

FAKTOR TRANSFER ^{137}Cs DARI TANAH KE TERONG (*Solanum melongena*)

Leli Nirwani dan Wahyudi

Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi - BATAN

ABSTRAK

FAKTOR TRANSFER ^{137}Cs DARI TANAH KE TERONG (*Solanum melongena*). Telah dilakukan penelitian faktor transfer radionuklida ^{137}Cs dari tanah ke terong, dengan percobaan pot yang ditempatkan didalam *Green House*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data factor transfer ^{137}Cs dari tanah ke Terong. Setelah panen, terong dan tanah dikeringkan dan ditimbang, kemudian ditempatkan di dalam vial dan diukur Cs-137 dengan spektrometer gamma. Selain itu dilakukan juga pengukuran ^{137}Cs pada standar abu dan tanah serta latar. Faktor transfer didapatkan dengan membandingkan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada contoh terong basah atau kering dengan konsentrasi radionuklida ^{137}Cs pada tanah kering. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong basah bervariasi antara 0,0077 – 0,0205 dengan nilai rerata 0,0115. Sedangkan nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong kering bervariasi antara 0.1316 – 0.3915 dengan nilai rerata 0.2046.

Kata kunci : faktor transfer, ^{137}Cs , tanah, terong

ABSTRACT

^{137}Cs TRANSFER FACTOR FROM SOIL TO EGGPLANT (*Solanum melongena*). A study of ^{137}Cs transfer factor from soil to eggplant has been conducted using pot treatment system. The aim of the research is to determine transfer factor of ^{137}Cs from soil to eggplant. After harvest, the weight of dried eggplant and soil was measured. Transfer factor was determined according to the accumulation of ^{137}Cs concentration in eggplant and soil and counted using gamma spectrometer. ^{137}Cs transfer factor from soil to wet eggplant was found between 0.0077 and 0.0205 the average is 0.0115. ^{137}Cs transfer factor from soil to dry eggplant was found between 0.1316 and 0.3915 the average is 0.2046.

Key words: transfer factor, ^{137}Cs , soil, eggplant

I. PENDAHULUAN

Studi transfer radionuklida pada rantai makanan sudah dilakukan sejak lima puluh tahun yang lalu, seiring dengan adanya uji coba senjata nuklir yang dilakukan militer maupun sipil. Faktor transfer adalah serapan radionuklida dari tanah ke tanaman yang didefinisikan sebagai perbandingan konsentrasi berat kering tanaman dibanding konsentrasi berat kering tanah. Transfer radionuklida dari tanah ke tanaman dapat meningkat disebabkan beberapa faktor yaitu karakteristik fisika kimia radionuklida, fallout atau limbah, waktu setelah fallout, sifat-sifat tanah, jenis tanaman, dan pengolahan tanah [1].

Data faktor transfer diperlukan sebagai salah satu parameter dalam perhitungan pengkajian dosis radiasi interna karena masuknya radionuklida ke dalam tubuh manusia melalui jalur tanah – tanaman – manusia yang berkaitan dengan lepasan radionuklida dari instalasi nuklir. Beberapa hal yang mempengaruhi faktor transfer adalah jenis radionuklida, jenis tanaman, jenis tanah, sifat fisika tanah (tekstur tanah) dan sifat kimia tanah (pH tanah, kandungan bahan organik tanah, dan kapasitas tukar kation tanah) [2].

Radionuklida ^{137}Cs memancarkan radiasi γ pada energi 661,66 KeV dengan nisbah kelimpahan (P_γ) = 0,85 dan

mempunyai waktu paro sekitar 30 tahun. ^{137}Cs dalam atmosfer dapat masuk ke dalam tanah yang selanjutnya dapat juga sampai ke tanaman. ^{137}Cs cenderung diikat oleh tanah sehingga sedikit sekali yang terserap oleh akar tanaman. ^{137}Cs dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara langsung bila manusia mengkonsumsi makanan dari tanaman yang terkontaminasi. Didalam tubuh manusia, ^{137}Cs dapat mengendap pada hampir semua jaringan lunak tubuh, karena mempunyai sifat yang sama dengan unsur stabil Kalium (K) [3,4].

Terong (*Solanum melongena*) merupakan tanaman setahun berjenis perdu yang dapat tumbuh hingga mencapai 60 – 90 cm, tumbuhan penghasil buah yang dijadikan sayur-sayuran. Klasifikasi ilmiah tanaman terong termasuk Kingdom: Plantae (Tumbuhan), Sub Kingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh), Super Divisi : Magnoliophyta (Menghasilkan biji), Divisi: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga) Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/ dikotil, SubKelas : Asteridae, Ordo: Solanales, Famili : Solanaceae(suku terung-terungan), Genus : Solanum. [5] . Syarat tumbuhnya : dapat tumbuh di dataran rendah sampai tinggi sekitar 1200 m dpl, suhu udara 22 – 30⁰C, jenis tanah yang paling baik jenis lempung berpasir, subur, kaya bahan organik, aerasi dan drainase baik dan pH antara 6,8 – 7,3, sinar matahari harus cukup [6].

Untuk melengkapi data faktor transfer radionuklida dari tanah ke tanaman di daerah tropis, maka dilakukan penelitian faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke tanaman terong.

II. TATA KERJA

Pengujian sampel tanah

Tanah yang diambil adalah tanah permukaan dengan kedalaman sampai 20 cm. Tanah yang telah kering ditumbuk dan disaring dengan ayakan bermata saring 2 mm. Analisis pendahuluan meliputi: pH, bahan organik, tekstur, konsentrasi P, K, Al, H, dan Nilai Tukar Kation yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat di Bogor. Selain itu, dilakukan juga pengukuran ^{137}Cs dalam tanah kering sebelum dilakukan percobaan pot.

Percobaan Pot

Percobaan dilaksanakan secara Rancangan Acak Lengkap mengujikan 2 perlakuan yaitu pemberian tanah dengan dan tanpa radionuklida ^{137}Cs dengan ulangan masing-masing 12 kali. Pada setiap pot diisi tanah yang telah kering udara, ditumbuk dan disaring dengan memakai ayakan bermata saring 2 mm lalu diaduk merata dan ditimbang seberat 5 kg.

Aktivitas radionuklida ^{137}Cs yang diberikan masing-masing adalah 27,84 kBq/pot. Setelah contoh tanah diberikan ^{137}Cs , didiamkan selama 1 bulan untuk mencapai kesetimbangan. Benih terong ditanam secara tugal ke dalam pot. Pupuk N, P dan K diberikan untuk menjaga kesetimbangan unsur hara dalam tanah. Penyiraman dengan air dilakukan setiap hari. Pengendalian hama digunakan Decis 2,5 EC secara penyemprotan yang dilakukan bila ada serangan hama.

Analisis dan pengukuran

Panen terong dilakukan pada saat tanaman berumur 120 hari, setelah panen terong dipotong kecil-kecil, ditimbang bobot basah dalam vial dan ditutup, seterusnya diukur kandungan ^{137}Cs dengan spektrometer gamma. Selanjutnya terong dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C selama 16 jam. Terong kering ditimbang untuk penentuan bobot kering, selanjutnya diukur kandungan kandungan ^{137}Cs dengan spektrometer gamma.

Tanah paska panen dikeringkan, lalu ditimbang dan dimasukkan ke dalam vial, untuk dilakukan pengukuran ^{137}Cs dengan alat spektrometer gamma.

Penghitungan :

1. Konsentrasi Cs-137 dalam terong dan tanah ditentukan dengan persamaan berikut ini.

$$A \text{ (Bq/gr)} = \frac{C_c - C_b}{E \cdot Y \cdot 60 \cdot W} \times 100 \quad (1)$$

dengan :

A : konsentrasi ^{137}Cs dalam tanaman atau tanah (Bq/gr)

Cc : laju cacah sampel (cps)

Cb : laju cacah latar belakang (cps)

E : efisiensi pencacahan (%)

Y : kelimpahan energi gamma ^{137}Cs
60 : faktor konversi dari dpm ke Bq
W : berat contoh (gr)

2. Faktor Transfer radionuklida ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$FT = \frac{ATm}{ATn} \quad (2)$$

dengan :

FT : Faktor transfer radionuklida
ATm : Konsentrasi ^{137}Cs dalam contoh basah/kering (Bq/gr)
ATn : Konsentrasi ^{137}Cs dalam tanah kering (Bq/gr)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia dan fisika pada contoh tanah

Hasil analisis kimia dan fisika pada tanah sebelum digunakan sebagai media tanam tanaman terong yang dilakukan di Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor ditunjukkan pada Tabel 1.

Dari hasil analisis tanah ini dapat dilihat bahwa tekstur contoh tanah termasuk jenis tanah **lempung liat berdebu**. Kandungan bahan organik tanah tersebut tergolong rendah dengan nilai batas yang dapat dilihat pada Tabel 2. Ini berarti bahwa tingkat kesuburannya rendah yang akan berakibat pada nilai faktor transfer yang rendah pula.

Tabel 1. Hasil analisis kimia dan fisika pada contoh tanah

| No. | Parameter | Unsur/Senyawa | Kadar/Nilai | |
|-----|---|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 1. | Tekstur | Pasir | 9% | |
| | | Debu | 50% | |
| | | Liat | 41% | |
| 2. | Bahan Organik | C | 1,39% | |
| | | N | 0,13% | |
| | | C/N | 11 | |
| 3. | P dan K (HCl 25%) | P ₂ O ₅ | 267 mg/100g | |
| | | K ₂ O | 149 mg/100g | |
| | | P (Bray 1) | P ₂ O ₅ | 133 ppm |
| 4. | Nilai Tukar Kation (NH ₄ - Acetat 1N, pH=7) | Ca | 31,48 cmol(+)/kg | |
| | | Mg | 4,14 cmol(+)/kg | |
| | | K | 2,84 cmol(+)/kg | |
| | | Na | 3,13 cmol(+)/kg | |
| | | KTK | 27,06 cmol(+)/kg | |
| | | KB | >100% | |
| | | Al & H (KCl 1N) | Al ⁺³ | 0,00 cmol(+)/kg |
| | | | H ⁺ | 0,00 cmol(+)/kg |
| 6. | PH : H ₂ O | | 7,5 | |
| | | KCl | 7,3 | |

Tabel 2. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah (Pusat Penelitian dan Agroklimat, 1994).

| Sifat tanah | Sangat rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat tinggi | |
|---|-------------------|-----------------|----------------------|------------------|------------------------|--------------|
| C (%) | <1,00 | 1,00 – 2,00 | 2,01 – 3,00 | 3,01 – 5,00 | >5,00 | |
| N (%) | <0,10 | 0,10 – 0,20 | 0,21 – 0,50 | 0,51 – 0,75 | >0,75 | |
| C/N | <5 | 5 – 10 | 11 – 15 | 16 – 25 | >25 | |
| P ₂ O ₅ HCl (mg/100g) | <10 | 10 – 20 | 21 – 40 | 41 – 60 | >60 | |
| P ₂ O ₅ Bray 1 (ppm) | <10 | 10 – 15 | 16 – 25 | 26 – 35 | >35 | |
| P ₂ O ₅ Olsen (ppm) | <10 | 10 – 25 | 26 – 45 | 46 – 60 | >60 | |
| K ₂ O HCl 25 % (mg/100g) | <10 | 10 – 20 | 21 – 40 | 41 – 60 | >60 | |
| KTK (mg/100g) | <5 | 5 – 16 | 17 – 24 | 25 – 40 | >40 | |
| Susunan kation: | | | | | | |
| K (me/100g) | <0,1 | 0,1 – 0,2 | 0,3 – 0,5 | 0,6 – 1,0 | >1,0 | |
| Na (me/100g) | <0,1 | 0,1 – 0,3 | 0,4 – 0,7 | 0,8 – 1,0 | >1,0 | |
| Mg (me/100g) | <0,4 | <0,4 – 1,0 | 1,1 – 2,0 | 2,1 – 8,0 | >8,0 | |
| Ca (me/100g) | <2 | 2 - 5 | 6 – 10 | 11 – 20 | >20 | |
| Kejenuhan Basa (%) | <20 | 20 - 35 | 36 – 50 | 51 – 70 | >70 | |
| Kejenuhan Aluminium (%) | <10 | 10 - 20 | 21 – 30 | 31 – 60 | >60 | |
| pH H ₂ O | Sangat masam <4,5 | Masam 4,5 – 5,5 | Agak masam 5,6 – 6,5 | Netral 6,6 – 7,5 | Agak Alkalis 7,6 – 8,5 | Alkalis >8,5 |

Faktor lain yang menentukan nilai faktor transfer adalah keasaman (pH) tanah, dimana pada contoh tanah ini pHnya bersifat netral yang akan berpengaruh cukup baik pada pertumbuhan tanaman terong, dimana pH tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman terong antara 6,8 – 7,3.

Berat basah dan berat kering terong

Berat basah dan berat kering yang diperoleh seperti yang tercantum dalam berikut.

Tabel 3. Berat terong basah dan kering

| Ulangan | Berat basah (gr) | berat kering (gr) |
|---------|------------------|-------------------|
| 1 | 51,70 | 7,03 |
| 2 | 33,70 | 1,70 |
| 3 | 30,83 | 1,70 |
| 4 | 38,90 | 3,14 |
| 5 | 40,18 | 2,70 |
| 6 | 47,78 | 4,22 |
| 7 | 20,93 | 1,48 |
| 8 | - | - |
| 9 | 34,71 | 4,95 |
| 10 | 24,42 | 1,55 |
| 11 | 34,17 | 3,45 |
| 12 | 22,50 | 2,27 |
| | Rerata= 34,52 | Rerata= 3,11 |

Ket : - = tanaman mati

Hasil percobaan yang diperoleh yaitu berat basah terong yang diberikan ¹³⁷Cs bervariasi antara 20,93 - 51,70 gr dengan nilai rerata 34,52 gr dan berat kering terong yang diberikan ¹³⁷Cs bervariasi antara 1,48 - 7,03 gr dengan nilai rerata 3,11 gr (Tabel 3.).

Konsentrasi ¹³⁷Cs dalam terong basah dan terong kering

Konsentrasi ¹³⁷Cs dalam terong (Bq/gr) tertera dalam Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi ¹³⁷Cs dalam terong basah dan terong kering (Bq/gr)

| Ulangan | Terong basah | Terong kering |
|---------|----------------|-----------------|
| 1 | 0,7361 | 11,6187 |
| 2 | 0,5915 | 14,3200 |
| 3 | 0,4524 | 11,2700 |
| 4 | 0,4886 | 9,1560 |
| 5 | 0,6445 | 9,5925 |
| 6 | 0,6329 | 11,1161 |
| 7 | 0,8346 | 31,6954 |
| 8 | - | - |
| 9 | 0,7361 | 8,2222 |
| 10 | 0,5765 | 10,7483 |
| 11 | 0,7351 | 11,3072 |
| 12 | 0,9960 | 17,1850 |
| | Rerata= 0,6749 | Rerata= 13,2937 |

Ket : - = tanaman mati

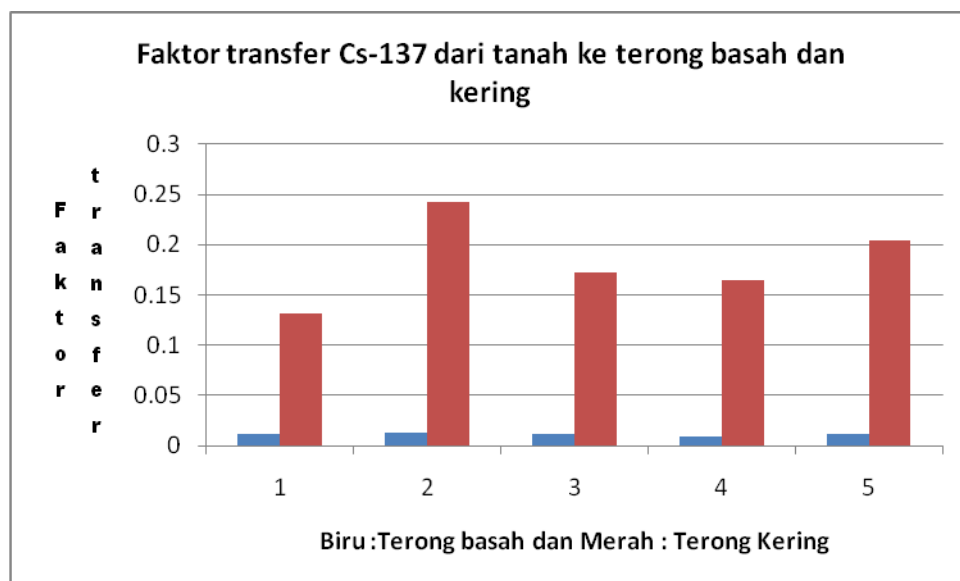
Konsentrasi ^{137}Cs dalam terong yang diberikan ^{137}Cs bervariasi antara tidak terdeteksi sampai 4,15 Bq/g dengan nilai rerata 2,67 Bq/gr tanaman kering dan pada tanaman terong kontrol (tanpa ^{137}Cs) semuanya tidak terdeteksi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Data Faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong tercantum dalam Tabel 6.

Nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong basah bervariasi antara 0,0077 –

0,0205 dengan nilai rerata 0,0115. Sedangkan nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong kering bervariasi antara 0,1316 – 0,3915 dengan nilai rerata 0,2046. Bila dibandingkan nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong basah dan kering diperoleh nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong kering lebih tinggi dibanding nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong basah dengan selisih nilai 0,1931.

Tabel 6. Faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong

| No. | Kode | Konsentrasi ^{137}Cs dalam terong basah (Bq/g) | Konsentrasi ^{137}Cs dalam terong kering (Bq/g) | Konsentrasi ^{137}Cs dalam tanah kering (Bq/g) | Faktor Transfer ^{137}Cs | |
|-----|------|---|--|---|-----------------------------------|--------|
| | | | | | Basah | Kering |
| 1. | TA1 | 0.7361 | 11,6187 | 58.40 | 0,0126 | 0,1989 |
| 2. | TA2 | 0.5915 | 14,3200 | 62.41 | 0,0094 | 0,2294 |
| 3. | TA3 | 0.4524 | 11,2700 | 58.44 | 0,0077 | 0,1928 |
| 4. | TA4 | 0.4886 | 9,1560 | 55.73 | 0,0087 | 0,1642 |
| 5. | TA5 | 0.6445 | 9.5925 | 51.47 | 0,0125 | 0,1863 |
| 6. | TA6 | 0.6329 | 11,1161 | 64.65 | 0,0097 | 0,1719 |
| 7. | TA7 | 0.8346 | 15,8648 | 40.52 | 0,0205 | 0,3915 |
| 8. | TA8 | - | - | - | - | - |
| 9. | TA9 | 0.7361 | 8,2222 | 62.47 | 0,0117 | 0,1316 |
| 10. | TA10 | 0.5765 | 10,7483 | 44.26 | 0,0130 | 0,2428 |
| 11. | TA11 | 0.7351 | 11,3072 | 65.70 | 0,0111 | 0,1721 |
| 12. | TA12 | 0.9960 | 17,1850 | 103.93 | 0,0095 | 0,1653 |
| | | | | Rerata= | 0,0115 | 0,2046 |



Grafik 1. Faktor transfer Cs-137 dari tanah ke terong basah dan terong kering

Nilai ini masih dalam rentang yang direkomendasikan IAEA [1] yaitu 0,0500 – 1100. Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu faktor transfer Cs-137 dari tanah ke tomat kering diperoleh nilai 0,0148 [7], dimana nilai ini lebih rendah dibanding faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong kering dengan nilai 0,2046, hal ini mungkin disebabkan kandungan air tomat basah lebih tinggi dari terong basah, sehingga berakibat pada berat kering yang lebih rendah pada tomat sekaligus mempengaruhi faktor transfer Cs-137 dari tanah ke tomat kering lebih rendah

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian diperoleh nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong basah bervariasi antara 0,0077 – 0,0205 dengan nilai rerata 0,0115. Sedangkan nilai faktor transfer ^{137}Cs dari tanah ke terong kering bervariasi antara 0,1316 – 0,3915 dengan nilai rerata 0,2046. Data ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan masukan bagi IAEA dalam penyusunan *Hand Book* parameter faktor transfer. Disarankan perlu dilakukan penelitian faktor transfer dari berbagai jenis tanah dan tanaman pangan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Hand Book of Parameter values for the Prediction of radionuclide transfer in temperate environments. Technical Report Series No. 472, IAEA, Vienna, 2010.
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, Procedures and data, Safety Series No.57, IAEA, Vienna, 1982.
3. MUKHLIS AKHADI, Dasar-dasar Proteksi Radiasi, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, 2000.
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Measurement of Radionuclides in Food and The Environment

Technical Report Series No. 295, IAEA, Vienna, 1989.

5. ANONIM, Plantamor.com.2015
6. ANONIM *teknis-budidaya.blogspot.com/2007/10/budidaya-terong.html*
7. NIRWANI, L., dan WAHYUDI, Faktor Transfer Cs-137 dan Co-60 dari tanah ke Tomat, Prosiding Seminar Nasional Keselamatan Kesehatan dan Lingkungan IX, PTKMR-BATAN, Jakarta, 19 Juni 2014.

TANYA JAWAB

1. Penanya: Nunung Isnaini

Pertanyaan:

- Alasan pemilihan tanaman terong dalam analisa faktor transfer Cs-137 ?
- Apakah manfaatnya hasil penelitian jika nilai faktornya masih dalam standar IAEA ?

Jawaban:

- Terong merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang dikonsumsi manusia
- Manfaat data faktor transfer dapat digunakan untuk pengkajian dosis interna jalur makanan dari tanah-tanaman-manusia.