

PENYERAPAN ^{134}Cs PADA TANAMAN PADI (*Oryza sativa*, L.)

Zulfakhri

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN, Jl. Tamansari No. 71 Bandung

ABSTRAK

PENYERAPAN ^{134}Cs PADA TANAMAN PADI (*Oryza sativa*, L.). Penyerapan ^{134}Cs oleh tanaman padi dari tanah telah dipelajari untuk mengetahui akumulasi ^{134}Cs pada tanaman padi dan faktor transfernya. Data yang diperoleh diharapkan dapat digunakan dalam penelitian dosis radiasi interna yang diterima manusia karena beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Padi ditanam selama lebih kurang 109 hari pada media tanah yang telah dikontaminasi dengan ^{134}Cs sebesar 1,3859 MBq. Pengamatan terhadap penyerapan ^{134}Cs dilakukan setelah panen dengan cara mengambil sampel tanaman dan tanah. Sampel tanaman terdiri dari biji (beras, sekam), malai, daun, batang dan akar dikeringkan kemudian dicacah dengan spektrometer sinar gamma, demikian pula halnya dengan sampel tanah. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa ^{134}Cs diakumulasi dalam biji, malai, daun, batang dan akar tanaman padi. Besarnya akumulasi ^{134}Cs dinyatakan sebagai faktor transfer ^{134}Cs dari tanah ke padi, dan dari penelitian ini diperoleh nilai nilai faktor transfer ke beras sebesar $0,03274 \pm 0,00104$; $0,03862 \pm 0,00131$ dan $0,03922 \pm 0,00103$.

Kata kunci : ^{134}Cs , transfer, faktor transfer, padi

ABSTRACT

^{134}Cs UPTAKE BY RICE PLANT (*Oryza sativa*, L.). ^{134}Cs uptake by the rice plant had been examined to study accumulation of ^{134}Cs on the rice plant. The data obtained from this study can be used for internal radiation dose estimation on human body because rice is primary food of Indonesian society. The plant were grown on soil contaminated with 1,3859 MBq ^{134}Cs for 109 days. The ^{134}Cs uptake by rice plant was observed after the crop were harvested. Plant and soil were sampled, then the plant sample were separated to rice, hull, rachis, leaves, stem and root. Soil samples and parts of the plant were dried and counted using gamma spectrometry. The result showed that ^{134}Cs was accumulated on rice, hull, rachis, leaves, stem and root. Accumulation of ^{134}Cs on rice plant was expressed as transfer factor, and from this study the transfer factor of ^{134}Cs from soil to rice, were 0.03274 ± 0.00104 ; 0.03862 ± 0.0013 and 0.03922 ± 0.00103 .

Key words : ^{134}Cs , transfer, transfer factor, rice

1. PENDAHULUAN

Radionuklida hasil belah mempunyai potensi untuk lepas ke udara atau lingkungan akibat kecelakaan nuklir atau beroperasinya fasilitas nuklir. Radionuklida ini terdeposisi ke tanah dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur udara, air, tanah, flora, fauna dan terus ke manusia. Ada dua radionuklida hasil belah berumur panjang, yaitu ^{90}Sr dengan umur paruh 28,8 tahun dan ^{137}Cs dengan umur paruh 30 tahun. Stronsium dan Cesium mempunyai

sifat kimia sama dengan Ca dan K yang merupakan unsur yang perlu diperhitungkan dalam pengkajian dosis radiasi pada kasus kecelakaan nuklir [1,2,3].

Penyerapan radionuklida dari tanah melalui akar tanaman merupakan jalur penting dalam perhitungan atau perkiraan dosis yang diterima oleh masyarakat. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi penyerapan seperti sifat tanah yakni pH tanah, kandungan unsur K, kandungan bahan organik, porositas, kadar air, tekstur tanah yang dapat mempengaruhi mobilitas ion, sifat

fisika dan kimia dari radionuklida dan jenis tanaman [1,2,3].

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan nilai faktor transfer radiosesium dari tanah ke padi (*Oryza sativa*, L.) yang nantinya digunakan dalam perkiraan dosis radiasi interna yang diterima oleh masyarakat, karena beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Nilai faktor transfer ^{134}Cs dari tanah ke padi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi data faktor transfer ^{134}Cs dari tanah ke tanaman untuk wilayah tropis yang sampai saat ini masih sangat sedikit.

Dalam penelitian ini digunakan ^{134}Cs sebagai radiotracer dan tanaman padi (*Oryza sativa*, L.) IR64 yang didapatkan dari Kelurahan Dago, Kota Bandung. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca PTNBR BATAN Bandung dengan sistem pot. Radioaktivitas masing-masing organ beras, sekam, malai, daun, batang dan akar serta tanah di ukur dengan spektrometer sinar gamma.

2. BAHAN DAN TATA KERJA

2.1. Bahan-dan peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cesium nitrat (CsNO_3), benih padi IR64 serta tanah dari Kelurahan Dago serta tanah diambil 3 lokasi yakni Kelurahan Antapani, Kelurahan Dago dan lokasi reaktor TRIGA 2000 PTNBR BATAN Bandung. Peralatan yang digunakan terdiri dari seperangkat alat cacah spektrometer sinar gamma, timbangan analitis, kertas pH, peralatan laboratorium dan pertanian lainnya.

2.2. Tata kerja

2.2.1. Iradiasi

Sebanyak 1 gram serbuk CsNO_3 dimasukkan ke dalam tabung kuarsa lalu ditutup dengan cara pengelasan. Tabung kuarsa dimasukkan ke dalam kontainer aluminium untuk selanjutnya diiradiasi di reaktor TRIGA 2000 rentang waktu lebih kurang 3 hari pada fluks neutron termal. Hasil radiasi dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml, kemudian dilarutkan dalam akuades serta diencerkan dalam labu ukur 1 liter sehingga diperoleh larutan $^{134}\text{CsNO}_3$ dengan konsentrasi 2886 MBq/l

2.2.2. Penumbuhan tanaman

Penelitian ini dilakukan dengan kantong plastik hitam (*polybag*) yang dimasukkan kedalam ember dirumah kaca PTNBR BATAN Bandung dengan benih padi (*Oryza sativa*, L.) IR64, ^{134}Cs sebagai radiotracer, dengan sistem pot. Tanah yang diambil dari 3 lokasi yang berbeda dibiarkan selama 1 minggu, kemudian masing-masing ditimbang 4 kg sebanyak 3 buah dan dimasukkan ke dalam polybag dalam ember kecil dan sebanyak 100 g tanah diambil dan dikeringkan untuk menentukan kadar air.

Ke dalam masing-masing polybag ditambahkan larutan $^{134}\text{CsNO}_3$ dengan aktivitas masing-masing 1,3859 MBq diaduk sampai homogen. Tanah ini dibiarkan lagi selama 1 minggu, kemudian ditanami padi IR64 yang didapatkan dari petani dan dipelihara sampai panen. Setiap hari tanaman padi dikontrol dan ditambah air hingga ketinggian air 5 cm di atas permukaan tanah untuk mempertahankan kelembaban tanah (sekitar 75%) dan penambahan air dilakukan sampai 1 minggu menjelang panen.

Pengambilan sampel tanah dan panen dilakukan setelah 109 hari dalam keadaan kering. Tanah diambil sebanyak 1 g kemudian dikeringkan dengan lampu infra merah 600 Watt selama 2 hari. Tanaman padi dipisahkan menjadi beras, sekam, malai, daun, batang dan akar. Selanjutnya akar dicuci, dan seluruh bagian tanaman dikeringkan dengan lampu infra merah selama 2 hari. Tanah dan sampel tanaman padi yang telah dikeringkan dicacah dengan spektrometer sinar gamma dengan detektor HPGe selama 300 detik

2.2.3. Penentuan Faktor Transfer

Faktor transfer ditentukan dengan membandingkan radioaktivitas ^{134}Cs dalam masing-masing organ padi seperti beras, sekam, malai, daun, batang dan akar dengan radioaktivitas tanah dalam kg atau g kering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi radioaktif dari tanah, bagian tanaman (biji, malai, daun batan dan akar) diukur dengan spektrometer sinar gamma menggunakan detektor HPGe. Konsentrasi radioaktif dihitung dengan persamaan berikut :

$$A = \frac{C}{\epsilon P}$$

dimana :

Cps = Cacahan per detik

ϵ = Efisiensi detektor (%)

P = intensitas sinar gamma (MeV)

Transfer dari tanah ke tanaman padi (FT) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$FT = \frac{\text{Konsentrasi radioaktif pada tanaman (Bq g}^{-1}\text{berat kering)}}{\text{Konsentrasi radioaktif pada tanah (Bq g}^{-1}\text{berat kering)}}$$

Telah dilaporkan bahwa cesium dapat di serap oleh tanaman dan terdistribusi pada organ-organnya [2]. Hasil pengamatan terhadap radioaktivitas ^{134}Cs dalam tanaman padi menunjukkan adanya penyerapan radionuklida ^{134}Cs dari tanah yang dikontaminasi ke tanaman padi. Pada tanaman padi yang digunakan sebagai kontrol tidak terdeteksi adanya ^{134}Cs . Data pengukuran dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat distribusi penyerapan radionuklida ^{134}Cs pada tanaman padi. Data tersebut memperlihatkan akumulasi tertinggi pada malai, daun dan batang dan dari ketiga komponen ini yang tertinggi adalah daun.

Persentase distribusi pada Tabel 1. dihitung dengan membandingkan cacahan pada bagian tanaman dengan jumlah cacahan tanaman. Hal ini disebabkan karena Cs mempunyai sifat yang sama dengan K di mana di daun banyak terjadi proses fotosintesis yang memerlukan K. Dalam proses fotosintesis diperlukan enzim dengan K sebagai katalis dalam aktivasi enzim. Oleh karena itu K banyak terdapat di daun dimana banyak terjadi proses fotosintesis [3].

Berdasarkan nilai konsentrasi radioaktif ^{134}Cs dalam tanaman padi antara lain biji, malai, daun, batang dan akar setelah panen dan nilai radioaktivitas tanah pada waktu tersebut dihitung nilai faktor transfernya dan dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan ini didasarkan atas konsentrasi radioaktif percobaan dan teoritis. Konsentrasi radioaktif tanah percobaan didapat dari pengukuran tanah setelah panen, sedangkan konsentrasi radioaktif tanah teoritis didapatkan dari konsentrasi ^{134}Cs yang memperhitungkan peluruhan ^{134}Cs dan konsentrasi radioaktif yang terserap oleh tanaman padi. Dari hasil perhitungan ini didapatkan faktor transfer yang cukup berbeda antara masing-masing tanah yang digunakan. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi dan komposisi tanah tersebut. Penyerapan Cs oleh tanaman dipengaruhi oleh pH dan kandungan K di dalam tanah. Pada pH tinggi penyerapan kecil, penyerapan akan naik bila kandungan K sedikit [2,4,5].

Tabel 1. Persentase distribusi radioaktivitas ^{134}Cs pada tanaman padi

No.	Organ tanaman Padi								Total Bq	Kadar Air % Penyerapan	pH	
	Biji				Batang, malai, daun		Akar					
	Beras		Sekam		Bq gram ⁻¹	% Penyerapan	Bq gram ⁻¹	% Penyerapan				
	Bq gram ⁻¹	% Penyerapan	Bq gram ⁻¹	% Penyerapan								
1.	26,647	5,990	28,868	6,392	309,201	68,458	86,949	19,251	451,665	53,60	6,5	
	29,572	6,887	30,943	7,206	268,413	61,510	87,468	20,370				429,395
	26,219	6,176	28,405	6,691	279,458	65,826	90,456	21,307				424,539
2.	31,194	9,950	31,627	10,087	189,895	60,598	60,720	16,711	313,515	56,12	6,5	
	31,850	9,920	30,171	9,397	193,734	60,378	65,326	17,785				321,080
	29,956	9,083	31,369	9,502	207,645	62,692	61,423	16,080				329,793
3.	22,430	6,642	24,299	7,196	233,194	69,056	57,764	17,106	337,687	18,54	6,7	
	23,385	7,205	25,333	7,805	216,163	66,597	59,704	18,394				324,582
	21,295	6,544	22,993	7,066	226,405	69,576	54,715	16,814				325,407

Keterangan : 1. Jenis tanah dari Kelurahan Antapani, 2. Kelurahan Dago, 3. sekitar reaktor TRIGA 2000

Tabel 2. Faktor transfer ¹³⁴Cs pada tanaman padi

No.	Radioaktivitas Bq gr ⁻¹		Faktor Transfer (FT) x 10 ⁻²							
	Percobaan	Teoritis	Beras		Sekam		Batang, malai, daun		Akar	
			FT _p	FT _t	FT _p	FT _t	FT _p	FT _t	FT _p	FT _t
1.	805,421	860,617	3,308	3,096	3,584	3,354	38,389	35,928	10,795	10,103
	880,964		3,357	3,436	3,512	3,595	30,468	31,118	9,927	10,163
	830,425		3,157	3,047	3,421	3,301	33,652	32,472	10,892	10,515
2.	810,436	830,178	3,849	3,758	3,902	3,810	23,441	22,874	7,492	7,314
	796,433		3,999	3,837	3,788	3,634	24,325	23,336	8,200	7,869
	801,371		3,738	3,608	3,914	3,779	25,911	25,012	7,665	7,399
3.	573,719	593,741	3,909	3,778	4,235	4,093	40,646	39,275	10,068	9,729
	580,463		4,029	3,939	4,364	4,267	37,240	36,407	10,284	10,056
	556,811		3,824	3,587	4,129	3,873	40,661	38,132	9,826	9,215

Tabel 3. Rerata faktor transfer ¹³⁴Cs pada tanaman padi (n=3)

No.	Beras	Sekam	Batang, malai, daun	Akar
	Faktor transfer (FT) x 10 ⁻²			
1.	3,274 ± 0,104	3,506 ± 0,082	34,170 ± 3,986	10,538 ± 0,531
2.	3,862 ± 0,131	3,868 ± 0,070	24,559 ± 1,252	7,786 ± 0,369
3.	3,922 ± 0,103	4,243 ± 0,118	39,596 ± 1,971	10,059 ± 0,229

Tabel 4 Faktor transfer ¹³⁴Cs pada beras, biji-bijian dan hasil panen yang dikeluarkan oleh berbagai organisasi

Organisasi	Bagian hasil panen	FTx 10 ⁻²
Taiwan RMC	Beras mengkilat (<i>Polished rice</i>)	3 - 18
	Beras Coklat (<i>Brown rice</i>)	7 - 27
Japan RWMC	Beras (<i>Rice</i>)	4 - 60
CEC	Biji-bijian (<i>Grain</i>)	6
NCRP	Bagian hasil panen yang dapat dimakan (<i>Edible parts of crops</i>)	0,0015 - 29
IAEA	Bagian hasil panen yang dapat dimakan (<i>Edible parts of crops</i>)	3,0
US DOE	Sayur, buah, biji-bijian (<i>Vegetables, fruits, grains</i>)	1,1
IAEA	Bagian hasil panen yang dapat dimakan (<i>Edible parts of crops</i>)	3,0
US NRC	Bagian hasil panen yang dapat dimakan (<i>Edible parts of crops</i>)	1,0
IUR	Beras (<i>Rice</i>)	0,5

Dari Tabel 3 terlihat rata-rata nilai faktor transfer dari berbagai organ tanaman padi dan terlihat perbedaan yang nyata dari masing-masing nilai faktor transfer tersebut. Hal ini mungkin disebabkan banyak hal seperti karakteristik tanah terutama pH, kandungan unsur K, kandungan bahan organik, porositas, kadar air dan tekstur tanah mempengaruhi mobilitas Cs dalam tanah yang pada akhirnya mempengaruhi penyerapan oleh tanaman [3].

Pada Tabel 4 terlihat beberapa nilai faktor transfer pada beras, biji-bijian, sayuran, hasil panen yang dapat dimakan yang dilaporkan oleh berbagai organisasi. Nilai faktor transfer cukup berbeda-beda dengan interval yang

cukup besar, seperti Jepang dan Taiwan [1]. Hasil yang didapat dari penelitian ini faktor transfer dari tanah ke beras sebesar 0,03274 ± 0,00104; 0,03862 ± 0,00131 dan 0,03922 ± 0,00103 masing - masing untuk tanah dari Antapani, Dago dan sekitar PTNBR.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa tanaman padi mampu menyerap ¹³⁴Cs dari tanah. ¹³⁴Cs diakumulasi dalam beras, sekam, malai, daun, batang dan akar. Besarnya akumulasi ¹³⁴Cs dinyatakan sebagai faktor

transfer dari tanah ke padi, dan dari penelitian ini diperoleh nilai faktor transfer ke beras sebesar $0,03274 \pm 0,00104$; $0,03862 \pm 0,00131$ dan $0,03922 \pm 0,00103$. Nilai ini masih dalam kisaran yang dikeluarkan berbagai organisasi, tetapi lebih besar dari yang dikeluarkan IAEA dimana data ini merupakan data lokal dan dapat digunakan untuk perkiraan dosis bagi orang yang mengkonsumsi beras.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Poppy Intan Tjahaja M.Sc. yang telah memberikan bimbingan atau arahan pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. **WANG, JJ., WANG, CJ., HUNG, CC., DAN LIN, YM.**, Transfer factors of ^{90}Sr and ^{137}Cs from paddy soil to the rice plant in Taiwan, *J. Environ, Radiochemistry*, **39**, (1)(1988) 23-34.
2. **WANG, CJ., WANG, JJ., CHIU CY., LAI SY, LIN YM**, Transfer factors of ^{90}Sr and ^{137}Cs from soil to the sweet potato collected in Taiwan, *Journal of Environmental radioactivity*, **47**(2000)15-27.
3. **POPPY INTAN TJAHAJA, SUHULMAN, PUTU SUKMABUANA, RUCHIJAT**, Studi tranfer ^{134}Cs dari tanah ke tanaman Sawi (*Brasissca Juncea*), Seminar Keselamatan Nuklir BAPETEN, Jakarta, 2000.
4. **ZHU, Y.G.**, Effect of external potassium (K) supply on the uptake of ^{137}Cs by spring wheat (*Triticum aestivum cv. Tonic*): a large-scale hydroponic study. *Journal of Environmental radioactivity*, **55**(2001)303-314.
5. **BAN-NAI, T., MURAMATSU, Y., YOSHIDA, S., AND YANAGISAWA, K.**, Studi on the transfer of Cs, Sr, Co, Mn and Zn from soil to plants and from medium to mushrooms by using radiotracer, Division of Radioecology, Natiol Institute of Radiological Sciences Isozaki 3609, Hitachinaka-shi Ibaraki, 311-12 Japan.