

## PENYERAPAN STRONSIUM DAN ZIRKONIUM DENGAN ZEOLIT DAN SENYAWA HUMAT

Dwi Biyantoro, MV Purwani, Muzakky  
P3TM-BATAN, J. Babarsari Kotak Pos 1008, Yogyakarta 55010

### ABSTRAK

**PENYERAPAN STRONSIUM DAN ZIRKONIUM DENGAN ZEOLIT DAN SENYAWA HUMAT.** Telah dilakukan penelitian efektivitas zeolit dan senyawa humat sebagai adsorben dalam menyerap Sr dan Zr. Proses penyerapan dilakukan dengan cara memasukkan adsorben kedalam 10 ml larutan Sr 1.000 ppm dan 10 ml larutan Zr 1.000 ppm disertai dengan pengadukan. Setelah mencapai keadaan seimbang kemudian dipisahkan antara padatan dan filtratnya. Kadar Sr dan Zr yang terserap dalam adsorben, dikerjakan dengan cara melakukan analisis filtrat menggunakan alat pendar sinar-x. Parameter yang dipelajari yaitu pengaruh berat adsorben yang ditambahkan dan waktu penyerapan/pengadukan terhadap penyerapan Sr dan Zr. Dari hasil percobaan ditunjukkan bahwa penambahan 50 mg zeolit ke dalam 10 ml larutan 1000 ppm Zr dan 1000 ppm Sr memberikan efisiensi penyerapan Zr = 94,20 % dan efisiensi penyerapan Sr = 27,50 % dengan waktu pengadukan 120 menit. Pada percobaan memakai senyawa humat diperoleh efisiensi penyerapan Zr = 64,20 % dan efisiensi penyerapan Sr = 55,60 %. Jadi untuk menyerap Zr relatif baik menggunakan adsorben zeolit sedangkan untuk menyerap Sr relatif baik menggunakan senyawa humat.

### ABSTRACT

**ADSORPTION OF STRONSIUM AND ZIRCONIUM USING ZEOLITE AND HUMIC SUBSTANCE.** The effectiveness of zeolite and humic substance as adsorbent on adsorption of Sr and Zr has been done. The adsorption process was done by added adsorbent into 10 ml solution of Sr 1000 ppm and 10 ml solution of Zr 1000 ppm followed by agitation. After reached the equilibrium condition and then was separated its solid from filtrate. The content of Sr and Zr on adsorbent were determined by analysis of filtrate by using X ray fluorescent. The parameters studied were the influence of weight adsorbent added and time of agitation versus adsorption of Sr and Zr. The result of the experimental were addition of 50 mg zeolite into 10 ml solution of Zr of 1000 ppm and Sr of 1000 ppm has the efficiency of adsorption of Zr = 94.20% and efficiency of adsorption of Sr = 27.50% with time of agitation = 120 minutes. The experiment using humic substance has efficiency of adsorption of Zr = 64.20% and efficiency of adsorption of Sr = 55.60%. So the adsorption of Zr was better using zeolite as adsorbent. The adsorption of Sr was better using humic substance as adsorbent.

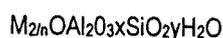
## PENDAHULUAN

Zeolit adalah salah satu mineral alam yang banyak terdapat di beberapa daerah di Indonesia. Zeolit yang selama ini dikenal masyarakat sangat terbatas dan pemanfaatannya sebagai bahan bangunan dan penjernihan air. Sebenarnya zeolit alam dapat dipergunakan dalam berbagai bidang misalnya untuk : peternakan, pertanian, kedokteran, kesehatan, lingkungan, dan industri. Pemanfaatan terakhir dalam bidang industri dan lingkungan dapat digunakan sebagai penyerap/adsorben, penukar kation, dan mengkatalisasi suatu reaksi<sup>(1,2,3)</sup>.

Menurut J.V. Smitt<sup>(1)</sup> zeolit didefinisikan sebagai kristal mineral alumino-silikat. Pola susunan utama dalam zeolit terdiri atas : Al, Si, O, dan H. Atom-atom tersebut tersusun secara teratur dan berulang dalam pola sel satuan. Oleh karena itu zeolit termasuk dalam kristal mineral<sup>(1)</sup>.

Mineral zeolit mempunyai struktur sangkar (*framework*) disertai rongga (*cavity*), dan saluran (*channel*) yang biasanya ditempati oleh air dan logam alkali atau alkali tanah dan terbentuk di alam secara alamiah. Bentuk struktur yang unik ini memungkinkan zeolit bersifat utama sebagai adsorben, penukar ion, penyaring molekul, dan sebagai katalis<sup>(2)</sup>.

Rumus umum kimia zeolit seperti berikut ini :



dengan n adalah valensi kation (M), x adalah jumlah molekul SiO<sub>2</sub>, dan y adalah jumlah molekul air.

Senyawa humat atau bahan humik yang berasal dari terjemahan istilah asing "humic substances". Di alam bahan ini dijumpai sebagai polimer dari senyawa organik kompleks yang merupakan hasil akhir proses peluruhan lanjut (*advance decomposition*) dari berbagai jenis tumbuhan dan hewan yang telah mati di dalam tubuh tanah (*terrestrial*) atau di dalam lingkungan akuatik (*aquatic environments*)<sup>(3)</sup>.

Tanah gambut yang mudah ditemukan di bumi Indonesia merupakan sumber asam humat dan turunannya. Pemanfaatan tanah gambut selama ini masih terbatas, misalnya untuk pembuatan arang briket. Karena itu perlu rekayasa proses mengolah tanah gambut menjadi senyawa humat agar diperoleh nilai tambah yang lebih tinggi.

Tersedianya metoda analisis untuk mengisolasi atau mengekstrak senyawa humat dari bahan gambut membuka peluang untuk menggunakan senyawa humat itu sebagai bahan baku dalam proses-proses teknologi yang menghasilkan berbagai jenis barang jadi yang berguna bagi kehidupan manusia.

Senyawa humat merupakan hasil ekstrak tanah gambut dengan natrium hidroksida yang mempunyai kapasitas penukaran ion, sebagai adsorben (flokulan) dan pembentuk kompleks dengan logam berat/radioaktif. Pemanfaatan senyawa humat berpotensi dalam pengolahan limbah lingkungan dan logam-logam berat ataupun radioaktif dan dapat berfungsi sebagai adsorben<sup>(3,4,5,6)</sup>.

Dari penelitian yang telah dilakukan di negara-negara maju, bahan humik di dalam tanah gambut maupun tanah mineral telah diketahui mempunyai kemampuan khas membentuk senyawa ikatan kompleks dengan berbagai macam unsur hara logam (kation) makro (K, Na, Ca, Mg, Al) dan mikro (Zn, Mn, Fe, B, Mo, Cu) asli di dalam tanah maupun yang diberikan dalam bentuk pupuk ke dalam tanah<sup>(7,8,9,10,11)</sup>.

Melihat kemampuan kedua bahan ini yang mempunyai potensi seperti tersebut di atas dan tersedianya metoda analisis dan proses isolasi tanah gambut menjadi senyawa humat, maka dilakukan penelitian penyerapan stronsium dan zirkonium dengan zeolit dan senyawa humat. Pada umumnya teknologi pengolahan limbah lingkungan dari logam-logam berat maupun radioaktif menggunakan adsorben atau flokulan.

Stronsium (Sr) dan Zirkonium (Zr) adalah nuklida hasil belah (radioaktif) yang perlu dipisahkan, hal ini untuk menghindari tersebar

limbah Sr dan Zr ke lingkungan baik karena pengangkutan, penyimpanan karena perembasan dan mengurangi jumlah limbah cair secara optimal. Pemisahan atau penyerapan ini dapat dilakukan secara adsorpsi menggunakan adsorben.

Pada penelitian ini dicoba zeolit dan senyawa humat sebagai adsorben untuk meningkatkan kemampuan dan efektivitas yang tinggi dalam menyerap larutan Sr dan Zr, sehingga dapat memperkecil kandungan Sr dan Zr pada filtrat.

Langkah percobaan yang dikerjakan yaitu pembuatan senyawa humat dari tanah gambut dengan cara mengekstraksi tanah gambut dengan natrium hidroksida, dilanjutkan disentrifugasi, filtrasi, pengendapan dengan ditambah asam klorida, dan dikeringkan dengan menggunakan alat freeze drying. Selanjutnya senyawa humat yang telah diperoleh dipakai sebagai adsorben dalam penyerapan Sr dan Zr.

Langkah berikutnya yaitu menggunakan zeolit yang sudah disiapkan seperti tersebut di atas, dipakai sebagai adsorben dalam penyerapan Sr dan Zr.

## TATA KERJA

### Bahan

Bahan yang dipakai untuk penelitian ini adalah Zeolit, tanah gambut, NaOH, ZrOCl<sub>2</sub> 8H<sub>2</sub>O, HCl, CsNO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>O.

### Alat

Alat yang dipakai adalah almari asap, alat pengaduk, pH meter, timbangan analitik, corong pisah, alat-alat gelas, alat analisis spektrometer pendar sinar-X, pengaduk, Freeze Drying.

### Tata kerja

Pembuatan Senyawa Humat dan penyiapan zeolit

- Menimbang tanah gambut = 100 gram
- Membuat larutan NaOH 0,2 N = 500 ml
- Mencampur tanah gambut dengan larutan NaOH
- Campuran kemudian dipisahkan antara filtrat dan padatan
- Filtrat yang diperoleh kemudian diendapkan dengan ditambah asam klorida sampai pH = 2
- Senyawa humat diperoleh dengan cara endapan kemudian di keringkan menggunakan alat freeze drying
- Menyiapkan/menimbang zeolit

Pembuatan larutan induk Sr dan Zr

- Membuat larutan Zr = 1.000 ppm
- Membuat larutan Sr = 1.000 ppm

### Proses adsorpsi

#### a. Parameter berat adsorben

1. Larutan Zr dengan volume masing-masing = 10 ml, kemudian ditambah dengan adsorben senyawa humat dan zeolit dengan berat masing-masing 50 mg, 100 mg, dan 200mg.
2. Larutan Sr dengan volume masing-masing = 10 ml, kemudian ditambah dengan adsorben senyawa humat dan zeolit dengan berat masing-masing 50 mg, 100 mg, dan 200mg.
3. Filtrat kemudian di analisis memakai alat pendar sinar - X.

#### b. Parameter waktu pengadukan

1. Larutan Zr dengan volume masing-masing = 10 ml, kemudian ditambah dengan adsorben senyawa humat dan zeolit dengan berat yang optimum, kemudian divariasikan waktu : 15, 30, 45, 60, dan 120 menit.
2. Larutan Sr dengan volume masing-masing = 10 ml, kemudian ditambah dengan adsorben senyawa humat dan zeolit dengan berat yang optimum, kemudian divariasikan waktu : 15, 30, 45, 60, dan 120 menit.
3. Filtrat kemudian di analisis memakai alat pendar sinar - X.  
Untuk mengetahui efektivitas kemampuan penyerapan dihitung efisiensi penyerapan Zr dan Sr.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Kadar Zr atau Sr}}{\text{Zr atau Sr awal}} \times 100\%$$

## HASIL DAN BAHASAN

### Pengaruh Berat Adsorben

Pengaruh berat adsorben terhadap penyerapan Zr dan Sr dapat disajikan pada tabel 1 dan 2 di bawah ini.

**Tabel 1.** Pengaruh berat adsorben senyawa humat, waktu pengadukan = 30 menit

Berat (mg)	Kadar Zr, ppm		Efisiensi (%)	Kadar Sr, ppm		Efisiensi (%)
	Filtrat	Terserap		Filtrat	Terserap	
50	354	642	64,20	569	431	43,10
100	359	641	64,10	497	503	50,30
200	369	631	63,10	444	556	55,60

**Tabel 2.** Pengaruh berat adsorben zeolit, waktu pengadukan = 30 menit

Berat (mg)	Kadar Zr, ppm		Efisiensi (%)	Kadar Sr, ppm		Efisiensi (%)
	Filtrat	Terserap		Filtrat	Terserap	
50	61	939	93,90	822	178	17,80
100	64	936	93,60	728	272	27,20
200	92	908	90,80	730	270	27,00

Dari Tabel 1 dan 2 di atas tampak bahwa hasil relatif baik untuk menyerap Zr menggunakan zeolit 50 mgram, karena diperoleh efisiensi paling tinggi yaitu 93,90%. Sedang pada penyerapan Sr relatif baik menggunakan adsorben senyawa humat, dibandingkan menggunakan zeolit. Optimal penyerapan Sr dengan senyawa humat pada penambahan 200 mg diperoleh efisiensi penyerapan = 55,60%. Pengaruh berat adsorben berpengaruh terhadap efisiensi adsorpsi, semakin banyak adsorben yang ditambahkan ada kecenderungan peningkatan efisiensi penyerapan. Pemakaian senyawa humat relatif lebih banyak dibandingkan dengan zeolit, hal ini disebabkan dalam senyawa humat relatif masih banyak unsur hara logam. Sedangkan pada penyerapan Zr, berat adsorben zeolit yang ditambahkan relatif tidak begitu berpengaruh. Hal ini disebabkan mineral zeolit dalam menyerap unsur Zr sudah optimal. Mineral zeolit yang mempunyai struktur sangkar, disertai rongga dan saluran menyebabkan peningkatan kemampuannya sebagai adsorben.

### Pengaruh Waktu Pengadukan

Pengaruh waktu pengadukan terhadap penyerapan Zr dan Sr dapat disajikan pada tabel 3 dan 4 di bawah ini.

**Tabel 3.** Pengaruh waktu pengadukan menggunakan adsorben senyawa humat, berat adsorben 200 mg

Waktu (menit)	Kadar Zr, ppm		Efisiensi (%)	Kadar Sr, ppm		Efisiensi (%)
	Filtrat	Terserap		Filtrat	Terserap	
15	450	550	55,00	651	349	34,90
30	350	650	65,00	443	557	55,70
45	355	645	64,50	444	556	55,60
60	349	651	65,10	457	543	54,30
120	360	640	64,00	456	544	54,40

**Tabel 4.** Pengaruh waktu pengadukan menggunakan adsorben zeolit, berat adsorben 50 mg

Waktu (menit)	Kadar Zr, ppm		Efisiensi (%)	Kadar Sr, ppm		Efisiensi (%)
	Filtrat	Terserap		Filtrat	Terserap	
15	150	850	85,00	851	149	14,90
30	61	939	93,90	730	270	27,00
45	70	930	93,00	741	259	25,90
60	69	931	93,10	738	262	26,20
120	66	934	93,40	735	265	26,50

Dari tabel 3 dan 4 di atas tampak bahwa hasil relatif baik untuk penyerapan Zr menggunakan zeolit berat 50 mgram dengan waktu pengadukan 30 menit dan diperoleh efisiensi paling tinggi yaitu 94,20%. Sedang pada penyerapan Sr, menggunakan adsorben senyawa humat lebih baik dibandingkan menggunakan zeolit. Tampak bahwa pengaruh pengadukan relatif baik dalam menyerap Zr dan Sr

relatif selama 30 menit. Hal ini disebabkan karena sudah mencapai keadaan setimbang yaitu perpindahan massanya sudah tetap.

## KESIMPULAN

Efektivitas zeolit dan senyawa humat dalam menyerap Sr dan Zr dengan parameter yang dipelajari yaitu pengaruh berat adsorben yang ditambahkan dan waktu penyerapan/pengadukan terhadap penyerapan Sr dan Zr diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Pada penambahan 50 mg zeolit ke dalam 10 ml larutan 1000 ppm Zr dan 10 ml larutan Sr 1000 ppm memberikan efisiensi penyerapan Zr = 93,90 % dan efisiensi penyerapan Sr = 17,80%.
2. Pada penambahan 200 mg senyawa humat diperoleh efisiensi penyerapan Zr = 63,10% dan efisiensi penyerapan Sr = 55,60%.
3. Waktu pengadukan untuk penyerapan Zr maupun Sr relatif baik selama 30 menit.
4. Dari hasil di atas tampak bahwa untuk menyerap Zr relatif baik menggunakan adsorben zeolit sedangkan untuk menyerap Sr relatif baik menggunakan senyawa humat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr. Tri Rusmanto yang telah membantu penelitian ini sampai penulisan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. THAMZIL, LAZ, Pemanfaatan Zeolit Untuk Pengolahan Limbah Radioaktif, Presentasi Ilmiah Hasil Studi Program Doktor (S-3), Risalah Presentasi Ilmiah Badan Tenaga Atom Nasional, Jakarta, 7-9 Desember (1993).
2. SUPANDI dan THAMZIL, LAZ, "Analisis Struktur Kristal Zeolit Modient Dengan Rietan '97", PPI PPNY-BATAN, Yogyakarta, 26-27 Mei (1998).
3. TAN, K.H., *Principles of Soil Chemistry*, second edition, Marcel Dekker Inc., New York, (1992).
4. SCHNITZER, M, *Binding of Humic Substances by Soil Mineral Colloids*. Soil Sci. Soc. Am. Special Publ. 17, Madison, WI, (1986).
5. LOBARTINI, J. C., et al, *The Science of Total Environment*, 113, 1-15, (1992).
6. BENSON, W.H. and S.F. LONG, *Evaluation of humic-pesticide interactions on the acute toxicity of selected organophosphate and carbamate insecticides*. Ecotoxicol. Envir. Safety, 21, (1991).
7. GERSE, J.R. et al, *Application of humic acids and their derivatives in environmental pollution control*, Elsevier Sci. Amsterdam, (1994).
8. GOODRICH, M.S., et al, *Acute and longterm toxicity of water-soluble cationic polymers to rainbow trout *Oncorhynchus Mykiss* and the modification of toxicity by humic acid*. Toxicol. and Chem. 10 :509-515, (1991).
9. HARTUNG, H.A and ALLREAD, *The algicidal action of a peat humic substans and its copper chelate in ponds*, Health. Elsevier Sci., Amsterdam, (1994).
10. HUNCHAK-KARIOUK, K. and SUFFET, T.H., *Fate of PCB in anoxic bottom sediments characterizing the role of in-situ humic substances*. Fourth Chem. Congress of of North America, New York, NY, Aug.25-30, (1991).
11. JOTA, M.T. and HASSETT, J.P., *Effects of environmental variables on binding of PCB congener by dissolved humic substances*. Envir. Toxicol. and Chem. 10 : 483-491, (1991).

## TANYA JAWAB

### Subari Sanoso

- Mengapa menggunakan zeolit dan asam humat ?
- Efektif yang mana diantara keduanya ?

### Dwi Biyantoro

- ✧ Karena kedua bahan di atas dapat berfungsi sebagai penyerap (adsorben).
- ✧ Masing-masing mempunyai efektifitas dalam menyerap unsur Sr dan Zr, seperti ditunjukkan dalam kesimpulan bahwa zeolit paling efektif menyerap Zr, sedangkan senyawa humat efektif menyerap Sr.

### Murdani Sumarsono

- Stronsium dan Zirkonium bisa diserap dengan zeolit dan senyawa humat, bagaimana kemungkinan penyerapan Nb dari bahan bakar bekas dari reaktor (pemisahan U dengan Nb) ?

### Dwi Biyantoro

- ✧ Kemungkinan penyerapan Nb dari bahan bakar bekas bisa, mengingat fungsi utama senyawa humat dan zeolit seperti yang dijelaskan dalam pendahuluan adalah sebagai adsorben.

### Supriyono

- Asam humat sebagai penyerapan, apakah produk alam atau produk hasil rekayasa proses ?

- Bagaimana prospek industri asam humat di Indonesia ?

**Dwi Biyantoro**

✧ *Yang dipakai disini untuk penyerapan stronsium dan zirkonium adalah senyawa humat, sedang asam humat adalah produk pemurnian dari senyawa humat. Senyawa*

*humat adalah hasil ekstrak tanah gambut dengan natrium hidroksida.*

✧ *Prospeknya bagus, karena tersedianya sumber mineral dan teknologi proses serta berbagai macam kegunaan.*