

## PENYERAPAN COBALT-60 DARI AIR OLEH TANAMAN KIAPU (*Pistia stratiotes L.*)

Lailatul Nuzzulul Safitri<sup>1</sup>, Poppy Intan Tjahaja<sup>2</sup>, Ida Bagus Made Suryatika<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

<sup>2</sup> Pusat Teknologi Bahan dan Radiometri (PTNBR), BATAN Bandung

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian penyerapan radionuklida Cobalt-60 oleh tanaman kiapu (*Pistia stratiotes L.*) yang banyak ditemukan pada perairan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai faktor transfer tanaman kiapu terhadap Cobalt-60 di air. Penelitian dilakukan dengan menumbuhkan tanaman kiapu pada media air dalam pot paralon dengan ukuran tinggi 35 cm dan diameter 11,5 cm yang mengandung Cobalt-60. Banyaknya Cobalt-60 yang diserap dan diakumulasi oleh bagian tanaman, yaitu akar dan daun, diamati dengan cara mengukur aktivitas Cobalt-60 dalam bagian tanaman menggunakan spektrometer gamma. Nilai faktor transfer ditentukan dengan cara membandingkan konsentrasi Cobalt-60 yang diakumulasi tanaman terhadap konsentrasinya dalam media air. Dari penelitian ini diperoleh nilai faktor transfer tertinggi sekitar 8000 ml/gr pada akar kiapu. Besarnya nilai faktor transfer yang lebih dari 1 ml/gr mengindikasikan bahwa kiapu merupakan tanaman yang mempunyai kemampuan mengakumulasi radionuklida Cobalt-60.

Kata kunci : penyerapan, Cobalt-60, kiapu, faktor transfer

### Abstract

Has conducted research Cobalt-60 radionuclide uptake by plants kiapu (*Pistia stratiotes L.*) found in many waters. The purpose of the study was to determine the value of the transfer factor on plant kiapu to Cobalt-60 in water. The study was conducted by growing plants on media kiapu gutter water in pots with the height 35 cm and diameter 11,5 cm containing Cobalt-60. The amount of Cobalt - 60 is absorbed and accumulated by the plant parts, i.e. roots and leaves, was observed by measuring the activity of Cobalt - 60 in the parts of the plant using a gamma spectrometer. Value of the transfer factor is determined by comparing the concentration of Cobalt-60 plants accumulated against its concentration in water. From this research, the highest transfer factor values obtained approximately 8000 ml/g in the roots. The value of the transfer factor of more than 1 ml/gr indicates that kiapu is a plant that has the ability to accumulate radionuclides Cobalt-60.

Keywords : absorption, Cobalt-60, kiapu, transfer factor

### 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya era industrialisasi yang sangat cepat selama beberapa abad ke belakang hingga saat ini telah mengakibatkan peningkatan keluaran bahan-bahan Kimia berbahaya ke dalam lingkungan secara dramatis (Gerdhart, 2008).

Pencemaran air dan tanah merupakan hal penting yang harus diatasi akibat semakin meningkatnya era industrialisasi tersebut. Berbagai jenis kontaminan telah mencemari lingkungan, baik organik maupun anorganik. Kontaminan berupa logam, metaloid, maupun zat radioaktif merupakan

contoh bahan-bahan berbahaya yang telah terlepas ke lingkungan selama beberapa dekade ini.

Cobalt-60 digunakan dalam berbagai aplikasi industri umum, seperti alat pengukur ketebalan dan radioterapi di rumah sakit. Dalam penggunaannya, Cobalt-60 dapat masuk ke lingkungan melalui kebocoran atau tumpahan di pembangkit listrik tenaga nuklir dan limbah udara maupun cairan dari industri. Pembuangan limbah zat radioaktif di lingkungan dapat mengganggu ekosistem makhluk hidup disekitarnya.

Salah satu teknik penanggulangan pencemaran lingkungan adalah dengan fiteromediiasi. Proses akumulasi logam berat oleh tanaman (fitoremediasi) dapat berlangsung melalui penyerapan logam oleh akar tanaman (*rhizofiltration*). Tanaman kiapu (*Pistia stratiotes L.*) adalah salah satu tanaman yang biasa digunakan pada teknik fitoremediasi (Zimmels, 2006).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai faktor transfer tanaman kiapu terhadap Cobalt-60 di air, untuk mengetahui kemampuan tanaman kiapu dalam menyerap Cobalt-60, dan untuk mengetahui mekanisme kerja tanaman kiapu menyerap Cobalt-60 dari air tempat hidupnya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Fisika Radiasi**

Radiasi dapat diartikan sebagai energi yang dipancarkan dalam bentuk partikel. Isotop merupakan atom yang mempunyai nomor atom yang sama tetapi memiliki nomor massa yang berbeda. Jika isotop dapat memancarkan radiasi maka disebut radioisotop. Radioisotop seringkali disebut juga sebagai radionuklida.

Isotop yang mempunyai nomor atom sama dengan nomor massa berbeda seperti Cobalt-60

akan melepaskan sejumlah radiasi sinar gamma. Sinar gamma termasuk gelombang elektromagnetik yang diperoleh dari peluruhan zat radioaktif yang dipancarkan dari atom dengan kecepatan tinggi karena adanya kelebihan energi. Radioaktivitasnya tidak terpengaruh oleh suhu, kelembapan, dan tekanan, tetapi dipengaruhi oleh inti isotopnya (Soeminto, 1985).

Cobalt-60 merupakan radionuklida yang memiliki waktu paruh cukup panjang sebesar 5,2710 tahun. Keuntungan Cobalt-60 diantaranya karena memiliki aktivitas yang cukup tinggi ( $>200$  Ci/g), paparannya besar dan kontinu dengan dua puncak energi yaitu 1,17 MeV dan 1,33 MeV. Cobalt-60 digunakan secara medis untuk pendeteksi penyakit kanker.

### **2.2 Cobalt-60 di Lingkungan**

Pada pengoperasian instalasi nuklir, kemungkinan terjadinya pelepasan zat radioaktif seperti Cobalt-60 ke lingkungan dapat melalui air melewati saluran-saluran pembuangan yang akhirnya dapat mengendap. Radionuklida yang tercemar di lingkungan dapat berasal dari alam maupun buatan. Keberadaan radionuklida ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur pernapasan, kontaminasi pada permukaan kulit, dan melalui rantai makanan. Radionuklida yang terakumulasi pada organ tubuh tertentu dapat menyebabkan gangguan pada jaringan tubuh. (Rina, 2002)

### **2.3 Fiteromediiasi**

Penggunaan logam berat dan senyawa anorganik secara intensif di dalam industri telah menimbulkan kontaminasi di tanah dan air. Metode fitoremediasi ini mengandalkan pada peranan tumbuhan untuk menyerap bahan pencemar, baik itu logam berat maupun senyawa anorganik. Fitoremediasi adalah teknologi proses dengan

menggunakan vegetasi (tanaman) untuk menghilangkan dan memperbaiki kondisi tanah, *sludge*, kolam, sungai dari kontaminan (Melethia dkk, 1996). Metode fitoremediasi sangat berkembang pesat karena metode ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya relatif lebih murah dan ramah lingkungan.

Menurut US EPA (1999), metode fitoremediasi yang sudah diuji salah satunya adalah *rhizofiltration*. *Rhizofiltration* juga merupakan proses penyerapan kontaminan ke dalam akar tanaman dalam bentuk larutan yang berada dalam zona akar. Tanaman-tanaman yang digunakan untuk proses ini ditumbuhkan di permukaan air dalam penelitian ini adalah tanaman kiapu (*Pistia stratiotes L.*)

#### 2.4 Faktor Transfer

Faktor transfer pada dasarnya adalah nisbah konsentrasi aktivitas radionuklida pada jaringan tanaman ( $C_2$ ) dengan konsentrasinya dalam media air ( $C_1$ ). Faktor transfer biasanya dihitung untuk bagian yang dapat dimakan seperti daging pada hewan atau daun, buah dan umbi pada tanaman (Fujimoto, 1993).

Menurut para peneliti dari perusahaan *Edenspace*, salah satu perusahaan pembersih lingkungan yang mengembangkan metode fitoremediasi, faktor transfer lebih besar dari 1 ( $Ft > 1$ ) merupakan batas ambang terendah suatu tanaman yang disebut pengakumulator logam. Pada faktor transfer lebih besar dari 1, jumlah logam yang terkonsentrasi di dalam tanaman lebih besar daripada yang terkonsentrasi di media tanam, sehingga material tanaman yang harus dibuang lebih sedikit jika dibandingkan dengan jumlah media tanam yang harus dipindahkan untuk berat kontaminan yang sama. (Haryanto, 2004)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di *Green House* dan Laboratorium Fisika Radiasi dan Lingkungan (FRL) Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri (PTNBR-BATAN) Bandung.

Sampel tanaman kiapu diperoleh dari kolam Cileunyi dengan penggunaan tanaman sebanyak 120 individu. Sampel dibersihkan dan ditumbuhkan didalam bak berisikan air di *Green House* PTNBR-BATAN.

Seluruh sampel penelitian diadaptasikan dalam satu bak, adaptasi dilakukan selama 2 minggu. Masa adaptasi ini dimaksudkan untuk melihat apakah seluruh sampel tanaman dapat hidup dengan baik dengan kondisi di dalam *Green House*.

Setelah proses adaptasi selesai, dibuat suatu model perairan tawar dalam setiap pot paralon dengan ukuran tingginya adalah 35 cm dan diameternya adalah 11,5 cm yang terkontaminasi oleh radionuklida Cobalt-60. Pot paralon yang terkontaminasi digunakan sebanyak 90 buah dan untuk kontrol yaitu pot paralon yang tidak terkontaminasi oleh radionuklida Cobalt-60 ada sebanyak 30 buah. Dalam setiap pot paralon, dimasukkan air keran dengan volume 2300 ml.

Kemudian dimasukkan larutan radionuklida Cobalt-60 dalam air tersebut untuk perlakuan I sebanyak 1,6 ml, perlakuan II sebanyak 2,1 ml, dan perlakuan III sebanyak 6,4 ml, sehingga menghasilkan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu perlakuan I sekitar 0,75 Bq/ml, perlakuan II sekitar 1 Bq/ml, dan perlakuan III sekitar 3 Bq/ml. Sedangkan 30 buah pot paralon lainnya tidak diberi radionuklida sebagai kontrol.

Pengambilan sampel air dan sampel kiapu dilakukan 10 kali sampling. Pengambilan sampel air pada setiap sampel adalah 100 ml dan

menggunakan sampel kiapu sebanyak 3 individu setiap kali sampling.

Preparasi sampel dilakuka dengan tanaman yang diambil dari pot paralon, kemudian tanaman diukur diameter daun, panjang akar dan dihitung jumlah daunnya. Sampel masing-masing dipotong kecil-kecil dan ditempatkan dalam aluminium foil. Sampel ditimbang berat basah serta berat keringnya. Perlakuan serupa juga dilakukan pada sampel dalam pot paralon lainnya.

Sampel yang sudah kering pada aluminium foil dibungkus menjadi kecil kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk dicacah melalui detektor HPGe pada spektrometer gamma. Pencacahan menggunakan spektrometer gamma dapat dilihat pada layar MCA selama 10 menit. Sebelum pencacahan pada sampel tanaman ataupun sampel air, dilakukan terlebih dahulu pencacahan terhadap *background* dan larutan standar ataupun tanah standar masing-masing selama 10 menit. Dari pencacahan tersebut, kemudian diambil data.

Pada pengambilan data, digunakan nilai faktor transfer ( $F_t$ ). Faktor transfer dihitung dengan Persamaan 3.1 (Tjahaja, 2012).

$$F_t = \frac{C_2}{C_1} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$F_t$  = Faktor transfer (ml/gr).

$C_1$  = Konsentrasi di air (Bq/ml).

$C_2$  = Konsentrasi di jaringan tanaman (Bq/gr).

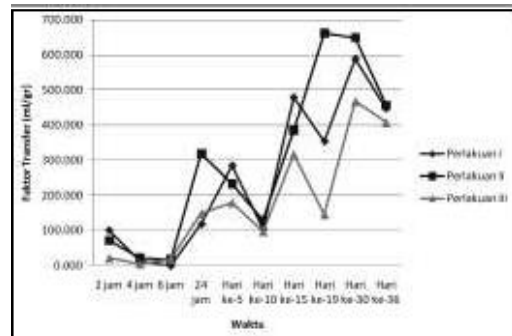
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil perhitungan ada tiga perlakuan, yaitu perlakuan I (0,75 Bq), perlakuan II (1 Bq), dan perlakuan III (3 Bq). Pada penelitian ini, nilai faktor transfer dibagi menjadi dua bagian, yaitu nilai faktor transfer pada daun kiapu dan nilai faktor transfer pada akar kiapu. Untuk nilai faktor

transfer pada daun kiapu dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Faktor transfer pada daun kiapu

Waktu	Faktor Transfer (ml/gr)		
	Perlakuan I	Perlakuan II	Perlakuan III
2 jam	100,536	70,970	20,510
4 jam	12,873	21,343	4,119
6 jam	0,000	15,888	17,682
24 jam	118,106	317,512	147,746
Hari ke-5	284,487	231,884	178,409
Hari ke-10	104,111	127,514	96,534
Hari ke-15	478,912	384,403	316,113
Hari ke-19	353,918	661,307	145,201
Hari ke-30	587,812	648,111	468,222
Hari ke-36	447,519	455,994	407,622

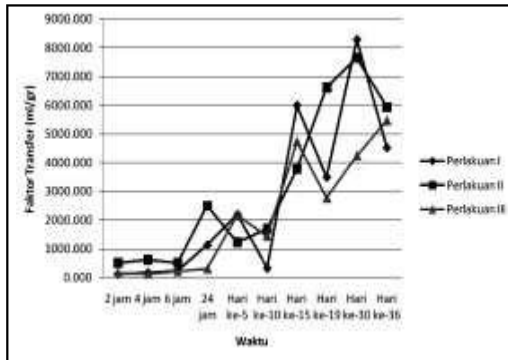


**Gambar 4.1** Grafik faktor transfer pada daun kiapu

Grafik pada Gambar 4.1 menjelaskan bahwa nilai faktor transfer mulai meningkat saat waktu 24 jam sampai seterusnya dengan nilai lebih dari 100 ml/gr. Hal ini dikarenakan proses penyerapan yang besar terjadi saat mulai waktu 24 jam. Sedangkan, nilai faktor transfer pada akar kiapu untuk semua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Faktor transfer pada akar kiapu

Waktu	Faktor Transfer (ml/gr)		
	Perlakuan I	Perlakuan II	Perlakuan III
2 jam	128,683	521,505	165,912
4 jam	180,333	638,330	138,418
6 jam	246,785	515,137	219,226
24 jam	1142,876	2509,173	309,198
Hari ke-5	2195,579	1235,994	2183,908
Hari ke-10	328,017	1707,577	1446,264
Hari ke-15	6000,891	3802,208	4738,120
Hari ke-19	3497,452	6619,641	2775,912
Hari ke-30	8285,143	7663,099	4247,889
Hari ke-36	4525,158	5944,890	5477,061



**Gambar 4.2** Grafik faktor transfer dari air ke akar kiapu

Pada grafik faktor transfer untuk akar kiapu dapat dilihat bahwa mulai terjadi peningkatan dari waktu 24 jam sampai seterusnya. Nilai faktor transfer tertinggi pada Gambar 4.2 yaitu sebesar 8000 ml/gr. Hal itu merupakan nilai faktor transfer lebih dari 1 ml/gr ( $F_t > 1$ ) yang artinya bahwa tanaman kiapu dapat dijadikan sebagai tumbuhan bioakumulator.

Dalam *International Atomic Energy Agency* (IAEA), tanaman yang digunakan sebagai fiteromediasi memiliki batas faktor transfer lebih dari 1 ml/gr. Karena fiteromediasi dalam penelitian ini menggunakan mekanisme kerja *rhizofiltration*, maka digunakan akar sebagai dasar utama untuk penyerapan sebelum pada akhirnya Cobalt-60 menuju ke daun. Akar tanaman kiapu menjadi hal yang utama dalam proses kerja *rhizofiltration*, sehingga terjadilah jumlah penyerapan konsentrasi yang cukup berbeda pada daun dan akar tanaman kiapu.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data, maka dapat dibuat kesimpulan, yaitu:

1. Pada faktor transfer akar kiapu, didapatkan nilai faktor transfer tertinggi sekitar 8000 ml/gr yang merupakan nilai faktor transfer lebih dari 1 ml/gr ( $F_t > 1$ ), sehingga tanaman ini dapat dijadikan sebagai tumbuhan bioakumulator.
2. Pengaruh konsentrasi Cobalt-60 terhadap faktor transfer yaitu mampu mengakumulasi radionuklida Cobalt-60 dari tanaman.
3. Mekanisme kerja peningkatan konsentrasi terjadi dikarenakan pada tanaman kiapu terus mengalami proses penyerapan radionuklida dari air ke akar yang disebut dengan *rhizofiltration*

### 5.2 Saran

Untuk mengetahui kemampuan penyerapan yang paling baik, maka perlu melakukan penelitian dengan rentang waktu yang lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. Irfan. 2012. *Penyisihan <sup>134</sup>Cs pada Perairan Tercemar Menggunakan Tanaman Kiapu (*Pistia stratiotes* L.) Secara Rhizofiltrasi*. Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Bey, Yusnida dan Wulandari, Sri. 2007. *Dampak Pemberian Pakan Pellet Ikan Terhadap Pertumbuhan Kiapu (*Pistia stratiotes* L.)*. Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Riau. Pekanbaru
- Dushenkov, Viatcheslav. 1995. *Rhizofiltration: The Use of Plants To Remove Metals from Aqueous Streams*. AgBiotech Center and Departement of Environmental Sciences, Rutgers University. New Jersey
- Fonkou, Theophile. 2002. *Potentials of Water Lettuce (*Pistia stratiotes*) in Domestic Sewage Treatment with Macrophytic Lagoon Systems in Cameroon*. Dept of Plant, Faculty of Science, University of Yaounde. Cameroon.
- Gerdhardt, Karen E., Huang, Xiao-Dong., Glick, Bernard R., Greenberg, Bruce M. 2008. *Phytoremediation of Organic Soil Contaminants: Potential and Challenges*. Journal of Phytoremediation. Department of Biology University of Waterloo. Elsevier Science Limited. Canada.
- Ineel & Helmer, R. G. 2006. *Table de Radionucleides, LNE - LNHB/CEA*. Bureu International Des Poids Et Mesures. France
- Junk, Wolfgang J. 1997. *The Central Amazon Floodplain Ecology of a Pulsing System*. Ecological Studies 126. Springer. Germany.
- Krane, K. 1992. *Fisika Modern*. Penerjemah Hans J. Wospakrik dan Sofia Niksolihin. UI-Press. Jakarta
- Melithia, C. L.A. Jhonson, dan W. Amber. 1996. *Ground Water Polution. In situ Biodegradation*. [http://www.cce.vt.edu/program\\_areas/enviromentalteach/gwprimer/group1/ind/ex/html](http://www.cce.vt.edu/program_areas/enviromentalteach/gwprimer/group1/ind/ex/html)
- Rina, M. 2002. *Identifikasi Radionuklida di Tanah dalam Kawasan Puspitek dan Sekitarnya*. Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset BATAN. Bandung
- Safarrida, Anna. 2007. *Rhizofiltrasi Kromium dan Keragaman Komunitas Rhizobakteri pada Tanaman Air*. Tesis Program Studi Bioteknologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Setyaningrum, Herlina. 2006. *Validasi Model Terhadap Transfer Radionuklida Cesium dari Tanah ke Tanaman Kangkung (*Ipomoea Reptans*)*. Skripsi. Universitas Udayana. Jimbaran
- Tewari, Anamika. 2008. *Amelioration of municipal sludge by *Pistia stratiotes* L.: Role of antioxidant enzymes in detoxification of metals*. Journal of Bioresource Technology. India
- Tjahaja, Poppy. 2012. *Parameter Perpindahan Radionuklida di Lingkungan dan Prospek Aplikasinya dalam Solusi Masalah Pencemaran Lingkungan*. PTNBR-BATAN. Bandung
- Wahyudi, Priyo. 2005. *Pengaruh Pemaparan Sinar Gamma Isotop Cobalt-60 Dosis 0,25-1 kGy terhadap Daya Antagonistik *Trichoderma Harzianum* pada *Fusarium Oxysporum**. Teknologi Bioindustri. Jakarta
- Zimmels, Y. 2006. *Application of *Eichhornia Crassipes* and *Pistia stratiotes* for Treatment of Urban Sewage in Israel*. Journal of Environment Management. Israel.