

**EFEKTIFITAS BEBERAPA JENIS GULMA AIR TERHADAP  
PENURUNAN KADAR LOGAM BERAT PADA AIR BEKAS GALIAN  
PASCA TAMBANG BATUBARA(VOID)**

**THE EFFECTIVENESS OF SOME TYPES OF WATER WEEDS ON  
REDUCING HEAVY METAL LEVELS IN POST-COAL MINING  
EXCELLENT WATER (VOID)**

**Novi Karyati<sup>1</sup>, Mijani Rahman<sup>2</sup> dan Zairina Yasmi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km 36 Kotak Pos 6 Simpang  
Empat Banjarbaru.

Email : [liairmawati0@gmail.com](mailto:liairmawati0@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan (1) “Mengetahui efektifitas gulma air kangkung (*Ipomoea aquatic* Forst) Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) (Mart) solms, dan Kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penurunan kadar logam berat pada air bekas galian pasca tambang batubara , (2) Mengetahui efektifitas retensi waktu dari gulma air terhadap penurunan kadar logam berat pada bekas galian pasca tambang batubara. Penelitian ini dilaksanakan selama 11 bulan dari bulan November 2020 sampai februari 2021. Lokasi pengambilan sampel air di lakukan di PT. Arutmin Site Asam-Asam Indonesia Kalimantan Selatan, Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan cara *purposive sampling* yaitu penentuan lokasi yang dianggap penting dan mewakili serta menggambarkan keadaan perairan secara keseluruhan. Metode analisis data yaitu (1) analisis deskriptif, (2) Analisis trend (*Trend Analisis*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) kualitas air yang diperoleh dari hasil pengolahan Air Asam Tambang dengan metode fitoremediasi pada media wadah dalam waktu 4 periode yaitu terdapat konsentrasi akhir kadar Mn pada tumbuhan kangkung (3,09), eceng gondok (3,11), dan kiambang (4,11), sedangkan konsentrasi Fe pada Tumbuhan air kangkung (1,02), eceng gondok (1,41), dan kiambang sebesar (2,16). (2) nilai IFR (Indeks fitoremediasi) Kadar Mn mampu di serap oleh tumbuhan Kangkung sebesar 66,44%, Eceng gondok sebesar 66,23%, dan Kiambang sebesar 55,37%, dan penyerapan kadar Fe oleh Kangkung 65,03%, eceng gondok 39,22%, dan Kiambang 6,89%.

**Kata Kunci** : Analisis trend, kangkung (*Ipomoea aquatic* Forst) Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) (Mart) solms, dan Kiambang (*Salvinia molesta*), Mn, Fe, void

## PENDAHULUAN

Void merupakan bekas lubang tambang atau sisa lubang galian pertambangan *open-pit* yang menyisakan lubang tambang sebagai defisit overburden akibat aplikasi stripping ratio yang diimplementasikan karena sebagian batuan (dalam hal ini adalah endapan batuan) telah diambil meskipun tindakan reklamasi telah optimal namun tidak dapat tereklamasi seperti kondisi rona awal. Sisa lubang bekas galian tambang tersebut pada akhirnya akan menjadi kawasan tampungan air larian maupun air hujan karena berdasarkan topografi cenderung lebih rendah dan struktur tanah memadat dan sulit diresapi air (Yunandar, 2012)

Air asam tambang adalah air limbah yang terbentuk melalui serangkaian reaksi kimia dan aktivitas biologis. Batuan yang mengandung sulfida dengan adanya oksigen dan air mengalami oksidasi membentuk asam sulfat, sehingga memiliki pH kurang dari 4. Pada pH yang rendah menyebabkan peningkatan kelarutan logam berat di dalam air. Akibatnya air asam

tambang dengan keasaman tinggi dan kaya akan logam berat berpotensi besar menjadi sumber pencemaran lingkungan. Beberapa peneliti telah menemukan bahwa air asam tambang memiliki pH yang rendah, sulfat yang tinggi dan mengandung logam berat dan bersifat toksik seperti Fe, Mn, Pb, Cd, Hg, As, Al, Cr, Ni, Zn, Co, Cu (Achterbeg *et al.*, 2003 dalam Yunus, 2014)

Beberapa metode dalam mengatasi limbah air asam tambang batubara diantaranya dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu teknologi yang menggunakan tumbuhan untuk memperbaiki sebagian atau substansi kontaminan tertentu dalam tanah, endapan, kotoran/lumpur, air tanah, air permukaan, dan air sampah. Melalui metode ini air asam tambang dapat dikelola untuk meminimalisir penyebab terjadinya dampak lingkungan yang utama, yakni penurunan pH yang disebabkan oleh asam sulfat, dan terlarutnya logam berat yang disebabkan oleh terlarutnya ion besi (Pivetz, 2001)

Pelaksanaan fitoremediasi memerlukan tumbuhan yang cocok

serta mempunyai kemampuan untuk memperbaiki lingkungan (priyanto & prayitno,2002) tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungan kedalam jaringan melalui membran sel dengan sifat penyerapan ion oleh tumbuhan. Faktor yang mempengaruhi adalah konsentrasi zat pada lingkungan tersebut dan kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya serta perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Kalimantan selatan sebagian besar wilayahnya adalah rawa dengan vegetasi tumbuhan air yang sangat beragam. Jenis tumbuhan air yang mengapung sering dianggap gulma dan tidak memiliki nilai ekonomis, namun jenis tumbuhan ini sering digunakan untuk pengolahan limbah karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi dan kemampuannya untuk menyerap hara langsung dari kolom air (Saeni 1989 dalam Suryati dan Budhi 2003). Jenis tumbuhan air ini antara lain eceng gondok (*Eichornia*

*crassipes*) (Mart) solms,kangkung (*Ipomoea aquatic forst*) dan Kiambang (*Salvinia molesta*).

## **METODE PENELITIAN**

### ***Waktu dan Tempat***

Kegiatan penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan dan pelaporan yang dihitung dari bulan November 2020 hingga february 2021, Sedangkan tempat pengambilan sampel air di lakukan di PT. Arutmin Site Asam-Asam Indonesia Kalimantan Selatan. tempat penelitian dilakukan di rumah dan Analisis sampel air dilakukan di laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat banjarbaru.

### ***Alat dan Bahan***

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Alat Tulis, Spektrofotometer, Erlemeyer, Pifet, Gelas ukur, Kuvet, Tisu, Kamera, GPS, Reagen powder Pillows Mn, Reagen powder Pillows Fe

### ***Penentuan Lokasi***

Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan cara *purposive*

*sampling* yaitu penentuan lokasi yang dianggap penting dan mewakili serta menggambarkan keadaan perairan secara keseluruhan. Pertimbangan dalam penentuan lokasi pengambilan sampel ini di tujukan agar dapat mewakili kondisi kualitas air dari badan air yang dipantau, sebagai tolak ukur dampak dari kegiatan manusia khususnya aktifitas pertambangan batubara.

#### ***Prosedur Kerja***

Prosedur kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel air di lapangan/lokasi penambangan kemudian dibawa ketempat penelitian.
2. Pengambilan sampel tumbuhan air dilapangan/lokasi sebanyak satu kali dalam 3 jenis tumbuhan air ditempat berbeda-beda
3. Menyiapkan 3 buah baskom dengan diameter 25 kemudian masukkan sampel air sebanyak 24 liter
4. Menyiapkan 3 jenis tumbuhan air sebanyak 1 kg perwadah untuk proses aklimatisasi pada tumbuhan uji selama 7 hari, dalam

3 perlakuan dan 4 kali pengukuran.

5. Masukkan 3 jenis tumbuhan air ke masing-masing wadah sebanyak 1 kg yang sudah berisi air sampel sebanyak 24 liter.
6. Mengamati dan mengukur persatu minggu selama satu bulan terhadap kemampuan tumbuhan air untuk menurunkan kadar Mn an Fe ( dicatat pada lembar catatan sementara
7. Hasil pengamatan di sajikan dalam bentuk tabel dan grafik garis untuk setiap perubahan pada waktu pengamatan.

#### **3.5. Tahap Analisis Laboratorium**

##### **3.5.1. Tahap Pengukuran Manganese (Mn)**

1. Pilih nomor program untuk manganese 295 manganese HR
2. Proparasi sampel : masukan 10 ml sampel kedalam kuvet
3. Masukkan 1 bungkus reagent buffer powder pillow, citrate, kedalam kuvet
4. Kocok sesuai dengan petunjuk hingga homogeny
5. Tambahkan 1 bungkus sodium perrodade power pillow
6. Kocok hingga homogeny

7. Nyalakan timer biarkan larutan bereaksi selama 2 menit
8. Preparasi 1 blank : masukkan 10 ml sampel ke kuvet kedua
9. Bersihkan kuvet blangodengan tisu bersih dan masukkan kedalam alat
10. Tekan READ, maka akan muncul mg/l Mn, HR

### 3.5.2. Tahap Pengukuran Besi (Fe)

Star : pilih nomor program untuk besi 265 iron

1. Preparasi sampel : masukkan 10 ml sampel kedalam kuvet
2. Masukkan 1 bungkus reagent kedalam kuvet
3. Kocok sesuai dengan petunjuk hingga homogeny
4. Diamkan larutan selama 3 menit nyalakan timer pada alat larutan akan berwarna orange yang menunjukkan adanya besi
5. Preparasi blango: masukkan 10 ml air kedalam kuvet kedua
6. Bersihkan kuvet blango dengan tisu kering
7. Masukkan kuvet kedalam alat
8. Tekan ZERcxO
9. Bersihkan kuvet sampel dengan tisu kering
10. Masukkan kedalam alat

11. Tekan READ maka akan muncul mg/L Fe

### ***Analisis Data***

Hasil kualitatif air dianalisis secara deskriptif yaitu dengan melihat perubahan kualitas air selama proses penelitian yang dilakukan dengan skala laboratorium. Data ditampilkan dalam bentuk grafik untuk melihat perubahan kualitas air, selanjutnya dilakukan analisis kecenderungan (*Trend Analisis*).

Analisis trend merupakan model trend umum untuk data time series dan untuk meramalkan. Analisis trend adalah analisis yang digunakan untuk mengamati kecenderungan data secara menyeluruh pada suatu kurun waktu yang cukup panjang.

Trend dapat dipergunakan untuk meramalkan kondisi apa data di masa mendatang, maupun dapat dipergunakan untuk memprediksi data pada suatu waktu dalam kurun waktu tertentu.

Hasil pengukuran konsentrasi Mn dan Fe yang terkandung pada air bekas galian pasca tambang batubara dikonversi menjadi nilai Indeks Fitoremediasi (IFR). IFR

adalah prosentase penurunan konsentrasi parameter awal dibandingkan dengan parameter pada akhir air limbah. IFR dihitung dengan rumus (Zayed et al., 1998) berikut:

$$IFR = \frac{awal - akhir}{awal} \times 100\%$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

No	Parameter	Mg/L	Periode Waktu Retensi (Minggu)				Besarnya Penyerapan Mg/L
			M0	M1	M2	M3	
1	Kangkung	9,21	7,02	5,34	3,09	6,12	
2	Eceng gondok	9,21	7,11	5,36	3,11	6,1	
3	Kiambang	9,21	8,12	6,30	4,11	5,1	

No	Parameter	Mg/L	Periode Waktu Retensi (Minggu)				Besarnya Penyerapan Mg/L
			M0	M1	M2	M3	
1	Kangkung	2,32	2,19	1,79	1,02	1,3	
2	Eceng gondok	2,32	2,21	1,79	1,41	0,91	
3	Kiambang	2,32	2,29	2,21	2,16	0,16	

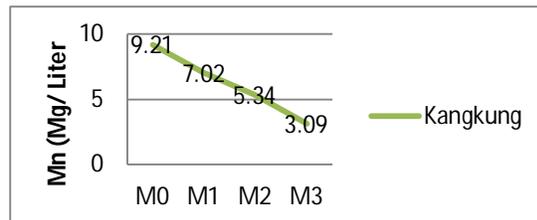
Sumber : Data Primer 2020

#### Hasil

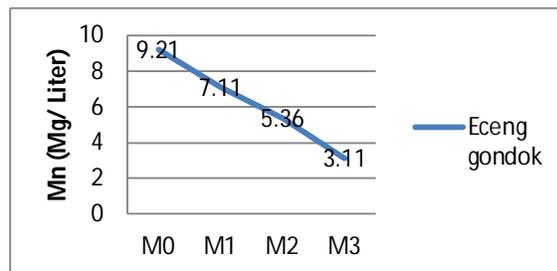
Perubahan kadar Mn dan Fe pada air bekas galian pasca tambang batubara sebelum dan sesudah perlakuan tumbuhan air Kangkung (*Ipomoea aquatica Forsk*) Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) solms*, dan Kiambang (*Salvinia molesta*) menunjukkan bahwa kualitas air yang diperoleh dari hasil pengolahan Air Asam Tambang dengan metode fitoremediasi pada media wadah

dalam periode waktu 4 periode, yaitu terdapat parameter konsentrasi akhir kadar Mn pada tumbuhan kangkung (3,09) eceng gondok (3,11), dan kiambang (4,11), sedangkan konsentrasi Fe pada Tumbuhan air kangkung (1,02) eceng gondok (1,41), dan kiambang sebesar (2,16). Hasil ini sesuai dengan nilai yang didapat melalui analisis laboratorium.

Grafik Polutan trend penyerapan kadar Mn pada tumbuhan air Kangkung *Ipomoea aquatic Forsk.*, Eceng Gondok *Eichhornia crassipes (Mart)*, dan Kiambang *Salvinia molesta* tertulis pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3.

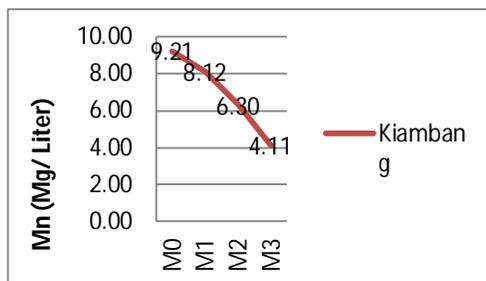


Gambar 4.1. Penyerapan Kadar Mn Pada Tumbuhan Air Kangkung *Ipomoea aquatic Forsk*



Gambar 4.2. Penyerapan Kadar Mn

Pada Tumbuhan Air Eceng Gondok  
*Eichhornia crassipes* (Mart)



Gambar 4.3. Penyerapan Kadar Mn Pada Tumbuhan Air Kiambang *Salvinia molesta*

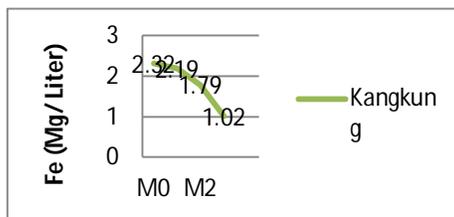
Dari hasil analisis laboratorium kualitas air kecenderungan penurunan konsentrasi Mn sebelum diberi perlakuan tumbuhan air dan sesudah ditunjukkan pada Gambar 4.1. 4.2. 4.3. Penurunan konsentrasi Mn tampak sangat beriring. Konsentrasi Mn pada M0 belum ada reaksi dikarenakan belum diberikan perlakuan pada air bekas galian pasca tambang batubara tersebut, dan pada M1,M2 dan M3 menunjukkan adanya penurunan pada konsentrasi Mn terjadi reaksi pada tumbuhan Eceng gondok dan kangkung, tumbuhan yang mampu menyerap kadar Mn pada air bekas galian pasca tambang batubara terlihat pada tumbuhan air kangkung sebesar 9,21 menurun menjadi 3,09 pada M3 dan pada tumbuhan eceng gondok

mampu menyerap 9,21 menurun menjadi 3,11 pada M3.

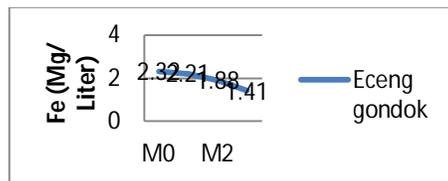
Dari hasil analisis laboratorium kualitas air kecenderungan penurunan konsentrasi Mn sebelum diberi perlakuan tumbuhan air dan sesudah ditunjukkan pada Gambar 4.1. 4.2. 4.3. Penurunan konsentrasi Mn tampak sangat beriring. Konsentrasi Mn pada M0 belum ada reaksi dikarenakan belum diberikan perlakuan pada air bekas galian pasca tambang batubara tersebut, dan pada M1,M2 dan M3 menunjukkan adanya penurunan pada konsentrasi Mn terjadi reaksi pada tumbuhan Eceng gondok dan kangkung, tumbuhan yang mampu menyerap kadar Mn pada air bekas galian pasca tambang batubara terlihat pada tumbuhan air kangkung sebesar 9,21 menurun menjadi 3,09 pada M3 dan pada tumbuhan eceng gondok mampu menyerap 9,21 menurun menjadi 3,11 pada M3.

Grafik Polutan trend penyerapan kadar Fe pada tumbuhan air Kangkung *Ipomoea aquatic Forsk*, Eceng Gondok *Eichhornia crassipes* (Mart), dan Kiambang

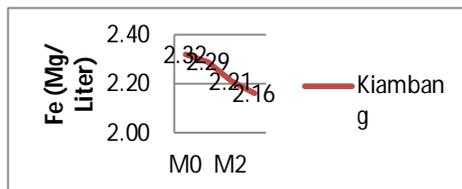
*Salvinia molesta* tertulis pada Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6.



Gambar 4.4. Penyerapan Kadar Fe Pada Tumbuhan Air Kangkung *Ipomoea aquatic Forsk,*



Gambar 4.5. Penyerapan Kadar Fe Pada Tumbuhan Air Eceng Gondok *Eichhornia crassipes (Mart)*



Gambar 4.6. Penyerapan Kadar Fe Pada Tumbuhan Air Kiambang *Salvinia molesta*

Hal yang sama pada konsentrasi Fe pada gambar 4.4. 4.5. 4.6. tampak menunjukkan penurunan kadar Fe pada tumbuhan kangkung masing-masing sebesar 2,32 menurun menjadi 1,02 pada minggu terakhir, dan pada tumbuhan eceng gondok mampu menurunkan kadar Fe sebesar 2,32 menjadi 1,41 pada minggu terakhir.

Menurut Eddy (2010) kangkung merupakan salah satu tanaman yang memiliki kemampuan yang disebut dengan hiperakumulator, yaitu relatif tahan terhadap berbagai macam bahan pencemar dan mengakumulasi dalam jaringan dengan jumlah yang cukup besar. Salah satu bahan pencemar tersebut adalah fosfat. Tanaman kangkung mampu mentranslokasikan bahan pencemar fosfat dengan konsentrasi sangat tinggi ke pucuk tanpa membuat tanaman tumbuh tidak normal dalam arti kata tidak kerdil dan tidak mengalami fitotoksisitas.

Sedangkan pada tumbuhan kiambang hanya mampu menurunkan kadar Mn dan Fe pada air bekas galian pasca tambang batubara masing-masing sebesar Mn 9,21 - 1,41 dan pada kadar Fe mampu menurunkan sebesar 2,32 - 2,16. Meskipun daya serap pada tumbuhan kiambang agak sedikit lambat dikarenakan menurut Mcfarland dkk. (2004) tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) D.S. Mitchell merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam

meremediasi limbah organik dan anorganik karena memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi dan pertumbuhan sangat cepat. Iwan simatupang dkk. (2015), menyatakan bahwa tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) D.S. Mitchell yang ditambahkan pada limbah pulp dan kertas, memperbaiki kualitas limbah pada konsentrasi 25% meningkatkan kandungan DO dari 5 ppm menjadi 16 ppm.

Dari hasil penelitian ini ketiga jenis tumbuhan air Kangkung *Ipomoea aquatica* Forsk, eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart) dan kiambang *Salvinia molesta* mampu menurunkan kadar logam berat Mn dan Fe pada air bekas galian pasca tambang batubara dengan kemampuan daya serap yang berbeda-beda.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### ***Kesimpulan***

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar Mn mampu di serap oleh tumbuhan Kangkung *Ipomoea aquatica* Forsk sebesar 66,44%, Eceng gondok *Eichhornia*

*crassipes* (Mart) sebesar 66,23%, dan Kiambang *Salvinia molesta* sebesar 55,37%, sedangkan dalam penyerapan kadar Fe oleh tumbuhan Kangkung *Ipomoea aquatica* Forsk sebesar 65,03%, eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart) sebesar 39,22%, dan tumbuhan Kiambang *Salvinia molesta* sebesar 6,89%.

2. Dalam penelitian ini selama waktu retensi 4 periode penyerapan kadar Mn dan Fe oleh tumbuhan air Kangkung *Ipomoea aquatica* Forsk, Eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart), dan Kiambang *Salvinia molesta* efektif mampu menyerap kadar Mn dan Fe pada waktu retensi periode ketiga.

### ***Saran***

1. Dengan adanya informasi dari hasil penelitian ini perlu adanya penambahan waktu retensi untuk melihat fluktuasi (*Trend*) kemampuan oleh tumbuhan air Kangkung *Ipomoea aquatica* Forsk, Eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Mart), dan Kiambang

*Salvinia molesta* terhadap kadar Mn dan Fe.

2. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan tumbuhan terhadap logam berat dengan waktu retensi lebih lama. Tumbuhan yang dianggap gulma ternyata efektif menyerap polutan

## DAFTAR PUSTAKA

- Eddy. Pemanfaatan teknik fitoremediasi pada lingkungan tercemar timbal (Pb). Teknik Lingkungan ITS, Surabaya. 2010.
- Iwan Simatupang, Siti Fatonah, Dyah Iriani. 2015. Pemanfaatan Kiambang (*Salvinia molesta* D.Mitch) Untuk Fitoremediasi Limbah Organik Pulp dan Kertas. JOMM FMIPA. Volume 2 No. 1 Februari 2015.
- Mcfarland, D.G.,L.S. Nelson, M.J. Grodowitz, R.M. Smart, C.S. Owen, 2004. *Salvinia molesta* D.S.Mitchell (*Giant Salvinia*) in The United States: a Review of Species Ecology and Approaches to Management. U.S. Army Corps of Engineers Wasington, D.C 20314-1000.
- Pivetz, E. Bruce, 2001, Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Waste Sites. EPA Ground Water Issue.
- Suryati T, Budhi P. 2003. Eliminasi logam berat kadmium dalam air limbah menggunakan tanaman air. J Teknik Lingkungan. 4(3): 143-147.
- Yunandar, 2012. Status Kualitas Perairan Dan Biota Pada Bekas Galian Tambang (Void) Tertutup Pit 4 Pinang Kecamatan Sungai Pinang Kabupaten Banjar.
- Yunus, R., 2014. Fitoremediasi Pb dan As pads air asam tambang batbara dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). [Disertasi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Zayed A., Gowthaman S., dan Terry N. 1998. Phytoaccumulation of Trace Elements by Wetland Plants: I. Duckweed. J. Environmental Quality. 27(3): 715-721