

Sorpsi Stronsium Dalam Tanah Lempung Karawang Sebagai Calon Lokasi Disposal Limbah Radioaktif

The Sorption Activity of Stronsium in Karawang's Clay as Perspective Disposal Areas of Radioactive Waste

Lailani Syarifah¹, Bambang Suharto^{2*}, Bambang Rahadi², Aisyah³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

²Dosen Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

³Pusat Teknologi Limbah Radioaktif, BATAN, Kawasan Puspiptek, Gedung 50, Tangerang Selatan.

*Email korespondensi :bambang@ub.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sorpsi tanah lempung Karawang terhadap Stronsium dan mengetahui pengaruh NaCl dan CaCl₂ terhadap koefisien distribusi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode RAL. Dengan mengontakkan radionuklida Stronsium dengan tanah lempung Karawang. Diberikan perlakuan NaCl dan CaCl₂ dengan konsentrasi masing-masing 0.1M, 0.5M dan 1M untuk melihat perubahan nilai koefisien distribusi. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa kandungan tanah lempung Karawang didominasi oleh mineral smectite, pengaruh waktu kontak terhadap Sorpsi Sr oleh tanah lempung Karawang mencapai kesetimbangan pada hari ke 5 dengan nilai Koefisien distribusi masing 589.362 mL g⁻¹ dan 377.108 mL g⁻¹ untuk T3 dan T5. Semakin besar konsentrasi NaCl dan CaCl₂ mengakibatkan nilai Koefisien distribusi menurun. Penurunan nilai Koefisien distribusi karena pengaruh CaCl₂ lebih besar dibandingkan dengan pengaruh NaCl. Keberadaan kation pengganggu seperti ion Na maupun ion Ca pada suatu fasilitas disposal diharapkan dalam kuantitas yang minimal.

Kata kunci: disposal, limbah radioaktif, sorpsi stronsium

Abstract

This research is conducted to determine sorption's ability of clays in Karawang on Strontium (Sr) and determine the effect of NaCl and CaCl₂ to the distribution coefficients. RAL method was used by connecting Stronsium as radionuclide to Karawang's land which contain of clay. In order to find the changes in the value of distribution coefficients, NaCl and CaCl₂ treatment which each has 0,1 M, 0,5 M as well as 1M was conducted. The result state that clays in Karawang mostly consists of smectite mineral. The effect of contiguity time on the sorption of Stronsium by Karawang's clay reach its equilibrium on the fifth day with each distribution coefficient valued 589.362 mL g⁻¹ and 377.108 mL g⁻¹ for T3 and T5. The greater concentration of NaCl and CaCl₂ resulted to decreases value of distribution coefficient. Value reduction due to impact of CaCl₂ distribution coefficients was known greater than reaction for NaCl. The existence of bad cations such as Na and Ca to disposal facility expected in minimal quantities.

Keywords: disposal, radioactive waste, sorption of stronsium

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia telah mengkaji kemungkinan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) guna memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat. Sejalan dengan hal itu tentunya

akan ditimbulkan limbah radioaktif yang harus dikelola dengan baik agar terjamin keselamatan bagi manusia dan lingkungan.

Undang-Undang No.10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran pada pasal 22 menyebutkan bahwa pengelolaan limbah radioaktif dilaksanakan untuk mencegah

timbulnya bahaya radiasi terhadap pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup. Oleh karena itu, semua kegiatan yang menimbulkan limbah radioaktif perlu dikelola, diatur, dan diawasi secara benar dan selamat, agar masyarakat memperoleh manfaat dan persepsi yang benar. Pasal 23 ayat (1) menyebutkan bahwa pengelolaan limbah radioaktif dilaksanakan oleh Badan Pelaksana, dalam hal ini Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Pusat Teknologi Limbah Radioaktif merupakan salah satu institusi di BATAN yang memiliki tugas pokok mengelola limbah radioaktif yang ada di seluruh wilayah Indonesia.

Sejalan dengan adanya pemanfaatan teknologi nuklir saat ini dan rencana introduksi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) di Indonesia dimasa mendatang, tentu saja akan ditimbulkan limbah radioaktif. Pengelolaan limbah radioaktif meliputi reduksi volume, imobilisasi limbah dalam wadah, penyimpanan sementara dan penyimpanan akhir limbah radioaktif (disposal) (Putero, 2011). Disposal limbah radioaktif merupakan hal yang sangat penting yang terkait dengan kepercayaan masyarakat terkait dengan pemanfaatan teknologi nuklir. Untuk mempersiapkan fasilitas disposal limbah radioaktif di Indonesia maka terlebih dahulu diperlukan pemilihan wilayah potensial untuk disposal limbah radioaktif tersebut seperti di Pulau Jawa dan sekitarnya. Pemilihan wilayah potensial tersebut tentu saja harus memperhatikan beberapa aspek seperti aspek geomorfologi, litostratigrafi, seismotektonik, vulkanologi, hidrologi, hidrogeologi, demografi, kawasan penting dan situs bersejarah.

Untuk keperluan tersebut PTLR telah melakukan penelitian pada beberapa wilayah di Pulau Jawa seperti di daerah Serang, Bogor, Karawang, Subang, Majalengka, Rembang, Tuban dan Madura yang diperkirakan memiliki kesesuaian sebagai wilayah potensial untuk disposal limbah radioaktif (Sucipta, 2011).

Terdapat beberapa jenis model disposal limbah radioaktif antara lain seperti near surface disposal (NSD) dan deep geological disposal (DGD) (IAEA, 2009). Fasilitas NSD atau penyimpanan akhir limbah radioaktif dekat permukaan diperuntukkan untuk

penyimpanan limbah radioaktif tingkat rendah dan sedang seperti limbah radioaktif yang mengandung Stronsium. Gambar berikut merupakan salah satu konsep model disposal limbah radioaktif dekat permukaan.

Disposal limbah radioaktif dekat permukaan berada beberapa meter dibawah permukaan tanah. Limbah yang telah diimobilisasi dalam wadah ditempatkan dalam fasilitas disposal. Untuk melindungi limbah dari kontak langsung dengan air tanah, maka terdapat Impermeabel backfill yaitu lapisan batuan (biasanya bentonit) yang ditempatkan disekeliling fasilitas disposal. Untuk menjaga fasilitas disposal dari genangan air maka terdapat sistem drainase. Perlindungan terakhir dari fasilitas disposal adalah tanah tempat lokasi disposal tersebut berada. Oleh karena itu dipilih tanah dengan karakteristik tertentu dimana salahsatunya adalah memiliki kemampuan sorpsi yang baik.

Radionuklida Stronsium (Sr) merupakan salah satu jenis radionuklida yang terkandung dalam limbah radioaktif. Selama ini Sr yang dikelola di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR) berupa Sr yang terdapat dalam limbah cair yang merupakan limbah yang berasal dari air pendingin Reaktor GA Siwabessy BATAN Serpong dan Sr yang berupa sumber radiasi bekas yang pada awalnya digunakan dalam beberapa aplikasi seperti radioterapi (terapi kanker), sterilisasi bahan atau makanan dan penggunaan dalam industri lainnya.

Air tanah pada wilayah lokasi disposal limbah radioaktif pada umumnya mengandung beberapa macam ion logam yang diduga dapat mempengaruhi interaksi hostrock dengan limbah. Oleh karena itu keberadaan ion logam dalam air tanah merupakan parameter penting dalam karakterisasi hostrock.

Dengan beberapa pertimbangan tersebut maka diperlukan data karakteristik suatu tapak disposal limbah radioaktif di Indonesia. Salah satu data karakteristik tapak disposal sebagai hostrock adalah data sorpsi radionuklida. Tanah lempung merupakan penghalang alami yang ideal sebagai hostrock untuk disposal limbah

radioaktif. Terdapat beberapa wilayah di Pulau Jawa yang memiliki struktur tanah lempung. Salah satunya adalah tanah lempung formasi Karawang. Oleh karena itu wilayah Karawang diperkirakan dapat menjadi salah satu pilihan lokasi disposal limbah radioaktif di Pulau Jawa.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sorpsi tanah lempung Karawang sebagai calon lokasi disposal limbah radioaktif terhadap radionuklida Stronsium jika terjadi pelepasan Stronsium dari wadah limbah ke lingkungan. Hostrock akan semakin ideal sebagai tapak lokasi disposal limbah radioaktif jika memiliki kemampuan sorpsi yang baik terhadap radionuklida yang terkandung dalam limbah. Data sorpsi ini bermanfaat untuk mendukung kegiatan pengkajian keselamatan serta disain fasilitas penyimpanan limbah radioaktif dekat permukaan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Februari 2016 sampai Mei 2016. Penelitian dilaksanakan di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif (PTLR), BATAN yang beralamat di Kawasan Puspipstek, Gedung 50, Tangerang Selatan.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yang berbeda yaitu pemberian NaCl dan CaCl₂ dengan konsentrasi 0,1 M; 0,5 M dan 1 M. Dari enam perlakuan tersebut akan dikontakkan dengan 2 jenis tanah yang berbeda. Yaitu tanah KRW T3 dan tanah KRW T5 dengan tiga kali pengulangan. sehingga jumlah sampel keseluruhan adalah 36 sampel. Pengolahan data menggunakan program excel 2013 untuk mendapatkan data ANOVA, jika hasilnya berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan uji lanjut beda nyata (BNT). Uji BNT diolah dengan menggunakan Microsoft Excel 2013.

Tahapan Penelitian

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan oleh para peneliti geologi PTLR pada tanah

lempung Karawang. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pemboran sederhana. Untuk penelitian ini sampel tanah diambil dari 2 titik pemboran yang mewakili yaitu titik pemboran dengan kode sampel tanah KRW T3 dan KRW T5.

Preparasi Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari pemboran tanah pada titik yang diteliti yaitu sampel tanah KRW T3 dan KRW T5. Sampel tanah lempung diambil dari daerah Karawang pada tanggal 14-18 April 2014. Preparasi dilakukan dengan cara sampel tanah di diletakkan dalam wadah dan kemudian tanah dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran seperti batu, akar, daun dan lainnya. Setelah itu tanah dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 7 jam, lalu digerus dan ditumbuk dengan mangkuk porcelain, kemudian diayak menjadi ukuran 100 mesh dan dikeringkan dalam udara terbuka selama 3-4 hari. Padatan tanah lempung kemudian disimpan dalam wadah plastik dan siap digunakan pada penelitian ini (Prihastuti, 2015).

Karakterisasi Sampel Tanah

Karakterisasi sampel tanah dilakukan dengan menggunakan alat X-ray Diffraction (XRD) dan X-ray Fluorescence (XRF) yang masing-masing digunakan untuk analisis kandungan mineral dan kandungan unsur-unsur pada tanah. Analisis XRD dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dan analisis XRF dilakukan di Balai Penelitian Tanah Bogor. Analisis tanah menggunakan XRD dan XRF ini dilakukan oleh peneliti lain (Prihastuti, 2015).

Penyiapan Larutan Stronsium

Larutan Stronsium dibuat dengan menimbang 2,666 gram Stronsium Klorida heksahidrat [SrCl₂.6H₂O] dan kemudian melarutkannya dalam air bebas mineral hingga diperoleh konsentrasi 10⁻³M.

Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan larutan Stronsium adalah sebagai berikut:

1. Dihitung terlebih dahulu massa padatan yang akan dilarutkan, sehingga diperoleh massa [SrCl₂.6H₂O] sebesar

- 0,266 gram dan dilarutkan dalam 100ml air bebas mineral sehingga mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 10^{-2} M.
- Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 10^{-3} M. Dengan mengencerkan 100 mL larutan Stronsium 10^{-2} M menjadi 1 liter larutan Stronsium dengan konsentrasi 10^{-3} M.

Sorpsi Stronsium dalam Tanah

Penentuan Waktu Kontak

Teknik pengocokkan sederhana dilakukan dengan mengontakkan sampel tanah dengan larutan Stronsium. Kedalam botol sampel yang berisi 0.1 g sampel tanah ditambah 1 mL larutan Stronsium dengan konsentrasi 10^{-3} M, kemudian ditambahkan air bebas mineral sebanyak 9ml. Selanjutnya campuran yang berada pada botol sampel dimasukkan kedalam wadah dan dilakukan pengocokan menggunakan roller sampai didapatkan keadaan setimbang dalam menyerap larutan Stronsium. Pengambilan sampel dilakukan secara berkala dimulai pada hari ke 1, 2, 3 dan seterusnya, setelah itu dilakukan sentrifugasi dan kemudian dilakukan analisis konsentrasi Stronsium dalam larutan menggunakan AAS. Pengambilan sampel dilakukan secara terus menerus sampai keadaan setimbang. Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien distribusi Stronsium dalam tanah.

Perhitungan Koefisien Distribusi

Pemisahan fasa larutan (beningan) dan fasa padatan pada saat pengambilan sampel dilakukan dengan sentrifugasi. Analisis konsentrasi Stronsium dalam beningan dilakukan dengan menggunakan AAS. Koefisien distribusi merupakan perbandingan antara banyaknya Sr yang terserap dalam padatan (tanah) dengan Sr yang tersisa dalam larutan (beningan). Perhitungan koefisien distribusi (Kd) dilakukan dengan Persamaan 1 dan 2 (Rosita, 2014)

$$Kd = \frac{\text{Sr yang terserap dalam padatan}}{\text{Sr yang tersisa dalam larutan}} \quad (1)$$

$$Kd = \frac{[X]_s}{[x]_l} = \frac{v}{m} \frac{A - A_0}{A} \quad (2)$$

Kd = Koefisien distribusi (mL g^{-1}); V= volume total larutan (mL); m= massa sampel tanah (g); A_0 = Konsentrasi Stronsium awal (g mL^{-1}); A=Konsentrasi Stronsium akhir dalam larutan (g mL^{-1})

Pengaruh NaCl dan CaCl_2 terhadap koefisien distribusi

Waktu kontak optimum yang diperoleh pada percobaan pengontakan antara larutan Stronsium dengan dengan sampel tanah digunakan sebagai waktu kontak pada percobaan pengaruh NaCl dan CaCl_2 . Dengan cara yang sama dilakukan percobaan pengocokan 0.1 g sampel tanah ditambah 1 mL larutan Stronsium dengan konsentrasi 10^{-3} M, kemudian ditambahkan larutan NaCl atau CaCl_2 sebanyak 9ml. Selanjutnya campuran yang berada pada botol sampel dimasukkan kedalam wadah dan dilakukan pengocokan dengan waktu kontak yang telah diperoleh. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dan kemudian dilakukan analisis konsentrasi Stronsium dalam larutan menggunakan AAS. Selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien distribusi Stronsium dalam tanah.

1. Penyiapan larutan NaCl

Larutan Natrium Klorida dibuat dengan menimbang 29.221 gram NaCl dan kemudian melarutkannya dalam 500 ml air bebas mineral hingga diperoleh konsentasi 1M, 0.5M dan 0.1M. Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan larutan NaCl adalah sebagai berikut:

- Dihitung terlebih dahulu massa padatan yang akan dilarutkan, sehingga diperoleh massa NaCl sebesar 29.221 gram dan dilarutkan dalam 500 mL air bebas mineral sehingga mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 1M.
- Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 0.5 M. Dengan mengencerkan 50 mL larutan NaCl 1 M menjadi 100 mL larutan NaCl dengan konsentrasi 0.5 M.
- Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 0.1 M. Dengan mengencerkan 10 mL larutan NaCl 1 M menjadi 100 mL larutan NaCl dengan konsentrasi 0.1 M.

2. Penyiapan larutan CaCl₂

Larutan Natrium Klorida dibuat dengan menimbang 73.51 gram CaCl₂ dan kemudian melarutkannya dalam 500 mL air bebas mineral hingga diperoleh konsentrasi 1M, 0.5M dan 0.1M. Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan larutan CaCl₂ adalah sebagai berikut:

1. Dihitung terlebih dahulu massa padatan yang akan dilarutkan, sehingga diperoleh massa CaCl₂ sebesar 73.51 gram dan dilarutkan dalam 500 mL air bebas mineral sehingga mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 1 M.
2. Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 0.5 M. Dengan mengencerkan 50 ml larutan CaCl₂ 1 M menjadi 100 mL larutan CaCl₂ dengan konsentrasi 0.5 M.
3. Pengenceran dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi 0,1 M. Dengan mengencerkan 10 mL larutan CaCl₂ 1 M menjadi 100 mL larutan CaCl₂ dengan konsentrasi 0.1 M.

3. Analisa Sr Menggunakan AAS

Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) merupakan suatu metode analisis yang digunakan berdasarkan proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan ini menyebabkan tereksitesinya elektron dalam kulit atom ke tingkat yang lebih tinggi. Hal ini mengakibatkan elektron dalam keadaan labil dan akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi (Basset dkk, 1994).

Pada penelitian ini AAS digunakan untuk menganalisis Stronsium yang ada pada larutan awal dan larutan akhir (*beningan*). Tahapan yang dilakukan untuk menganalisis sampel menggunakan AAS adalah sebagai berikut:

1. Pemisahan Fase Padat dengan Fase Cair

Sampel yang telah dilakukan *rolling* dipisahkan fasa padat dengan fasa cair dengan menggunakan *sentrifuge*. Setelah itu fase cair diambil sebanyak 8 mL menggunakan *micropipet*. Kemudian sampel disaring dengan kertas saring dan ditaruh ke dalam botol sampel yang kosong.

2. Pembuatan Larutan Standar

Alat AAS yang digunakan memiliki range untuk pembacaan Sr yaitu 2 ppm hingga 8 ppm. Sehingga untuk memenuhi range tersebut dibuat larutan standar dari konsentrasi 2 ppm, 6 ppm, 10 ppm, 14 ppm dan 18 ppm. Pembuatan larutan standar Sr dilakukan dengan menimbang SrCl₂.6H₂O sebanyak 0.061 gram dan dilarutkan kedalam 200 mL air bebas mineral yang akan menjadi larutan SrCl₂.6H₂O dengan konsentrasi 100 ppm. Dari larutan SrCl₂.6H₂O tersebut diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi 2 ppm, 6 ppm, 10 ppm, 14 ppm dan 18 ppm.

3. Penambahan Larutan KCl 2000 ppm dan HNO₃ 0.1 N

Beberapa gangguan pada analisa menggunakan AAS diantaranya adalah gangguan ketidakstabilan dan ionisasi larutan. Agar diperoleh larutan yang stabil pada saat analisa menggunakan AAS, maka larutan dibuat dalam kondisi asam. Pada umumnya untuk mencapai kestabilan larutan pada analisa menggunakan AAS dapat ditambahkan larutan asam seperti larutan asam Nitrat (HNO₃) atau larutan asam klorida (HCl). Sedangkan gangguan ionisasi terjadi bila suhu nyala api cukup tinggi sehingga mampu melepaskan elektron dari atom netral dan membentuk ion positif. Pembentukan ion ini mengurangi jumlah atom netral, sehingga absorpsi akan berkurang. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan penambahan larutan unsur yang mudah diionkan atau atom yang lebih elektropositif dari atom yang dianalisis, misalnya Cs, Rb, K dan Na. penambahan ini dapat mencapai 100-2000 ppm. Oleh karena itu dalam setiap sampel pengukuran konsentrasi Sr menggunakan AAS ditambahkan larutan KCl dengan konsentrasi 2000 ppm dan larutan HNO₃ dengan konsentrasi 0.1 N (Rahmatiyah, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis XRD

Hasil uji kandungan mineral dalam tanah lempung Karawang dapat digunakan untuk mengetahui sifat sorpsi tanah

lempung Karawang terhadap Stronsium. Kandungan mineral tanah lempung karawang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Mineral Tanah Lempung Karawang

No	Komposisi Senyawa/ Mineral	Kode Sampel	
		KRW T3	KRW T5
1	Smectite	+++++	+++++
2	Illite		
3	Vermiculite	+	+
4	Quartz	+++	+++
5	Crystobalite		

Sumber: Prihastuti, 2015.

Hasil analisis XRF

Perbedaan yang ditinjau dari hasil analisis XRF adalah perbedaan unsur yang termasuk dalam golongan I dan II pada susunan berkala, karena unsur ini yang berperan dalam sistem pertukaran ion. Pada golongan I terdapat unsur K dan Na. Untuk unsur yang termasuk dalam golongan II seperti Ca dan Mg. Adanya perbedaan inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan karakteristik sorpsi Sr pada sampel tanah KRW T3 dan KRW T5. Perbedaan komposisi kimia antara sampel tanah KRW T3 dan KRW T5 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis XRF tanah Karawang

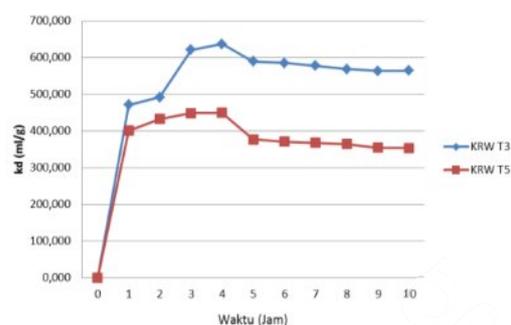
Unsur	Senyawa	KRW T3	KRW T5
Na	Na ₂ O	0.026%	0.018%
Mg	MgO	0.319%	0.290%
Al	Al ₂ O ₃	21.629%	20.974%
Si	SiO ₂	51.381%	55.457%
S	SO ₃	0.777%	0.196%
K	K ₂ O	1.773%	1.910%
Ca	CaO	1.182%	1.413%
Ti	TiO ₂	2.026%	1.901%
Mn	MnO	0.105%	0.063%
Fe	Fe ₂ O ₃	20.075%	17.511%
Rb	Rb ₂ O	0.007%	0.007%
Sr	SrO	0.009%	0.009%
Y	Y ₂ O ₃	0.004%	0.005%
Zr	ZrO ₂	0.045%	0.037%
Ba	BaO	0.189%	0.086%
Sm	Sm ₂ O ₃	0.117%	0.121%

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

Pengaruh Waktu Kontak

Pengontakkan tanah lempung Karawang deng Sr dilakukan selama 10 hari. Nilai Koefisien distribusi yang semula-mula kecil kemudian memuncak dan ketika waktunya sudah jenuh koefisien distribusi tersebut

menjadi konstan nilainya. Grafik dari koefisien distribusi dapat dilihat pada Gambar 1.

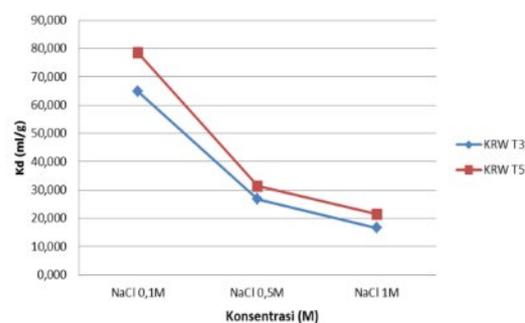


Gambar 1. Pengaruh waktu kontak terhadap Koefisien Distribusi

Jenis tanah KRW T3 dan KRW T5 memiliki waktu kesetimbangan yang sama yaitu pada hari ke 5. Setelah hari ke 5 terlihat grafik sudah mendatar, artinya penambahan nilai Koefisien distribusi sudah tidak nyata atau tanah sudah jenuh untuk menyerap Sr. Selanjutnya waktu kontak 5 hari dipilih untuk percobaan berikutnya. Perbedaan nilai koefisien distribusi pada sampel tanah KRW T3 dan KRW T5 diduga karena adanya perbedaan prosentase komposisi kimia dari hasil analisis XRF terhadap unsur-unsur pada kedua sampel tanah.

Pengaruh larutan NaCl

Karena komposisi air tanah yang ada di Karawang mengandung NaCl hingga 18.17×10^{-3} M sehingga perlu dilakukan analisis pengaruh koefisien distribusi terhadap NaCl. Pengaruh NaCl terhadap koefisien distribusi kedua jenis tanah dapat dilihat pada Gambar 2.

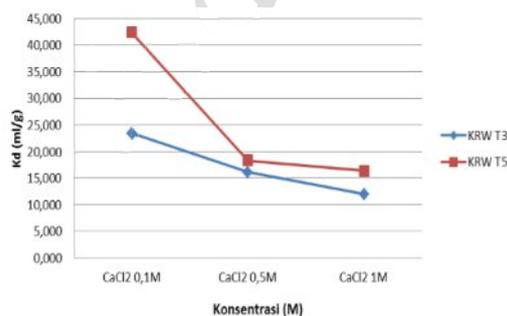


Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi NaCl terhadap Koefisien Distribusi

Peningkatan konsentrasi NaCl dalam larutan dapat terjadi karena adanya kompetisi antara ion-ion Na dengan Sr. Karena ion-ion Na yang ada pada larutan akan segera menetralkan ion-ion negatif yang ada pada lapisan luar dari sampel tanah. Sehingga untuk Sr berinteraksi dengan sampel tanah harus berkompetisi terlebih dahulu dengan ion-ion Na yang sudah terlebih dahulu berikatan dengan sekeliling permukaan sampel tanah dan ini menyebabkan nilai Koefisien distribusi menurun. Begitupun dengan variasi yang dilakukan, semakin besar konsentrasi NaCl yang diberikan semakin kecil nilai Koefisien distribusinya. Artinya kompetisi yang terjadi akan semakin sulit antara ion-ion Na dengan Sr karena jumlah ion Na semakin banyak.

Pengaruh larutan CaCl_2

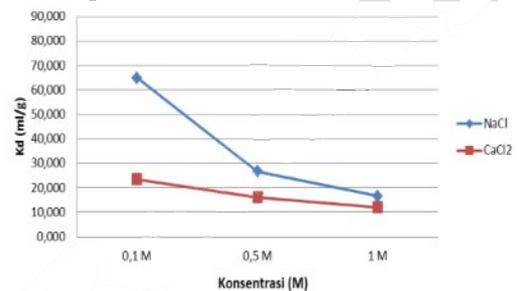
Paket-paket limbah pada sistem penyimpanan tanah dangkal disimpan dalam pengungkung dari beton dalam jangka waktu yang panjang. Interaksi beton dengan air tanah akan menyebabkan ion-ion Ca^{2+} dari semen akan terlindih ke air tanah. Adanya konsentrasi Ca^{2+} di air tanah diperkirakan akan mengganggu kestabilan sorpsi radionuklida didalam tanah. Percobaan ini adalah untuk mensimulasi adanya ion Ca^{2+} yang terlindih dari semen/beton pengungkung paket limbah ke larutan, terhadap sorpsi Stronsium oleh tanah calon lokasi disposal yaitu pada lokasi Karawang. Pengaruh CaCl_2 terhadap koefisien distribusi kedua jenis tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



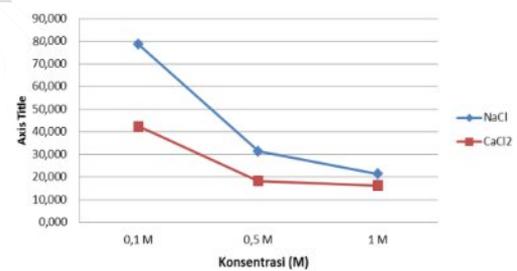
Gambar 3. Pengaruh CaCl_2 terhadap Koefisien distribusi

Ion Ca dan Sr sama-sama berada pada golongan II A pada daftar unsur susunan berkala yang memiliki sifat-sifat yang mirip.

Kemiripan sifat ini dikarenakan memiliki elektron valensi yang sama. Adanya kemiripan sifat ini akan menyebabkan kompetisi yang lebih efektif yaitu ion Ca lebih mudah melakukan pertukaran dengan ion Sr, sehingga dapat menurunkan nilai Koefisien distribusi Sr dalam sampel tanah. Kemiripan ukuran, muatan dan hidrasi antara ion Sr dengan ion Ca akan menentukan pengaruh sorpsi Sr oleh sampel tanah. Oleh karena itu untuk meningkatkan efisiensi sorpsi Sr dari larutan maka konsentrasi ion Ca dalam larutan perlu diminimalkan.



(a)



(b)

Gambar 4. Perbandingan Pengaruh NaCl dengan CaCl_2 Terhadap Koefisien Distribusi : (a) pada KRW T3, (b) pada KRW T5.

Gambar 4 menunjukkan bahwa sampel tanah lempung Karawang menunjukkan kecenderungan sorpsi yang mirip satu sama lain. Dapat dibuktikan dengan terjadinya penurunan nilai Koefisien distribusi, dan naiknya konsentrasi Na maupun Ca baik untuk sampel tanah KRW T3 maupun KRW T5. Jika dibandingkan dengan pengaruh Na dan Ca maka terlihat bahwa pengaruh Ca jauh lebih besar dalam menurunkan nilai Koefisien distribusi dibandingkan dengan pengaruh Na baik untuk sampel tanah KRW T3 maupun KRW T5. Hal ini dapat

diterangkan bahwa semakin lebarnya jari-jari ion membuat reduksi sorpsi Sr menjadi lebih efektif. Ukuran jari-jari ion Na^+ dan Ca^{2+} adalah 0.95 dan 0.99 Å, sehingga Ca^{2+} lebih mudah untuk bersaing dengan Sr^{2+} dibandingkan dengan Na^+ , sehingga hal ini mengakibatkan penurunan Koefisien distribusi Sr lebih besar dengan adanya ion Ca dibandingkan dengan ion Na pada sorpsi dengan tanah KRW T3 dan KRW T5.

Pada penelitian ini diketahui bahwa kandungan tanah lempung Karawang didominasi oleh mineral smectite, dengan Pengaruh waktu kontak terhadap Sorpsi Sr oleh tanah lempung Karawang mencapai kesetimbangan pada hari ke 5 dengan nilai Koefisien distribusi masing 589.362 mL g⁻¹ dan 377.108 mL g⁻¹ untuk T3 dan T5. Semakin besar konsentrasi NaCl dan CaCl₂ mengakibatkan nilai Koefisien distribusi menurun, penurunan nilai Koefisien distribusi karena pengaruh CaCl₂ lebih besar dibandingkan dengan pengaruh NaCl. Keberadaan kation pengganggu seperti ion Na maupun ion Ca pada suatu fasilitas disposal diharapkan dalam kuantitas yang minimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Putero, Santosa. 2011. Siklus Budaya Inovasi Berorientasi Llmah-Transparansi Kepercayaan Publik: Kunci Keberhasilan Pengelolaan Fasilitas Nuklir di Indonesia. Prosiding Seminar Teknologi Pengelolaan limbah V Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. Batan; Serpong.
- Prihastuti, Suci. 2015. Analisis Pengaruh Waktu Kontak, Konsentrasi dan Kekuatan Ion Pada Sorpsi Cesium-137 dengan Tanah Lempung Sebagai Hostrock Disposal Limbah Radioaktif (Studi Kasus: Tanah Lempung Formasi Karawang). FTUI; Depok.
- Rahmatiyah, Jumasing. 2011. Makalah AAS. Diakses pada tanggal 26 mei 2016 pukul 19:21 WIB. <https://www.academia.edu/3724508/Makalah_aas?auto=download>.
- Sucipta, Setiawan et al. Pemilihan Wilayah Potensial untuk Disposal Limbah Radioaktif di Pulau Jawa dan Sekitarnya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VIII. Batan; Serpong.