

# POTENSI TANAMAN GENJER (*Limnocharis flava*) UNTUK MENGURANGI KADAR LOGAM BERAT (Pb dan Cu) SERTA RADIONUKLIDA DENGAN METODE FITOREMEDIASI

Siti Nurmaida Fitria<sup>1</sup>; Unggul P. Juswono<sup>1</sup>; Gancang Saroja<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Brawijaya – Malang, Indonesia  
Email: [fitria.sitinurmaida@gmail.com](mailto:fitria.sitinurmaida@gmail.com)

## Abstrak

Genjer merupakan salah satu tanaman yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Tanaman ini merupakan tanaman gulma yang hidup di perairan rawa. Sekarang ini pencemaran air banyak terjadi dimana-mana, baik disebabkan oleh logam berat maupun radionuklida. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memulihkan lingkungan tercemar yaitu menggunakan metode fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa efektifkah tanaman genjer dalam menyerap limbah logam berat dan radionuklida. Pengujian konsentrasi logam berat dilakukan menggunakan alat AAS (Atomic Adsorption Spectrofotometer), serta persentase unsur dalam tanaman diukur menggunakan XRF (X-Ray Fluorescence), dan kandungan radionuklida diukur menggunakan detektor Geiger Muller. Limbah yang digunakan untuk penelitian adalah limbah buatan, dimana untuk uji logam digunakan campuran air sumur dengan  $Pb(NO_3)_2$  dan  $CuSO_4 \cdot 5(H_2O)$  dengan konsentrasi 5 ppm, sedangkan limbah buatan uji radionuklida digunakan pupuk NPK Phonska mutiara. Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa tanaman genjer mampu mengakumulasi logam berat dan radionuklida. Presentase massa unsur pada tanaman genjer yaitu unsur kalium sebesar 41,7%. Dari hasil pengukuran ini diasumsikan bahwa radionuklida yang berada di tanaman adalah radionuklida kalium-40 dan besar aktivitas yang didapatkan yaitu sebesar 1,117 nCi.

Kata kunci: Pencemaran air, fitoremediasi, logam Pb dan Cu, radionuklida, tanaman genjer

## Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan sangat penting bagi kehidupan. Air bukan hanya dibutuhkan oleh manusia, tetapi oleh semua makhluk hidup di bumi seperti tumbuhan, hewan dan mikroorganisme. Manusia sangat bergantung pada ketersediaan air. Air minum harus memenuhi syarat fisika, kimia dan biologis.

Dengan bertambahnya jumlah penduduk serta berkembangnya teknologi yang juga mendorong meningkatnya aktivitas di berbagai sektor pembangunan, terutama pada sektor industri, masalah pencemaran lingkungan menjadi masalah yang sangat kritis bagi negara maju maupun berkembang. Salah satu pencemaran air yaitu disebabkan oleh limbah buangan industri. Selain limbah industri, limbah domestik dan limbah pertanian juga menyumbang terjadinya pencemaran air. Pencemaran domestik berasal dari rumah tangga, laundry, pembersihan badan dan ekskresi. Sedangkan limbah pertanian berasal dari pupuk kandang, pupuk urea, pupuk tri super fosfat (3-SP), dan pupuk kimia lainnya, serta insektisida dan pestisida[1]. Dampak secara nyata yaitu meningkatnya kandungan

logam berat dan radionuklida alam (NORM) di lingkungan perairan[2].

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$ . Logam berat mempunyai sifat yang tak dapat terdegradasi, toksik serta dapat terakumulasi dalam rantai makanan[3]. Logam berat dibedakan menjadi logam berat esensial dan non esensial menurut peranannya dalam sistem biologis. Logam berat esensial dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah yang sedikit, untuk menjalankan fungsi vital psikologis dan biokimia, contohnya yaitu Fe, Mn, Cu, Zn, dan Ni. Sedangkan logam non esensial sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh, seperti logam Cd, Pb, As, Hg dan Cr [4]. WHO menetapkan batas timbal dalam air yaitu 0,1 mg/l. Sedangkan logam Cu pada air minum tidak boleh lebih dari 1 ppm.

Radionuklida merupakan unsur yang tidak stabil yang meluruh untuk menjadi stabil dengan memancarkan radiasi. Radiasi dapat merusak molekul biologi dan membahayakan kesehatan. Pada dasarnya manusia menerima paparan radiasi dari berbagai sumber. Radiasi di lingkungan berasal dari sumber radiasi alam

dan radiasi buatan. Radiasi alam berasal dari radiasi kosmik dan terestrial, sedangkan radiasi buatan berasal dari hasil samping kegiatan manusia. Di alam sudah terdapat radionuklida yang secara alami ada, yang disebut NORM (*Natural Occuring Radioactive Materials*). NORM merupakan unsur radioaktiv alami yang diambil dari alam, seperti dari batuan, tanah dan mineral. NORM ini dapat terkonsentrasi dan meningkat kandungannya melalui kegiatan industri [5]. Terdapat beberapa industri non nuklir dan aktivitas lainnya yang berpotensi memberikan kontribusi NORM ke lingkungan yaitu salah satunya pada industri pupuk fosfat dan penggunaan pupuk fosfat pada pertanian. Pupuk fosfat mengandung logam berat dan radionuklida yang berasal dari batuan fosfat. Radionuklida yang terdapat pada pupuk fosfat yaitu kalium-40, Uranium-238 dan thorium-232 serta anak luruhnya.

Radionuklida kalium yaitu  $^{40}\text{K}$ , yang merupakan radionuklida atau radioaktivitas yang diduga berasal dari penggunaan pupuk dan pestisida pada areal pertanian atau perkebunan. Radionuklida ini banyak terdapat pada sayuran, buah-buahan, batuan serta tanah dan pasir [6].

Beberapa cara dapat dilakukan untuk memulihkan lingkungan perairan yang tercemar logam berat dan radionuklida, salah satunya yaitu fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu teknologi untuk menghilangkan atau mengurangi suatu zat polutan pada tanah atau air menggunakan suatu tanaman [7].

Kesuksesan fitoremediasi juga dipengaruhi oleh jenis tumbuhan yang digunakan dalam perlakuan, tanaman yang cocok untuk mengakumulasi logam tertentu dengan jenis logam lainnya serta tingkat pencemaran sangat berbeda. Tanaman hiperakulator adalah tanaman yang dapat menyerap logam berat sekitar 1% dari berat keringnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi [8].

Tanaman Genjer merupakan tanaman rumput liar yang tumbuh di lingkungan berair. Genjer sering dimanfaatkan masyarakat sebagai sayuran. Penelitian fitoremediasi yang menggunakan genjer pernah dilakukan dimana hasilnya menunjukkan bahwa genjer mampu secara efektif menurunkan kadar logam berat timbal (Pb), BOD, COD, DO, TTS, sulfat, dan

fosfat di perairan tercemar oleh limbah, serta tumbuhan genjer kemampuan untuk menyerap logam Fe dan Mn. Namun penelitian mengenai penyerapan radionuklida dan logam berat Cu menggunakan tanaman ini belum pernah dilakukan [9].

### Metodologi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, tanaman kangkung air, genjer serta seledri, almunium foil, asam nitrat, kertas saring, aquades dan aquabides,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , serta pupuk kimia (NPK). Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, cawan penguap, desikator, gelas arloji, neraca analitik, oven, penjepit kayu, spatula, botol vial, corong, hot plate, labu erlenmeyer 100 ml, lemari asam, penghisap, pipet ukur 25 ml, labu ukur 20 ml, pipet volume 3 ml, loyang, plastik bag, tanur, AAS, XRF (X-ray Fluoresense) dan detektor Geiger Muller.

Tanaman uji terlebih dahulu diaklimasi selama 7 hari. Setelah itu tanaman ditanam pada air limbah buatan, untuk tanaman uji logam berat pemanenan tanaman dilakukan pada hari ke- 4,7, 10,13, dan 16 setelah proses penanaman secara hidroponik dilakukan pada air limbah. Pada penelitian ini hanya bagian akar tanaman yang akan diukur konsentrasi logam berat. Akar yang sudah dipotong kemudian ditimbang seberat 10 gram yang kemudian akan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Setelah di oven sample akar akan didinginkan dalam desikator. Selanjutnya yaitu proses destruksi yaitu sample akar yang telah dingin dimasukkan dalam tabung erlenmeyer 100 ml yang diberi 15 ml asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Setelah itu dipanaskan di atas hot plate dengan suhu  $160^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Sample yang telah didestruksi kemudian didinginkan, disaring. Filtrat yang dihasilkan kemudian diambil sebanyak 3 ml untuk dilakukan proses pengenceran. Filtrat 3 ml tersebut dimasukkan dalam labu ukur 20 ml dan ditambahkan aquabides sampai batas labu. Selanjutnya dikocok supaya campuran tadi menjadi homogen.

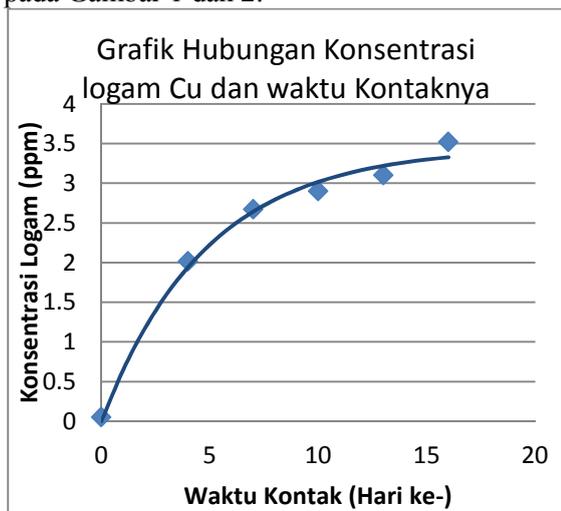
Untuk uji radionuklida cara tanam sama dengan uji logam berat, namun yang membedakan air yang digunakan untuk menanam menggunakan pupuk NPK yang telah dicairkan. Dalam penelitian ini digunakan larutan pupuk dengan konsentrasi

sebesar 2000 mg/l atau 2000 ppm. Setelah tanaman berumur satu bulan setelah penanaman dalam air yang mengandung pupuk, tanaman di panen. Kemudian tanaman di panen beserta akarnya, dan dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada bagian-bagian tanaman. Setelah dicuci tanaman ditimbang seberat 2 kg untuk selanjutnya masing-masing tanaman dimasukkan ke dalam kantong plastik. Kemudian tanaman tadi dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam. Kemudian setelah di oven tanaman diletakkan dalam tanur pada suhu 450°C selama 24 jam. Sampel yang akan diukur aktivitasnya terlebih dahulu dihomogenkan, yaitu dengan cara sampel digerus menggunakan mortal dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Pada pengukuran sampel tanaman diletakkan dalam sebuah wadah yang besar dan tingginya sama. Tinggi wadah sampel diberi jarak 1 cm setelah sampel dimasukkan dalam wadah, jarak ini dimaksudkan untuk memberi jarak antara sampel uji dengan detektor supaya abu tidak masuk ke detektor.

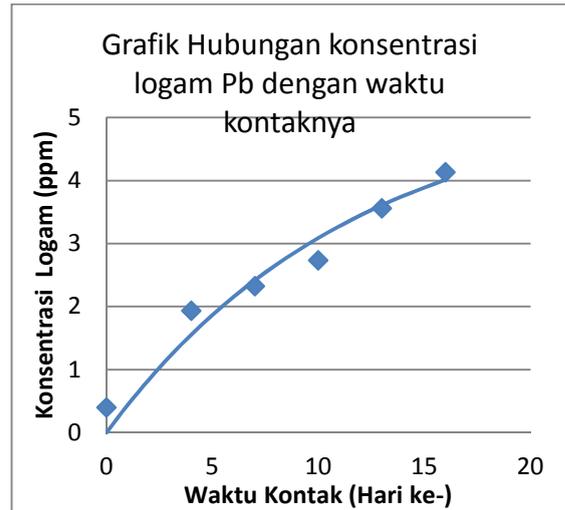
**Hasil dan Pembahasan**

**Pengaruh Waktu Kontak Tanaman terhadap serapan logam Pb dan Cu**

Konsentrasi awal logam pada air limbah buatan yaitu sebesar 5 ppm. Dengan diketahuinya konsentrasi logam awal bertujuan untuk melihat batas paparan logam. Hasil pengujian tanaman Pb dan Cu dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Pengaruh waktu kontak logam Cu terhadap konsentrasi logam Cu yang diserap akar

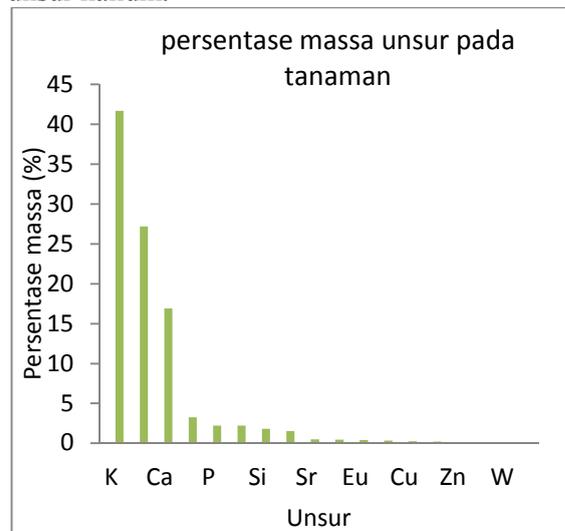


**Gambar 2.** Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi logam Pb yang diserap oleh akar

Dari Gambar 1 dan 2 dapat diketahui bahwa tanaman yang paling efektif menyerap logam yaitu kangkung air, diikuti oleh genjer dan seledri.

**Kandungan unsur pada tanaman dengan pemberian pupuk kimia**

Pada penelitian ini digunakan pupuk phonska mutiara yang termasuk dalam salah satu kelompok pupuk fosfat. Pupuk fosfat terbuat dari batuan fosfat. Dalam batuan fosfat terdapat logam berat dan kandungan radionuklida. Untuk mengetahui unsur apa saja yang terdapat pada tanaman yang ditanam dengan pemupukan pupuk fosfat dilakukan uji XRF (X-Ray Fluorescence). Kandungan unsur dalam tanaman dapat dilihat pada Gambar 3. Kandungan unsur yang paling besar yaitu unsur kalium.



**Gambar 3.** Persentase massa unsur yang didapatkan pada masing-masing tanaman

### **Radioaktivitas pada Tanaman yang ditanam dengan pemupukan**

Dalam penelitian ini didapatkan besarnya laju paparan radiasi pada masing-masing tanaman dengan menggunakan detektor Geiger Muller. Laju paparan yang diukur diasumsikan laju paparan dari radionuklida kalium-40, hal ini dikarenakan kalium merupakan unsur yang terbesar persentasenya pada uji XRF, serta kalium yang bersifat radioaktif adalah K-40. Besaran ini kemudian dikonversikan menjadi besaran aktivitas.

### **Mekanisme Akumulasi Nutrisi dan Logam Berat pada Tanaman**

Tanaman membutuhkan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya seperti untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Nutrisi yang dibutuhkan tanaman berupa mineral dan air. Tumbuhan menyerap unsur hara atau nutrisi yang terlarut dalam air. Unsur hara diserap dalam bentuk ion (bermuatan).

Penyerapan unsur hara dapat terjadi melalui proses difusi oleh tumbuhan. Mekanisme penyerapan tumbuhan melalui akar akan masuk ke dalam sel-sel tumbuhan dengan cara penyerapan pasif, yaitu ion masuk ke jaringan tumbuhan dari media (larutan) yang konsentrasi tinggi ke dalam sel-sel tumbuhan yang berkonsentrasi lebih rendah.

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan. Proses tersebut yaitu dimulai dari penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Penyerapan logam oleh akar dilakukan dengan membawa logam dalam bentuk ion ke dalam rizosfer dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhan. Selanjutnya setelah logam masuk, logam harus ditranslokasikan melalui xilem dan floem ke bagian tubuh. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan logam diikat oleh suatu zat khelat [10].

Tanaman menyerap logam-logam yang larut dalam air melalui akar-akarnya dalam bentuk ion. Logam Pb diserap oleh tanaman dalam bentuk  $Pb^{2+}$ . Di dalam akar tanaman ion logam akan mengalami perubahan pH dan membentuk suatu zat khelat, atau fitokhelatin. Bila bertemu dengan

Pb dan Cu serta logam berat lainnya fitokhelatin akan membentuk ikatan sulfida diujung belerang pada sistein dan membentuk senyawa kompleks sehingga Pb dan Cu serta logam berat lainnya akan terbawa menuju jaringan tumbuhan [11]

Tanaman tidak dapat menyerap seluruh logam berat dalam lingkungan. Hal ini seperti yang didapatkan pada penelitian ini, yaitu kandungan logam tidak terserap seluruhnya yaitu dari 5 ppm hanya terserap sebesar kurang lebih 4 ppm. Logam tidak terserap seluruhnya ini dikarenakan logam yang sudah masuk ke dalam tanaman akan diekskresikan dengan cara menggugurkan daunnya yang sudah tua sehingga nantinya dapat mengurangi kadar logam, selain itu disebabkan oleh pengendapan logam yang berupa molekul garam dalam air yang tidak dapat masuk ke dalam tanaman.

### **Radionuklida ( $^{40}K$ ) dalam Tanaman**

Radionuklida buatan dapat terlepas ke udara seperti halnya pada radionuklida dari cerobong reaktor nuklir, yang kemudian akan terbawa angin dan jatuh di air, dan juga bisa bersama air hujan dan akan mencemari air permukaan. Selain radionuklida buatan, air mendapatkan tambahan radionuklida dari alam yang juga dapat menambah besarnya radionuklida di air permukaan. Air yang merupakan sumber nutrisi bagi tumbuhan dan dalam beberapa kasus air dapat digunakan sebagai media tumbuh dapat memberikan kontribusi radioaktif pada tanaman. Sehingga adanya radionuklida pada tanaman bukan hanya berasal dari radionuklida buatan namun juga disebabkan oleh radionuklida alam.

Radionuklida Kalium-40 tergolong dalam radionuklida kosmogenik hasil reaksi antara radiasi kosmik dengan inti atom utama di lapisan atmosfer rendah. Penyerapan radionuklida oleh akar merupakan fenomena yang kompleks, terutama untuk nuklida alam. Penyerapan radionuklida oleh beberapa jenis tanaman masing-masing berbeda, hal ini disebabkan oleh fisiologis masing-masing yang berbeda dan faktor yang berhubungan dengannya [12].

### **Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa tanaman genjer dapat tumbuh di air tercemar yang mengandung logam berat Pb dan Cu dengan konsentrasi awal 5 ppm. Uji kandungan unsur

yang diuji menggunakan XRF, kandungan terbesar pada semua sampel uji yaitu unsur kalium atau potasium (K), uji kandungan radionuklida dengan detektor GM besarnya aktivitas K-40 pada sampel uji tanaman genjer sebesar 1,117 nCi.

### Saran

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengukuran kandungan radionuklida pada tanaman menggunakan spektrometer gamma, sehingga kandungan radionuklida berbahaya lainnya dapat dideteksi lebih akurat. Selain itu, pengujian terhadap jenis tanaman lainnya yang biasanya sering dikonsumsi masyarakat dengan media (air) berasal dari daerah tercemar.

### Daftar Pustaka

- [1] Sastrawijaya, Tresna. 1991. Pencemaran Lingkungan. Jakarta. Rineka Cipta
- [2] Ariono, David. 1996. Bioremediasi Logam Berat di Lingkungan Perairan dengan Bantuan Mikroba. *Biota* Vol I(2): 23-27 Agustus 1996 ISSN 0853-8670
- [3] Suhud, Iffatunniswah, Vanny M.A. Tiwow, Baharudin Hamzah. 2012. Adsorpsi Kadmium (II) dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar dan Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk). *Jurnal Akademi Kimia*. 1(4):153-158.
- [4] Ali, Hazrae, Ezzat Khan, Muhammad Anwar Sajad. 2013. Phytoremediation of Heavy Metal- Concepts and applications (online). Vol 869-881 No 91. (<http://sciencedirect.com> diakses tanggal 24 Februari 2015).
- [5] Mellawati, June. 2009. Distribution of Uranium in Water of Gresik Coastal Waters. *Indo.J.Chem* 9(2), 211-216. National Nuclear Energy Agency, Jakarta
- [6] Kariyam, Edy Widodo, Esti Pritta Hutami. 2007. Penerapan Indeks Hartigan pada Pengelompokan Stasiun Pengambilan Sampel Air Berdasarkan Aktivitas Gamma Radionuklida di Sungai Code Yogyakarta. *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta.
- [7] Sari, Septiana Kurnia. 2013. *Pengukuran Efektivitas Tanaman Bayam (Amaranthus sp) dalam Penyerapan Logam Timbal (Pb) pada lahan TPA Supit Urang, Malang*. UB. Fakultas MIPA. Jurusan Fisika. *Jurnal Publis*
- [8] Hidayati N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. *Jurnal HAYATI MIPA IPB*. Vol 12 No.1 Hal 35-40
- [9] Priyanti, Etyun Yunita. 2013. Uji Kemampuan Daya Serap Tumbuhan Genjer (*Limnocharis flava*) Terhadap Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 283-289
- [10] Priyanto, B. & Prayitno, J.. 2006. *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran Khususnya Logam Berat*. URL: <http://lftl.bppt.tripod.com/sublab/lfl/oral1.htm>
- [11] Haryati, M., T. Purnomo, S. Kuntjoro. 2012. Kemampuan Tanaman Genjer *Limnocharis flava* (L0Buch) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *LenteraBio*. Vol. 1 No. 3:131-138.
- [12] Manigandan, P.K. 2009. Activity Concentration of Radionuclides in Plants in the Environment of Western Ghats. *Iran.J. Radiat. Res*. Vol. 7(2): 85-90