

**Fitoremediasi Logam Berat Cr Menggunakan Eceng Gondok  
*Eichornia crassipes* pada Buangan Limbah Cair Tambang  
PT. Bukit Makmur Istindo Nikeltama (Bumanik)**

**Dan Try Borrong<sup>1\*</sup>, Fahrudin<sup>2</sup>, Anwar Daud<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Konsentrasi Teknologi Lingkungan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia*

<sup>2</sup>*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia*

<sup>3</sup>*Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia  
E-mail: borrongdantry93@gmail.com*

**Abstract**

*The aim of the study is to determine the effect of water hyacinth in absorbing the content of heavy metal in mine liquid waste of Bukit Makmur Istindo Nikeltama. This type of research was an experiment using quantitative descriptive analysis in the form of field data collection, laboratory data processing, and direct observation of phytoremediation process of water hyacinth with several variations in the number of plants including 15, 10, 5 plants and control tubs observed for 12 days. The variables observed in this study were Cr, BOD, COD, pH and TDS. The results showed that water hyacinth is effective to reduce mine liquid waste. The value of each variable obtained on the 12th day is still under the quality standard that has been set. In treatment I, the addition of 15 water hyacinth plants produces concentration values of Cr : <0,012 mg/L; BOD : 7.5275mg/L; COD 19.8215 mg/L; PH : 6.3 and TDS : 75.5 mg/L. In treatment II, the addition of 10 water hyacinth plants produces concentration values of Cr: <0,012 mg/L; BOD : 10,2703 mg/L; COD : 20.5054mg/L; PH : 6.3 and TDS : 88.25 mg/L. In treatment III, the addition of five water hyacinth plants produces concentration values of Cr : <0,012 mg/L; BOD : 10.6561 mg/L; COD : 32.4881 mg/L; PH : 6.35 and TDS : 97.5 mg/L. Meanwhile, treatment IV (control tub) produces concentration values of Cr : <0,012 mg/L; BOD : 11,2623 mg/L; COD : 32.9451 mg/L; PH : 6.65 and TDS : 80.5 mg/L. Thus, the results of the study indicate that the more the number of water hyacinth plants is, the higher the effect on the effectiveness of the reduction of mine liquid wastes.*

**Keywords:** chromium, phytoremediation, water hyacinth, water quality

**PENDAHULUAN**

Kemajuan industri pertambangan di Indonesia disertai meningkatnya masalah lingkungan, terutama pada buangan limbah cair tambang dapat mempengaruhi kehidupan flora fauna, serta kesehatan manusia (Fahrudin *et al.*, 2017). Salah satu logam berat yang membahayakan adalah kromium. Kromium umumnya ditemukan pada limbah industri elektroplating, *finishing* logam

(mencapai 10 mg/L), penyamakan kulit dan pertambangan. Di antara beberapa bilangan oksidasi dari kromium (di, tri, penta dan heksa), kromium trivalen dan heksavalen paling banyak terdapat di dalam lingkungan air. Kromium trivalen mempunyai tingkat toksisitas yang lebih rendah dibandingkan kromium heksavalen, namun dalam jangka panjang dapat mengakibatkan alergi dan kanker yang membahayakan manusia (Nurfitriyani *et al.*, 2013).

Kromium merupakan kontaminan yang berbahaya bagi ekosistem karena logam kromium, khususnya kromium heksavalen bersifat mudah larut, beracun, karsinogenik, dermatosis dan dalam jumlah berlebih dapat mengakibatkan kematian pada hewan, manusia dan mikroorganisme (Marwati *et al.*, 2009). Pada umumnya, limbah cair perusahaan tambang memiliki kandungan Cr yang melampaui baku mutu lingkungan. Limbah cair tersebut ditampung di dalam *sediment pond* dan dibagi dalam beberapa kompartemen, namun tidak dilakukan perlakuan untuk meminimalisir limbahnya sebelum dibuang sehingga dapat mencemari pemukiman masyarakat setempat dan dapat memberi dampak negatif pada lingkungan.

Pendekatan biologis untuk pengelolaan kualitas air merupakan potensi alternatif yang aman untuk dikembangkan dan dapat berfungsi sebagai solusi untuk kualitas air yang lebih baik (Fahrudin *et al.*, 2021). *Eichhornia crassipes* merupakan salah satu tanaman endemik di Sulawesi khususnya pada wilayah rencana lokasi penelitian. Oleh karena itu, penggunaan tumbuhan air ini dapat dimanfaatkan sebagai media dalam pengelolaan limbah cair tambang bijih nikel PT. Bukit Makmur Istindo Nikeltama (BUMANIK).

## **METODE PENELITIAN**

### **Persiapan Eceng Gondok**

Sampel eceng gondok diambil dari lokasi perairan Desa Keuona, Kecamatan Petasia Timur. Semua bagian tanaman eceng gondok (akar, daun, dan batang) dibersihkan dengan air bersih (Borker *et al.*, 2013). Pemilihan tanaman eceng gondok dengan kriteria yang hampir sama untuk dilakukan aklimatisasi selama dua minggu dengan tujuan menetralkan tanaman (Tanjung *et al.*, 2019).

### **Uji Pendahuluan**

Dilakukan uji kandungan logam berat kromium pada eceng gondok yang telah diaklimatisasi selama empat belas (14) hari sebelum dilakukan fitoremediasi.

### **Pengambilan Sampel Kromium**

Sampel logam berat kromium berasal dari hasil limbah cair pengelolaan tambang nikel PT. Bukit Makmur Istindo Nikeltama (BUMANIK) yang diambil pada inlet *sediment pond* tambang menggunakan jergen sampel untuk diuji kandungan logam berat kromiumnya.

### **Perlakuan Fitoremediasi**

Metode fitoremediasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan sistem *batch* dengan limbah cair dalam keadaan tidak mengalir atau diam (Mahamadi dan Nharingo, 2010). Perlakuan dilakukan dengan menggunakan 4 (empat) bak/media dan masing-masing diisi limbah cair tambang dengan volume 30 liter dengan penambahan tanaman eceng gondok yang bervariasi, PI (penambahan 15 tanaman eceng gondok), PII (penambahan 10 tanaman eceng gondok), PIII (penambahan 5 tanaman eceng gondok) dan PIV (sebagai bak kontrol). Perlakuan dilakukan 2 (dua) kali ulangan agar dapat dilakukan perbandingan. Pengambilan sampel dilakukan selama 12 (dua belas) hari diantaranya pada hari ke-0, ke-4, ke-8 dan ke-12 (Borker *et al.*, 2013).

### **Pengukuran Parameter**

Pengukuran nilai konsentrasi kromium dilakukan dengan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) (Ndimele & Jimoh, 2011), pengukuran konsentrasi BOD berdasarkan SNI: 6989.72:2009, pengukuran konsentrasi COD berdasarkan SNI: 6989.2:2009, pengukuran pH berdasarkan SNI: 6989.11:2019, pengukuran konsentrasi TDS berdasarkan SNI: 6989.27:2019.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pemeriksaan awal pada limbah cair tambang dilakukan di laboratorium dengan dua kali pengulangan pemeriksaan dan ditentukan nilai rata-rata dari pengujian limbah cair tambang tersebut sebelum perlakuan pada bak/media yang berisi tanaman eceng gondok. Nilai rata-rata pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

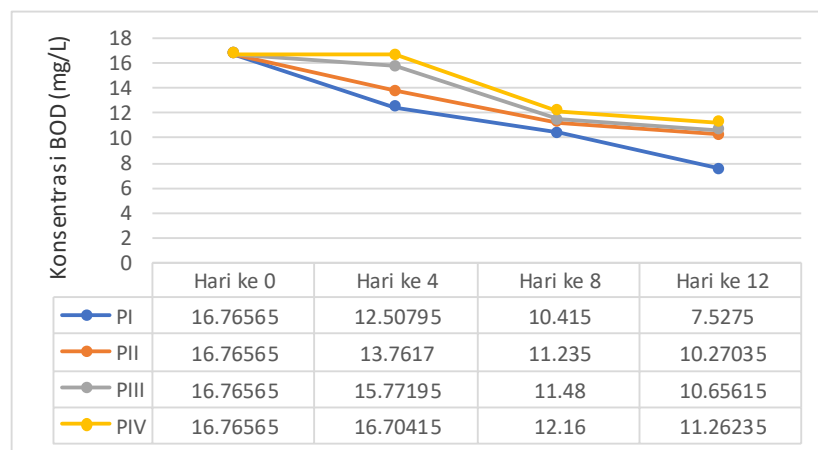
**Tabel 1.** Hasil pemeriksaan pendahuluan kandungan Cr, BOD, COD, pH dan TDS pada limbah cair tambang sebelum perlakuan

Parameter	Satuan	Nilai rata-rata	Metode Uji
Cr	mg/L	0.8384	SNI 06-6989.17-2004
BOD	mg/L	16.7656	SNI 6989.72:2009
COD	mg/L	38.1501	SNI 6989.15:2019
pH	-	7.745	SNI 6989.11:2019
TDS	mg/L	209.5	SNI 6989.27:2019

**Konsentrasi Logam Kromium**

Pada hari ke-8, semua perlakuan mengalami penurunan konsentrasi kromium dari 0.8384 mg/L menjadi 0.12 mg/L untuk P1 (dengan penambahan 15 tanaman eceng gondok), menjadi 0.19 mg/L untuk PII (dengan penambahan 10 tanaman eceng gondok), menjadi 0.205 mg/L untuk PIII (dengan penambahan 5 tanaman eceng gondok) dan menjadi 0,255 mg/L untuk PIV (bak kontrol atau tanpa penambahan tanaman eceng gondok). Hasil serapan eceng gondok dalam perubahan konsentrasi logam berat kromium dapat disimpulkan bahwa semakin cepat daya serapnya maka semakin banyak pula jumlah tanaman eceng gondok dan hasil serapan tersebut sangat dipengaruhi oleh waktu penyerapan.

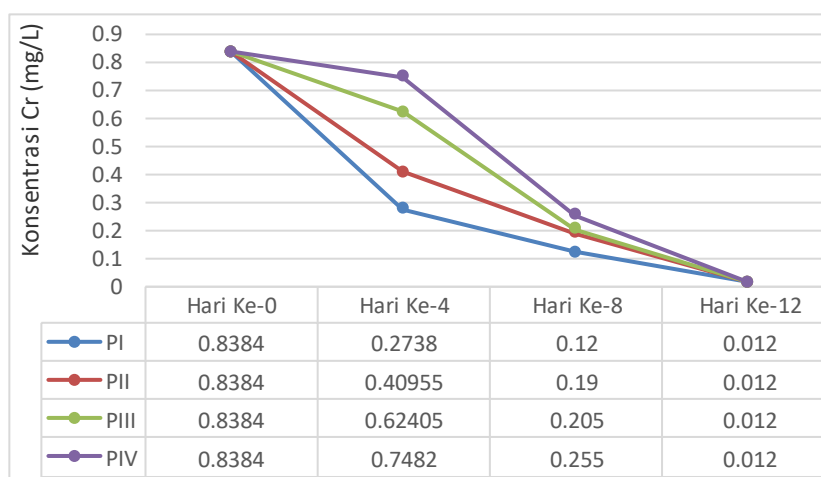
Pada hari ke-12, nilai konsentrasi kromium pada perlakuan IV atau bak kontrol sama dengan nilai pada perlakuan lainnya, yaitu sebesar < 0.012 mg/L. Rendahnya konsentrasi kromium pada perlakuan IV disebabkan oleh nilai pH yang tinggi. Tingginya nilai pH dapat mengubah senyawa kompleks dari kromium dalam bentuk karbonat menjadi bentuk hidroksida yang bersifat sukar larut dalam air dan dapat berikatan dengan partikel-partikel lainnya yang ada di dalam air hingga akhirnya mengendap di dasar perairan (Wulandari et al., 2012).



**Gambar 1.** Perubahan konsentrasi logam berat Cr pada limbah cair tambang dari semua perlakuan PI, PII, PIII dan PIV.

**BOD**

Penurunan konsentrasi BOD yang paling besar terjadi pada perlakuan PI (penambahan 15 tanaman eceng gondok) dari 7.5275 mg/L menjadi 16.76565 mg/L. Sedangkan penurunan konsentrasi BOD pada PII (penambahan 10 tanaman eceng gondok) dari 10.27035 mg/L menjadi 16.76565 mg/L, pada PIII (penambahan 5 tanaman eceng gondok) dari 10.65615 mg/L menjadi 16.76565 mg/L dan pada PIV (sebagai bak kontrol) dari 11.26235 mg/L menjadi 16.76565 mg/L. Eceng gondok memiliki kemampuan ganda yakni menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion-ion hasil pemecahan mikroorganisme pengurai (Borker *et al.*, 2013). Menurut Dewi (2012), penelitian yang menggunakan perlakuan dengan penutupan 90% eceng gondok dari suatu wadah menyebabkan penurunan BOD hingga 52% dari nilai awal.



**Gambar 2.** Perubahan Konsentrasi BOD pada limbah cair tambang dari semua perlakuan PI, PII, PIII dan PIV.

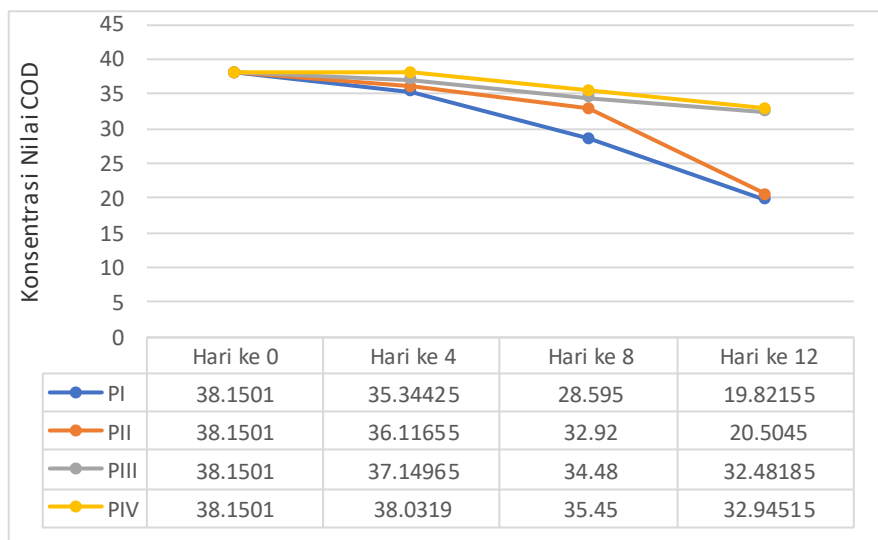
Menurut Ningrum *et al.* (2020), faktor yang mempengaruhi kadar BOD yang terkandung dalam air adalah jenis air, suhu air, derajat keasaman (pH) dan kondisi keseluruhan eceng gondok. Banyak tanaman eceng gondok yang digunakan dalam perlakuan dapat mempengaruhi penurunan BOD.

**COD**

Semua jenis perlakuan mengalami penurunan konsentrasi COD. Nilai Penurunan konsentrasi COD pada perlakuan PI (penambahan 15 tanaman eceng gondok) dari 38.1501 mg/L menjadi 19.82155 mg/L, pada perlakuan PII (penambahan 10 tanaman eceng gondok) dari 38.1501 mg/L menjadi 20.5045 mg/L, pada perlakuan PIII (penambahan 5 tanaman eceng gondok) dari 38.1501 mg/L menjadi 32.48185 mg/L dan pada perlakuan PIV (sebagai bak kontrol) dari 38.1501 mg/L menjadi 32.94515 mg/L. Pada akar tanaman eceng gondok terdapat mikroorganisme yang akan mendegradasi senyawa organik yang terkandung dalam limbah. Senyawa organik tersebut dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba dan selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses penurunan pencemar dalam limbah cair dengan menggunakan tumbuhan air merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut.

Tanjung *et al.* (2019) menjelaskan bahwa bahan-bahan pencemar tersebut akan diserap oleh akar tanaman setelah didegradasi oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga kandungan nutrisi yang terdapat dalam air limbah dikonsumsi oleh mikroorganisme. Perlakuan tanpa eceng gondok juga mengalami penurunan konsentrasi COD. Hal ini terjadi karena

didalam air terdapat senyawa organik yang mudah didegradasi dan yang sukar didegradasi. Pada senyawa organik yang mudah didegradasi, padatan tersuspensi yang dapat terlarut lebih sedikit dari yang dapat mengendap (Wulandari *et al.*, 2012).

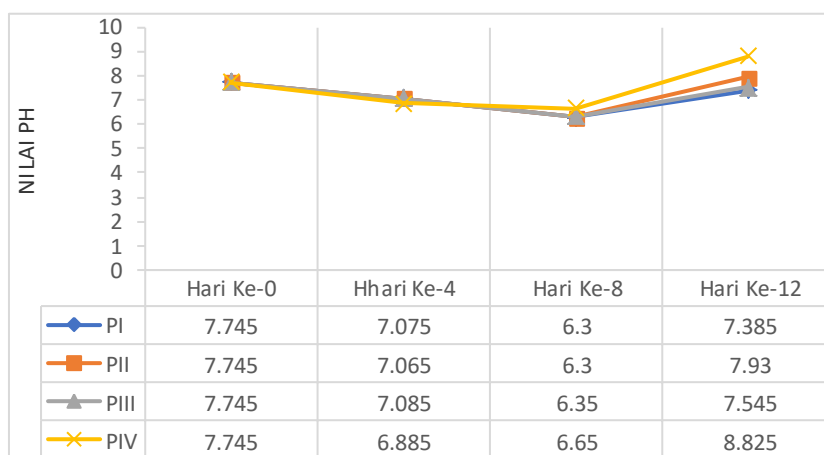


**Gambar 3.** Perubahan konsentrasi COD pada limbah cair tambang dari semua perlakuan PI, PII, PIII dan PIV.

**pH**

Pengamatan nilai pH semua perlakuan pada hari ke-0, hari ke-4 dan hari ke-8 mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu percobaan fitoremediasi. Sedangkan nilai pH semua perlakuan pada hari ke-12 mengalami kenaikan, yaitu dari 7.745 menjadi 7.385 untuk PI (penambahan 15 tanaman eceng gondok), 7.93 untuk PII (penambahan 10 tanaman eceng gondok), 7.545 untuk PIII (penambahan 5 tanaman eceng gondok) dan 8.825 untuk PIV (bak kontrol). Menurut Felani dan Hamzah (2007), perubahan nilai pH dapat disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba dalam menurunkan zat-zat organik di dalam limbah cair dan aktivitas fotosintesis yang mengambil CO<sub>2</sub> terlarut dalam bentuk H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

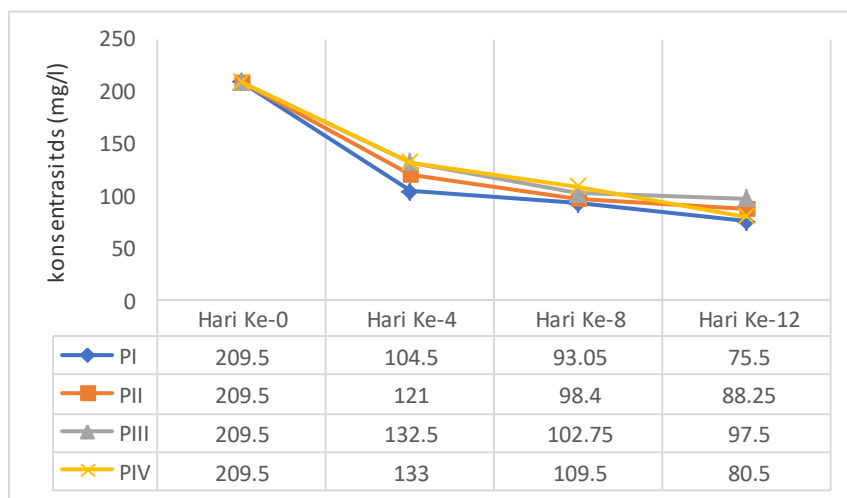
Bahan-bahan organik di dalam limbah cair dapat direduksi oleh *mikroba rhizosfera* yang terdapat pada akar eceng gondok. Caranya adalah dengan menyerap bahan organik dari perairan dan sedimen, kemudian mengakumulasikan bahan terlarut ini ke dalam struktur tubuhnya (Afifah & Mangkoedihardjo, 2018). Bakteri pereduksi sulfat dapat meningkatkan pH atau mengembalikan pH netral melalui reduksi sulfat menjadi sulfida (H<sub>2</sub>S) dan pelepasan ion hidroksil (OH<sup>-</sup>) (Fahrudin *et al.*, 2020)



**Gambar 4.** Perubahan nilai pH pada limbah cair tambang dari semua perlakuan PI, PII, PIII dan PIV.

### TDS

Pada semua perlakuan, rata-rata konsentrasi awal TDS adalah 209,5 mg/L. Setelah pemberian perlakuan eceng gondok, konsentrasi TDS setiap waktu perlakuan mengalami penurunan yang signifikan dan konsentrasi TDS pada hari ke-12 adalah 75,5 mg/L untuk PI (penambahan 15 tanaman eceng gondok), 88,25 mg/L untuk PII (penambahan 10 tanaman eceng gondok), 97,5 mg/L untuk PIII (penambahan 5 tanaman eceng gondok) dan 80,5 mg/L untuk PIV (sebagai bak kontrol). Ukuran padatan terlarut total (TDS) lebih kecil dari padatan yang tersuspensi (TSS). Pada umumnya, padatan yang tergolong TDS, antara lain: mineral, garam-garam dan senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air. Substansi zat anorganik besumber dari gas, logam dan mineral yang terbawa masuk ke dalam air. Rambut akar eceng gondok bermuatan listrik sehingga padatan terlarut yang bermuatan berlawanan dengannya akan ditarik hingga menempel pada bagian akar yang kemudian diserap perlahan oleh mikroorganisme dan tanaman. Konsentrasi TDS pada bak kontrol semakin menurun seiring bertambahnya waktu pengamatan. Pengurangan TDS terjadi karena wadah perlakuan dapat berperan sebagai bak equalisasi (Yadav et al., 2011).



**Gambar 5.** Perubahan Konsentrasi TDS pada limbah cair tambang dari semua perlakuan PI, PII, PIII dan PIV.

## KESIMPULAN

Karakteristik habitat ikan lambat berdasarkan parameter faktor kimia perairan berdasarkan hasil uji masih mendukung untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Nilai yang diperoleh masih sesuai dengan baku mutu air yang dipersyaratkan Peraturan Pemerintah Nomor 28 tahun 2001. Kondisi ini perlu dipertahankan untuk menjaga kelestarian Sumber Daya Ikan (SDI), salah satunya *C. leiocanthus*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Y., dan Mangkoedihardjo, S., 2018. *Studi Literatur Pengolahan Air Limbah Menggunakan Mixed Aquatic Plants*. Jurnal Teknik ITS. 7(1): 228-232.
- Borker, A. R., Mane, A. V., Saratale, G. D., and Pathade, G. R., 2013. *Phytoremediation Potential of Eichhornia crassipes for the Treatment of Cadmium In Relation With Biochemical and Water Parameters*”, Emirates Journal of Food and Agriculture. 25(6): 43-456.
- Dewi, Y. S., 2012. *Efektivitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solm) dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik*. Jurnal Teknologi Lingkungan. 13(2): 151-158.
- Fahrudin, Abdullah, A., dan Nafie, N. L., 2017. *Sediment Treatment for Increasing pH and Reducing Heavy Metal Cadmium (Cd) In Acid Mine Drainage*. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(9): 1604-1610.
- Fahrudin, F., As’adi, A., Nurhaedar dan Nafie, N. L., 2020. *Estuary Sediment Treatment for Reducing Sulfate In Acid Mine Water*. Environment and Natural Resources Journal. 18(2): 191-199.
- Fahrudin, F., Samawi, M. F., Tuwo, M., dan Tanjung, R. E., 2021. *The Effect Of Heavy Metal Lead (Pb) on The Growth of Ammonia Degrading Bacteria and Physical Changes Of Eichhornia crassipes In Groundwater Phytoremediation*. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology. 11(3): 994-1000.
- Felani, M., dan Hamzah, A., 2007. *Fitoremediasi Limbah Cair Industri Tapioka dengan Tanaman*



- Eceng Gondok*. Buana Sains. 7(1): 11-20.
- Mahamadi, C., and Nharingo, T., 2010. *Competitive Adsorption of Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup> And Zn<sup>2+</sup> Ions Into Eichhornia crassipes in Binary and Ternary Systems*. Bioresource Technology. 1019(3): 859-864.
- Marwati, S., Padmaningrum, R. T., dan Marfuatun. 2009. *Pemanfaatan Ion Logam Berat Tembaga(II), Kromium(II), Timbal(II), dan Seng (II) dalam Limbah Cair Industri Elektroplating untuk Pelapisan Logam Besi*. Jurnal Penelitian Saintek. 14(1): 17-40.
- Ndimele, P. E., and Jimoh, A. A., 2011. *Water Hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.) In Phytoremediation of Heavy Metal Polluted Water of Ologe Lagoon, Lagos, Nigeria*. Journal of Environmental Sciences. 5(5): 424-433.
- Ningrum, Y. D., Ghofar, A., dan Haeruddin. 2020. *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator Pada Limbah Cair Produksi Tahu*. Journal of Maquares. 9(2): 97-106.
- Nurfitriyani, A., Wardhani, E., dan Dirgawati, M., 2013. *Penentuan Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen (Cr<sup>6+</sup>) dengan Adsorpsi Menggunakan Tempurung Kelapa Secara Kontinyu*. Reka Lingkungan. 1(2): 57-68.
- Tanjung, R. E., Fahrudin, F., dan Samawi, M. F., 2019. *Phytoremediation Relationship of Lead (Pb) by Eichhornia crassipes on pH, BOD and COD in Groundwater*. Journal of Physics: Conference Series. 1341(2): 1-6.
- Wulandari, E., Herawati, E. Y., dan Arfiati, D., 2012. *Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut dan Tiram Saccostrea glomerata Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur*. Jurnal Penelitian Perikanan. 1(1): 10-14.
- Yadav, S. B., Jadhav, A. S., Chonde, S. G., and Raut, P. D., 2011. *Performance Evaluation of Surface Flow Constructed Wetland System by Using Eichhornia Crassipes for Wastewater Treatment in an Institutional Complex*. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 1(4): 435- 441.