur ADU maupun melalui jalur AUK.

Tabel 2. Kandungan pengotor dalam serbuk uranium oksida

| No | Unsur | Kadar maksimum, ppm (ASTM C-753) | Hasil analisis ($\mu\text{g/mL}$) | |
|----|-------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| | | | Serbuk UO_2 dari ADU | Serbuk UO_2 dari AUK |
| 1 | Ag | | 0,8681 | 0,4503 |
| 2 | Al | 250 | 1,4518 | 9,6946 |
| 3 | Ca | 200* | 662,1626 | 538,5359 |
| 4 | Cd | 0.2 | 0,0861 | 0,0608 |
| 5 | Co | 100 | 0,0114 | 0,0225 |
| 6 | Cr | 200 | 23,4777 | 25,5919 |

| | | | | |
|----|----|------|---------|---------|
| 7 | Cu | 250 | 1,2870 | 1,4247 |
| 8 | Fe | 250 | 4,0950 | 4,2501 |
| 9 | Mg | 200* | 4,8199 | 9,2266 |
| 10 | Mn | 250 | 5,1811 | 5,2943 |
| 11 | Mo | 250 | 0,0136 | 0,0137 |
| 12 | Ni | 200 | 20,0089 | 20,7918 |
| 13 | Si | 300 | 0,0249 | 0,0204 |
| 14 | Sn | 250 | 14,8410 | 27,8271 |
| 15 | V | 250 | Ttd | Ttd |
| 16 | Zn | 250 | 0,2351 | 0,0488 |

KESIMPULAN

Telah dihasilkan serbuk UO_2 hasil konversi *yellow cake* Kalan melalui jalur ADU dan AUK, namun masih terdapat pengotor Ca yang kadarnya melebihi batas persyaratan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih dan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada seluruh anggota Tim Kegiatan Konversi Yellow Cake Kalan melalui jalur ADU & AUK sehingga kegiatan ini dapat diselesaikan dan laporan dapat dibuat. Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala PTBBN beserta jajarannya atas dukungannya sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

1. E. R. Riza, Faizal; Nuri, Hafni Lisa; Arief, Pengolahan Uranium menjadi *Yellow Cake*, 2006, Prosiding Seminar Nasional ke-12 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir Yogyakarta, 164-174.
2. B. Narasimha Murty, P. Balakrishna, R. B. Yadav, and C. Ganguly, *Influence of temperature of precipitation on agglomeration and other powder characteristics of ammonium diuranate*,” *Powder Technol.*, vol. 115, no. 2, 2001, pp. 167–183,.
3. G. K. Suryaman and R. Langenati, *Komparasi Sifat Kimia dan Fisik Serbuk UO_2 Hasil Konversi Yellow Cake Limbah Pupuk Fosfat dan Yellow Cake Komersial*

- Melalui Jalur ADU, 2013, J.Tek. Bhan Nuklir Vol 9 No.2, 77–83.
4. Y. W. Lee and M. S. Yang, *Characterization of HWR fuel pellets fabricated using UO₂ powders from different conversion processes*, vol. 178, 1991, 217–226,.
 5. H. Tel and M. Eral, *Investigation of production conditions and powder properties of AUC*, *J. Nucl. Mater.*, vol. 231, no. 1–2, 1996, 165–169,.
 6. M. Rachmawati, Karakterisasi dan Komparasi Serbuk UO₂ dari Proses ADU dan AUC selama Proses Pengompakan, Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir V, 2000, 226–230.
 7. A. Muchsin, Teknologi Pembuatan Serbuk Keramik Nuklir. 2012.