

PEMANFAATAN GULMA AIR UNTUK MENANGGULANGI PENCEMARAN LIMBAH AKTIF Cr-51

T. Sugiyanto, M. Darussalam, N. Nurhidayat
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK.

PEMANFAATAN GULMA AIR UNTUK MENANGGULANGI PENCEMARAN LIMBAH AKTIF Cr-51. Tumbuhan air mampu menyerap air dan mineral serta melepaskan air melalui evapotranspirasi. Kemampuan ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas air dengan menyerap materi pencemar termasuk logam berat. Upaya penanggulangan pencemaran dapat dilakukan antara lain secara biologi dengan menanam tanaman akuatik yang mampu menyerap beberapa nuklida dalam air tercemar zat radioaktif. Diharapkan aktifitas limbah menjadi rendah atau hilang sama sekali. Percobaan untuk menunjang hal ini dengan menanam tanaman *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes* dan *Spirodela polyrrhiza*. Tanaman yang tumbuh baik, homogen dan memenuhi syarat dimasukkan ke dalam bak-bak plastik yang berisi 2 liter cairan radiokrom Cr-51 dengan aktivitas masing-masing 10 $\mu\text{Ci/ml}$. Kemudian pada hari ke 2, 4, 6, 8 dan 10 dilakukan pencacahan dan perhitungan terhadap akar dan daun gulma air tersebut (%). Hasil menunjukkan bahwa tanaman air *Salvinia molesta* (kayambang) merupakan biokonsentrator yang terbaik diantara gulma terapung yang lain.

ABSTRACT

THE USE OF AQUATIC WEEDS TO OVERCOME POLLUTION OF CR-51. The aquatic plants have the ability to absorb water and minerals and then it can release the water through evapotranspiration. This capability can be used to increase water quality by absorption of the pollutant including the heavy metal. The pollution process can be overcome among other things biologically, by planting aquatic plants which have the capability to absorb several nuclides in the water polluted by radioactivity. The residual waste product activities is expected to be low or negligible. The experiments for supporting this case is that by planting *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes* and *Piodela polyrrhiza*. The plants that grow well, are homogeneous and meet the requirements will be entered into the plastic vessels which contained 2 liters of the radiochrom liquids Cr-51 each with an activity of 10 $\mu\text{Ci/ml}$. On subsequent days i.e. 2nd, 4th, 6th, 8th and 10th the counting was done and also calculated for the roots and leaves (%). The result showed that the aquatic plant *Salvinia molesta* is the best bioconcentrator among the other floating weeds.

PENDAHULUAN

Manusia dengan lingkungannya merupakan suatu sistem dimana terdapat hubungan saling ketergantungan. Bila salah satu komponen sistem berubah, ini akan mempengaruhi komponen lainnya (13). Salah satu masalah lingkungan yang dihadapi manusia sekarang ini adalah pencemaran air oleh limbah domestik, industri dan aktivitas pembangunan lainnya sedangkan penggunaan air akan terus meningkat karena adanya pertambahan penduduk yang terus menerus.

Pencemaran air yang paling serius adalah yang disebabkan oleh limbah bahan kimia yang masuk dan berakumulasi didalam ekosistem dan rantai makanan (3, 16). Limbah radioaktif yang merupakan pencemar kimia dan fisika, walaupun relatif sedikit dibandingkan dengan limbah kimia dari industri, tetapi radiasinya

yang tidak dapat dideteksi panca indera ; mampu merusak tubuh dan keturunan ; mempunyai daya akumulasi ; kebal terhadap pengaruh suhu dan tekanan serta reaksi kimia dan meluruh secara alami (1, 7), perlu mendapat perhatian serius. Limbah radioaktif yang akan dibuang ke lingkungan, aktivitasnya harus diturunkan se-rendah mungkin dengan biaya pelaksanaan ekonomis dan tepat guna (As Low As Reasonably Achievable). Penguapan adalah salah satu metode pilihan pengolahan limbah cair untuk mendapatkan hasil yang baik bila cara yang lain tidak dapat dilakukan (5).

Tumbuhan air mampu menyerap dan mengangkut air serta mineral untuk dipakai dan dilepaskan melalui proses penguapan (evapotranspirasi). Tumbuhan air mampu menjerihkan air, meningkatkan kualitas air dengan

menyerap materi yang tidak berguna termasuk logam berat bersifat racun, komponen organik sintetis (2, 16), dan beberapa zat radioaktif (11, 16). Daya pemekatan materi pencemar yang dijerapnya mencapai 4.000 - 20.000 kali konsentrasi diperairan (9).

Eichhornia crassipes (Mart.) Solm., *Pontedericeae* (eceng gondok), *Salvinia auriculata* Aubl., *Salviniaceae* (kayambang), *Pistia stratiotes* L., *Araceae* (ki apu) dan *Spirodela polyrrhiza* (L) Scheild, *Lemnaceae* (kakarewoan) merupakan makrofita air terapung yang banyak terdapat di sawah, sungai, danau dan perairan tawar lainnya. Penelitian dengan menggunakan radioisotop untuk membantu memecahkan masalah pencemaran air selain relatif ekonomis, juga analisisnya dapat dilakukan dengan cepat.

Kegunaan krom dalam fisiologi tumbuhan belum banyak diungkapkan, tetapi krom mampu dijerap oleh tumbuhan (2, 12, 16). Berdasarkan tingkatan toksisitas menurut Diamant, (1974) krom merupakan logam yang sangat toksik, dibandingkan seng dan tembaga. Berdasarkan IAEA, (5) radiokrom Cr-51, radiotembaga -Cu-64 dan radioseng Zn-65 merupakan zat radioaktif yang sedang toksisitasnya. Dalam penelitian pendahuluan ini bertujuan mendapatkan data kemampuan makrofita air terapung dalam menyerap radiokrom Cr-51.

BAHAN DAN TATA KERJA

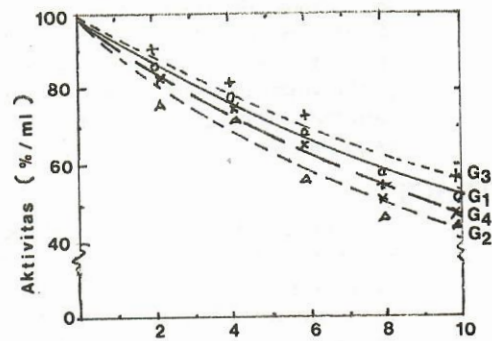
Tanaman gulma air yang digunakan dalam percobaan ini ialah *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms (eceng gondok), *Salvinia molesta* Mitchell (kayambang), *Pistia stratiotes* L. (ki apu) dan *Spirodela polyrrhiza* (L) Scheild (kakarewoan). Gulma air tersebut diambil dari perairan kolam dan sawah daerah Bojong Loa Bandung dan dipelihara di rumah kaca, sedangkan aktifitas radiokrom Cr-51 ($K_2^{51}CrO_4$) yang digunakan adalah 10 $\mu Ci/ml$ dengan PH 7. Tanaman diletakkan dalam kotak plastik yang berisi dua liter cairan radiokrom Cr-51 dengan kerapatan 5 buah tanaman per pot.

Setelah 2, 4, 6, 8 dan 10 hari tanaman dipanen. Kemudian akar dan daun dicacah dalam waktu 5 menit tiap cuplikan dengan pencacah sintilasi tunggal tipe sumur dengan ulangan 5 kali. Hasil cacahan dihitung dan dibandingkan dengan standar (%/gr). Selanjutnya data dihitung menurut Rancangan ACAK lengkap dengan Uji Duncan (14).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil menunjukkan bahwa aktivitas medium radiokrom Cr-51 menurun hal ini disebabkan adanya penyerapan radionuklida oleh gulma air.

Penimbunan radioaktivitas rata-rata pada medium tiap gulma air berbeda nyata pada tiap perhitungan kecuali pada hari ke 2. Gambar 1 memperlihatkan penurunan aktivitas medium terhadap waktu, merupakan fungsi logaritma karena uji linieritas, menurut (14) tidak berarti karena galat analisis sidikragamnya nol dan sesuai dengan pendapat Russel (10).



Gambar 1. Kurva rata-rata aktivitas medium radiokrom Cr-51 terhadap perlakuan empat spesies gulma air terapung.

Urutan gulma air terapung menurut tingkat ketepatan penggunaannya dalam pengolahan limbah cair radionuklida tersebut dari yang terbaik adalah : *Salvinia molesta* (G2), *Spirodela polyrrhiza* (G4), *Eichhornia crassipes* (G1) dan *Pistia stratiotes* (G3).

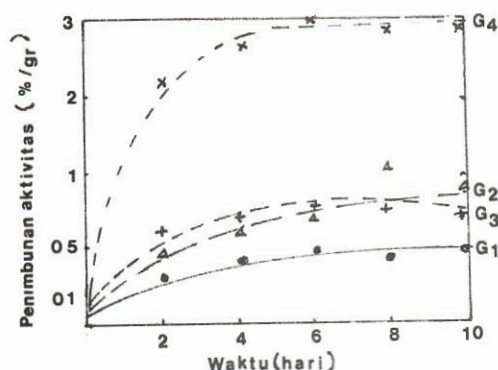
Penimbunan radioaktivitas radiokrom Cr-51 pada akar untuk setiap tanaman gulma air berbeda nyata pada tiap pencacahan dan meningkat sejalan dengan waktu. (Tabel 1).

Gambar 2 menunjukkan bahwa radionuklida -Cr51 dijerap dan peningkatan penyerapan berjalan semakin lambat. Perbedaan tingkat penimbunan aktivitas di akar karena adanya perbedaan kebutuhan akan unsur diantara spesies (4) dan adanya perbedaan kekuatan jerapan akar yang ditentukan oleh gradien konsentrasi antara akar dengan mediumnya (10).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa penimbunan radioaktivitas pada akar *Spirodela*

Tabel 1. Hasil rata-rata penimbunan aktivitas di akar empat spesies gulma air terapung terhadap perlakuan radiokrom Cr-51 (%/gram).

Hari ke	G1		G2		G3		G4	
	x	ds	x	ds	x	ds	x	ds
2	0,31c	0,06	0,50b	0,08	0,68b	0,07	2,74a	0,26
4	0,40c	0,10	0,57b	0,08	0,72b	0,06	2,72a	0,28
6	0,47b	0,12	0,67b	0,10	0,77b	0,16	2,89a	0,54
8	0,48b	0,16	0,92b	0,16	0,79b	0,20	2,79a	0,25
10	0,56b	0,16	0,81b	0,09	0,87b	0,06	3,15a	0,77
U	1,89		2,47		2,41		12,16	



Gambar 2. Kurva penimbunan rata-rata radioaktivitas radiokrom (Cr-51) pada akar ke empat spesies gulma air terapung.

Keterangan :

1. G1 = *Eichhornia crassipes*
2. G2 = *Pistia stratiotes*
3. G3 = *Salvinia molesta*
4. G4 = *Spirodela polyrrhiza*

polyrrhiza lebih besar daripada akar gulma air lainnya.

Radiokrom (Cr-51) masuk dalam akar dalam bentuk Cr^{6+} dan segera direduksi menjadi

Cr^{3+} (6). Kation Cr^{3+} tersebut segera membentuk kompleks dengan ligan organik dari akar (8, 10).

Menurut Russell (10) kation-kation tersebut akan segera berdifusi menembus dinding sel ke ruang kosong di ruang antar sel. Kation Cr^{3+} mempunyai afinitas yang besar sehingga akan lebih cepat berdifusi karena permukaan dinding sel bermuatan negatif. Kation-kation tersebut selanjutnya menyebrangi endodermis menuju ke jaringan pembuluh dan segera dibawa dari daerah yang berpotensi elektro kimia rendah ke tinggi.

Perakaran tumbuhan turut menentukan efisiensi penyerapan unsur, volume, lebih menentukan panjang dan luas permukaan akar (10).

Seharusnya sistem perakaran *E. crassipes* (G1) lebih efisien menyerap radiokrom Cr-51 dan diharapkan dapat menurunkan radioaktivitas Cr-51 dari medium, walau penimbunan radioaktivitas per gram akar kecil. Sebaliknya walaupun penimbunan radioaktivitas akar *S. polyrrhiza* (G4) per gram terbesar tetapi volume akar sedikit maka penurunan radioaktivitas radiokrom akan kecil.

Tabel 2. Hasil rata-rata penimbunan aktivitas di akar empat spesies gulma air terapung terhadap perlakuan radiokrom Cr-51 (%/gram).

Hari ke	G1		G2		G3		G4	
	x	ds	x	ds	x	ds	x	ds
2	0,02d	0,001	0,14b	0,03	0,04c	1,002	0,35a	0,06
4	0,03d	0,013	0,16b	0,02	0,16b	0,039	0,30a	0,05
6	0,05c	0,012	0,31a	0,12	0,18b	0,074	0,34a	0,07
8	0,06c	0,015	0,32a	0,09	0,17b	0,048	0,41a	0,07
10	0,11d	0,024	0,29b	0,03	0,21c	0,042	0,43a	0,04
U	0,29		1,12		0,77		1,57	

Perbedaan tingkatan penimbunan radioaktivitas di akar disebabkan perbedaan kebutuhan akan unsur dan perbedaan kekuatan jerapan akar yang ditentukan oleh gradien konsentrasi antara akar dengan mediumnya (10).

Penimbunan radioaktivitas radiokrom Cr-51 pada daun tiap gulma air berbeda nyata untuk setiap pencacahan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa perbedaan tingkat penimbunan radioaktivitas pada daun *Spirodela polyrrhiza* (G4) tertinggi, sedang pada tanaman *S. molesta* (G2), *P. stratiotes* dan *E. crassipes* (G1) terendah.

Tingkat penimbunan radioaktivitas pada daun bersesuaian dengan tingkat penimbunan

radioaktivitas pada akar. Tingkat penimbunan radioaktivitas di dalam daun lebih rendah daripada di dalam akar karena akar kontak langsung dengan medium, sedang pada daun sering terjadi penyumbatan jaringan pembuluh dan tergantung pada tingkat kebutuhan daun akan unsur tersebut.

KESIMPULAN

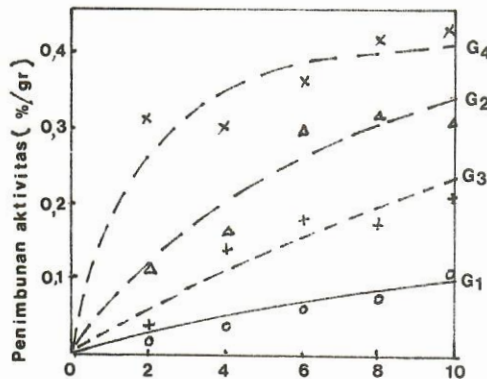
Gulma air terapung mampu menyerap logam berat krom dari medium air habitatnya dan lebih banyak tertimbun di akar daripada di daun.

Walaupun dari hasil penelitian *Spirodela P* menunjukkan jerapan tertinggi per gramnya namun *Salvinia molesta* (kayambang) dapat digunakan sebagai biokonsentrator yang terbaik diantara gulma air terapung penelitian. Karena mempunyai permukaan akar yang lebih luas dibandingkan dengan akar gulma lainnya.

Dalam waktu sepuluh hari gulma air terapung secara umum mampu menurunkan radioaktivitas radiokrom Cr-51 sampai setengahnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf dan teknisi Bidang Kimia dan K-3 atas bantuan yang diberikan. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Saudara Dedy Ronadi dan Drs. Yana Sumpena serta semua pihak sehingga laporan ini dapat disusun.



Gambar 3. Kurva penimbunan rata-rata radioaktivitas Cr-51 pada daun ke empat spesies gulma air terapung.

Keterangan :

1. G1 = *Eichhornia crassipes*
2. G2 = *Pistia stratiotes*
3. G3 = *Salvinia molesta*
4. G4 = *Spirodela polyrrhiza*

DAFTAR PUSTAKA

1. ABDURAHIM, DAIM, Penatalaksanaan sampah radioaktif, Tinjauan sebuah kasus pengelolaan sampah radioaktif di Pusat Reaktor Atom Bandung. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Jakarta (1976).
2. EASTBROOK, F.G., BURK, D.V., INMAN, D.R., KAUFMAN, P.B., WELL, J.R., JOVES, J.D. and GHOSSES, N., Comparison of heavy metal in aquatic plant on Charity Island, Saginaw Bay, Lake Hudson, USA with Plant A long Shorw Line of Saginaw Bay, American Journal of Botany 72 (2) Washington DC (1985) 209-216.

3. Djuangsih, N., Environmental impact of water pollution, Workshop on water quality management, Institute of Hydraulic Engineering, Bandung (7-9 Mei 1984).
4. EPSTEIN, E., Mineral Nutrition of Plant Principles and Perspective, John Willey & Sons. Inc., New York (1972).
5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), Safe Handling of Radionuclides, Vienna (1973).
6. JAMES, B.R. and BARLETT, Plant soil interaction of chromium, Journal of Environmental Quality, Vol. 13 No.1, (1984).
7. KOELZER, W., Environmental Monitoring of Nuclear Facilities. Karlsruhe, FRG (1986).
8. LUTTGE, U. and HIGINBOTHAM, N., Transport in Plant Springer Verlag, Berlin (1979).
9. National Academic of Science, Making aquatic weed useful : Some Prespective for Developing Countries Report of the Advisery Committee, Washington DC (1976).
10. RUSSELL, R.S., Plant Rott System, Their Function and Interaction with The Soil. ELBS. Mc Graw Hill, London (1982).
11. SAWIDIS, T.S., Uptake of radionuclides by plants after Chernobyl accident, Environmental pollution Vol. 50 No. 4 (1988) Elsevier Applied Science, London (1987).
12. SPEPPARD, M., SHEPPARD, S.X. and THIBAUT, D.H., Uptake by plants and migration of uranium and chromium in field lysimeters, Journal of Environmental Quality. Vol. 13, No. 3. (1984).
13. SOEMARWOTO, OTTO, Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan, Penerbit Jambatan, Jakarta (1987).
14. SUDJANA, Teknik analisis regresi dan korelasi bagi para peneliti, Tarsito, Bandung (1983).
15. SUGIYANTO, T., DARUSSALAM, M., SUMANTONO K., TJARSUDI, H. dan KUSWARINI, P., Tingkat jerapan radioyod I-131 dan radiofosfor P-32 oleh tanaman Aquatik, PPTN BATAN Bandung (1989).
16. THYAGARAJAN, G., Water hyacinth. United National Environmental Programme, Nairobi & Paris (1984).