

PENGARUH KONSENTRASI POLIVINIL ALKOHOL, KONSENTRASI URANIUM, pH LARUTAN URANIL NITRAT DAN WAKTU AGEING LARUTAN SOL TERHADAP VISKOSITAS LARUTAN SOL URANIUM

Damunir

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 ykbb, Yogyakarta 55281

Diterima 12 Agustus 2009, diterima dalam bentuk perbaikan 12 Oktober 2009, disetujui 15 Oktober 2009

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI POLIVINIL ALKOHOL, KONSENTRASI URANIUM, pH LARUTAN URANIL NITRAT DAN WAKTU AGEING LARUTAN SOL TERHADAP VISKOSITAS LARUTAN SOL URANIUM. Pengaruh konsentrasi polivinil alkohol, konsentrasi uranium, pH larutan uranil nitrat dan waktu ageing larutan sol terhadap viskositas sol uranium telah dipelajari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi Polivinil alkohol (PVA), konsentrasi uranium, pH larutan uranil nitrat dan waktu ageing larutan sol terhadap viskositas larutan sol uranium pada pembuatan umpan proses gelasi eksternal serta pengaruh waktu pengeringan butiran gel UO_3 . Dibuat larutan PVA 5 % dengan melarutkan sebanyak 1 g PVA dalam 20 ml air pada suhu 80°C selama 60 menit. Setelah itu larutan didiamkan sampai suhunya sama dengan suhu kamar, kemudian ditambahkan span-80 2 % dan parafin 2,5 % dan larutan uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung uranium, 150 /ml. Larutan campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit hingga diperoleh larutan sol uranium, lalu di-ageing-kan selama 2 jam pada suhu ruangan. Ditentukan viskositas larutan sol uranium menggunakan viskometer ostwald. Untuk mendapatkan butiran gel UO_3 , larutan sol uranium digelasikan dalam medium NH_4OH 7 M, kemudian dicuci dan dikeringkan pada suhu ruangan. Setelah itu, di tentukan diameter butiran gel UO_3 . Menggunakan cara yang sama, percobaan diulangi dengan bervariasi konsentrasi PVA 6-10%, konsentrasi uranium 100-200 g/ml, pH larutan uranil nitrat 2-3, waktu ageing larutan sol selama 1-36 jam dan waktu pengeringan gel UO_3 selama 1-10 hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan variabel diatas berpengaruh terhadap viskositas larutan sol uranium pada pembuatan umpan proses gelasi eksternal. Pengeringan butiran gel UO_3 berpengaruh terhadap diameter butiran. Kondisi relatif baik adalah pada konsentrasi uranium 150 g/ml, konsentrasi PVA 7,5 %; pH larutan uranil nitrat adalah pada pH 2,1 - 2,2; waktu ageing larutan sol uranium selama 1-6 jam dan waktu pengeringan butiran gel UO_3 di atas 5 hari. Pada kondisi ini menghasilkan sol uranium dengan viskositas sebesar 84,87-85,27 cp dan butiran gel UO_3 yang dihasilkan berbentuk bulat, berwarna merah dan kuning serta mempunyai diameter butiran rata-rata sebesar 1000 μm .

Kata Kunci: Sol uranium, viskositas, viskometer Ostwald, sentipoise, diameter butir.

ABSTRACT

THE ENFLUENCE OF POLYVINYL ALCOHOL CONCENTRATION, URANIUM CONCENTRATION, pH URANYL NITRATE AND AGEING TIME OF SOL SOLUTION ON VISCOSITY OF URANIUM SOL SOLUTION. The enflunence of polyvinyl alcohol concentration, uranium concentration, pH uranyl nitrate solution and ageing time of sol solution on viscosity of uranium sol solution has been studied. The research aim was to studied the influence of Polyvinyl alcohol (PVA) concentration, uranuim concentration, pH uranyl nitrate solution and ageing time of sol solution on viscosity of uranium sol solution at feed manufacture of external gelation process, and drying time of UO_3 gel grains. Made in of 5 % PVA solution with PVA 1 g dissolving in water 20 ml at 80°C for 60 minutes. After that, solution was aged to temperature same with room temperature, then added 2 % spand-80, 2.5 % parafin and uranyl nitrate in pH 2 with 150 g/ml uranium content. Mixture solution was stirred and heated at 70°C for 30 minutes until obtained the uranium sol solution, then ageing for 2 hour at room temperature. The viscosity determined of uanium sol solution used Viscometer Ostwald. For the UO_3 gel grains abtain, the uranium sol solution was gelation into NH_4OH 7 M medium, then washing and drying at room temperature. After that, determined the UO_3 gel grain diameter. Using the same method, the experiment was repeated with varied 6-10 % PVA concentration, 100-200 g/ml uranium concentration, pH uranyl nitrate solution at 2,1-3, ageing time of uranium sol solution for 1-36 hours and gel UO_3 drying time for 1-10 days. The analysis result showed, that variable change was affecting on viscosity of

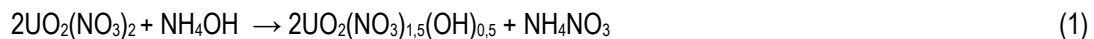
uranium sol solution at feed manufacture of external gelation process. To drying the UO_3 gel grains was affecting on grains diameter. The relative best condition obtained was 150 g/ml uranium concentration, 7.5 % PVA concentration, pH uranyl nitrate at pH 2.1-2.2, ageing time of uranium sol solution was 1-4 hours, and drying time of UO_3 gel grains was on 5 days. At this condition was obtained that the viscosity of uranium sol solution was 84.87-85.27 centipoises and UO_3 gel grains was spherical form yellow and red color, so its was had average grains diameter 1000 μm .

Key words: uranium sol, viscosity, viscositas oswald, centipoises, grains diameter

PENDAHULUAN

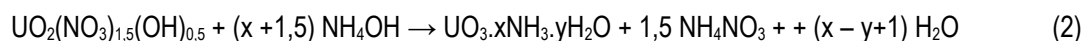
Proses sol-gel telah banyak dikembangkan di Negara Maju seperti USA, Belanda, Italia, Jerman dan modifikasinya di Cina, Korea, Jepang dan Afrika selatan untuk pembuatan kernel UO_2 sebagai elemen bahan bakar reaktor suhu tinggi^(1,2). Laboratorium *NUKEM* di Jerman mengembangkan proses gelasi eksternal menggunakan uranyl nitrat, Polivinil alkohol (PVA), Monosorbitol oleat (*Span-80*) dan Parafin sebagai umpan gelasi. Bahan kimia tersebut dicampur dan di peptisasi menjadi fasa cair homogen, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 60-90°C sampai terbentuk *sol uranium*. Setelah itu, larutan sol uranium digelasikan (ditetaskan) kedalam larutan amonium hidroksida sebagai larutan medium untuk mendapatkan gel seperti bola. Dalam larutan medium terjadi reaksi antara sol uranium dengan molekul amoniak sehingga terjadi pengendapan butiran gel UO_3 bulat seperti bola.

Faktor yang mempengaruhi proses gelasi sol uranium di atas adalah kekentalan (*viskositas*) larutan sol uranium. Besarnya viskositas larutan sol uranium dipengaruhi oleh keasaman larutan uranyl nitrat, konsentrasi PVA, konsentrasi uranium dan waktu pendiaman (*ageing*). Bila konsentrasi keasaman larutan uranyl nitrat tinggi akan berpengaruh pada gel yang dihasilkan pada proses gelasi eksternal. Gelnya mudah pecah pada suhu tinggi dengan menghasilkan serbuk oksida uranium. Pengaruh keasaman larutan uranyl nitrat tersebut dapat dikurangi (Pre-netralisasi) dengan mengatur perubahan pH larutan dengan larutan NH_4OH . Menurut *Mc.CORKLE et al*⁽³⁾, pada pH (keasaman) larutan uranyl nitrat sebesar 1,7 – 2,5 yang mengandung uranium sebesar 140-200 g/ml dapat menghasilkan larutan sol uranium dengan viskositas sebesar 10-100 centipoise (cp). Pada pre-netralisasi terjadi reaksi sbb.:



Pada proses gelasi eksternal dengan konsentrasi PVA, konsentrasi uranium dan waktu ageing larutan sol uranium lebih besar akan menyebabkan viskositas larutan sol uranium semakin tinggi dan sulit digelasikan dalam medium NH_4OH . Gel yang dihasilkan mempunyai bentuk bervariasi seperti tidak bulat, pipih, lonjong dan mudah pecah pada suhu tinggi. Sebaliknya proses gelasi eksternal dengan konsentrasi PVA, konsentrasi uranium dan waktu ageing semakin kecil akan menyebabkan viskositas larutan sol uranium lebih kecil dan gel yang dihasilkan tidak sempurna. *Chai Jeong et al*⁽⁴⁾, melaporkan bahwa hasil peptisasi campuran uranyl nitrat pada pH 2-2,4 konsentrasi PVA sebesar 8-10% dan uranium sebesar 150-180 g/ml pada suhu 70-90°C dapat menghasilkan larutan sol uranium yang mempunyai viskositas sebesar 30-80 cp. Larutan sol uranium dapat di gelasikan dengan mudah ke dalam medium NH_4OH 7-8 M dengan menghasilkan butiran gel UO_3 bulat seperti bola, tidak mudah pecah pada suhu tinggi menjadi serbuk oksida uranium.

Pada proses gelasi eksternal, terjadi reaksi antara larutan sol uranium dengan NH_4OH , membentuk butiran gel UO_3 , seperti reaksi berikut:



Viskositas larutan sol uranium diatas dapat ditentukan dengan metode *Viscometri* dengan menggunakan *Viscometer Ostwald* berbentuk huruf U seperti terlihat pada gambar 1. Besar viskositas larutan sol uranium sbb⁽⁵⁻⁸⁾:

$$\eta = k_v \cdot D \cdot t, \text{ centipoise (cp)} \quad (3)$$

Dengan catatan :

D : Densitas larutan sol uranium

η : Viskositas larutan sol uranium

t : Waktu alir larutan sol uranium dari batas bagian atas kebatas bagian bawah

k_v : Konstanta viskometer = 0,26916 cp. ml/g.det

Pengukuran besarnya viskositas larutan uranium pada pembuatan umpan proses gelas eksternal merupakan faktor yang sangat penting karena dapat mempengaruhi kualitas butiran gel UO_3 , kernel oksida uranium dan bahan bakar yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh perubahan konsentrasi PVA, konsentrasi uranium, pH larutan uranil nitrat dan waktu *ageing* larutan sol uranium pada pembuatan umpan proses gelas eksternal terhadap viskositas larutan sol uranium.

METODOLOGI

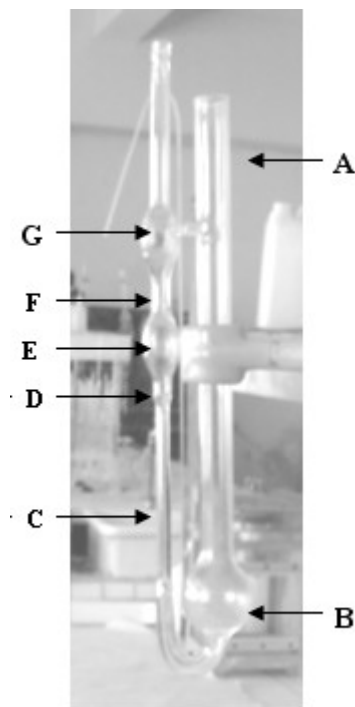
Bahan

Uranil nitrat hasil pelarutan serbuk U_3O_8 dalam asam nitrat. Polivinil alkohol (PVA), monosorbitol oleat (Span-80), parafin, amonium hidroksida, isopropanol dan air suling.

Alat

Seperangkat alat Viscometer Ostwald, seperangkat alat proses gelas untuk pembuatan gel, pengaduk magnet dan seperangkat alat mikroskop optik (MO).

Cara kerja



Keterangan :

- A. Pipa kaca, tempat memasukkan sampel
- B. Pipa kaca berbentuk bola, tempat penampungan larutan cuplikan
- C. Pipa kapiler, tempat aliran cuplikan
- D. Batas bawah, tempat akhir pengukuran waktu alir cuplikan
- E. Pipa kaca berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, tempat penampungan larutan cuplikan
- F. Batas atas, tempat awal pengukuran waktu alir cuplikan
- G. Pipa kaca berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, tempat penampung larutan cuplikan

Gambar 1. Alat Viscometer Ostwald

Pengaruh konsentrasi Polivinil alkohol (PVA)

Pertama kali, larutan $UO_2(NO_3)_2$ yang mengandung 150 g/ml uranium dengan kadar asam bebas 0,65 mol/ml, diatur kondisi pH larutan pada pH 2,1 menggunakan pH meter Bechman dan larutan NH_4OH . Setelah itu, ditambahkan larutan PVA 5 % yang telah dicampur dengan larutan Span-80, 2 %, parafin 2,5 %, lalu diaduk dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit hingga terbentuk larutan campuran dari sol uranium. Campuran, kemudian di-*ageing*-kan pada suhu ruangan selama 2 jam. Viskositas larutan sol uranium ditentukan dengan metode Viskometri menggunakan Viscometer Ostwald.

Penentuan Viskositas larutan sol uranium dengan Viscometer Ostwald

Pertama kali, larutan sol uranium dimasukkan ke dalam viscometer melalui pipa A, kemudian larutan sol uranium dibiarkan turun sampai di B. Setelah itu, larutan sol dinaikkan dengan menggunakan Volpet (Volume pipet) melalui pipa kapiler di C dan diteruskan ke pipa $\frac{1}{2}$ lingkaran di E melalui tanda batas bagian bawah di D. Dari D diteruskan sampai tanda batas bagian atas di F, kemudian diteruskan lagi ke pipa $\frac{1}{2}$ lingkaran di G. Di G, Volpet dilepaskan dan larutan sol uranium dibiarkan mengalir ke bawah. Pada saat larutan sol uranium melalui F, mulai dilakukan pengukuran waktu alir larutan sol uranium menggunakan stop watch sampai larutan sol uranium melalui tepat pada tanda batas bagian bawah di D. Setelah itu densitas sol uranium ditentukan dengan menggunakan piknometer 10 ml, kemudian dihitung besar viscositas larutan sol uranium dengan menggunakan persamaan 3.

Proses gelasi eksternal dalam larutan medium NH_4OH 7 M

Untuk mendapatkan butiran gel UO_3 bulat seperti bola, larutan sol uranium yang telah diketahui viskositasnya digelasikan ke dalam medium NH_4OH 7 M di dalam kolom gelas dengan tinggi 100 cm dan diameter 10 cm menggunakan alat penetes (Nozle) dari jarum suntik dengan diameter 1 mm. Gel hasil gelasi *di-ageing-kan* dalam larutan NH_4OH 7M selama 2 jam, lalu dicuci secara berturut turut dengan campuran 50% Iso propanol-50 % NH_4OH 1,5 M dan larutan NH_4OH 2,5 M. Setelah itu diukur diameter gel dalam keadaan basah dan kering dengan menggunakan mikroskop optik pada pembesaran 50X.

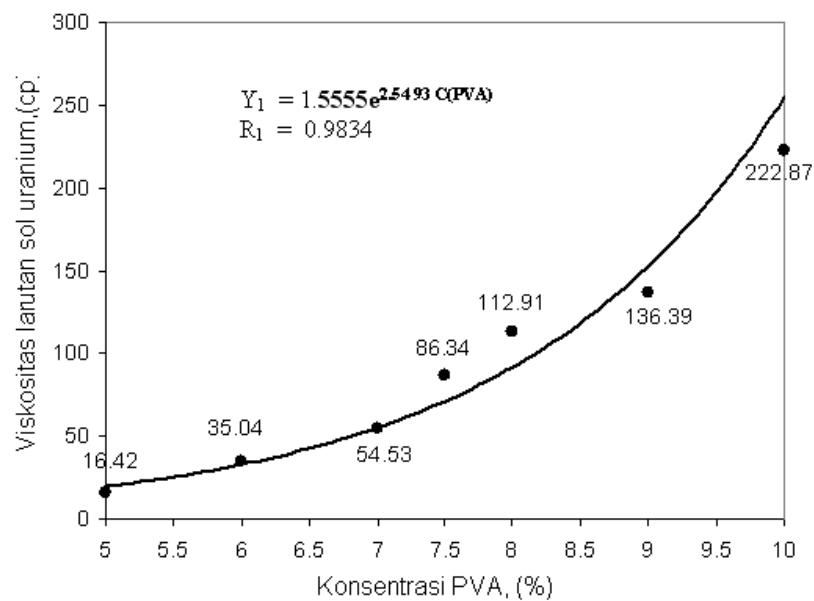
Dengan cara yang sama percobaan diulangi dengan memvariasi konsentrasi PVA sebesar 6-10%, konsentrasi uranium sebesar 100-200 g/ml, pH larutan $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ pada pH 2-3 dan waktu *ageing* larutan sol selama 1-36 jam.

PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi polivinil alkohol (PVA)

Pada Gambar 2 ditunjukkan pengaruh konsentrasi PVA terhadap viskositas larutan sol uranium hasil peptisasi campuran larutan uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 6-10%, span-80 2% dan parafin 2,5%. Pada proses gelasi eksternal PVA berfungsi sebagai pembentuk butiran gel UO_3 dan pengatur viskositas larutan sol uranium. Bila konsentrasi PVA semakin besar akan terjadi peningkatan viskositas larutan sol uranium tersebut. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa perubahan konsentrasi PVA dari 5 sampai 10% terjadi peningkatan viskositas larutan sol uranium dari 16,42 sampai 222,87 cp. Dari laporan *Chai Jeong et al*⁽⁹⁾ ditunjukkan bahwa hasil peptisasi campuran larutan uranil nitrat pada pH 2,2-2,4 yang mengandung uranium sebesar 150-180 g/ml, PVA sebesar 8-10 % pada suhu 70-90°C menghasilkan larutan sol uranium dengan viskositas sebesar 70-80 cp.

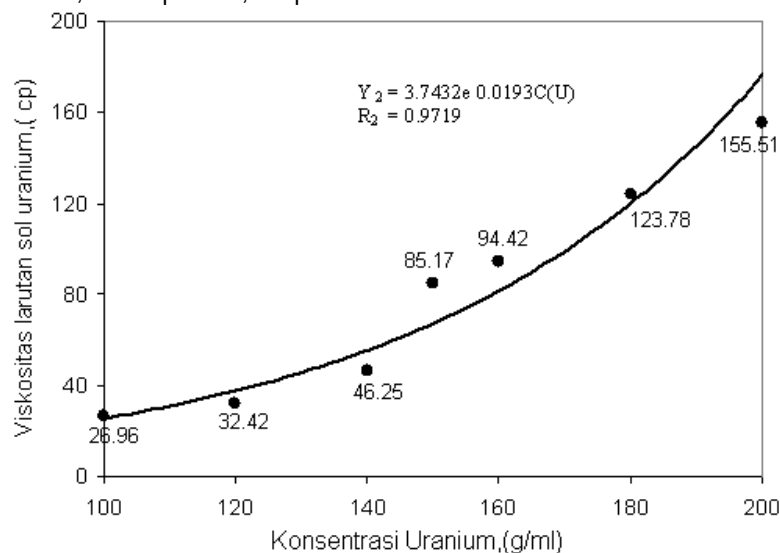
Hubungan antara konsentrasi PVA dengan viskositas sol uranium membentuk kurva eksponensial negatif dengan persamaan garis $Y_1 = 1.5555e^{-2.5493 C(\text{PVA})}$, C(PVA) adalah konsentrasi PVA, Y_1 adalah viskositas larutan sol uranium dan R_1 adalah koefisien eksponensial, $R_1 = 0.9834$. Persamaan garis eksponensial ini menunjukkan bahwa analisis viskositas sol uranium dengan menggunakan Viscometer Ostwald dapat dilakukan dengan baik pada konsentrasi PVA antara 6% sampai 10%. Hasil analisis viskositas sol uranium pada konsentrasi PVA diatas 7,5 %, relatif lebih besar dan larutan solnya kental sekali, solnya sulit digelasikan kedalam larutan medium NH_4OH 7 M. Gel yang terbentuk tidak bulat (pipih dan lonjong) dan mudah pecah pada suhu tinggi menjadi serbuk oksida uranium. Sebaliknya pada konsentrasi PVA lebih kecil dari 6 %, larutan solnya terlalu encer, viskositas larutan sol uranium lebih kecil dan gel yang dihasilkan berbentuk pipih dan mudah pecah pada suhu tinggi.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi PVA terhadap perubahan viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranyl nitrat pada pH 2,1; uranium 150 g/ml, span-80 2% dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit.

Pengaruh konsentrasi uranium

Pada Gambar 3 ditunjukkan pengaruh konsentrasi uranium dalam larutan uranyl nitrat terhadap viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranyl nitrat pada pH 2,1 yang mengandung uranium sebesar 100-200 g/ml, PVA 7,5 %, span-80 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa perubahan konsentrasi uranium dari 100-200 g/ml terjadi peningkatan viskositas larutan sol uranium dari 26,96 sampai 155,51 cp.



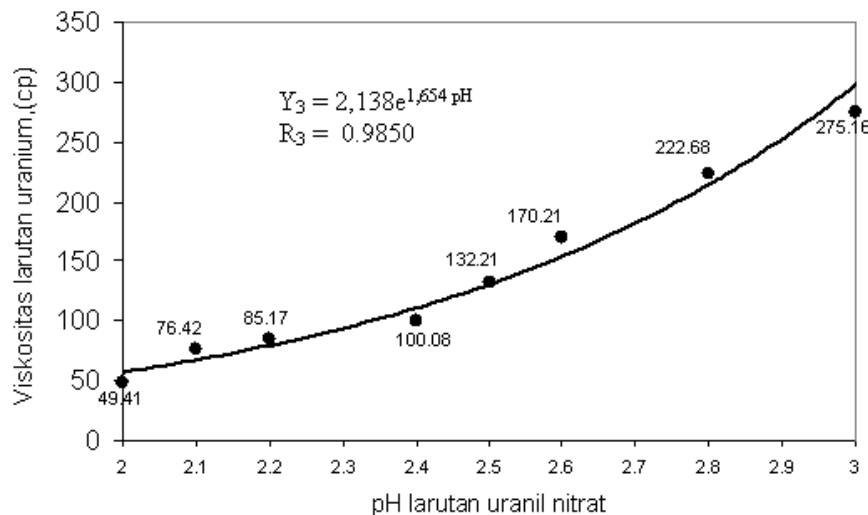
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi uranium terhadap perubahan viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranyl nitrat pada pH 2,1; PVA 7,5 %, span-80 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit.

Hubungan antara konsentrasi uranium dengan viskositas sol uranium membentuk kurva eksponensial negatif dengan persamaan garis $Y_2 = 3,747e^{0,0193 C(U)}$ $C(U)$ adalah konsentrasi uranium, Y_2 adalah viskositas

larutan sol uranium dan R_2 adalah koefisien eksponensial, $R_2 = 0.9719$. Persamaan eksponensial ini menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi uranium tersebut berpengaruh pada viskositas sol uranium. Pada laporan *Mc.CORKLE*⁽³⁾ pada pendahuluan di atas ditunjukkan bahwa pada konsentrasi uranium sebesar 140-200 g/ml dapat menghasilkan larutan sol uranium dengan viskositas sebesar 10-100 cp, dan juga laporan *Chai Jeong*⁽⁴⁾, menunjukkan bahwa pada konsentrasi uranium sebesar 150-180 g/ml, menghasilkan larutan sol uranium dengan viskositas sebesar 30-80 cp.

Pengaruh pH larutan uranil nitrat

Pada Gambar 4 ditunjukkan pengaruh pH larutan uranil nitrat terhadap viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranil nitrat pada pH 2-3 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5 %, span-80 2% dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit. Pada Gambar 4 dapat dilihat, perubahan pH larutan uranil nitrat dari pH 2 sampai 3 terjadi peningkatan viskositas larutan sol uranium dari 49,41 sampai 275,16 cp.



Gambar 4. Pengaruh pH larutan uranil nitrat terhadap perubahan viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranil nitrat yang mengandung 150 g/ml uranium; PVA 7,5 %, span-80 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit.

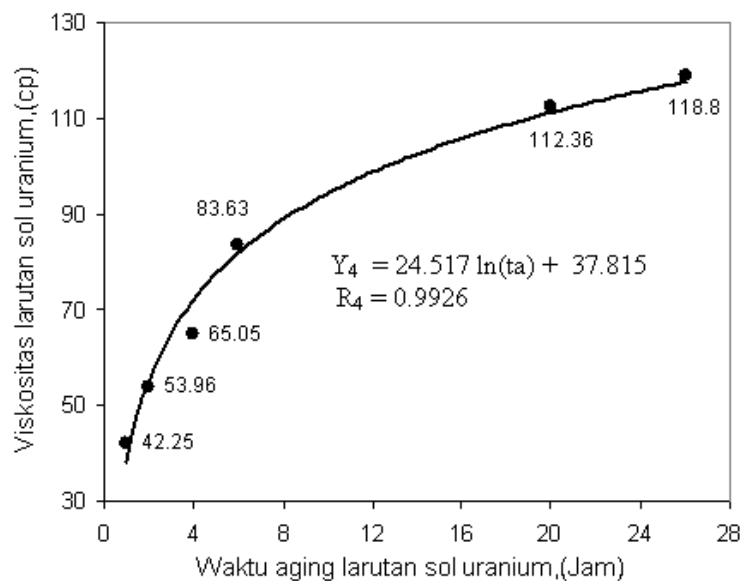
Hubungan antara perubahan pH larutan uranil nitrat dengan viskositas larutan sol uranium membentuk kurva eksponensial negatif dengan persamaan garis $Y_3 = 2,138e^{1,654pH}$, pH adalah pH larutan uranil nitrat, Y_3 adalah viskositas larutan sol uranium dan R_3 adalah koefisien eksponensial, $R_3 = 0,9850$. Pada kurva eksponensial di atas terlihat bahwa perubahan pH larutan uranil nitrat dengan kadar uranium sebesar 150 g/ml relatif baik pada pH 2-2,2. Larutan sol uranium yang dihasilkan mempunyai viskositas sebesar 49,41-100,08 cp. Pada kondisi ini larutan sol uranium dapat digelasikan dengan mudah dalam medium NH_4OH 7 M dengan menghasilkan butiran gel UO_3 bulat seperti bola. Menurut *Mc.Corkle et al* diatas, pada pH larutan uranil nitrat sebesar 1,7-2,5 yang mengandung uranium sebesar 144-200 g/ml, larutan sol yang dihasilkan mempunyai viskositas sebesar 9-100 cp sama dengan laporan *Chai Jeong et al*. Hal ini mirip dengan hasil analisis viskositas larutan sol uranium pada Gambar 4.

Pengaruh waktu pendiaman (*ageing*) larutan sol uranium.

Pada Gambar 5 ditunjukkan pengaruh waktu *ageing* larutan sol uranium pada suhu ruang terhadap viskositas larutan sol uranium. Larutan sol uranium tersebut adalah hasil peptisasi larutan uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung campuran uranium 150 g/ml; PVA 7,5 %, Span-80 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa perubahan waktu *ageing* larutan sol uranium pada suhu ruangan berpengaruh terhadap viskositas larutan sol uranium. Perubahan waktu *ageing* larutan sol uranium selama 1 jam sampai 26 jam terjadi kenaikan viskositas larutan sol uranium dari 42,25 sampai 118,80 cp.

Hubungan antara waktu *ageing* larutan sol uranium dengan viskositas larutan sol uranium menghasilkan kurva logaritmis dengan persamaan garis $Y_4 = 2451 \ln(t_a) + 37,81$, t_a adalah waktu *ageing* larutan sol uranium

pada suhu ruangan, Y_4 adalah viskositas larutan sol uranium dan R_4 adalah koefisien logaritmis $R_4 = 0,9926$. Persamaan ini menunjukkan bahwa bila waktu *ageing* larutan sol uranium relatif lama akan terjadi peningkatan viskositas larutan sol uranium dengan menghasilkan kesalahan analisis relatif besar. Waktu *ageing* larutan sol uranium relatif baik adalah selama 1-6 jam dengan viskositas larutan sol uranium sebesar 42,25-83,69 cp. Apabila diambil harga rata-rata viskositas larutan sol uranium pada waktu pendiaman larutan sol uranium selama 1-6 jam sebesar 62,94 cp. Kesalahan analisis viskositas larutan sol uranium pada waktu *ageing* larutan sol uranium selama 1 jam sebesar 32,87%, pada waktu *ageing* larutan sol uranium selama 2 jam sebesar 15,86%, pada waktu *ageing* larutan sol uranium selama 4 jam sebesar 3,35%, dan pada waktu *ageing* larutan sol selama 6 jam sebesar 32,87%. Sedangkan pada waktu *ageing* larutan sol uranium selama 20-26 jam menghasilkan kesalahan analisis sebesar 78,52-88,75%. Maka dapat dipahami bahwa waktu *ageing* larutan sol uranium relatif baik adalah selama 1-6 jam, larutan sol uranium yang dihasilkan mempunyai viskositas sebesar 42,25-83,63 cp.

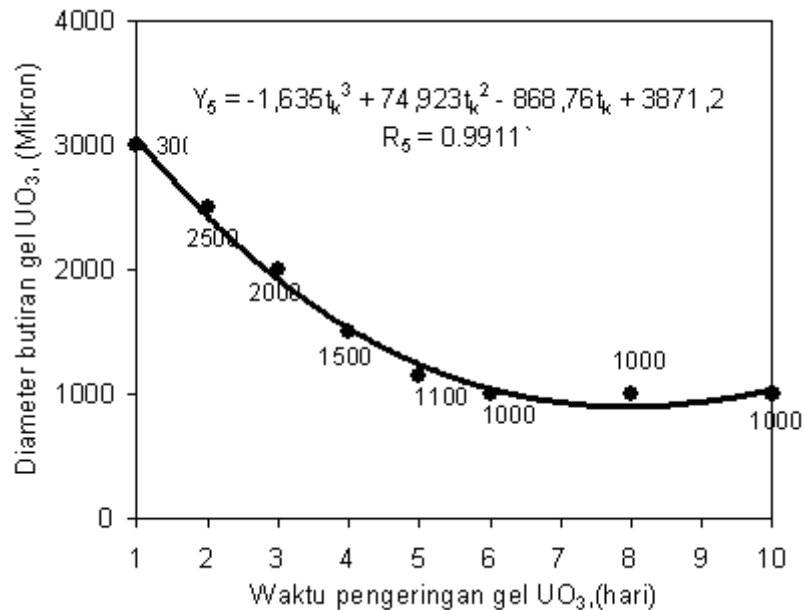


Gambar 5. Pengaruh waktu *ageing* larutan sol uranium pada suhu ruangan terhadap perubahan viskositas larutan sol uranium, hasil peptisasi campuran larutan uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung uranium 150 g/ml; PVA 7,5 %, span-80 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit.

Pengaruh Waktu pengeringan butiran gel UO_3 pada suhu ruangan

Pada Gambar 6 ditunjukkan perubahan diameter butiran gel UO_3 setelah dikeringkan selama 1-10 hari pada suhu ruangan. Butiran gel UO_3 tersebut adalah hasil gelasi eksternal larutan sol uranium. Larutan solnya adalah hasil peptisasi larutan uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung campuran uranium 150 g/ml, PVA 7,5 %, Span-8- 2 % dan parafin 2,5 % pada suhu 70°C selama 30 menit yang mempunyai viskositas sebesar 85,46 cp dalam medium yang sama. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pengeringan butiran gel UO_3 pada suhu ruangan selama 1-10 hari terjadi penyusutan butiran gel UO_3 dari 3000 μm sampai 1000 μm .

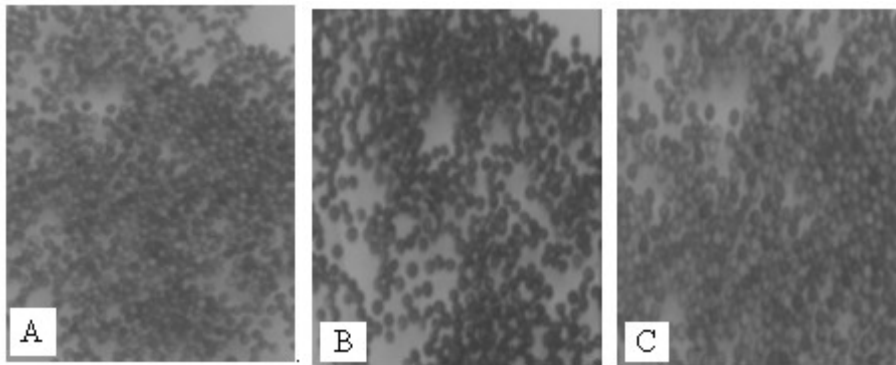
Hubungan antara waktu pengeringan dengan diameter butiran gel UO_3 membentuk kurva polinomial. Persamaan garis polinomial adalah $Y_5 = -1,635 t_k^3 + 74,923 t_k^2 - 868,76t_k + 3871,2$, t_k adalah waktu pengeringan, Y_5 adalah viskositas larutan sol uranium dan R adalah koefisien polinomial, $R_5 = 0,9911$. Penyusutan diameter butiran gel UO_3 stabil setelah 5 hari dengan diameter rata-rata sebesar 1000 μm . Menurut *Chai Jeong et al*⁽⁴⁾ diatas, butiran gel UO_3 hasil proses gelasi eksternal yang menggunakan bahan baku uranil nitrat dan PVA yang sama butiran gel yang baru keluar dari lubang penetes (Nozle) berkisar antara 2000-2100 μm . Setelah dikeringkan pada suhu ruangan terjadi penyusutan butiran menjadi 900 μm . Hal ini berbeda dengan diameter butiran gel UO_3 hasil analisis. Perbedaan tersebut disebabkan oleh tingkat teknologi yang digunakan bukan kesalahan hasil analisis.



Gambar 6. Pengaruh waktu pengeringan butiran gel UO₃ pada suhu ruangan terhadap perubahan diameter butiran gel UO₃ yang diamati dengan mikroskop optik pada pembesaran 50X.

Pada Gambar 7 ditunjukkan berbagai bentuk butiran gel UO₃ hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dalam medium NH₄OH 7 M didalam kolom gelas dengan tinggi kolom 100 cm dan diameter 10 cm menggunakan penetes (Nozzle) dengan diameter 1 mm.

Pada Gambar 7.a dapat dilihat bahwa butiran gel UO₃ hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranil nitrat pada pH 2 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5 %, span-80 2 % dan parafin 2,5% dengan viskositas larutan sol uranium sebesar 84,94 cp, setelah dikeringkan selama 10 hari adalah berbentuk bulat, berwarna merah dan kuning. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses peptisasi, sol uranium yang terbentuk dari reaksi antara uranium dengan PVA relatif sempurna tetapi mengandung kelebihan PVA. Pada Gambar 7.b dapat dilihat bahwa butiran gel UO₃ hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranil nitrat pada pH 2,1 yang mengandung campuran uranium 150 g/ml, PVA 7,5%, span-80 2% dan parafin 2,5% dengan viskositas larutan sol uranium sebesar 86,41 cp, setelah dikeringkan pada suhu ruangan selama 10 hari adalah berbentuk bulat, berwarna merah. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses peptisasi, reaksi antara uranium dengan PVA relatif sempurna, demikian juga butiran gel UO₃ yang dihasilkan. Pada Gambar 7.c dapat dilihat bahwa butiran gel UO₃ hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranil nitrat pada pH 2,2 yang mengandung campuran uranium 150 g/ml PVA 7,5%, span-80 2% dan parafin 2,5% dengan viskositas larutan sol uranium sebesar 85,17 cp, setelah dikeringkan pada suhu ruangan selama 10 hari adalah berbentuk bulat berwarna merah dan kuning. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses peptisasi, reaksi antara uranium dengan PVA relatif sempurna, tetapi masih mengandung sedikit kelebihan PVA.



Keterangan :

- A. Butiran gel UO_3 hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranyl nitrat pada pH 2 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5%, span-80 2% dan parafin 2,5% dengan viskositas 84,94 cp. Bentuk gelnya adalah bulat, berwarna merah-kuning
- B. Butiran gel UO_3 hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranyl nitrat pada pH 2,1 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5%, span-80 2% dan parafin 2,5% dengan viskositas 86,41 cp. Bentuk gelnya adalah bulat, berwarna merah
- C. Butiran gel UO_3 hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranyl nitrat pada pH 2,2 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5%, span-80 2% dan parafin 2,5% dengan viskositas 85,17 cp. Bentuk gelnya adalah bulat, berwarna merah-kuning

Gambar 7. Bentuk butiran gel UO_3 hasil proses gelasi eksternal larutan sol uranium dari campuran uranyl nitrat pada pH 2-2,2 yang mengandung uranium 150 g/ml, PVA 7,5 %, span-80 2, parafin 2,5 % dengan viskositas sebesar 84,87- 85,27 cp.

KESIMPULAN

1. Perubahan konsentrasi Polivinil alkohol, konsentrasi uranium, pH larutan uranyl nitrat dan waktu pendiaman (*ageing*) larutan sol uranium berpengaruh terhadap viskositas larutan sol uranium pada pembuatan umpan proses gelasi eksternal.
2. Waktu pengeringan butiran gel UO_3 selama 1-10 hari pada suhu ruangan berpengaruh pada perubahan diameter butiran gel UO_3 dari 3000 μm sampai 1000 μm
3. Kondisi pembuatan larutan sol uranium relatif baik adalah pada konsentrasi Polivinil alkohol sebesar 7,5%, uranium sebesar 150 g/ml, pH larutan uranyl nitrat 2-2,2: span-80 2 %, parafin 2,5 % dan waktu *ageing* larutan sol uranium pada suhu ruangan selama 1-6 jam. Waktu pengeringan butiran gel UO_3 pada suhu ruangan relatif baik adalah di atas 5 hari. Pada kondisi ini akan menghasilkan larutan sol uranium dengan viskositas sebesar 84,87-85,27 cp dan butiran gel UO_3 hasil berbentuk bulat, berwarna merah dan kuning yang mempunyai diameter butiran gel UO_3 kering rata-rata sebesar 1000 μm .

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada siswa SMKN Kulon Progo dan Staf TPBB-PTAPB yang telah banyak membantu sampai penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. MULLER, ANNELEEN, Establishment of Technology to manufacture uranium dioxide kernel for PBMR fuel, Prosiding HTR 2006, 3rd International Topical meeting high temperature Reactor Technology, Johannesburg, (2006).
2. FU, X., LIONG,T, TANG,Y.K., XU,Z and TANG, C., Preparation of UO_2 Kernel for HTR-10 Fuel element, Journal of Nuclear Science and Technology, V.41. No.9 (2004) 943-948.

3. Mc.CORKLE. K.H., PATTISON. W.L., Mc. BRIDGE.J. P., Properties of urania sols and gels, ORNL-T-M-1980 (1980) 39-45.
4. CHAI JEONG, K., KIM. Y., OH.S and CHO.M., UO₂ kernel Particle Preparation for HTGR Nuclear Fuel, Journal of the Korean Ceramic society, 2007. [http://tkcers, icm, re.kr/new/paper/view.jsp ?mnu = 4&id = 96971](http://tkcers.icm.re.kr/new/paper/view.jsp?mnu=4&id=96971), tanggal 21- 5-2008.
5. QAIDEER RIAS., Concentration and temperature dependence of viscosity uranium solution in H₂O and 3 ml mol /l HNO₃, Pakistan atomic Energy commission Islamabad, V 5(4) (2004) 457- 461.
6. HAAS,P.A., Formation of uniform liquid drop by application of vibration to Laminar jets, Ind eng, chem. res, V 31. No.3 (1992) 959 -967.
7. FORREST. R.H., MELVENT. T and MILTON. C.V., Method for the Preparation of Uranium oxide sol, United states Patent 3691087(1968), [http:// www. free patentsonline.com/3691087.html](http://www.freepatentsonline.com/3691087.html), tanggal 7 -1- 2009.
8. ADANSON.AARTHUR. W," A. Text book Physical chemistry", Academic Press, New york (1973) 316 -318.
9. CHAI JEONG. K., CHUL OH,S., KU KIM, Y and WOOD LEE,Y., ADU Compound Particle Preparation for HTGR Nuclear Fuel ini Korea, Journal Ind. Chem., V.13. No.5(2007) 744 – 750.