



**PENGARUH KONSENTRASI URANIUM DALAM LARUTAN
URANIL NITRAT DAN PANJANG JARUM PENETES TERHADAP
BENTUK FISIK GEL PADA PROSES GELASI EKSTERNAL
DENGAN PENSTABIL THFA**

Sri Rinanti Susilowati, Ratmi Herlani, Sri Widiyati

*Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Jl Babarsari Nomor 21, Kotak pos 6101 Ykbb
55281 Yogyakarta, e-mail : ptapb@batan.go.id*

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI URANIUM DALAM LARUTAN URANIL NITRAT DAN PANJANG JARUM PENETES TERHADAP BENTUK FISIK GEL PADA PROSES GELASI EKSTERNAL DENGAN PENSTABIL THFA. Telah dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi uranium dalam larutan uranil nitrat dan panjang jarum penetes terhadap bentuk fisik gel pada proses gelasi eksternal dengan penstabil THFA. Gel ADU dibuat dengan proses gelasi eksternal menggunakan uranil nitrat dengan variasi konsentrasi uranium dalam larutan UN dan panjang jarum penetes pada proses gelasi. Pembuatan sol diawali dengan pelarutan PVA dalam air dengan konsentrasi 1,8g/ 20mL, kemudian ditambah uranil nitrat pada konsentrasi dan volume tertentu dengan kondisi pH 1,8; 1 mL THFA, diaduk dan dipanaskan pada suhu 70°C sampai homogen. Larutan sol diteteskan ke dalam medium gelasi yang berisi larutan NH₄OH 7M dalam kolom setinggi 1m pada suhu kamar. Gel yang dihasilkan direndam dalam NH₄OH 7M kemudian dicuci dengan NH₄OH encer kemudian isopropyl alkohol lalu diukur diameternya. Gel ADU dikeringkan dalam suhu kamar selama 48 jam serta dipanaskan pada suhu 100°C kemudian dilihat bentuk fisik menggunakan mikroskop optik. Dari variasi konsentrasi U dalam UN kebulatan gel ADU yang baik diperoleh dari konsentrasi uranium 571, 614, 623, 697, 751 g/L dengan diameter gel 1,83-2,15mm, sedangkan pada variasi panjang jarum penetes gel yang bulat diperoleh dari panjang jarum 1; 1,25; 1,5 dan 1,75cm dengan diameter gel 1,89-2,15 mm.
Kata Kunci: penstabil, sol gel, gelasi, aging, kebulatan.

ABSTRACT

INFLUENCE OF URANIUM CONCENTRATION OF URANYL NITRIC AND LENGTH OF THE NEEDLE WITH TETRA HYDROFURFURAL ALCOHOL (THFA) STABILIZER ON THE PHYSICAL CHARACTERISTIC OF GEL PRODUCED BY GELATION PROCESS. The influence of uranium concentration of uranyl nitrate and length of the needle with THFA stabilizer on physical characteristic of gel produced by gelation process was carried out. ADU gel was made by external gelation process use of uranyl nitrate where uranium concentration of uranyl nitrate and length of the needle were varied as a feed solution. Concentrations of PVA solution in water were 1.8g/20 mL, then uranyl nitrate in pH 1.8 condition and THFA in certain volume were added, mixed and heated on temperature 70°C until homogen condition. Sol solution was dropped into gelation media of NH₄OH in the 1 m column in room temperature. Gel found was put into NH₄OH 7M and then was washed with dilute NH₄OH and with isopropyl alcohol and then diameter measured. ADU gel dried in room temperature for 48 hours then was heated in temperature 100°C and then to view sphericity with optic microscope. It was found that sphericity of good ADU was gel from uranium concentration of uranyl nitrate 571, 614, 623, 697, 751 g/L with gel diameter of 1.83-2.15mm and it was found that good gel from length of the needle of 1.00; 1.25; 1.50 and 1.75 cm with gel diameter 1.89-2.15 mm.
Keyword: stabilizer, sol gel, gelation, aging, sphericity.



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

PENDAHULUAN:

High Thermal Reactor atau HTR merupakan salah satu reaktor yang sangat menguntungkan (sangat ekonomis, mempunyai keselamatan yang handal, sampah yang dihasilkan minimal) dan memungkinkan untuk dibangun di Indonesia terutama di daerah-daerah terpencil yang membutuhkan energi listrik tidak begitu besar (50 – 490 MWE). Selain menghasilkan listrik, panas tinggi yang dihasilkan sebagai hasil samping pada operasi HTR dapat digunakan untuk industri kimia yang lain, misalnya untuk desalinasi air laut, gasifikasi batubara, produksi hydrogen, maupun proses industri kimia lain yang memerlukan panas^[1].

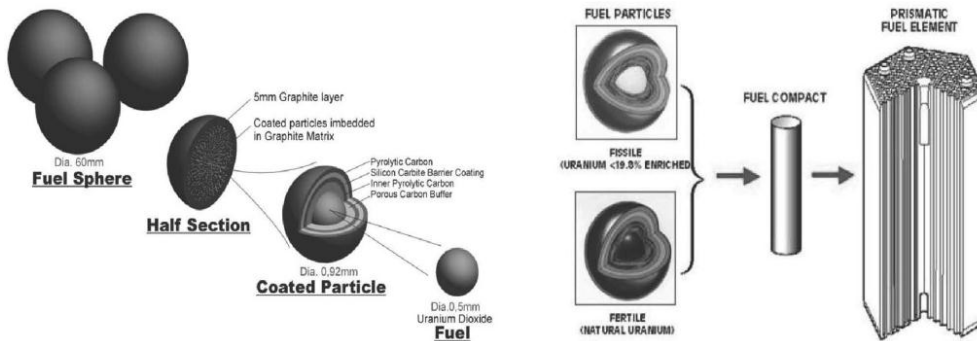
Berbagai macam tipe HTR telah banyak dibangun di dunia antara lain HTR-10, HTR-500, THTR-300, HTGR-1160, dsb.dengan berbagai variasi daya antara 10 – 3000 MW.

Berbagai macam jenis HTR dengan berbagai tipe dan elemen bakarnya bisa berupa partikel berlapis (dengan lapisan *BISO* maupun *TRISO coated particle*) yang telah dipres menjadi bentuk bola dalam matrik grafit atau dipres dengan desain blok

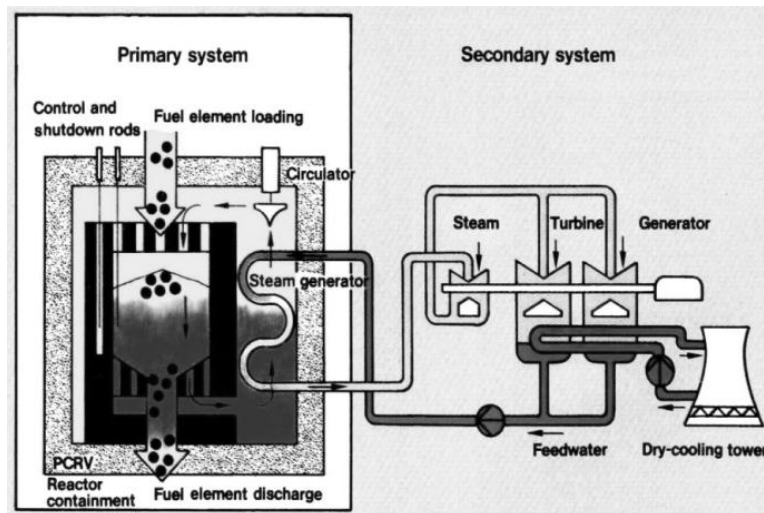
prismatik. Partikel berlapis adalah kernel yang telah dilapis dengan SiC dan PyC atau ZrC. Lapisan tersebut terutama berfungsi untuk menahan tekanan maupun hasil fisi yang dihasilkan saat reaktor beroperasi. Sebagai inti dari partikel berlapis bisa berupa kernel UO_2 , campuran $(Th-U)O_2$, Uranium carbide atau campuran $(U-Pu)O_2$ ^[2].

Desain elemen bakar tersebut mempunyai kelebihan maupun kekurangan masing-masing. Sebagai contoh skema HTR dengan desain *pebble bed* seperti pada gambar 2. Desain *pebble bed* banyak digunakan karena mempunyai keuntungan lebih ekonomis, dengan daya yang sama, suhu elemen bakar $200^\circ C$ lebih rendah dari bentuk prismatik, pembebasan Ag jauh lebih kecil dsb⁽³⁾.

Secara garis besar, proses pembuatan elemen bakar HTR bentuk bola dengan inti kernel UO_2 , $(Th-U)O_2$, UCO maupun $(U-Pu)O_2$ dapat dibagi menjadi 3 tahap yaitu pembuatan kernel, pelapisan kernel dan pembentukan elemen bakar bentuk bola dalam matrik grafit. Sedangkan bentuk pelet dengan bahan kernel UO_2 dibentuk dari bahan kernel UO_2 dengan ukuran tertentu yang dipres pada suhu dan tekanan tertentu⁽⁴⁾.



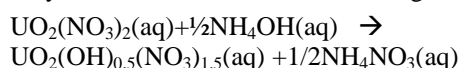
Gambar 1. Bentuk elemen bahan bakar *pebble bed* (a) dan blok prismatik (b).



Gambar 2. Skema HTR dengan desain *pebble bed*.



Pada penelitian ini dilakukan pembuatan gel ADU metode eksternal. Dimana gel ADU ini di proses lebih lanjut yang nantinya akan dibuat kernel UO_2 sebagai inti bahan bakar terlapis bentuk bola. Pada *wet chemical process* ini meliputi pembuatan larutan uranil nitrat, larutan sol sebagai umpan gelas, proses gelas (pembuatan gel ADU), pencucian dan aging serta pengeringan. Pembuatan larutan uranil nitrat keasaman rendah yang paling mudah yaitu pelarutan UO_3 atau U_3O_8 dalam larutan HNO_3 dengan konsentrasi dan volume tertentu. Pelarutan dilakukan dengan menambahkan sedikit demi sedikit UO_3 atau U_3O_8 ke dalam HNO_3 , sambil diaduk. Sisa oksida yang tidak larut dipisahkan dari larutan serta diukur perbandingan NO_3^-/U . Apabila perbandingan NO_3^-/U belum mencapai untuk larutan ADUN, penambahan UO_3 atau U_3O_8 dilanjutkan hingga larutan mempunyai perbandingan NO_3^-/U sesuai yang dikehendaki (< 2). Kondisi yang diperlukan dalam pelarutan tersebut adalah suhu larutan HNO_3 antara $50-60^\circ C$. Suhu dibawah $50^\circ C$ mengakibatkan terbentuknya ion nitrit dalam larutan. Sedangkan suhu diatas $60^\circ C$ mengakibatkan pengendapan uranium dalam bentuk $UO_2(OH)NO_3 \cdot xH_2O$ sehingga perbandingan NO_3^-/U dalam larutan ≥ 2 . Metode lain dari proses denitrasi adalah dengan menambahkan larutan NH_3 kedalam larutan uranil nitrat sehingga terbentuk senyawa uranil nitrat basa, sesuai dengan reaksi:



Metode ini sangat mudah dilakukan, akan tetapi keberadaan NH_4NO_3 dalam larutan umpan dapat menimbulkan pengaruh terhadap kualitas gel yang dihasilkan⁽⁵⁾. Penambahan PVA pada pembuatan larutan sol adalah sebagai bahan aditif. Bahan aditif ini digunakan untuk mengatur viskositas agar larutan sol pada proses gelas nanti akan menghasilkan gel ADU berbentuk bulat. Sedangkan penambahan THFA adalah sebagai zat pentabil, agar gel ADU hasil proses gelas tidak terjadi pengerutan ketika dilakukan proses perendaman (aging) dan pencucian⁽²⁾.

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah serbuk UO_3 hasil proses di P₃TM BATAN, HNO_3 , H_2SO_4 , $TiCl_3$ kristal, $FeCl_3$ kristal, Barium difenilsulfonat kristal, Asam sulfamat kristal, Larutan Titrisol $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N, Air bebas mineral, Polivinyl Alkohol, THFA (Tetra Hidrofurfural Alkohol), Amonia, n Propanol.

Peralatan yang digunakan adalah neraca analitik, seperangkat alat untuk proses gelas, cawan porselin, kertas saring, termometer, pengaduk magnet, muffle furnace, piknometer, kertas pH,

sendok tanduk, pipet mikro, seperangkat alat gelas, oven, hot plate.

Cara Kerja

Pembuatan Larutan UN (*Uranil Nitrat*)

Serbuk ADU dihaluskan kemudian, dikalsinasi pada suhu $400^\circ C$ sehingga menjadi serbuk UO_3 . Ditimbang sejumlah tertentu serbuk UO_3 dengan neraca analitik. Diambil larutan HNO_3 7 N sejumlah tertentu dengan pipet volume kemudian dimasukkan dalam beker gelas dan dipanaskan pada suhu $60^\circ C$ dalam almari asam sambil diaduk. Serbuk UO_3 dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan HNO_3 itu sambil terus menerus diaduk dan dipanaskan pada suhu $60^\circ C$. Setelah larut kemudian didaring untuk menghilangkan pengotor maupun sisa endapan yang tidak larut. Larutan UN dianalisis kadar uranium dan keasaman dengan metode titrimetri serta analisis perbandingan mol NO_3^-/U .

Proses Pembuatan Sol

PVA ditimbang sebanyak 1,8 gr dengan menggunakan neraca analitik kemudian dilarutkan dalam 20 ml ABM dengan menggunakan beaker glass dan diaduk serta dipanaskan pada suhu $70^\circ C - 90^\circ C$ selama 30 menit. Setelah PVA larut, ditambahkan sejumlah UN sesuai dengan kadar uranium yang diinginkan yang telah dinetralisasi dengan NH_4OH hingga pH 1,8. Sejumlah zat aditiv THFA ditambahkan, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu $70^\circ C$ selama 30 menit, kemudian didiamkan selama 2 jam.

Proses Gelas Eksternal

1. Variasi Panjang Jarum Penetes

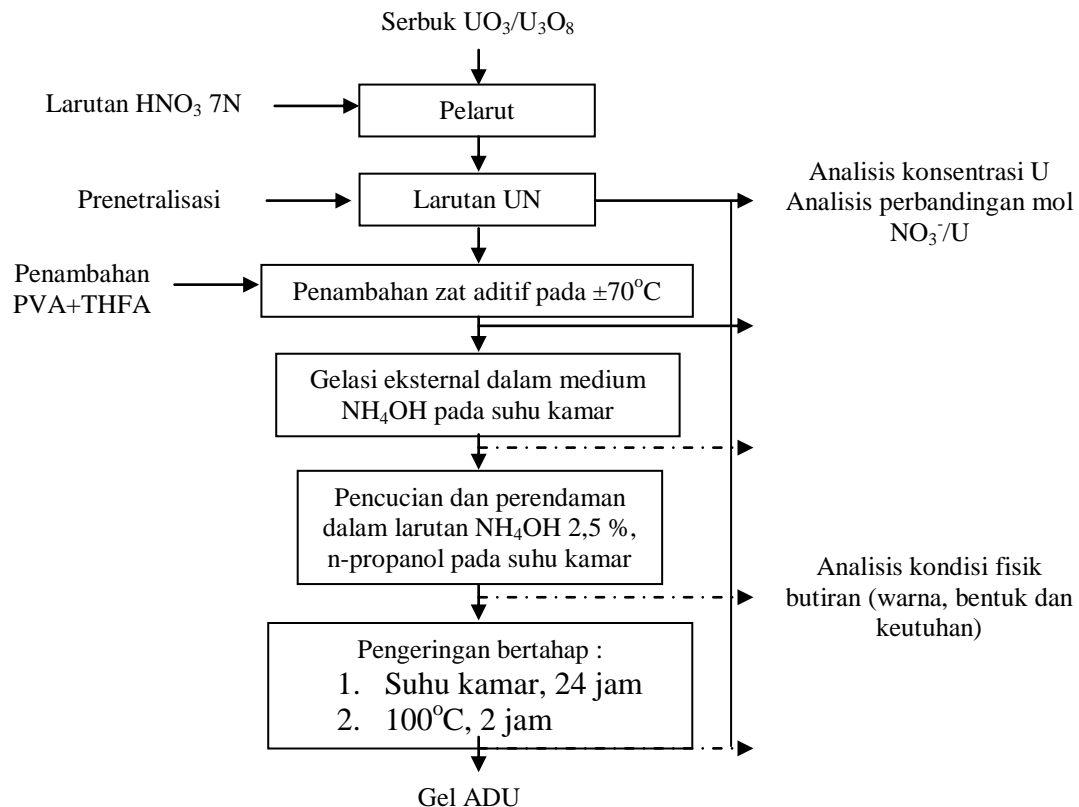
Larutan sol dibuat dari konsentrasi uranium pada larutan uranil nitrat 614g/L sehingga menghasilkan larutan sol dengan kadar uranium 200g/L. Larutan sol kemudian ditetaskan menggunakan jarum penetes berupa jarum suntik volume 5cm panjang 1 cm ke dalam kolom gelas setinggi 1 m yang berisi medium NH_4OH . Proses gelas diulangi dengan menggunakan jarum suntik volume 5 mL panjang 1,25; 1,50; 1,75; 2,0 cm.

2. Variasi konsentrasi uranium dalam larutan uranil nitrat

Larutan sol dibuat dari konsentrasi uranium dalam larutan uranil nitrat 614 g/L. Masing masing larutan sol dibuat dengan volume 20 mL, kemudian ditetaskan menggunakan jarum suntik volume 5 mL dengan panjang 1cm ke dalam medium gelas NH_4OH 7 M dalam kolom setinggi 1 meter. Percobaan di atas diulangi dengan konsentrasi uranium dalam larutan UN 546; 571; 623; 697; 751 g/L.



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012



Gambar 3. Diagram Alir Proses Gelasi Eksternal

Proses Aging dan Pencucian

Gel yang terbentuk direndam dalam NH_4OH 7M selama 1 jam, setelah itu kemudian dicuci dengan NH_4OH encer 2,5% dilanjutkan n-propanol.

Proses Pengeringan

Proses pengeringan ini dilakukan selama 2 kali, yaitu pengeringan pada suhu kamar dan pengeringan menggunakan oven. Pengeringan pertama yang dilakukan adalah pengeringan pada suhu kamar. Butiran gel ADU dikeringkan terlebih dahulu pada suhu kamar selama 2 hari. Setelah itu dikeringkan pada oven pada suhu 100°C secara bertahap, yaitu 50°C selama 1 jam kemudian 70°C selama 1 jam dan 100°C selama 2 jam.

Analisis Bentuk Fisik Gel ADU

Mikroskop disambungkan pada komputer dengan kabel penyambung agar hasil yang dilihat dapat terlihat pada komputer. Mikroskop dan komputer dinyalakan, kernel dimasukkan ke wadah satu per satu kemudian ditempatkan pada mikroskop menggunakan jepitan. Pengatur fokus diputar agar gambar terlihat fokus dan tajam. Hasil gambar kernel /gel disimpan dalam komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN :

Pembuatan Larutan Uranil Nitrat

Larutan uranil nitrat hasil pelarutan UO_3 dalam asam nitrat 7 N yaitu uranil nitrat dengan kadar uranium tinggi namun keasaman rendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari data Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar keasaman relatif sama hal ini dapat dilihat pada pH larutan. Pada larutan UN dengan kadar uranium tinggi maka pH larutan juga semakin tinggi dan kadar keasaman semakin rendah. Demikian pula sebaliknya pada larutan UN dengan kadar uranium rendah maka pH larutan juga semakin rendah dan kadar keasaman semakin tinggi. Pada pembuatan larutan UN diharapkan diperoleh larutan UN dengan kadar uranium tinggi namun kadar keasaman rendah, hal ini disebabkan dengan keasaman rendah memberikan kontribusi terhadap kualitas kernel yang dihasilkan nantinya⁽⁵⁾. Namun untuk pembuatan larutan uranil nitrat dengan kadar uranium tinggi dengan keasaman yang semakin rendah waktu yang dibutuhkan semakin lama serta suhunya jangan melebihi 60°C karena dapat menyebabkan terjadinya endapan putih yang sukar larut⁽⁵⁾.



Tabel 1. Larutan uranil nitrat hasil pelarutan UO_3

No.	Kadar U (g/L)	pH
1	546	0,1
2	571	0
3	614	1,0
4	623	1,2
5	697	1,2
6	751	1,1

Pembuatan Sol

Pada pembuatan sol, yang sangat berpengaruh terhadap kekentalan dalam pembuatan sol adalah konsentrasi PVA, oleh sebab itu konsentrasi PVA 1,8 g/20mL sol adalah kondisi yang paling optimum yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Selain konsentrasi PVA yang berpengaruh terhadap kekentalan yaitu konsentrasi uranium dan keasaman dalam larutan UN, waktu dan suhu pada pelarutan PVA serta pH pada prenetralisasi.

Proses Gelasi Eksternal

Pada proses gelasi eksternal, penetesan larutan sol menggunakan jarum penetes volume 5 mL panjang 1; 1,25; 1,5; 1,75 dan 2,0 cm dan UN dengan variasi kadar uranium dalam larutan UN. Jarak lubang penetes dengan kolom gelasi akan mempengaruhi terbentuknya gel, ini terbukti saat jarak lubang penetes jauh dengan medium NH_4OH gel yang dihasilkan berbentuk bulat pipih. Tetapi bila jaraknya terlalu dekat lubang penetes dapat tersumbat karena larutan sol akan mengendap oleh gas ammonia. Oleh karena itu percobaan ini dilakukan menggunakan jarak 5 cm, agar diperoleh gel yang baik.

a. Variasi Panjang Jarum Penetes

Pada variasi panjang jarum penetes, larutan ADUN yang digunakan adalah yang mempunyai pH 1,0, kadar uranium 614g/L. Hal tersebut lebih menguntungkan karena NH_4NO_3 sedikit ketika proses prenetralisasi sehingga kernel oksida yang dihasilkan akan mempunyai kualitas yang lebih baik. Dari data Tabel 2 dapat dilihat bahwa kondisi fisik gel ADU dengan variasi panjang jarum penetes 1,00-1,75 cm berbentuk bulat, namun pada panjang jarum 1,75 cm gel yang dihasilkan sebagian bulat dengan ukuran melebihi 2,20 mm. Sedangkan pada panjang jarum penetes 2,00 cm gel yang dihasilkan berbentuk bulat dengan ukuran melebihi 2,20 mm dan berekor. Hal ini disebabkan karena semakin panjang jarum penetes tekanan yang dibutuhkan semakin besar. Sedangkan gel yang berekor dikarenakan larutan sol terlalu kental dengan kata lain jarum penetes yang panjang dibutuhkan larutan sol yang sedikit encer.

Tabel 2. Kondisi fisik gel ADU hasil proses gelasi variasi panjang jarum penetes

Panjang jarum penetes (cm)	Kadar U(g/L)	pH larutan UN	Bentuk	Diameter (mm)
1,00	614	1,0	Bulat	2,09-2,12
1,25	614	1,0	Bulat	2,04-2,09
1,50	614	1,0	Bulat	2,05-2,14
1,75	614	1,0	Bulat	2,14-2,39
2,00	614	1,0	Bulat berekor	2,19-2,42

b. Variasi kadar uranium dalam larutan uranil nitrat

Tabel 3. Kondisi fisik gel ADU hasil proses gelasi variasi kadar U dalam larutan uranil nitrat

Panjang jarum penetes (cm)	Kadar U(g/L)	pH larutan UN	Bentuk	Diameter (mm)
1,00	546	0,1	Bulat cekung	1,83-2,00
1,00	571	0	Bulat	1,92-2,05
1,00	614	1,0	Bulat	2,09-2,12
1,00	623	1,2	Bulat	2,00-2,18
1,00	697	1,2	Bulat	2,05-2,15
1,00	751	1,1	Bulat	2,03-2,20

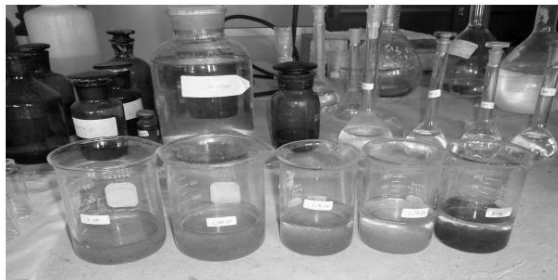
Pada variasi ini kadar uranium yang digunakan yaitu 546-751 g/L, pH uranil nitrat setelah prenetralisasi 1,8 menggunakan jarum penetes volume 5 mL panjang 1cm. Dari data variasi kadar uranium dalam larutan uranil nitrat pada Tabel 3, dapat dikatakan bahwa gel ADU yang dihasilkan mempunyai bentuk fisik relatif bulat dan mempunyai diameter yang sesuai dengan spesifikasi yaitu 2,20mm. Pada kadar uranium 546g/L gel ADU berbentuk bulat namun sebagian berbentuk bulat pipih. Hal ini disebabkan karena pada larutan uranil nitrat dengan kadar tersebut masih kurang pekat untuk pembuatan gel. Selain kurang kadar uraniumnya, pH larutannya juga rendah, sehingga NH_4OH yang digunakan untuk prenetralisasi larutan UN semakin banyak. Penggunaan NH_4OH yang terlalu banyak sebisa mungkin dihindari karena hal ini akan mempengaruhi kualitas dari kernel yang dihasilkan nantinya. Kernel oksida akan keropos sehingga densitasnya tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Larutan UN dengan kadar lebih tinggi dari 600g/L akan menghasilkan gel ADU yang semakin bulat.



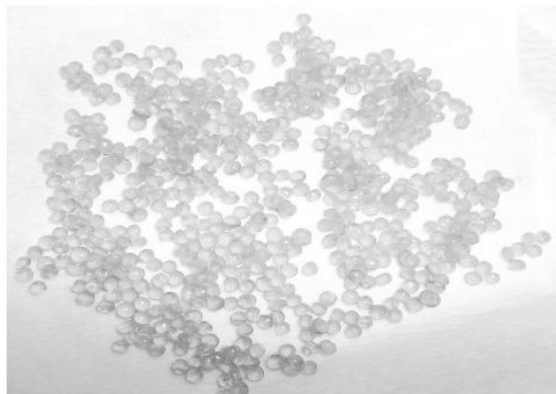
Proses Perendaman dan Pencucian

a. Proses perendaman

Proses perendaman gel ADU dilakukan dalam medium NH_4OH 7N selama 30 menit. Setelah direndam selama 30 menit gel ADU dicuci dengan NH_4OH 2.5% sebanyak 3 kali kemudian dicuci dengan 2-propanol sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sebagian besar nitrat dan sisa-sisa bahan aditif. Adapun gel ADU hasil perendaman dan pencucian dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5:



Gambar 4. Gel ADU saat proses perendaman



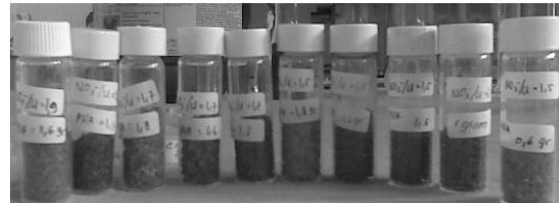
Gambar 5. Gel ADU setelah proses pencucian dan perendaman

Gel ADU hasil perendaman dan pencucian masih berupa gel yang basah, pada proses perendaman dimaksudkan untuk penyempurnaan prose gelasi. Gel ADU setelah mengalami proses perendaman dan pencucian menggunakan 2-propanol terlihat berwarna kuning tua cerah dan transparan, diameter sedikit mengecil dibandingkan sebelum dicuci menggunakan propanol, hal ini disebabkan karena 2-propanol menyerap sebagian air yang ada dalam gel ADU.

Proses Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan melalui 2 tahap, tahap pertama yaitu pengeringan pada suhu

kamar. Pada pengeringan suhu kamar dilakukan selama 48 jam, menyebabkan volume gel ADU yang dihasilkan sedikit menyusut. Pengeringan kedua, yaitu pengeringan menggunakan oven pada suhu 100°C yang dipanaskan secara bertahap, yaitu 50°C selama 30 menit, 70°C selama 30 menit, 100°C selama 2 jam. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kejutan panas yang dapat menyebabkan gel mengalami kerusakan. Adapun gambar gel hasil pengeringan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gel setelah pengeringan

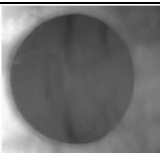
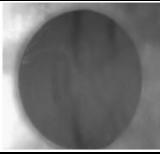
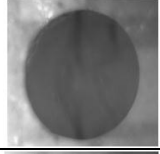
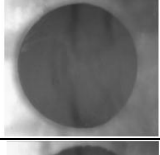

Analisis Bentuk Fisik Gel ADU

Analisis bentuk fisik gel ADU ini menggunakan mikroskop optik type A KRUSS OPTRONIC. Maksud dan tujuan analisis ini untuk mengetahui secara jelas bentuk/kebulatan gel ADU dengan perbesaran 40 kali. Pada Tabel 4 adalah merupakan sebagian besar dari kondisi fisik gel yang dihasilkan dari variasi panjang jarum penetes.

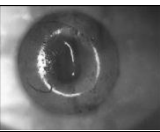
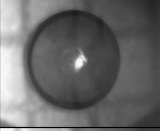
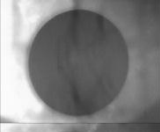
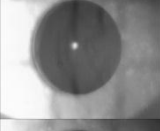
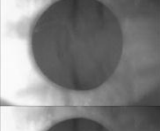
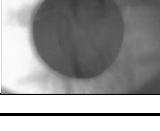
Dari variasi panjang jarum penetes pada gambar pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa bentuk fisik gel ADU berbentuk bulat dan berwarna oranye transparan, hanya pada gel dari jarum penetes 2,00 cm menghasilkan gel yang berbentuk bulat namun pada permukaannya begerigi dan berekor. Sedangkan pada gel dari variasi kadar uranium dalam larutan UN dapat dilihat gambar gel dalam Tabel 5. Dari tabel 5 gel ADU yang dihasilkan dari kadar uranium 571; 614; 623; 697 dan 751 g/L menghasilkan gel yang bulat dan berwarna oranye transparan, namun pada gel dari kadar uranium 546 g/L berbentuk bulat cekung. Hal ini disebabkan karena pada kadar tersebut masih rendah untuk membentuk gel yang bulat. Karena kadar U rendah maka larutan sol masih terlalu encer untuk ditetaskan sehingga gel terbentuk ada cekungannya. Pada kadar uranium lebih dari 614 g/L gel yang dihasilkan berbentuk semakin bulat, hal ini disebabkan karena selain kadar U tinggi pH larutan juga semakin tinggi sehingga NH_4OH yang ditambahkan semakin sedikit maka sol yang dihasilkan semakin kental.



Tabel 4. Hasil pengamatan gel ADU menggunakan mikroskop optik variasi panjang jarum penetes.

No.	Panjang jarum penetes (cm)	Bentuk fisik gel ADU	Keterangan
1	1,00		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
2	1,25		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
3	1,50		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
4	1,75		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
5	2,00		Gel berekor dan berwarna kuning tua transparan

Tabel 5. Hasil pengamatan gel ADU menggunakan mikroskop optik variasi kadar uranium dalam larutan uranil nitrat.

No.	Kadar U(g/L)	Bentuk fisik gel ADU	Keterangan
1	546		Gel bulat cekung dan berwarna kuning tua transparan
2	571		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
3	614		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
4	623		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
5	697		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan
6	751		Gel bulat dan berwarna kuning tua transparan



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

KESIMPULAN

Pada pembuatan UN dengan kadar uranium semakin tinggi diperoleh larutan UN dengan pH 1,2 dan kadar keasaman 1,07N. Pada pembuatan sol yang berpengaruh terhadap viskositas adalah kadar uranium dengan kadar keasaman. Kadar keasaman tinggi dan kadar uranium rendah maka NH₄OH yang ditambahkan akan lebih banyak sehingga sol yang dihasilkan lebih encer. Pada pembuatan gel ADU dengan variabel panjang jarum penetes yang berpengaruh terhadap kebulatan gel ADU adalah pada panjang jarum 1; 1,25; 1,50 dan 1,75 cm, pada panjang tersebut dihasilkan gel yang berbentuk bulat. Sedangkan pada panjang jarum 2,00 cm gel yang dihasilkan berbentuk bulat namun berekor. Pada variabel kadar uranium dalam larutan UN yang terbaik adalah pada kadar U lebih dari 571, 614, 623, 679 dan 751 g/L. Kadar uranium kurang dari 571g/L menghasilkan sol yang encer dan gel yang dihasilkan bulat cekung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Islah Mukminatni mahasiswi STTN-BATAN dan Eunike Adiriani S dari SMKN 3 Madiun yang banyak membantu dengan tekun dan rajin sehingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. BUSRON MASDUKI dan WARDAYA. "Pembuatan Kernel UO₂ Melalui Proses Gel ", Prosiding, Pertemuan, presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir: Yogyakarta PPNY BATAN.1990
2. KYUNG-CHAI JEEONG, SUNG-CHUI OH, YEON-KU KIM, and YOUNG-WOO

LEE, ADU *Compound Particle Preparation for HTGR Nuclear Fuel in Korea, High Temperature Gas Reactor Fuel Development Division, Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-606, Korea 2007.*

3. JIAFU TIAN, *A New Ordered Bed Modular Reactor Concept*, Institute of Nuclear Energy Technology Tsinghua University, Beijing 100084, China, Proceedings HTR October 1-4 2006, Johannesburg, South Africa
 4. BAMBANG, H., "Teknologi Proses Pembuatan Bahan Bakar Reaktor Temperatur Tinggi : pembuatan kernel UO₂ ", Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, P3TM-BATAN, Yogyakarta.1998
 5. Haas, P. A.; Begovich, J. M.; Ryon, D. dan Vavruska, J.S. (1979). *Consolidated Fuel Recycle Program – Refabrication. Chemical Flowsheet Condition for Preparing Uranium Spheres by Gelation*. Tennessee: ORNL.
-

TANYA JAWAB

Supardjono Mujiman (PTAPB)

- Apa perbedaan gelasi internal dan proses gelasi eksternal?

Sri Rinanti Susilowati

✧ Pada proses gelasi eksternal yaitu proses gelasi yang reaksi solidifikasi dari luar yaitu dari larutan medium NH₄OH yang terdifusi ke dalam larutan sol sehingga terbentuk gel. Proses gelasi internal yaitu proses gelasi yang reaksinya berasal dari dalam gel itu sendiri. Proses