

Studi Distribusi Radionuklida ^{134}Cs pada Sistem Perairan Tawar

Evi Setiawati¹, Idam Arif², Poppy Intan T.³

1. Laboratorium Fisika Atom dan Nuklir Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

2. Lab. Fisika Nuklir ITB

3. BATAN Bandung

Abstrak

Distribusi radionuklida ^{134}Cs pada sistem perairan tawar telah dipelajari dengan cara memantau akumulasi ^{134}Cs pada berbagai komponen lingkungan yaitu air, tanah, enceng gondok dan ikan lele dalam sistem perairan yang telah dikontaminasi ^{134}Cs dengan konsentrasi sebesar 11,565 Bq/ml. Pengamatan dilakukan lima hari sekali selama 65 hari dengan cara mengukur aktivitas ^{134}Cs dalam bagian tubuh ikan lele yang terbagi atas bagian daging dan non daging, enceng gondok yang terbagi atas bagian akar dan non akar serta yang terdapat pada tanah. Komponen lingkungan tersebut didestruksi dengan larutan HCl 5M dan kandungan radionuklidanya dideteksi dengan menggunakan spektrometer gamma. Dari hasil penelitian diketahui bahwa konsentrasi pada lele mengalami kejenuhan pada hari ke 55, sedangkan pada enceng gondok terjadi kejenuhan pada hari ke 15. Ikan yang telah mencapai kejenuhan mengakumulasi radionuklida ^{134}Cs kemudian dipelihara dalam air yang tidak dikontaminasi untuk menentukan laju pembuangannya. Faktor transfer ditentukan dengan membandingkan konsentrasi radionuklida ^{134}Cs dalam bagian daging setelah mencapai kejenuhan dengan konsentrasi radionuklida tersebut dalam air. Dari penelitian ini diperoleh besarnya faktor transfer pada daging lele (yang dikonsumsi) sebesar 18,6 ml/gr. Faktor transfer pada Enceng gondok sebesar 83,51 ml/gr pada bagian akar dan 108,53 ml/gr pada bagian non akarnya. Faktor transfer pada tanah sebesar 68,52 ml/gr. Distribusi radionuklida ^{134}Cs terbanyak pada tanah yaitu 85% hal ini karena massanya jauh lebih besar dari enceng gondok dan lele.

Kata kunci : Radionuklida ^{134}Cs , air, tanah, lele, enceng gondok, faktor transfer, akumulasi dan distribusi.

Pendahuluan

Pembangunan fasilitas nuklir harus direncanakan secara matang, karena hasil samping dari operasi suatu reaktor nuklir sebagian besar adalah berupa zat radioaktif. Salah satu radionuklida hasil reaksi yang biasanya terlepas ke lingkungan pada saat terjadi ketidaknormalan reaktor nuklir yaitu ^{134}Cs .

Perairan beserta biota di dalamnya merupakan suatu sistem lingkungan yang mempunyai potensi untuk terpapar radiasi yang dilepaskan oleh reaktor nuklir sehingga pemantauan radioaktivitas lingkungan dapat dilakukan pada biota perairan.

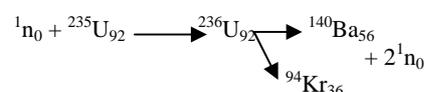
Pada penelitian ini akan dibuat suatu sistem perairan tawar buatan yang

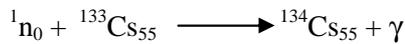
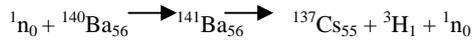
dikontaminasi dengan ^{134}Cs sedangkan komponennya terdiri dari ikan lele, enceng gondok dan tanah. Selanjutnya akan ditentukan distribusi radionuklida ^{134}Cs ke masing-masing komponen penyusun perairan tawar buatan tersebut.

Tinjauan Pustaka

Reaktor nuklir adalah suatu sistem tempat terjadinya reaksi inti yang berupa reaksi fisi berantai yang terkendali. [14].

Reaksi yang terjadi sampai terbentuknya ^{134}Cs :





Cesium yang berasal dari hasil fisi akan masuk ke komponen lingkungan, sehingga akan terakumulasi di dalam komponen lingkungan tersebut.[12]

Sifat kimia cesium mirip K dan Rb. Di dalam tubuh makhluk hidup cesium dimetabolismekan seperti unsur-unsur tersebut.

Radionuklida ¹³⁴Cs di Lingkungan

1. Cesium dalam Tanah

Apabila ada pencemaran cesium dalam tanah, maka cesium tersebut akan terikat oleh tanah tersebut. Cesium lebih banyak terikat pada tanah jenis lempung karena tanah jenis ini banyak mengandung mineral tanah, antara lain mika dan leusit yang tersusun dari kalium.

2. Cesium dalam Tanaman

Cesium yang berada di tanah akan terserap oleh tanaman. Pada proses osmosis, cesium masuk melalui kutikula tanaman kemudian cesium terserap oleh membran plasma dan masuk ke dalam sitoplasma tumbuhan. Pada inti sel, cesium mengalami metabolisme seperti kalium yang berperan sebagai bio-katalisator pada proses fotosintesis. Cesium pada tanaman banyak terakumulasi pada daun.

3. Cesium dalam Tubuh Hewan

Cesium terakumulasi di dalam tubuh hewan baik secara langsung maupun tidak langsung. Cesium akan terakumulasi pada bagian daging hewan dalam jumlah lebih besar dibandingkan dengan jumlah di bagian non daging.

4. Cesium dalam Tubuh Manusia

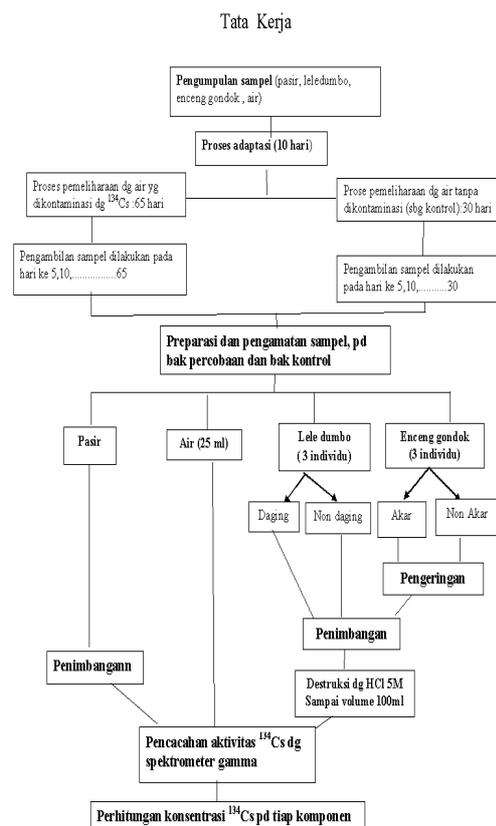
Cesium terakumulasi pada jaringan otot dan jaringan hati. Pada jaringan otot akan menimbulkan penyakit *miastonia gravis* yang mengakibatkan kelumpuhan, dan pada jaringan hati menyebabkan *leukimia*.

Faktor Transfer

Biota memiliki kemampuan mengakumulasi unsur-unsur kimia tertentu sehingga konsentrasi dalam biota jauh di atas konsentrasi media yang merupakan jalur masuknya unsur kimia tersebut.

Faktor transfer pada dasarnya adalah perbandingan konsentrasi aktivitas radionuklida pada jaringan suatu komponen lingkungan dengan konsentrasinya dalam medium setelah dicapainya kejenuhan konsentrasi pada jaringan tersebut. Faktor transfer biasanya dihitung untuk bagian yang dapat dikonsumsi atau dimakan, seperti daging pada hewan atau daun, umbi dan buah pada tanaman [11]

Metode Penelitian



Gambar 1: Langkah kerja

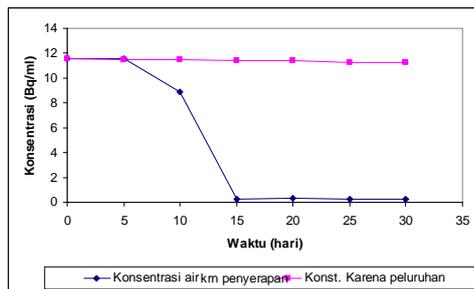
Hasil Dan Pembahasan

1. Analisis Sampel Air

Radionuklida ¹³⁴Cs mengalami peluruhan secara spontan untuk menuju ke keadaan stabil. Faktor yang mempengaruhi peluruhan suatu radionuklida adalah waktu paruh dan radiasi yang dipancarkan.

Penurunan konsentrasi ¹³⁴Cs di air sistem perairan tawar dapat dilihat pada gambar 2. Penurunan konsentrasi itu disebabkan oleh terserapnya cesium oleh komponen penyusun perairan tawar yang dibuat, karena penurunan yang disebabkan oleh peluruhan tidak terlalu besar.

Penurunan konsentrasi yang terjadi yaitu 11,55 Bq/ml pada awal penelitian menjadi 0,21 Bq/ml pada akhir penelitian.



Gambar 2:Konsentrasi ¹³⁴Cs di air Sebagai fungsi waktu pengamatan

2. Perhitungan Faktor Transfer

Setiap komponen pada sistem perairan tawar mempunyai kemampuan menyerap dan mengakumulasi ¹³⁴Cs yang berbeda-beda, seperti yang disajikan pada tabel 1.

Dari tabel 1 dapat disimpulkan bahwa penelitian ini mendekati teori yang mendasari, karena menurut sifatnya cesium akan terakumulasi di daging pada hewan dan di daun atau batang pada tumbuhan yang ditunjukkan dengan faktor transfer yang lebih besar jika dibandingkan dengan bagian lain pada tubuh hewan atau bagian akar pada tumbuhan.

Berdasarkan nilai faktor transfer di atas, dapat juga disimpulkan

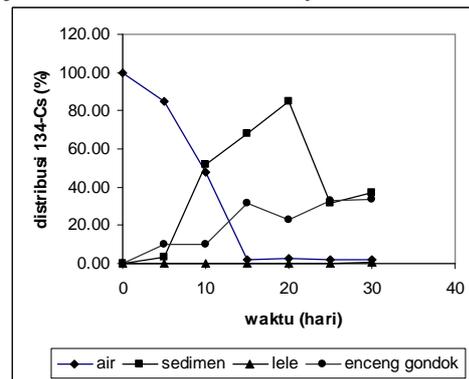
bahwa enceng gondok bisa dijadikan akumulator ¹³⁴Cs, karena selain tidak dikonsumsi, tanaman ini sangat mudah dalam penanganan dan pemeliharannya.

Tabel 1 : Faktor Transfer ¹³⁴Cs Penyusun Perairan tawar

| No | Jenis Penyusun Perairan | Faktor Transfer (ml/gr) | | Terjadi pada Hari ke |
|----|--|-------------------------|--------|----------------------|
| 1. | Lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) | Daging | 18,6 | 55 |
| | | Non daging | 13,0 | 55 |
| 2. | Enceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>) | Akar | 83,51 | 15 |
| | | Non Akar | 108,53 | 15 |
| 3. | Tanah (pasir) | 68,52 | | 15 |

3. Distribusi ¹³⁴Cs Pada Komponen Penyusun Perairan Tawar

Secara keseluruhan distribusi radionuklida ¹³⁴Cs pada sistem perairan tawar yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3. Prosentase radionuklida ¹³⁴Cs pada komponen lingkungan dihitung dengan cara membandingkan aktivitas pada masing-masing komponen dengan jumlah aktivitas seluruhnya.



Gambar 3: Distribusi ¹³⁴Cs Pada Komponen perairan tawar

Dari gambar 3 terlihat bahwa distribusi radionuklida ¹³⁴Cs terbesar ada pada pasir, hal ini karena massa pasir yang jauh lebih besar (70 kg) dibandingkan dengan massa komponen yang

lain (lele 4 kg, enceng gondok 3 kg). Tetapi kemampuan terbesar dalam mengikat radionuklida ^{134}Cs adalah enceng gondok, jadi apabila dengan massa yang sama enceng gondok bias mengikat lebih banyak ^{134}Cs dibandingkan dengan lele dan pasir.

Kesimpulan

Setelah menyelesaikan penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Ikan lele mengakumulasi ^{134}Cs dalam dagingnya
2. Enceng gondok mengakumulasi ^{134}Cs pada akarnya, dengan nilai faktor transfer yang sangat besar yaitu 108,53 ml/g maka enceng gondok bisa dijadikan sebagai pengikat radionuklida ^{134}Cs apabila di perairan terdapat limbah radionuklida tersebut.
3. Pasir mengikat ^{134}Cs karena di dalam pasir mengandung mineral tanah yang mengandung unsur kalium.
4. Distribusi radionuklida ^{134}Cs di perairan tawar terbesar pada tanah (pasir) mencapai 85%, hal ini karena massa pasir yang jauh lebih besar dibandingkan dengan komponen yang lain.

Saran

Beberapa saran yang dapat dikemukakan yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian serupa dengan radionuklida yang lain seperti ^{90}Sr atau ^{60}Co .
2. Untuk memperoleh informasi yang lengkap tentang faktor transfer ikan air tawar yang hidup di daerah tropis masih perlu dilakukan penelitian serupa dengan jenis ikan lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian serupa dengan tanaman air yang lain seperti kayambang.

Daftar Pustaka

- [1] Alfian, M., *Kajian Awal Penyerapan ^{134}Cs Oleh Rumput Untuk Indikator Biologis Radioaktivitas Lingkungan Di Sekitar P3TKN BATAN Bandung*, Tesis Magister Teknik Lingkungan ITB, Bandung, 2001
- [2] Amirudin, A., *Kimia Intiradioaktif Dan penggunaan Radioisotop*, Yayasan Karyawan Kimia ITB Bandung, 1965
- [3] Crouthambel, *Applied Gamma Ray Spectrometri*, Pergamon Press, New York, 1975
- [4] Food and Agriculture Organization "On The Utilization Of Aquatic Plants", FIRI/T 187, FAO, Rome, 1979
- [5] Fujimoto, K., *General Protocol for Transfer Measurmen Prepared at the IAEA Research Coordination Meeting on Transfer of Radionuclides from Air, Soil and Freshwater to The Foodchain of Man in Tropical and Sub-Tropical Environment*, Jakarta, November, 1993
- [6] Harbison, S., *An Introduction to Radiation Protection*, John Willey & Sons, New York, second edition, 1979
- [7] Hayati, N., *Kemampuan Enceng Gondok dan Kayambang Dalam Mengubah Sifat Fisiko Kimia Limbah Cair Pabrik Urea Dan Asam Formiat*, Tesis Magister Jurusan Biologi ITB, Bandung, 1992
- [8] Hiswara, E., Tjahaya, P dan Wahyudi, *Akumulasi dan Pembuangan Radionuklida ^{137}Cs oleh Ikan Mas*, Prosiding Presentasi Ilmiah Keselamatan Radiasi dan Lingkungan, PSPKR BATAN, Jakarta, 1996
- [9] Hogerton, F., *Atomic Energy Desk Book*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1963

- [10] IAEA, *Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments*, Technical Report Series No 364, IAEA, Vienna, 1994
- [11] IAEA, *Measurement Of Radionuclide In Food And The Environment*, Technical Report Series No 245, IAEA, Vienna, 1994
- [12] Jayaraman, AP, and Prabhakar,S, *The Water Hyacinth Uptake Of ^{137}Cs and ^{90}Sr and its Potential as an Approach to the Zero-Release Concept In Environment Migration of Long Lived Radionuclides*, IAEA, Vienna, 1970
- [13] Muharini, A, *Model Dinamik Untuk Penyerapan ^{134}Cs Dalam Tanah Oleh Tanaman Paksoi*, Tesis Magister Teknik Lingkungan ITB, Bandung, 1998
- [14] Peterson,S, *Chemistry in Nuclear Technology*, Addison Wesley Publishing Company, London, 1963
- [15] Salisbury,L, *Fisiologi Tumbuhan*, ITB, Bandung, 1992
- [16] Soetomo,H.A.M, *Teknik Budidaya Ikan Lele Dumbo*, Cetakan I, Sinar Baru Bandung,1987
- [17] Srivastava,A, *Accumulation And Discharge Behavior Of ^{137}Cs By Zebra Fish in Different Aquatic Environment*, Journal Of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles vol 138 No 1, 1990
- [18] Susetyo, W, *Spektrometri Gamma*, Gajah Mada Press, Yogyakarta, 1988
- [19] Tjahaya, P.I, *Akumulasi dan Eliminasi ^{137}Cs dan ^{60}Co Pada Ikan Mujaer*, Prosiding Presentasi ilmiah Keselamatan Radiasi dan Lingkungan V, Jakarta 1997
- [20] Yatim,S., *Enceng Gondok Sebagai Kolektor Uranium*, Disertasi Jurusan Kimia ITB, Bandung, 1991

