



## FAKTOR PERPINDAHAN Co-60 DAN Cs-137 DARI TANAH PERTANIAN KE HASIL PERTANIAN PADI DAN KACANG-KACANGAN

ID0000096

Suzie D., Cerdas T., Sri Susilah, Heru Umbara  
Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif - BATAN

### ABSTRAK

**FAKTOR PERPINDAHAN Co-60 DAN Cs-137 DARI TANAH PERTANIAN KE HASIL PERTANIAN PADI DAN KACANG-KACANGAN.** Telah dilakukan studi untuk memperkirakan faktor perpindahan Co-60 dan Cs-137 dari tanah pertanian ke hasil pertanian padi dan kacang-kacangan di daerah PPTA Serpong. Tanah yang digunakan adalah tanah pertanian daerah lepas kawasan PPTA Serpong, tanaman pertanian yang ditanam adalah padi dengan varietas Cisadane, Situgintung, Seratus Malam dan Atomita 4, untuk kacang-kacangan adalah kacang tanah varietas AH 1781 S1 (induk) dan A 20 psj (mutan), kacang kedelai varietas Kerinci (induk) dan K 76 A (mutan) dan kacang hijau varietas Manyar (induk) dan Camar (mutan) yang didapat dari PAIR-BATAN Pasar Jumat. Sebanyak 10 kg tanah dimasukkan ke dalam wadah yang dilapisi plastik. Tanah dikontaminasi dengan Co-60 dan Cs-137 dengan konsentrasi 10 Bq/kg. Sampel dicacah dengan spektrometer gamma. Nilai faktor perpindahan didapat dari perbandingan konsentrasi radionuklida dalam hasil pertanian dengan konsentrasi radionuklida yang sama yang terdapat dalam tanah pertanian. Nilai faktor perpindahan Co-60 untuk padi dan kacang-kacangan masing-masing adalah  $0,12 \times 10^{-2}$  dan  $1,05 \times 10^{-2}$  sedangkan untuk Cs-137 adalah  $0,83 \times 10^{-2}$  untuk padi dan  $2,09 \times 10^{-2}$  untuk kacang-kacangan. Radionuklida pemancar gama yang tercacah di dalam tanah daerah PPTA Serpong adalah Th-228, U-235, Ra-226, Ac-228 dan K-40, sedang aktivitas jenis sebagai aktivitas latar belakang masing-masing berkisar antara 35,39 - 101,60; 32,14 - 74,50; 23,37 - 28,57; 20,90 - 31,28 dan 5,97 - 8,13 Bq/kg

### ABSTRACT

**TRANSFER FACTOR OF Co-60 AND Cs-137 FROM AGRICULTURAL SOIL TO AGRICULTURAL PLANTS OF RICE AND BEANS.** A study to estimate transfer factor of Co-60 and Cs-137 radionuclides from agricultural soil to agricultural plant of beans and rice in Serpong Nuclear Research Center Complex has been carried out. The soil used was that from off site Serpong Nuclear Research Center Complex, the agricultural plant samples were rice with variety of Cisadane, Situgintung, Seratus Malam, and Atomita 4, and for beans were peanut with variety of AH 1781 S1 (parent) and A 20 psj (daughter), soybean with variety of Kerinci (parent) and Camar (daughter), and greenbean with variety of Manyar (parent) and Camar (daughter), which obtained from PAIR BATAN Pasar Jumat. 10 kg of soil was put on the container which layered with plastic. The soil was contaminated with Co-60 and Cs-137 with activity concentration of 10 Bq/kg. Samples were counted with gamma spectrometer. The value of transfer factor was obtained by comparing activity concentration of agricultural plant with that of agricultural soil. The results of transfer factor of Co-60 for rice and beans were  $0.12 \times 10^{-2}$  and  $1.05 \times 10^{-2}$ , respectively and the transfer factor of Cs-137 for rice and beans were  $0.83 \times 10^{-2}$  and  $2.09 \times 10^{-2}$ , respectively. The gamma emitter radionuclides counted from the soil of Serpong Nuclear Research Center Complex were Th-228, U-235, Ra-226, Ac-228 and K-40, with activities concentration as background were 35.39 - 101.60; 32.14 - 74.50; 23.37 - 28.57; 20.90 - 31.28 and 5.97 - 8.13 Bq/kg, respectively.

### PENDAHULUAN

Kurang lebih tujuh puluh persen penduduk Indonesia hidup dari bertani dan bercocok tanam. Dalam upaya mensejahterakan masyarakat, pemerintah telah menetapkan kebijaksanaan dalam sektor pertanian, antara lain agar diutamakan penanaman jenis tanaman yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, mempunyai kandungan gizi yang tinggi, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik. Kiranya padi, kacang tanah, kacang kedelai dan kacang hijau merupakan sebagian komoditi tanaman pangan yang memenuhi ketiga syarat diatas [1].

Dalam segi keselamatan radiasi lingkungan terhadap manusia perlu dilakukan

pemantauan lingkungan secara rutin. Untuk pemantauan hasil pertanian diperlukan nilai faktor perpindahan radionuklida dari tanah ke hasil pertanian, hal ini berguna untuk mengestimasi dosis yang diterima oleh anggota masyarakat dari berbagai daur parameter. Faktor perpindahan adalah nisbah dari konsentrasi suatu radionuklida yang terkandung dalam dua kompartemen pada kondisi kesetimbangan. Nilai faktor perpindahan untuk berbagai komponen lingkungan masih sedikit, sehingga masih perlu dilakukan penelitian-penelitian yang lain untuk mendapatkan nilai faktor perpindahan dalam komponen lingkungan keseluruhan.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan model kontak dua kompartemen, yaitu dari tanah pertanian ke hasil pertanian padi dan kacang-kacangan. Aktivitas radionuklida

Co-60 dan Cs-137 yang terdapat dalam tiap kompartemen diukur berdasarkan fungsi waktu (dalam hal ini adalah waktu panen) untuk mendapatkan informasi besarnya penyerapan radionuklida.

Radionuklida Co-60 adalah pemancar gama yang merupakan hasil fisi bahan bakar nuklir yang mempunyai waktu paro 5,272 tahun mempunyai nomor massa 60, besar energi gama 1173,238 keV pada kelimpahan adalah 99,906 % dan 1332,502 keV pada kelimpahan 99,9824 % serta mempunyai sifat toksik yang tinggi.

Radionuklida Cs-137 adalah pemancar gama yang merupakan hasil fisi bahan bakar nuklir dengan waktu paro 30,2 tahun, mempunyai nomor atom 55 dan nomor massa 137, besar energi gama 661 keV pada kelimpahan adalah 85,1 % dan mempunyai sifat toksik yang tinggi.

Nilai faktor perpindahan dihitung berdasarkan,

$$Fp = \frac{C_{hp}}{C_{mt}}$$

Dimana  $C_{hp}$  adalah konsentrasi radionuklida (Bq/kg) dari hasil pertanian padi dan kacang-kacangan, sedangkan  $C_{mt}$  adalah konsentrasi radionuklida (Bq/kg) dari medium tanah.

## TATA KERJA

### Bahan/Peralatan

Bahan/peralatan yang digunakan adalah labu takar 100 ml, erlemeyer 250 ml, pipet ukur 1 dan 5 ml, gelas ukur 100 ml, ember berkapasitas 20 l, kantong plastik berkapasitas 30 kg, alat cacah gama buatan nucleus model PCA-8000 yang dilengkapi dengan perangkat lunak gama tract untuk analisis jenis dan aktivitas contoh, radionuklida Co-60 dan Cs-137.

### Metode Kerja

#### Jenis Tanaman

Tanaman yang ditanam adalah padi (varietas Cisadane, Situgitung, Seratus Malam dan Atomita 4) dan kacang-kacangan yaitu kacang tanah varietas Ah 1781 S1

(induk) dan A 20 psj (mutan), kacang kedelai varietas Kerinci (induk) dan K 76 A (mutan) dan kacang hijau varietas Manyar (induk) dan Camar (mutan) yang didapat dari PAIR-BATAN Pasar Jumat.

#### Wadah Tanaman

Wadah yang digunakan untuk menanam adalah ember plastik yang berkapasitas 20 lt. yang dilapisi dengan kantong plastik untuk menjaga agar wadah ember terhindar dari kontaminasi radionuklida yang digunakan.

#### Medium Tanaman

Medium tanaman yang digunakan adalah tanah yang diambil di daerah PPTA Serpong, tanah tersebut dibersihkan dahulu dari rumput-rumputan, daun-daunan dan batuan.

#### Isotop

Isotop yang digunakan untuk mengkontaminasi medium tanah adalah Co-60 dan Cs-137 dengan aktivitas jenisnya masing-masing 10 Bq/kg.

#### Percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam 3 kelompok percobaan. Tiap kelompok terdiri dari 10 jenis tanaman, setiap ember ditanami satu jenis tanaman sebanyak 4-5 pohon untuk mendapatkan hasil panen yang cukup banyak, waktu panen kira-kira 3 bulan.

Kelompok 1 adalah sebagai latar belakang, tanah tidak dikontaminasi dengan Co-60 maupun Cs-137. Sedangkan kelompok 2, tanah dikontaminasi dengan radionuklida Co-60 dengan aktivitas jenis 10 Bq/kg dan kelompok 3 tanah dikontaminasi dengan radionuklida Cs-137 dengan aktivitas jenis 10 Bq/kg.

Diambil tanah permukaan di daerah PPTA Serpong sebanyak 10 kg untuk tiap wadah ember. Tanah tersebut diukur pH dan aktivitas jenis gama sebagai radiasi latar belakang. Tanah tersebut masing-masing dimasukkan kedalam wadah ember berkapasitas 20 lt., lalu diberi pupuk cair urea, TSP, dan KCl sebanyak berturut-turut 0,4 g, 0,5 g dan 0,6 g kemudian didiamkan selama satu minggu untuk mendapatkan penyerapan:

yang sempurna dan merata. Tanah tersebut kemudian dikontaminasi dengan radionuklida Co-60 cair dengan aktivitas 10 Bq/kg sebagai kelompok 2 dan radionuklida Cs-137 cair dengan aktivitas 10 Bq/kg sebagai kelompok 3 dan kemudian dидiamkan lagi selama 2 minggu untuk mendapatkan penyebaran yang sempurna. Sebelumnya bibit padi dan kacang-kacangan dibiakkan dahulu dalam wadah petri, setelah tumbuh baru dipindahkan kedalam wadah ember yang sudah dikontaminasi dengan Co-60 maupun Cs-137, dimana tiap ember berisi satu jenis tanaman dengan jumlah kira-kira 4-5 benih. Semua tanaman dalam ember diletakkan dalam rumah kaca untuk menghindari dari hama tikus. Ember kelompok 2 dan 3 diberi label radioaktif.

Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari kira-kira sebanyak 200 ml setiap ember. Pada ke 3 kelompok percobaan diamati pertumbuhan panjang batang dan juga jumlah daun. Setelah panen contoh dicacah dengan gama spektrometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah di daerah PPTA Serpong mempunyai nilai pH berkisar antara 5,26 s/d 6,85, ini dapat dilihat pada Tabel 1. Tanah yang mempunyai nilai pH 5,8 s/d 6,9 paling ideal untuk pertumbuhan tanaman palawija. Tanah yang sangat asam tidak baik, karena akan menghambat dalam penyediaan makanan bagi tanaman. Tanaman palawija menghendaki tanah yang mempunyai kandungan tanaman cukup; pospor, kalium, kalsium, magnesium dan belerang.

Aktivitas jenis gama dalam tanah di daerah PPTA Serpong sebagai aktivitas latar belakang dapat dilihat pada Tabel 2, nilai ini masih dibawah batas yang diizinkan dalam keselamatan lingkungan.

Nilai faktor perpindahan untuk radionuklida Co-60 pada tanaman padi dan kacang-kacangan hasil percobaan adalah berturut-turut  $0,12 \times 10^{-2}$  dan  $1,05 \times 10^{-2}$  sedangkan untuk radionuklida Cs-137 adalah  $0,83 \times 10^{-2}$  dan  $2,09 \times 10^{-2}$ , nilai ini adalah lebih kecil bila dibandingkan dengan yang ditampilkan oleh IAEA dan yang dilakukan di Prancis (lihat Tabel 3), mungkin ini disebabkan karena dalam

penelitian nilai faktor perpindahan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan pH juga keadaan lingkungan sekitarnya.

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa, faktor perpindahan pada padi adalah lebih kecil bila dibandingkan dengan faktor perpindahan pada kacang-kacangan baik untuk radionuklida Co-60 maupun untuk radionuklida Cs-137. Bila dilihat antara radionuklida Co-60 dengan Cs-137 dapat dinyatakan faktor perpindahan untuk radionuklida Co-60 adalah sangat kecil bila dibandingkan dengan radionuklida Cs-137 baik untuk tanaman padi maupun untuk tanaman kacang-kacangan. Dan yang juga dapat disimpulkan adalah jenis tanah, pH dan keadaan lingkungan juga mempengaruhi besarnya faktor perpindahan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A.A.K., Kedelai, IKAPI (1991)
2. H.S. SOEPRAPTO., Bertanam Kacang Hijau, Penebar Swadaya, Jakarta (1992)
3. JENSAN; B:S: Migration Phenomena of Radionuclide Into The Geosphere, Harwood Acad.Publ.Chur. (1982)
4. IAEA., Generic Model and Parameters For Assesing The Environmental Transfer of Radionuclides From Routine Release, Safety Series No.57 IAEA, Vienna (1982)
5. D.DWIJOSEPUTRO, Pengantar Fisiologi Tumbuhan, Gramedia, Jakarta (1980)
6. ICRP., Radionuclide Release Into The Environment, Assessment of Dose to Man, ICRP No. 26 (1979)
7. IAEA., Handbook of Parameter Values For The Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environment, Technical Reports Series No.364 IAEA, Vienna (1994).

## DISKUSI

*Emlinarti - PSPKR :*

1. Mengapa faktor perpindahan Co-60 lebih kecil daripada Cs-137 ?

2. pH tanah mempengaruhi faktor perpindahan radionuklida. berapa pH yang baik untuk faktor perpindahan ini ?
3. Selain hasil pertanian, apakah pada batang dan daun juga dicacah ?

*Suzie D. :*

1. Disebabkan karena perbedaan karakteristik kedua radionuklida.
2. pH yang terbaik tergantung pada jenis tanaman yang digunakan.
3. Batang dan daun tidak dicacah.

*Leli Nirwani - PSPKR :*

1. Jenis tanah apakah yang digunakan ? Hal ini sangat berpengaruh pada faktor pindah radionuklida dari tanah ke tanaman.
2. Kacang-kacangan jenis apa yang dipakai ?

*Suzie D. :*

1. Jenis tanah merah kehitam-hitaman.
2. Kacang tanah, kedelai dan kacang hijau.

*Joesran Z. - PSPKR :*

1. Apakah konsentrasi radionuklida yang ditambahkan tidak terlalu rendah mengingat contoh yang diukur dan latar belakang tanah yang digunakan cukup tinggi ?
2. Apakah tanah yang digunakan kemungkinan telah terkontaminasi karena dari data konsentrasi U-235 jauh lebih tinggi daripada K-40 ? Biasanya di alam konsentrasi K-40 jauh lebih tinggi daripada U-235.

*Suzie D. :*

1. Konsentrasi Co-60 dan Cs-137 memang terlalu rendah tetapi sepanjang dapat dicacah dan masih diatas latar belakang, hal ini tidak menjadi masalah.
2. Tanah yang digunakan tidak terkontaminasi karena radionuklida alam yang dikandung nilainya sama dengan BG.

*Mulyono H. - PSPKR :*

1. Berapa luas tanah yang digunakan sehingga sampel tanah yang diambil cukup representatif ?
2. Apakah sudah ada rencana interkomparasi dengan pihak lain seperti Perancis, AS atau Thailand ?

*Suzie D. :*

1. Sampel tanah kurang lebih 1 kg atau 20 x 20 x 10 cm<sup>2</sup>.
2. Belum dilakukan.

*Fransisca AE - PAIR :*

1. Apa alasannya Anda meneliti faktor perpindahan Co-60 dan Cs-137 dari tanah pertanian ke padi-padi dan kacang-kacangan ?
2. Bagaimana dengan unsur-unsur lain yang juga merupakan polutan ?

*Suzie D. :*

1. Memang banyak nuklida yang harus diteliti tetapi saat ini baru Co-60 dan Cs-137.
2. Akan dilakukan juga terhadap nuklida lain selama memungkinkan.

*Gatot Suhariyono - PSPKR :*

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perpindahan Co-60 dan Cs-137 pada suatu tanaman ?

*Suzie D. :*

1. Faktor yang mempengaruhi air hujan, jenis tanah, penyerapan, dll.

*Asep Warsona - PSPKR :*

1. Metode apa yang digunakan untuk kontaminasi radionuklida pada tanah media sehingga benar-benar homogen ?
2. Apakah ditentukan kedalaman untuk pengambilan tanah media untuk contoh yang diukur ?

*Suzie D. :*

1. Ada dua metode yaitu dengan menyuntikkan di beberapa titik dan dengan menuang langsung lalu diaduk.
2. Tidak perlu karena dalam pengadukan sudah dianggap homogen.

Tabel 1. pH tanah di daerah PPTA Serpong

Stasiun	pH
1	5,26
2	5,47
3	5,87
4	5,42
5	6,85

Tabel 2. Aktivitas jenis gama pada tanah di daerah PPTA Serpong, sebagai radiasi latar

Stasiun	Gamma (Bq/kg)				
	Th-228	U-235	Ra-226	Ac-228	K-40
1	86,00	54,70	25,00	20,90	8,13
2	101,60	32,14	23,37	23,05	7,79
3	59,40	49,96	25,64	31,28	6,12
4	101,30	37,34	27,92	27,59	6,17
5	35,39	74,50	28,57	22,63	5,97

Tabel 3. Nilai faktor perpidahan (Fp)

Sumber	$F_p \times 10^{-2}$			
	Padi-padian		Kacang-kacangan	
	Co-60	Cs-137 pH 5-6	Co-60	Cs-137 pH 5-6
IAEA	0,37	1 - 2,6	3	1,7 - 9,4
Francis	1,01	1,06 - 1,55	4,32	4,07 - 8,37
Penelitian	0,12	0,83	1,05	2,09

Aktivitas jenis (Bq/kg) untuk padi dan kacang-kacangan

No	Jenis tanaman	Aktivitas jenis (Bq/kg)	
		Co-60	Cs-137
1.	Kacang tanah	0,095	0,200
2.	Kacang kedelai	0,110	0,215
3.	Kacang hijau	0,110	0,212
4.	Padi	0,012	0,083