

Kajian Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Fitoremedia ¹³⁴Cs

Evi Setiawati

Laboratorium Fisika Atom & Nuklir Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

Abstrak

Telah dilakukan penelitian transfer ¹³⁴Cs dari air ke eceng gondok untuk mengetahui penyerapan dan akumulasi ¹³⁴Cs dalam eceng gondok. Akuarium dengan volume 400 liter diisi dengan air dan eceng gondok. Ke dalam akuarium dimasukkan radionuklida ¹³⁴Cs dalam bentuk CsCl dengan volume 0,5 ml hingga konsentrasi radionuklida tersebut lebih kurang 11,6 Bq/ml. Dari waktu pengamatan 30 hari, diketahui bahwa konsentrasi aktivitas mengalami kejenuhan pada hari ke 15 dengan faktor transfer dari air ke tanaman 108.53 ml/gr. Nilai faktor transfer yang besar pada Eceng gondok ini maka tanaman eceng gondok dapat digunakan untuk fitoremediasi.

Kata Kunci : Faktor Transfer, ¹³⁴Cs, Eceng Gondok, Fitoremediasi

Pendahuluan

Dalam pengoperasian suatu reaktor nuklir dihasilkan sejumlah radionuklida dan produk samping yang menyandang karakteristik radioaktif dan yang merupakan hasil aktivasi bahan bakar nuklir. Lepasnya radionuklida dari sebuah reaktor nuklir dapat disebabkan beberapa faktor, antara lain: terjadinya kebocoran pada kelongsong bahan bakar, penanganan saat penggantian bahan bakar, populasi neutron yang tinggi dan oleh material kelongsong itu sendiri. Selama periode pengoperasian reaktor tersebut diadakan pemantauan kondisi radiokativitas lingkungan sekitar reaktor untuk mengantisipasi terjadinya fluktuasi kuantitas radionuklida di lingkungan sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Pemantauan yang sering dilakukan menyangkut kualitas radioaktivitas udara, air, tanah dan tanaman disekitar reaktor nuklir.

Perairan beserta biota didalamnya adalah satu komponen lingkungan yang mempunyai potensi untuk terpapar radiasi yang dilepaskan oleh suatu reaktor nuklir. Dekontaminasi lingkungan perairan harus dilakukan

untuk membersihkan daerah yang terkontaminasi.

Dekontaminasi air dari unsur-unsur radioaktif dapat dilakukan dengan teknik fitoremediasi, yaitu dengan menggunakan tumbuhan yang mempunyai kemampuan lebih untuk menyerap unsur-unsur tersebut. Pada kecelakaan di PLTN Chernobyl digunakan bunga matahari (*Helianthus annuus*) untuk mengatasi kontaminasi Cesium di air.

Kemampuan biota mengakumulasi bahan-bahan kimia tertentu sehingga konsentrasi dalam biota jauh diatas konsentrasi media yang merupakan jalur masuknya bahan kimia tersebut dapat dimanfaatkan untuk kajian indikator biologis dan fitoremediasi dalam kasus pencemaran bahan radioaktif di lingkungan.

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan akuatik yang secara terorisitas dapat menyerap air dan unsur yang terdapat didalamnya sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator dalam penyebaran radionuklida dan depolutan pada limbah radiaktif.

Kemampuan enceng gondok menyerap berbagai zat radioaktif mulai

diselidiki dalam rangka pemanfaatan enceng gondok sebagai depolutan limbah nuklir. Salah satu yang telah dilakukan adalah pemanfaatan enceng gondok sebagai kolektor uranium yang juga merupakan salah satu limbah dari reaktor[9].

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui faktor transfer ^{134}Cs dari air ke eceng gondok sebagai parameter untuk fitoremediasi.

Tinjauan Pustaka

Dampak radiologik lepasan rutin radionuklida dari suatu fasilitas nuklir biasanya dievaluasi dengan bantuan model matematik. Dalam model ini, jalur (*pathway*) radionuklida dari titik lepasan hingga sampai ke manusia digambarkan sebagai transfer antara beberapa kompartemen. Transfer radionuklida antar kompartemen ini biasanya diberikan dalam faktor transfer.

Dalam model yang sederhana, faktor transfer menggambarkan nisbah (*ratio*) konsentrasi radionuklida pada dua kompartemen untuk kondisi kesetimbangan. Sedang dalam model yang kompleks diupayakan untuk mendapatkan pergerakan radionuklida sebagai fungsi waktu antar berbagai kompartemen lingkungan. Model yang terakhir ini dikenal sebagai model dinamik.

Faktor transfer pada dasarnya adalah nisbah 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 dimakan seperti daging pada hewan atau daun, buah dan umbi pada tanaman. [3]

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memasukkan eceng gondok dalam dua

buah akuarium. Satu akuarium dikontaminasi dengan ^{134}Cs sedang lainnya tidak dikontaminasi yang dibuat sebagai kontrol

Pengamatan dilakukan tiap lima hari sekali selama 30 hari dengan cara mengambil sampel eceng gondok sebanyak 3 individu [3], kemudian dipisahkan antara bagian yang terendam dalam air yang berupa akar serta bagian yang tidak terendam air yang berupa batang dan daun. Kemudian dikeringkan maka didapatkan massa eceng gondok kering.

Bagian-bagian tersebut dimasukkan kedalam vial plastik dan didestruksi dengan larutan HCl 5M dengan cara menambahkan larutan tersebut ke dalam vial hingga volumenya mencapai 100 ml. Pengamatan serupa juga dilakukan pada eceng dalam akuarium yang tidak dikontaminasi sebagai kontrol.

Dalam penelitian ini tanaman, media tanam, perlakuan dan kondisi lingkungan diusahakan sama.

Semua hasil sampling akhirnya dicacah aktivitas radionuklidanya dengan menggunakan seperangkat spektrometer Gamma.

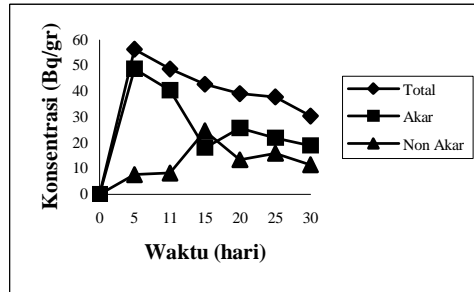
Hasil Dan Pembahasan

1. Distribusi Konsentrasi ^{134}Cs pada Eceng Gondok

Hasil penelitian akumulasi radionuklida ^{134}Cs pada eceng gondok disajikan dalam gambar 1. Dari grafik tersebut terlihat bahwa pada lima hari pertama ^{134}Cs masih terakumulasi pada bagian akar, sedang aktivitas radionuklida ^{134}Cs pada bagian non akar masih rendah. Hal ini dapat dimengerti karena awal proses penyerapan makanan melalui akar.

Cesium-134 yang berada dalam media air terserap oleh eceng gondok. Pada proses osmosis ^{134}Cs masuk melalui kutikula tanaman kemudian terserap oleh membran plasma dan masuk ke dalam sitoplasma. Pada inti sel, ^{134}Cs mengalami metabolisme

seperti kalium yang berperan sebagai biokatalisator pada proses fotosintesis.



Gambar 1. Konsentrasi ¹³⁴Cs dalam Eceng Gondok

Dengan berjalannya waktu pengamatan maka konsentrasi radionuklida di bagian akar semakin meningkat, hal ini diterangkan karena makanan yang diserap oleh akar tanaman sudah disalurkan ke bagian-bagian tumbuhan seperti daun dan batang (non Akar) sampai tercapai kesetimbangan yang terjadi pada hari ke 15.

Konsentrasi tertinggi sebagian besar terjadi pada bagian non akar (batang dan daun) yaitu sebesar 24,44 Bq/g. Faktor yang mempengaruhi akumulasi ion di bagian tanaman yaitu proses metabolisme dan kerapatan sel. Pada prinsip metabolisme tanaman, setelah suatu ion terserap oleh akar, ion tersebut dapat ikut fase metabolisme selanjutnya atau tetap tinggal di daun karena terikat oleh senyawa-senyawa yang ada di daun, semakin rapat suatu organ maka semakin tinggi organ tersebut mengakumulasi ion.[7]

Pada umumnya daun mengandung lebih banyak kalium (dalam % bobot kering) dibandingkan dengan keseluruhan sistem tanaman. Di samping itu dalam tanaman pertumbuhan yang paling besar terjadi pada daun, sedang akar dan batang lebih banyak digunakan untuk transport makanan[7].

Pada awalnya aktivitas ¹³⁴Cs semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu paparan hingga

mencapai nilai maksimum atau jenuh dan kembali menurun sebelum mencapai keadaan stabilnya.

Peristiwa ini dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu sifat individu enceng gondok itu sendiri, dimana pada saat terjadinya penurunan aktivitas cesium pertumbuhan enceng gondok tidak secepat sebelumnya atau mencapai fase tua. Pada fase ini enceng gondok tidak terlalu banyak membutuhkan unsur hara sehingga penyerapan air oleh tanaman juga berkurang. Faktor yang kedua adalah hilangnya cesium yang terakumulasi pada enceng gondok. Hilangnya radionuklida dari tanaman dapat melalui beberapa cara antara lain ekskresi akar, penguapan, mati atau luka dan ekskresi langsung melalui permukaan non akar dan sel pelindung serta hilang karena peluruhan.

2. Faktor Transfer Pada Enceng Gondok

Pada sampel eceng gondok yang mengandung cesium dapat dihitung faktor transfer dari air ke tanaman eceng gondok. Nilai faktor transfer dihitung pada saat tanaman paling tinggi menyerap cesium. Hal itu disebabkan karena setelah konsentrasi cesium dalam tanaman menurun hal itu mengindikasikan bahwa sudah tidak terjadi penyerapan dan akumulasi lagi pada tanaman.

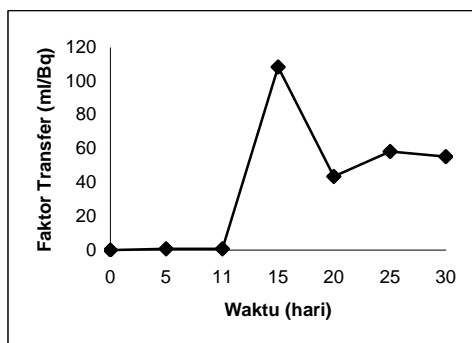
Faktor transfer pada makhluk hidup biasanya dihitung pada bagian-bagian yang dapat dimakan atau dimanfaatkan kembali, misal pada tanaman biasanya dihitung pada daun dan batang, sedang pada hewan dihitung pada bagian dagingnya[5]

Untuk penelitian ini diambil perhitungan faktor transfer pada bagian non akar, karena pada bagian akar tidak mengakumulasi tetapi lebih merupakan bagian yang menyalurkan bahan radioaktif ke bagian atas (daun) sebagai tempat akumulasinya.. Selain itu bagian akar juga langsung kontak dengan air

yang terkontaminasi sehingga dikhawatirkan aktivitas ^{134}Cs yang berada dalam akar bukanlah aktivitas ^{134}Cs yang berada dan terakumulasi dalam akar tetapi lebih merupakan ^{134}Cs yang tertempel pada bagian luar akar.

Konsentrasi dan faktor transfer terbesar didapatkan pada hari ke 15. Pada hari selanjutnya konsentrasi cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi maksimum terjadi pada hari ke 15, dan setelah itu tanaman tidak mengakumulasi ^{134}Cs lagi. Nilai konsentrasi pada hari ke 15 inilah yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan faktor transfer enceng gondok.

Grafik faktor transfer pada enceng gondok dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Faktor Transfer Pada Enceng gondok bag. Non akar

Nilai faktor transfer bergantung pada waktu pengamatan dan merupakan perbandingan antara konsentrasi radionuklida di tanaman dan konsentrasi radionuklida di medium (air), yang bervariasi dan terjadi maksimum pada hari ke 15 yaitu 108,53 ml/g.

Dengan kemampuan penyerapan yang besar tersebut maka enceng gondok dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai biomonitor dan fitoremediator, yaitu tanaman yang mampu mengendalikan adanya polusi cesium di lingkungan.

Kesimpulan

- 1) Tanaman enceng gondok mempunyai kemampuan menyerap ^{134}Cs . Yang sebagian besar terakumulasi pada bagian non akar (daun dan batang).
- 2) Pada hari ke 15, tanaman sudah jenuh dan tidak bisa mengakumulasi cesium lagi sehingga konsentrasi menurun seiring dengan waktu. Dengan faktor transfer dari air ke enceng gondok adalah 108.53 ml/gr.
- 3) Faktor transfer ^{134}Cs pada enceng gondok yang besar, maka enceng gondok dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai biomonitor dan fitoremediator.

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] Fujimoto, K., *General Protocol for Transfer Measurement. 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; 1993.
- [4] 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
- [5] IAEA, *Handbook Of Parameter Values For Prediction Of Radionuclide Transfer in Temperate Environments*,

- Technical Report series No 364,
IAEA, Vienna,1994
- [6] IAEA, *Measurment Of Radionuclides In Food And The Environment*, Technical Report Series No 245 ,IAEA, Vienna,1994.
- [7] Salibury, L., *Fisiologi Tumbuhan*, ITB, Bandung, 1992
- [8] Jayaraman, AP, and Prabhakars, *The Water Hyacinth Uptake of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr and its Potential as an Approach to the Zero-Release Concept In Enviorenment Migration of Long Lived Radionuclides*, IAEA, Vienna,1970
- [9] Yatim, S, *Enceng Gondok Sebagai Kolektor Uranium*, Disertasi Jurusan Kimia ITB, Bandung, 1991.