



**PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI AMONIAK SEBAGAI
MEDIUM AGING PADA PROSES GELASI EKSTERNAL
TERHADAP DIAMETER GEL ADU DAN KERNEL U_3O_8**

Ratmi Herlani, Sri Widiyati, Sri Rinanti S

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN-Yogyakarta

Jl Babarsari Nomor 21, Kotak pos 6101 Ykbb 55281

e-mail : ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI AMONIAK SEBAGAI MEDIUM AGING PADA PROSES GELASI EKSTERNAL TERHADAP DIAMETER GEL ADU DAN KERNEL U_3O_8 . Telah dilakukan penelitian pengaruh waktu dan konsentrasi amoniak (NH_4OH) sebagai medium aging pada proses gelasi eksternal terhadap diameter gel ADU (ammonium diuranate) dan kernel U_3O_8 untuk mengetahui kondisi optimum dari konsentrasi NH_4OH sebagai medium aging dan waktu aging terhadap diameter kernel U_3O_8 yang dihasilkan. Aging merupakan proses pendiaman gel setelah proses gelasi di dalam medium NH_4OH yang ditempatkan pada wadah untuk digoyang dengan alat penggoyang selama waktu tertentu. Pada kondisi konsentrasi NH_4OH dan waktu aging optimum akan memberikan harga diameter gel ADU dan kernel U_3O_8 yang baik yaitu mendekati harga teoritis. Medium NH_4OH untuk aging divariasi dengan konsentrasi 4M, 5M, 6M, 7M, 8M dan 9M, sedang waktu aging divariasi dari 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam. Data hasil dari penelitian adalah konsentrasi NH_4OH optimum pada 6M dengan diameter kernel U_3O_8 rata-rata 0,90 mm (range 0,80-1,00 mm) dan waktu aging optimum adalah 2 jam dengan diperoleh diameter kernel U_3O_8 rata-rata 1,00 mm, sedang diameter untuk gel ADU juga telah mendekati harga teoritis yaitu sebesar 2,00 mm.

Kata Kunci: amoniak, aging, gelasi eksternal, gel ADU, kernel U_3O_8

ABSTRACT

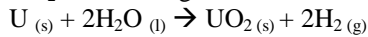
THE INFLUENCE OF THE TIME AND THE AMMONIA CONCENTRATION AS WAS AS MEDIUM OF AGING ON EXTERNAL GELATION TOWARDS DIAMETER OF ADU GEL AND U_3O_8 KERNEL. The influence of the time and the ammonia concentration as was as medium of aging on external gelation toward diameter of ADU (ammonium diuranate) gel and U_3O_8 kernel had been research to aim at NH_4OH concentration and the time of aging optimum condition towards the diameter of ADU gel and U_3O_8 kernel was produced. Aging is a process long time after gelation process in the medium of ammonia were place in a container shakers to shake the device for a certain time. In condition of NH_4OH concentration and the time of aging optimum will provided the good value diameter ADU gel and U_3O_8 kernel while near teortis value. The NH_4OH medium for aging varied the concentration of 4M, 5M, 6M, 7M, 8M and 9M, while the time of aging was varied fom 1 hour, 1.5 hour, 2 hour, 2.5 hour and 3 hour. Results of data from the experiment on the optimum concentration of NH_4OH 6M with diameter of U_3O_8 kernel average 0.90 mm (range 0.80 - 1.00 mm) and optimum condition the time of aging was 2 hours given the diameter of U_3O_8 kernel average 1.00 mm, while the diameter of ADU gel near the teoritis value so, where was 2.00 mm.

Keyword : ammonia, aging, external gelation, ADU gel, U_3O_8 kernel



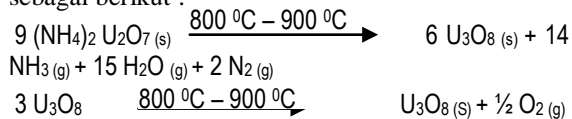
PENDAHULUAN

Logam uranium dapat teroksidasi oleh oksigen di udara membentuk UO_2 (pada suhu di bawah 100°C) dan U_3O_8 (pada suhu $100\text{-}200^\circ\text{C}$). Uranium dapat bereaksi dengan air mendidih membentuk UO_2 , sesuai dengan reaksi^[1]:

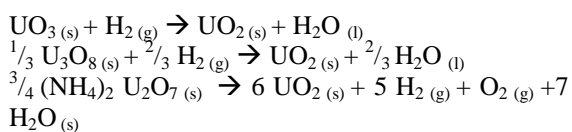


Oksida U_3O_8 adalah padatan berwarna hijau kehitaman atau hitam, mempunyai kerapatan teoritis $8,39 \text{ g/cm}^3$ dan mempunyai kristal ortorombik. U_3O_8 dapat diperoleh dari pemanasan oksida – oksida uranium yang lain atau dekomposisi termal garam-garam pada suhu $800\text{-}900^\circ\text{C}$. Pada awalnya rumus kimia U_3O_8 diperkirakan sebagai $\text{U}(\text{UO}_4)_2$ atau $(\text{UO}_2)_2\text{UO}_4$ atau $\text{UO}_2 \cdot (\text{UO}_3)_2$, tetapi Andressen (1958) menyimpulkan bahwa rumus kimia U_3O_8 adalah $\text{U}_2\text{O}_5 \cdot \text{UO}_3$ berdasarkan pengukuran septibilitas magnetik dan difraksi neutron.

Contoh reaksi pembuatan U_3O_8 adalah sebagai berikut :



Oksida uranium yang banyak digunakan sebagai bahan bakar reaktor nuklir adalah uranium (IV) oksida atau UO_2 . Ini disebabkan UO_2 mempunyai titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam uranium (2800°C) sehingga lebih aman digunakan. Oksida UO_2 adalah padatan berwarna abu - abu atau hitam dengan densitas teoritis $10,96 \text{ g/cm}^3$ dan mempunyai struktur kristal fluorit. Oksida ini dapat diperoleh dari proses reduksi yang lebih tinggi atau dekomposisi garam uranil dalam lingkungan gas-gas inert, dengan reaksi berikut :



Senyawa-senyawa uranium yang memegang peranan penting dalam proses pembuatan bahan bakar nuklir adalah senyawa uranil (terutama uranil nitrat dan uranil klorida) dan senyawa uranat (terutama amonium diuranat). Uranium nitrat $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2]$ dapat dibuat dengan melarutkan logam uranium atau oksida-oksida uranium dalam asam nitrat. Larutan uranil nitrat berwarna kuning kehijauan dan bersifat asam karena adanya proses hidrolisis yang biasanya juga disertai dengan pembentukan ion-ion polimer. Larutan uranil nitrat pekat dapat mengkristal membentuk uranil nitrat hidrat $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ yang mengandung dua sampai enam molekul air tergantung pada konsentrasi asam nitrat dalam larutan^[2].

Bahan Bakar Kernel

Kernel merupakan bagian terdalam dari partikel berlapis yang berbentuk bulat. Proses pembuatan bahan bakar kernel UO_2 secara umum dapat dibagi menjadi 2 yaitu proses kimia kering (*dry chemical process*) dan proses kimia basah/gelasi (*wet chemical process*). Proses kimia kering menggunakan serbuk sebagai umpan, sedangkan proses kimia basah menggunakan umpan garam uranil konsentrasi tinggi atau sol uranium oksida hidrat^[3].

Pembuatan kernel UO_2 lewat proses kimia basah (*wet chemical process*). Telah banyak dikembangkan melalui proses sol gel urania. Dalam teknologi nuklir, bahan bakar kernel UO_2 digunakan sebagai bahan bakar reaktor suhu tinggi karena mempunyai kerapatan yang tinggi, kompak dan berbentuk bola. Proses kimia basah atau proses sol gel untuk pembuatan kernel UO_2 mempunyai kelebihan yaitu hasilnya lebih homogen dan diperoleh kernel oksida dengan kerapatan 95- 99% kerapatan teoritis. Secara garis besar, proses pembuatan kernel UO_2 melalui proses sol gel dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pembuatan umpan, proses gelasi, pencucian, pengeringan, kalsinasi dan reduksi^[4].

Proses Aging

Adapun tujuan dari proses aging (perendaman) adalah untuk mengurangi senyawa-senyawa pengotor seperti zat organik maupun zat-zat sisa hasil reaksi yang masih menempel serta menyempurnakan proses gelasi dan menstabilkan struktur gel^[5].

Setelah proses aging (perendaman) dilakukan proses pencucian gel hasil dari gelasi. Tujuan proses pencucian adalah untuk menghilangkan medium gelasi dari permukaan gel, menghilangkan sebagian besar nitrat, sisa-sisa bahan aditif yang ditambahkan pada umpan gelasi dan hasil samping proses gelasi di dalam gel serta untuk menyempurnakan proses hidrolisis uranium dalam gel. Untuk proses gelasi yang menggunakan bahan organik sebagai medium gelasi, proses pencucian gel dapat menggunakan pelarut organik yang mudah menguap. Pelarut organik yang biasa digunakan antara lain: CCl_4 , iso propanol, alkohol, aseton, heksana dan lain-lain. Sebelum pencucian gel mempunyai rumus umum: $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_y(\text{OH})_z \cdot y\text{H}_2\text{O}$, sesudah pencucian mempunyai rumus umum: $\text{UO}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Persyaratan Diameter Gel dan Kernel Uranium Oksida

Pada pembuatan kernel U_3O_8 sampai UO_2 , hasil gel pada proses gelasi dan pada tahapan-tahapan berikutnya persyaratan diameter gel dan kernel uranium oksida haruslah memenuhi



persyaratan yang ditentukan untuk mendapatkan hasil yang relatif baik sebagai bahan bakar nuklir untuk reaktor suhu tinggi. Berikut adalah data persyaratan diameter gel dan kernel uranium oksida^[6].

Tabel 1. Syarat diameter gel, kernel U_3O_8 dan UO_2 (teoritis)

Sesudah Proses	Nilai Diameter (μm)
Aging	2000
Diangin-anginkan 48 jam	1400
Pengeringan 100°C 2 jam	900
Kalsinasi (U_3O_8)	800
Reduksi/sinter (UO_2)	500

TATA KERJA

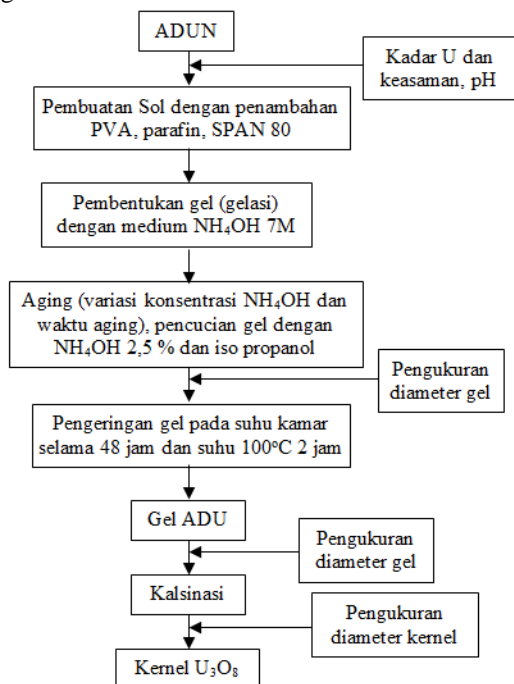
Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah larutan uranil nitrat, Air bebas mineral, HNO_3 p.a., NH_4OH pekat, Polivinil alkohol (PVA), Parafin, SPAN 80, Iso propanol/2-propanol.

Peralatan yang digunakan adalah Gelas ukur, Labu takar, Gelas beker, Nozzle, Jarum suntikan, Corong pisah, *Magnetic stirrer*, Kolom gelasi, Kertas saring, Pipet volum, Alat aging, Potensiostat PGS 201T.

Cara Kerja

Cara kerja untuk penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Cara Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaturan Kadar Uranium dan Keasaman

Larutan uranil nitrat yang digunakan sebagai umpan proses gelasi pada penelitian ini tidak dibuat dari serbuk UO_3 melainkan sudah terbentuk larutan uranil nitrat dan hanya mengatur kadar uranium dan kadar keasaman sesuai yang diinginkan. Kadar uranium konsentrasi tinggi diperoleh dengan diupayakan, kondisi keasamannya dengan ditambahkan larutan NH_4OH pekat sambil diaduk sampai keasaman yang dikehendaki. Pada eksperimen ini didapat larutan uranil nitrat dengan konsentrasi kadar uranium 539,07 g/L dan pH 1,7.

Proses Gelasi Eksternal

Pada proses gelasi eksternal, larutan umpan yang digunakan untuk proses gelasi berupa larutan sol. Larutan sol dibuat dari larutan ADUN yang dicampur dengan PVA sebagai zat aditif dan dibuat emulsi dengan menambahkan emulsigator minyak parafin dan stabilisator mono sorbital oleat (SPAN 80). Dilakukan pembuatan gel dengan beberapa variasi aging diantaranya konsentrasi larutan NH_4OH yang digunakan sebagai medium dan waktu aging untuk memperoleh kondisi optimum aging dibandingkan terhadap hasil diameter gel ADU hasil proses gelasi dan kernel U_3O_8 hasil kalsinasi.

Proses gelasi dilakukan dengan cara meneteskan larutan sol ke dalam medium larutan NH_4OH 7M pada suhu kamar melalui *nozzle* sederhana dengan memanfaatkan gaya grafitasi bumi, sol diteteskan ke dalam kolom gelasi yang berupa gelas ukur dengan ukuran panjang 30 cm dan berdiameter 2,5 cm yang berisi larutan NH_4OH 7M dengan suntikan diameter lubang $\pm 0,8$ mm dan berjarak ± 5 cm diatas permukaan medium gelasi dan terbentuk butiran gel bulat seperti bola kecil. Dalam larutan medium terjadi reaksi antara molekul dalam butiran gel dengan NH_3 dari medium sambil melepaskan air.

Gerakan gel saat jatuh dalam medium berlangsung secara zig-zag, hal ini disebabkan karena adanya gaya tekan keatas. Dengan perjalanan gel yang panjang ini diharapkan gel yang mempunyai komposisi PVA, parafin, SPAN 80 dan uranium yang terbentuk cukup baik. Bila kadar uranium dalam butiran gel lebih besar maka gel akan jatuh dengan gerakan lurus kebawah dengan cepat. Bila tetesan sol dibagian tengah berisi udara, gel tersebut tidak akan jatuh tetapi terapung di permukaan larutan medium.

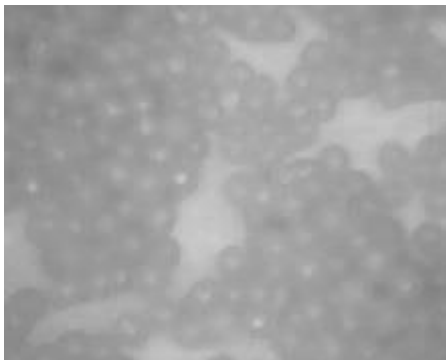
Butiran gel yang diperoleh kemudian diberi perlakuan aging. Proses aging adalah proses penuaan pertumbuhan gel, dengan harapan gel yang terbentuk akan lebih bulat dikarenakan sudah lebih lama dalam medium larutan NH_4OH . Selama proses



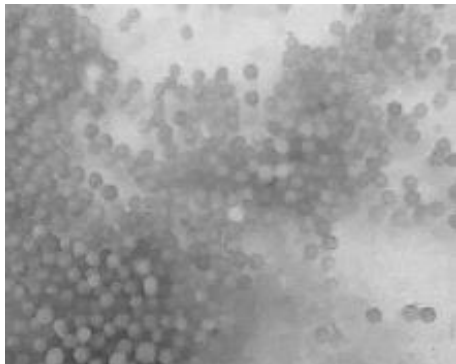
**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

aging gel ADU ditempatkan pada wadah yang digoyang, diharapkan gel akan bulat karena pengaruh goyangan ini. Dalam eksperimen ini dilakukan beberapa variasi konsentrasi larutan medium aging dan waktu aging untuk mendapatkan kondisi optimum proses aging. Pertama adalah dilakukan pembuatan gel ADU dengan konsentrasi amoniak pada aging bervariasi dari 4M, 5M, 6M, 7M, 8M dan 9M dengan kondisi waktu 0,5 jam dan kecepatan putaran 150 rpm. Selanjutnya dilakukan variasi waktu aging mulai dari 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam dengan konsentrasi larutan NH_4OH 6M.

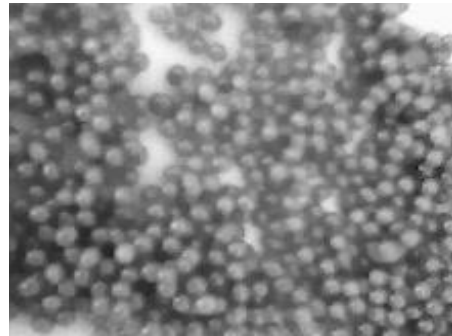
Butiran gel yang diperoleh kemudian dicuci dengan larutan NH_4OH 2,5 % sebanyak 3 kali dan iso propanol untuk menghilangkan parafin, tidak menggunakan ABM karena bisa mengakibatkan gel menjadi lengket. Hasil gel yang diperoleh berwarna kuning selanjutnya dikeringkan di udara terbuka selama 48 jam, kemudian dengan oven suhu 100°C selama 2 jam dengan kenaikan suhu secara bertahap, pengeringan ini membuat ukuran butiran mengecil karena kandungan air atau sisa-sisa zat aditif yang volatil dalam gel menguap. Berikut ini gambar hasil gel hasil pencucian sampai kernel hasil kalsinasi.



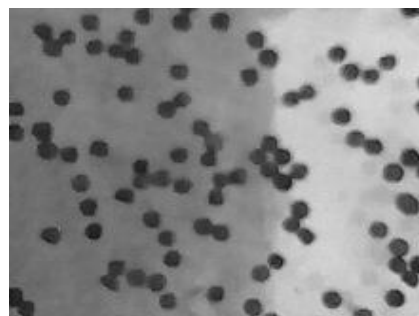
Gambar 2. Hasil gel setelah pencucian



Gambar 3. Hasil gel setelah pengeringan pada suhu kamar selama 48 jam



Gambar 4. Hasil gel setelah pengeringan dengan oven dengan suhu 100°C 2 jam secara bertahap

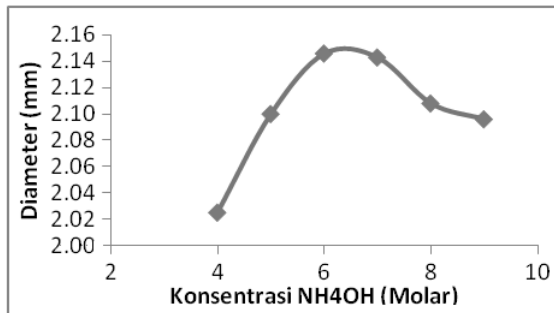


Gambar 5. Hasil gel setelah dikalsinasi

Setelah dikeringkan, gel dikalsinasi secara bertahap hingga suhu 600°C selama 3 jam dalam tungku kalsinasi dengan medium udara sehingga diperoleh kernel U_3O_8 . Proses kalsinasi turut menentukan keberhasilan dalam pembuatan kernel U_3O_8 . Suhu dan lama waktu proses kalsinasi, mempengaruhi kualitas kernel U_3O_8 yang dihasilkan. Pada eksperimen ini pemanasan dilakukan secara bertahap yaitu suhu 50°C , 100°C , 200°C , 300°C , 400°C dan 500°C selama 15 menit hingga mencapai suhu 600°C selama 3 jam. Pemanasan secara bertahap ini mengakibatkan perubahan suhu dalam tungku kalsinasi terjadi secara perlahan sehingga kerusakan butiran gel akibat perubahan suhu yang mendadak dapat dihindari. Pemanasan pada saat kalsinasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan senyawa, struktur butiran dan bentuk dari gel menjadi kernel. Hasil butiran U_3O_8 sebagian kecil mengalami pecah, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya :

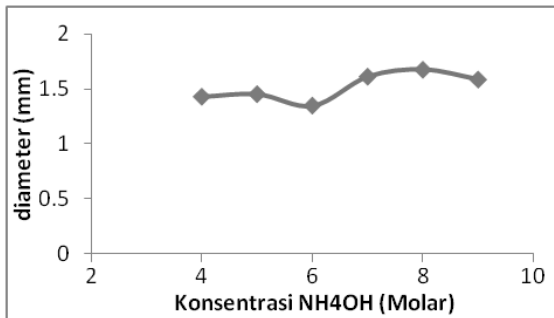
- Proses aging yang kurang/terlalu lama
- Perubahan tahapan suhu kalsinasi mengalami kejutan panas mendadak
- Larutan NH_4OH 2,5% pencuci kurang reaktif karena sebagian NH_3 telah menguap

Berikut adalah kurva hasil pengukuran diameter gel ADU dan kernel U_3O_8 variasi konsentrasi medium aging NH_4OH :



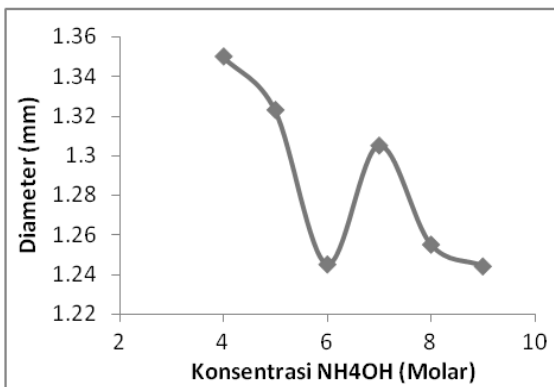
Gambar 6. Kurva hasil rata-rata diameter variasi konsentrasi gel setelah aging dan pencucian

Hasil gel ADU setelah aging hampir sebagian besar sudah memenuhi syarat diameter gel teoritis yaitu berkisar antara 2,10-2,00 mm (persyaratan $200 \mu\text{m} = 2,00 \text{ mm}$).



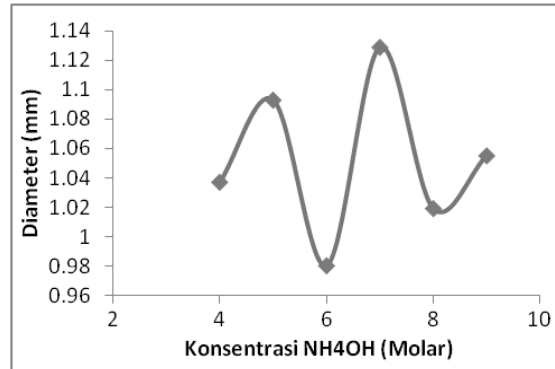
Gambar 7. Kurva hasil rata-rata diameter variasi konsentrasi gel setelah pengeringan pada suhu kamar 48 jam

Diameter gel setelah dikeringkan selama 48 jam dengan suhu kamar rata-rata sebesar $\pm 1,40 \text{ mm}$, harga ini sama dengan besar diameter teoritis ($1400 \mu\text{m} = 1,40 \text{ mm}$). Pada konsentrasi medium aging NH₄OH 6M diperoleh harga diameter paling mendekati teoritis.



Gambar 8. Kurva hasil rata-rata diameter variasi konsentrasi gel setelah pengeringan 100°C 2 jam

Diameter gel setelah dikeringkan dengan oven mencapai suhu 100°C memiliki rata-rata $\pm 1,20 \text{ mm}$, hampir mendekati syarat diameter gel teoritis yaitu $0,9 \text{ mm} = 900 \mu\text{m}$. Kondisi konsentrasi NH₄OH 6M memberikan harga diameter paling rendah.



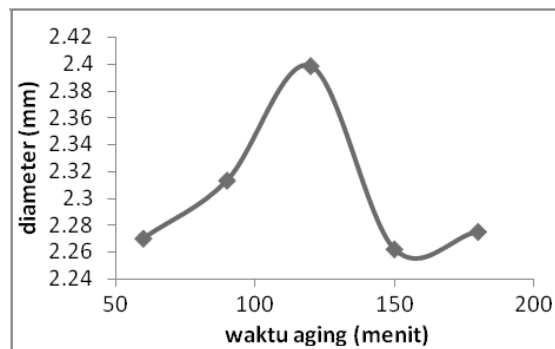
Gambar 9. Kurva hasil rata-rata diameter variasi konsentrasi gel setelah kalsinasi 600°C 3 jam

Pada Gambar 9. diperlihatkan bahwa pada konsentrasi medium aging NH₄OH 6M diperoleh diameter kernel U₃O₈ paling mendekati harga teoritis yaitu sebesar sekitar 0,90 mm Diameter gel setelah dikalsinasi menjadi kernel U₃O₈ memiliki range 0,80-1,00 mm dengan rata-rata 0,97 mm, harga ini pun hampir sesuai dengan syarat diameter teoritis kernel U₃O₈ ($800 \mu\text{m} = 0,80 \text{ mm}$). Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa konsentrasi NH₄OH 6M merupakan kondisi optimum medium aging pada proses gelas eksternal ini.

Data Diameter Gel ADU dan Kernel U₃O₈

Hasil data diameter gel ADU dan kernel U₃O₈ pada berbagai variasi konsentrasi NaOH dan waktu aging disajikan pada tabel 2 dan 3.

Berikut adalah kurva diameter gel ADU dan kernel U₃O₈ dengan variasi waktu aging:



Gambar 10. Kurva hasil rata-rata diameter variasi waktu aging gel setelah aging dan pencucian



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

Tabel 2. Data diameter gel ADU dan kernel U_3O_8 variasi konsentrasi NH_4OH

Kode Sampel Dan Tanggal	No.	Setelah pencucian (mm)	Setelah pengeringan suhu kamar 48 jam (mm)	Sebelum pengeringan dengan oven (mm)	Setelah pengeringan 100°C 2 jam (mm)	Setelah kalsinasi 600°C 3 jam (mm)
A 4M 7/2/2012	1	1,40	1,41	1,40	1,37	1,06
	2	1,10	1,48	1,44	1,35	1,1
	3	2,02	1,38	1,33	1,34	0,99
	4	1,17	1,39	1,53	1,28	0,98
	5	2,30	1,49	1,48	1,38	1,03
	6	2,40	1,35	1,36	1,42	1,09
	7	2,50	1,44	1,29	1,40	0,97
	8	2,40	1,36	1,48	1,32	1,02
	9	2,76	1,40	1,24	1,30	1,08
	10	2,20	1,59	1,34	1,34	1,05
Rata-rata		2,03	1,43	1,39	1,35	1,04
A 5M 7/2/2012	1	1,58	1,41	1,44	1,36	1,00
	2	2,13	1,57	1,36	1,44	1,18
	3	2,34	1,44	1,38	1,22	1,10
	4	1,82	1,46	1,45	1,28	1,08
	5	2,06	1,45	1,50	1,32	1,12
	6	2,08	1,44	1,39	1,33	1,07
	7	2,48	1,41	1,30	1,34	1,08
	8	2,10	1,46	1,40	1,35	1,04
	9	2,22	1,45	1,52	1,29	1,06
	10	2,19	1,43	1,25	1,30	1,20
Rata-rata		2,10	1,45	1,39	1,32	1,09
A 6M 9/2/2012	1	2,13	1,49	1,32	1,28	0,99
	2	2,34	1,43	1,36	1,29	1,00
	3	2,10	1,30	1,30	1,30	0,97
	4	2,11	1,34	1,31	1,23	1,06
	5	2,15	1,31	1,40	1,21	1,02
	6	2,18	1,34	1,43	1,12	0,88
	7	2,08	1,30	1,37	1,20	0,85
	8	2,09	1,31	1,24	1,30	1,07
	9	2,23	1,42	1,32	1,27	0,96
	10	2,05	1,23	1,26	1,25	1,00
Rata-rata		2,15	1,35	1,33	1,25	0,98

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



Kode Sampel Dan Tanggal	No.	Setelah pencucian (mm)	Setelah pengeringan suhu kamar 48 jam (mm)	Sebelum pengeringan dengan oven (mm)	Setelah pengeringan 100°C 2 jam (mm)	Setelah kalsinasi 600°C 3 jam (mm)
A 7M 9/2/2012	1	2,18	1,20	1,45	1,19	1,14
	2	2,03	1,41	1,36	1,24	1,25
	3	2,16	1,48	1,34	1,32	1,16
	4	2,37	1,42	1,38	1,48	1,13
	5	2,11	1,30	1,30	1,26	1,07
	6	1,95	1,19	1,32	1,29	1,10
	7	1,97	1,47	1,40	1,31	1,06
	8	2,02	2,02	1,50	1,16	1,09
	9	2,16	2,16	1,33	1,28	1,08
	10	2,48	2,48	1,42	1,52	1,21
Rata-rata		2,14	1,61	1,38	1,31	1,13
A 8M 13-02-12	1	2,13	1,80	1,24	1,33	0,96
	2	2,20	1,90	1,38	1,23	0,98
	3	2,04	1,72	1,19	1,20	1,05
	4	2,01	1,91	1,25	1,32	1,08
	5	2,04	1,48	1,32	1,34	1,02
	6	2,20	1,54	1,34	1,26	1,00
	7	2,01	1,56	1,30	1,19	1,06
	8	2,50	1,05	1,27	1,29	1,01
	9	2,06	1,98	1,22	1,21	0,99
	10	1,89	1,82	1,38	1,18	1,04
Rata-rata		2,11	1,68	1,28	1,25	1,02
A 9M 13-02-12	1	2,18	1,51	1,24	1,39	1,06
	2	2,13	1,36	1,28	1,22	1,08
	3	2,46	1,69	1,20	1,21	1,18
	4	2,23	1,90	1,26	1,24	1,09
	5	2,20	1,33	1,25	1,25	1,07
	6	2,12	1,85	1,22	1,16	1,06
	7	1,82	1,76	1,46	1,30	0,99
	8	2,02	1,59	1,32	1,28	1,00
	9	2,00	1,39	1,30	1,19	0,96
	10	1,80	1,48	1,19	1,20	1,06
Rata-rata		2,09	1,59	1,27	1,24	1,05



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

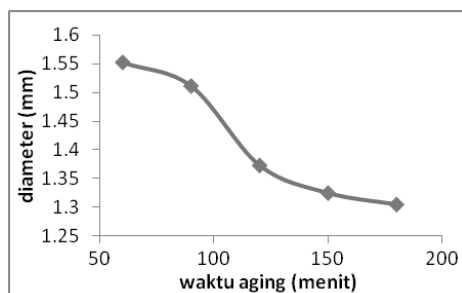
Tabel 3. Data diameter gel ADU dan kernel U_3O_8 variasi waktu aging.

Kode sampel dan tanggal	No.	Setelah pencucian (mm)	Setelah pengeringan suhu kamar 48 jam (mm)	Sebelum pengeringan dengan oven (mm)	Setelah pengeringan 100°C 2 jam (mm)	Setelah kalsinasi 600°C 3 jam (mm)
A 1 jam 22-02-12	1	2,20	1,90	1,40	1,39	1,13
	2	2,70	1,79	1,46	1,42	1,08
	3	2,30	1,81	1,32	1,40	1,00
	4	2,60	1,75	1,46	1,30	1,10
	5	2,44	1,70	1,38	1,29	1,05
	6	2,31	1,05	1,24	1,23	0,95
	7	2,20	1,24	1,31	1,46	0,91
	8	1,88	1,44	1,30	1,41	1,08
	9	2,00	1,34	1,24	1,20	0,96
	10	2,40	1,50	1,28	1,45	1,10
Rata-rata		2,27	1,55	1,34	1,35	1,04
A 1,5 jam 22-02-12	1	2,6	1,38	1,55	1,34	1,13
	2	2,32	1,40	1,36	1,38	1,14
	3	2,48	1,35	1,40	1,39	1,04
	4	2,50	1,33	1,24	1,43	0,99
	5	1,88	1,39	1,23	1,37	0,92
	6	1,90	1,46	1,20	1,26	1,04
	7	2,12	1,56	1,41	1,35	1,21
	8	2,26	1,66	1,50	1,20	1,14
	9	2,47	1,68	1,44	1,17	1,00
	10	2,60	1,90	1,36	1,42	0,96
Rata-rata		2,31	1,51	1,37	1,33	1,06
A 2 jam	1	2,00	1,40	1,32	1,35	0,99
	2	2,14	1,38	1,46	1,18	1,03
	3	2,48	1,28	1,24	1,30	1,00
	4	2,50	1,36	1,52	1,19	0,98
	5	2,48	1,48	1,32	1,40	0,99
	6	2,42	1,39	1,43	1,38	0,98
	7	1,98	1,41	1,25	1,35	1,01
	8	2,90	1,38	1,30	1,24	1,00
	9	2,70	1,26	1,39	1,29	1,08
	10	2,38	1,39	1,27	1,26	0,99
Rata-rata		2,39	1,37	1,35	1,29	1,01



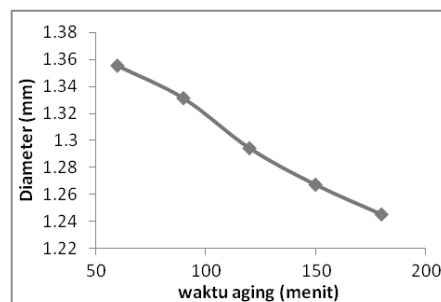
Kode sampel dan tanggal	No.	Setelah pencucian (mm)	Setelah pengeringan suhu kamar 48 jam (mm)	Sebelum pengeringan dengan oven (mm)	Setelah pengeringan 100°C 2 jam (mm)	Setelah kalsinasi 600°C 3 jam (mm)
A 2,5 jam	1	2,12	1,34	1,43	1,25	1,08
	2	2,39	1,30	1,40	1,22	1,05
	3	2,27	1,33	1,32	1,21	1,01
	4	2,01	1,41	1,48	1,36	1,05
	5	2,25	1,22	1,28	1,40	1,00
	6	2,35	1,27	1,24	1,12	1,05
	7	2,47	1,50	1,36	1,36	1,04
	8	2,38	1,30	1,43	1,23	1,12
	9	2,15	1,22	1,30	1,28	1,00
	10	2,23	1,36	1,38	1,24	1,02
Rata-rata		2,26	1,33	1,36	1,27	1,04
A 3 jam	1	2,58	1,26	1,22	1,88	0,93
24-02-12	2	2,08	1,32	1,23	1,22	0,98
	3	2,34	1,25	1,19	1,20	0,80
	4	2,36	1,33	1,38	1,10	0,92
	5	2,18	1,42	1,30	1,18	0,86
	6	2,30	1,27	1,28	1,15	0,95
	7	2,31	1,28	1,32	1,16	0,88
	8	2,20	1,38	1,22	1,13	0,89
	9	2,24	1,24	1,24	1,20	0,91
	10	2,16	1,30	1,18	1,23	0,82
	Rata-rata		2,27	1,305	1,26	1,25

Hasil gel ADU setelah aging hampir sebagian besar sudah memenuhi syarat diameter gel dan kernel U_3O_8 yaitu rata-ratanya sudah mendekati harga teoritis ($2000 \mu m = 2,00 mm$).



Gambar 11. Kurva hasil rata-rata diameter variasi waktu aging gel setelah pengeringan 48 jam pada suhu kamar

Diameter gel setelah dikeringkan selama 48 jam dengan suhu kamar rata-rata $\pm 1,40 mm$, harga tersebut sama dengan syarat diameter teoritis ($1400 \mu m = 1,40 mm$). Diameter kernel ini terjadi pada kondisi dengan variasi waktu aging 2 jam.

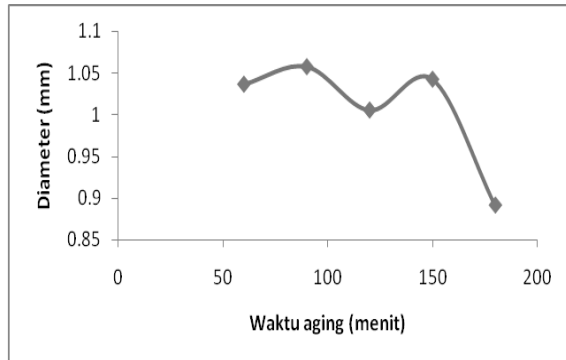


Gambar 12. Kurva hasil rata-rata diameter variasi waktu aging gel setelah pengeringan 100°C 2 jam



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

Diameter gel setelah dikeringkan dengan oven mencapai suhu 100°C memiliki ukuran rata-rata $\pm 1,2$ mm harga ini hampir mendekati syarat diameter teoritis ($900 \mu\text{m} = 0,90$ mm).



Gambar 13. Kurva hasil rata-rata diameter variasi waktu aging gel setelah kalsinasi 600°C 3 jam

Diameter gel setelah dikalsinasi menjadi kernel U_3O_8 memiliki rata-rata $\pm 1,00$ mm harga ini hampir sesuai dengan syarat diameter kernel U_3O_8 yaitu : $800 \mu\text{m} = 0,80$ mm. Diameter kernel U_3O_8 terendah paling mendekati teoritis terjadi pada kondisi aging dengan konsentrasi 6M dan waktu aging 120 menit (2 jam). Jadi waktu aging optimum pada penelitian ini diperoleh pada kondisi 2 jam.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh data kondisi optimum aging pada larutan medium NH_4OH pada konsentrasi 6M dengan kondisi optimum waktu aging diperoleh pada 2 jam dengan diperoleh diameter kernel U_3O_8 rata-rata sebesar 0,90 mm. Karakterisasi diameter gel ADU maupun kernel U_3O_8 menunjukkan hasil yang mendekati dengan harga persyaratan teoritis, gel ADU berkisar pada 2,00 mm dan kernel U_3O_8 antara 0,80 -1,00 mm..

DAFTAR PUSTAKA

1. ANNELEEN MULLER, 2006, "Establishment of Technology to Manufacture Uranium Dioxide Kernels for PMBR Fuel Division", Proceeding HTGR, Johannesburg, South of Africa.
2. PURNAMI, ZULI, 2010, "Pembuatan Gel dan Kernel UO_2 Dengan Proses Gelasi Eksternal Menggunakan Alat Tetes Otomatis", SMK N 1, Panjatan, DIY.
3. SUKARNI, SRI, 2004, "Pengaruh Penambahan NH_4OH Ppada Larutan Umpan Uranil Nitrat

Terhadap Hasil Analisis Pada Proses Awal Pembuatan UO_2 ", Program Studi Kimia Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam UNY, Yogyakarta.

4. XIAOMING FU, Tongxiang LIANG, Yaping TANG, Zhichang and Chunchu TANG, 2004, "Preparation of UO_2 Kernel for HTR-10 Fuel Element", Journal of NUCLEAR
5. SCIENCE and TECHNOLOGY, Vol.41, No.9, p.943-948.
6. YUDHA B.ADITYA, 2009, "Pembuatan Kernel U_3O_8 Metode Gelasi Eksternal Dengan Menggunakan Zat Aditif THFA", SMK N 3, Madiun.
7. KYUNG-CHAI JEONG, Sung-Chul Ho, Yeon-Ku Kim and Young-W Lee, "Ammonium Diuranate Compound Particle for HTGR Nuclear Fuel in Korea, HTGR Fuel Development Division, Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-606, Korea.

TANYA JAWAB

Sriyono (PRR)

- Apa yang dimaksud dengan larutan ADUN?

Ratmi Herlani

- ✧ ADUN adalah Acid Deficient Uranium Nitrate merupakan larutan umpan gelasi dengan konsentrasi uranium tinggi, tingkat keasaman yang rendah ($\pm 1,0-1,2$ N).

Wira Y Rahman ()

- Bisakah amoniaknya dimanfaatkan kembali, kalau bisa sampai berapa kali mengingat sifat amonia yang mudah menguap.
- Diameter kernel ADU 1,00 mm apakah sudah diaplikasikan untuk pembuatan bahan bakar reaktor?

Ratmi Herlani

- ✧ Masih bisa, jika dibuat dari amoniak fres paling banyak samapi 3 kali.
- ✧ Untuk kernel ADU tersebut belum diaplikasikan untuk pembuatan bahan bakar reaktor karena masih harus melalui beberapa tahapan proses berikutnya seperti reduksi, sintering, pelapisan dan molding.