

PENYERAPAN C-14 OLEH BENTONIT ASAL DAERAH KANTO

Budi Setiawan

Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

PENYERAPAN C-14 OLEH BENTONIT ASAL DAERAH KANTO. C-14 (waktu paruh 5700 tahun) dihasilkan dari PLTN terutama dari reaksi aktivasi O-17 dan N-14. C-14 lepas ke atmosfer sebagai CO₂. Transpor C-14 dari fasilitas penyimpanan akhir limbah radioaktif aktivitas rendah-sedang ke atmosfer sebagian besar sebagai lepasan gas ($\pm 60\%$), lewat aliran air tanah sekitar 25% dan kurang dari 10% tetap tinggal sebagai residu. Karbon adalah salah satu unsur yang mudah terserap ke dalam rantai makanan, sehingga akan menimbulkan bahaya biologi dalam waktu lama. Bentonit adalah mineral yang potensial sebagai bahan urug di dalam sistem penghalang ganda (multibarrier system) karena sifat alaminya yang khas. Berdasarkan itu perlu dipelajari kemampuan serap C-14 oleh bentonit. Subjek utamanya adalah menentukan harga koefisien distribusi (Kd) C-14. Percobaan ini dilakukan secara batch. Bentonit yang digunakan berasal dari daerah Kanto, yang ukuran butirnya divariasikan. Butiran bentonit dicampur dengan air destilasi dengan perbandingan 10 g/l, dengan Na₂¹⁴CO₃ sebagai perunut. Waktu pencuplikan dilakukan secara berkala. Beningannya dicacah dengan Liquid Scintillation Counter. Dari percobaan ini didapat bahwa, variabel ukuran butir dan waktu kontak tidak memberikan efek apapun terhadap harga koefisien distribusi C-14, dan bentonit asal Kanto tidak mampu menyerap C-14.

ABSTRACT

ABSORPTION OF C-14 BY BENTONITE FROM KANTO AREA. Carbon-14 (half life 5700 y) is produced in NPP mainly by neutron activation reactions of O-17 and N-14. Carbon-14 is released to atmosphere as CO₂. The transport of C-14 from the low-medium level radioactive waste site is largely as gaseous might be 60%, 25% ground water transport and less than 10% remaining as residual material. Carbon is one of the elements which easy absorb into food-chain due to caused biological hazards on the long time. Bentonite is a potentially mineral as a backfill material in a construction of multibarrier system because of its specially natural properties. Because of this reason, it is necessary to study the absorption of C-14 by bentonite. The main subject is to obtain the distribution coefficient of C-14. This experiment was performed in a batch method. Used bentonite is from Kanto area and then crushed variations. Crushed bentonite were mixed with distillation water with ratio 10 g/l, and Na₂¹⁴CO₃ as tracer. Sampling collected periodically. Supernatant were detected using Liquid Scintillation Counter. From the experiment were carried out, the variable of particle size and contact time did not give any effect on the distribution coefficient value of C-14, and bentonite has not ability to absorb C-14.

PENDAHULUAN

Limbah radioaktif beraktivitas rendah-sedang umumnya disimpan di tempat penyimpanan akhir tanah dangkal yang secara ekonomis relatif murah. Limbah radioaktif yang beraktivitas rendah-sedang ini mengandung beberapa radionuklida hasil aktivasi dan hasil belah misalnya Co-60, Sr-90, I-129, Cs-135, Cs-137, C-14 dan Pu-239 yang harus diperhatikan dengan baik dalam rangka analisis keselamatan suatu repositori [1]. Karbon-14 dihasilkan dari reaksi aktivasi neutron sebagai berikut : O-17 (n, α) C-14, $\sigma_{th} = 0,24$ barn; N-14 (n, p) C-14, $\sigma_{th} = 1,8$ barn C-13 (n, γ) C-14, $\sigma_{th} = 0,0009$ barn.

Reaksi neutron terhadap O-17 dan N-14 memainkan peran yang penting karena oksigen adalah komponen penyusun air dan uranium oksida. Nitrogen disini adalah sebagai pengotor (impurity) dalam bahan bakar dan kelongsong [2,3]. Gruhlke J.M dkk melaporkan tentang perkiraan akumulasi C-14 dalam tahun 1985-2004 yang disumbangkan dari sumber-sumber siklus bahan bakar (2100 Ci) dan non-siklus bahan bakar seperti rumah sakit, universitas dan akademi (1650 Ci), industri/produksi radioisotop (2150 Ci). Transpor C-14 dari fasilitas penyimpanan akhir limbah radioaktif aktivitas rendah-sedang ke atmosfer

sebagian besar sebagai lepasan gas (60%), lewat air tanah (25%) dan kurang dari 10% akan tetap tinggal sebagai residu [4]. Karbon adalah suatu unsur yang mudah masuk ke dalam sistem rantai makanan, baik melalui air tanah maupun lewat udara sehingga menimbulkan akibat biologis (biological hazards) diwaktu yang panjang [5]. Bentonit adalah mineral yang sangat potensial sebagai bahan urug dalam suatu konstruksi sistem penghalang ganda (multibarrier system) karena sifat alaminya yang khas, yaitu sifat penukar ion dan pembengkakannya (swelling). Berdasarkan hal di atas perlu untuk dipelajari kemampuan serap C-14 oleh bentonit dengan subjek utamanya adalah menentukan harga koefisien distribusi (Kd) C-14 oleh bentonit asal daerah Kanto. Dalam percobaan ini dilakukan studi pengaruh ukuran butir dan waktu kontak antara C-14 yang berupa larutan $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ dengan butiran bentonit.

METODE DAN MATERIAL

Bentonit yang dipergunakan adalah bentonit yang berasal dari daerah Kanto yang ditambang oleh Kunimine Mining Co. dan dapat dibeli dipasaran. Secara kasar bentonit ini mengandung 90% Na- montmorillonite. Bentonit ini setelah dikeringkan di udara bebas, dihaluskan dengan pulviser dan diayak menjadi 3 fraksi partikel. Tiga fraksi partikel tersebut berukuran <32, 32>x48, <200 mesh. Perunut yang digunakan adalah $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ buatan Amer-sham. Juga digunakan peralatan gelas yang biasa terdapat di lab kimia. Pencacahan C-14 dilakukan dengan alat Liquid Scintillation Counter. Kondisi percobaan yang dipilih adalah: fase padat : bentonit; fase cair : air destilasi, perbandingan padat-cair : 10 g/l, perunut : $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ (aktivitas 10^5 Bq/ml), waktu kontak : 1 - 4 minggu, temperatur : 20°C.

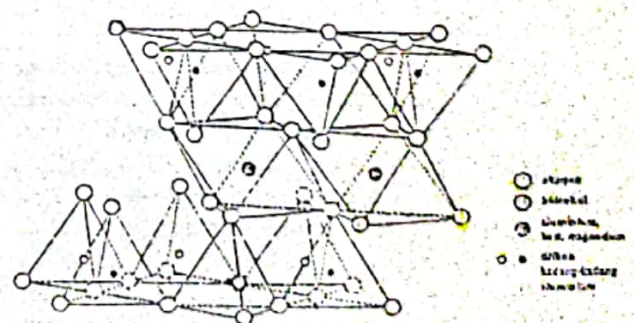
Percobaan dilakukan secara catu. Ketiga fraksi partikel bentonit dicampur dengan air destilasi dan dijenuhkan. Setelah jenuh, ke dalam campuran bentonit-air destilasi diberi perunut $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ dan dikocok. Pencuplikan dilakukan secara berkala. Setelah pemisahan padatan dan cairannya dengan cara pemusingan 3000 rpm dengan waktu 20 menit, beningannya dicacah dengan LSC. Agar pemisahan sempurna, digunakan filter 0,45 μm Millipore. Distribusi C-14 dalam fase padat dan cairnya dihitung dari banyaknya konsentrasi C-14 yang tertinggal dalam fase cair. Rumus yang digunakan :

$$Kd = \left(\frac{C_0}{C} - 1 \right) \frac{V}{W}$$

C_0 = aktivitas awal C-14; C : aktivitas akhir C-14; V : volume cairan; W : berat penyerap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari percobaan ini di mana ukuran butir dan waktu kontak yang berbeda adalah : $Kd = 0$ dan $\text{pH} = 8,7$. Hal ini diterangkan sebagai berikut. Bentonit adalah mineral dalam keluarga montmorillonite. Mineral-mineral montmorillonite mempunyai bentuk struktur 1 lembaran gipsit yang diapit oleh 2 lembaran silika. Lembaran gipsit terdiri dari kombinasi unit hidroksi aluminium membentuk lembaran oktahedral (sisi delapan) dan terdiri dari 6 gugus ion OH yang mengelilingi atom Al. Kombinasi unit silika yang membentuk lembaran silika tetrahedral, terdiri dari atom Si yang bermuatan positif dan bervalensi 4 dihubungkan dengan atom O yang bermuatan negatif dengan total valensi 8. Atom-atom O pada dasar tetrahedral akan dihubungkan dengan 2 atom Si lainnya. Ini berarti bahwa atom-atom O disebelah luar unit-unit tetrahedral mempunyai kelebihan valensi negatif sebesar 1. Bila lembaran silika tetrahedral ditumpuk di atas lembaran gipsit oktahedral, atom-atom O tersebut akan menggantikan posisi ion-ion OH pada oktahedral untuk memenuhi keseimbangan muatan, sehingga umumnya partikel mineral mempunyai muatan negatif pada permukaannya [6]. Gambar 1 adalah struktur dari montmorillonite.



Gambar 1. Struktur montmorillonite

Karbon selalu ada di semua air alam. Karbon dioksida yang lepas ke kandungan air tanah akan berubah menjadi karbonat atau bikarbonat yang dipengaruhi oleh pH tanah. Bentuk dominan dari C-14 sebagai media transport yang potensial adalah ion-ion karbonat dan bikarbonat [2,4,5], dengan demikian jelaslah kalau bentonit kurang suka terhadap ion-ion karbonat dan bikarbonat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Telah dipelajari fenomena penyerapan C-14 sebagai $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$ oleh bentonit asal Kanto, dan disimpulkan sebagai berikut :

1. Variasi ukuran butir dan waktu kontak tidak memberikan pengaruh pada penyerapan C-14.
2. Bentonit asal Kanto tidak mampu menyerap C-14, hal ini ditunjukkan oleh harga koefisien distribusinya yang minimal ($K_d=0$).

DAFTAR PUSTAKA

1. Hietanen, R. et.al, Sorption of Sr,Cs,Ni,I and C in concrete, Report YJT-84-04, Univ. of Helsinki (1984).
2. Hesböl, R. et.al,SKB Technical Report 90-02 (Jan.1990).
3. Bush, R. P., et.al, AERE-R 10543 (Revised) (Apr.1983).
4. Gruhlke, J.M. et.al, Estimates of The Quantities, Form, and Transport of C-14 in Low Level Radioactive Waste, US - EPA (Sept.1986).
5. Allard, B. et. al, Sorption studies of H^{14}CO_3 on some geologic media and concrete, Scientific Basis for Nuclear Waste Management vol. 3, Plenum Press, N.Y (1981).
6. Das Braja, M., Advance Soil Mechanic, McGraw-Hill Inc., N.Y (1985).

DISKUSI

Anonim :

Apa dasarnya anda menggunakan bentonit untuk penyerapan C-14?

Budi. S :

Bentonit merupakan bahan urug yang potensial pada sistem penyimpanan akhir limbah radioaktif, karena :

1. Sifat penukar ion yang baik
2. Sifat pembengkakannya yang baik

Zulfakhri :

C-14 yang dipakai dalam bentuk apa?. Sebab kita ketahui limbah C- 14 pada umumnya dalam bentuk C-14 organik.

Budi. S :

$\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$. Ada juga yang berasal siklus bahan bakar nuklir.

SARAN

1. Bentonit sebagai bahan urug perlu divariasi dengan bahan urug lainnya yang mampu menyerap C-14.
2. Perlu dilakukan penelitian harga koefisien distribusi C-14 untuk bahan urug lainnya guna melengkapi data yang diperlukan pada rancang-bangun tempat penyimpanan akhir limbah radioaktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mr. Hideo KAMIYAMA dari departemen Keselamatan Lingkungan-JAERI atas perkenannya untuk dapat memakai lab penyimpanan tanah dangkal, juga kepada Dr. Seiya NAGAO dari lab yang sama atas diskusi-diskusi dan bantuannya selama penulis melakukan percobaan ini.