E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083

Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

ANALISIS PENGARUH FASE TUMBUH TANAMAN ECENG GONDOK TERHADAP KEMAMPUAN FITOREMEDIASI Cr^{6+} PADA LIMBAH CAIR PERTAMBANGAN NIKEL

Iis Nursari*, Nurliah Jafar, Firman Nullah Yusuf, dan Moh. Salman Said
Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia
**iisnursari15091996@gmail.com*

SARI

Pembangunan industri pertambangan yang makin meningkat mengandung resiko pencemaran dan perusakan lingkungan hidup. PT. Vale Indonesia Tbk. merupakan salah satu perusahaan tambang nikel yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Kegiatan penambangan PT. Vale Indonesia Tbk. menghasilkan air limbah yang terkontaminasi Cr^{6+} dengan konsentrasinya 0.56 ppm yang tidak sesuai dengan standar baku mutu air limbah pertambangan nikel yang tercantum pada PERMENLH No.9/2006, maka perlulah *treatment* berikutnya. Penelitian ini mencoba menggunakan metode fitoremediasi dengan parameter fase tumbuh tanaman eceng gondok terhadap fitoremediasi Cr^{6+} serta mengetahui penyerapan pH. Pada penelitian ini dilakukan 3 perlakuan pada air limbah, meliputi perlakuan satu air limbah dengan eceng gondok fase tumbuh muda dengan tinggi tanaman <35 cm, perlakuan dua air limbah dengan eceng gondok fase tumbuh sedang dengan tinggi tanaman 35-60 cm, dan perlakuan 3 air limbah dengan eceng gondok fase tumbuh tua dengan tinggi tanaman 60-80 cm, dengan waktu fitoremediasi 7 hari. Tanaman eceng gondok diambil dari perairan Sungai Jeneberang Makassar dengan metode *purposife sampling*. Untuk analisis kadar logam Cr^{6+} digunakan metode *Spektrofotometri UV* berdasarkan SNI 6989.71.2009 di Laboratorium Air dan Lingkungan Balai Besar Industri Hasil Perkebunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitoremediasi Cr^{6+} oleh tanaman eceng gondok mampu mereduksi Cr^{6+} hingga mencapai konsentrasi 0.2050 ppm yang dilakukan oleh tanaman eceng gondok fase sedang, dengan penyerapan terbaiknya terjadi pada hari pertama. Serta tanaman eceng gondok untuk semua fasenya mampu menurunkan nilai pH air menuju nilai yang lebih netral.

Kata kunci: Air Limbah Cr^{6+}, Eceng Gondok, Fitoremediasi, Ph, *Spektrofotometri UV*

ABSTRACT

The increasing development of the mining industry carries the risk of environmental pollution and damage. PT. Vale Indonesia Tbk. is one of the nickel mining companies in South Sulawesi Province. Mining activities of PT. Vale Indonesia Tbk. produce waste water contaminated with Cr^{6+} with the concentration of 0.56 ppm which is not in accordance with the quality standards of nickel mining wastewater listed in PERMENLH No.9/2006, then the necessary treatment is

Published By:
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia
Address:
Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan
Email:
geomine@umi.ac.id
Phone:
+6285299961257
+6281241908133

Article History:
Submite 18 April 2019
Received in from 19 April 2019
Accepted 29 April 2019
Available online 30 April 2019
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083

Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

next. This study tried to use the phytoremediation method with phase growth parameters of water hyacinth plants against phytoremediation of Cr^{6+} and knowing pH absorption. In this study 3 treatments were carried out on wastewater, including treatment of one wastewater with water hyacinth phase growing young with plant height <35 cm, treatment of two wastewater with medium-growth water hyacinth with a plant height of 35-60 cm, and treatment of 3 water waste with old water hyacinth grows with a plant height of 60-80 cm, with a phytoremediation time of 7 days. Water hyacinth plants are taken from the waters of the Makassar Jeneberang River by purposifemethod sampling. For analysis of metal content of Cr^{6+} usedmethod UV Spectrophotometry based on SNI 6989.71.2009 in Water and Environmental Laboratories of the Center for Estate Crops Industry. The results showed that phytoremediation of Cr^{6+} by water hyacinth plants was able to reduce Cr^{6+} to reach a concentration of 0.2050 ppm carried out by medium phase water hyacinth plants, with the best absorption occurring on the first day. As well as water hyacinth plants for all phases can reduce the pH value of water towards a more neutral value.

Keyword: *Crwastewater^{6+}, Water Hyacinth, Phytoremediation, pH, Spektrofotometri UV.*

PENDAHULUAN

Pembangunan industri pertambangan yang makin meningkat mengandung resiko pencemaran dan perusakan lingkungan hidup, sehingga struktur dan fungsi dasar ekosistem yang menjadi penunjang kehidupan akan rusak (Yuriska, 2010).

PT. Vale Indonesia Tbk. merupakan salah satu perusahaan tambang nikel yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. Kegiatan penambangan PT. Vale Indonesia Tbk. menghasilkan limbah cair terkontaminasi Cr^{6+} yang diatasi dengan memberikan *treatment ferro sulfat* ($FeSO_4$) sebagai media penurunan konsentrasi Cr^{6+} untuk memenuhi standar baku mutu air limbah yang tercantum pada peraturan pemerintah Indonesia nomor 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, akan tetapi memerlukan biaya yang sangat besar dan jika berlebih menggunakan $FeSO_4$ akan menaikkan konsentrasi Fe, berkaitan dengan hal tersebut telah dilakukan penelitian pengendalian konsentrasi Cr^{6+} menggunakan metode fitoremediasi (oleh tanaman eceng gondok) pada Rante *Pond* PT. Vale Indonesia Tbk, dengan parameter berat tanaman, yang dilakukan oleh Safitri (2018).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisis sampel di laboratorium untuk mengetahui pengaruh fase tumbuh tanaman terhadap kemampuan fitoremediasi air limbah industri pertambangan nikel yang tercemar Cr^{6+} dengan menggunakan tanaman *Eichornia crassipes* (eceng gondok).

Pengambilan Sampel

Air limbah Cr^{6+} diambil pada drainase yang menghubungkan Rante *pond* 2 menuju Rante *pond* yang merupakan salah satu dari 20 *pond treatment* Cr^{6+} yang dimiliki PT. Vale Indonesia Tbk. Drainase tempat pengambilan sampel air merupakan salah satu *inlet* dari 2 *inlet* pada Rante *pond* dengan volume air sampel yang diambil sebanyak 57 liter dengan nilai konsentrasi Cr^{6+} air limbah adalah 0.63 ppm.

Dalam memilih sampel tanaman eceng gondok perlu diketahui keadaan air tempat tumbuh tanaman, dari survei ditemukan bahwa kondisi air pada sungai Jeneberang lebih jernih selain jernih air dan tidak berbau. Keadaan tanaman eceng gondok, pertimbangan yang digunakan adalah panjang dan lebat akar tanaman, karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Safitri (2018) dinyatakan bahwa tanaman eceng gondok dengan akar yang lebat dan

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

panjang memiliki kemampuan penyerapan Cr^{6+} yang lebih tinggi. Pemilihan sampel eceng gondok dilakukan dengan *purposive sampling*, adapaun karakteristik yang menjadi pertimbangan dalam memilih sampel adalah fase tumbuh dari tanaman eceng gondok. Penentuan fase tumbuh tanaman eceng gondok ini ditentukan dengan kenampakan tanaman, pada fase muda (vegetatif) terdapat kuncup daun serta tanaman eceng gondok masih kecil dengan rata-rata tinggi tanaman <35 cm, pada fase tua (generatif) dicirikan dengan adanya bunga pada tanaman eceng gondok serta tanaman eceng gondok relatif lebih besar dengan tinggi rata-rata 60-80 cm, sedangkan untuk fase sedang merupakan fase peralihan dari fase muda ke fase tua dengan tinggi rata-rata tanaman 35-60 cm. Perlu diperhatikan bahwa tanaman eceng gondok yang dijadikan sampel adalah tanaman eceng gondok dengan keadaan fisik tanaman yang baik, yaitu masih berwarna hijau, daun tidak robek maupun tidak berbercak hitam.

Pengolahan Sampel

Sebelum melakukan fitoremediasi sampel harus diolah terlebih dahulu, yaitu diawali dengan membersihkan tanaman eceng gondok dari kotoran yang melekat pada akar dan tubuh tanaman dengan menggunakan air bersih. Langkah berikutnya pengukuran tinggi tanaman, panjang akar dan jumlah daun tanaman kemudian mengukur berat tanaman dengan berat pada tiga sampel masing-masing 625 gram untuk yang mengacu pada penelitian Safitri (2018) sehingga didapatkan jumlah tanaman yang dibutuhkan dalam proses fitoremediasi adalah tanaman dengan fase muda sebanyak 11 tanaman, fase sedang 5 tanaman, dan fase tua 2 tanaman yang selanjutnya ditempatkan pada wadah yang berbeda-beda pada setiap fasenya, dengan masing-masing wadah diisi air limbah Cr^{6+} bervolume 8 liter (disesuaikan dengan berat tanaman).

Untuk pengukuran nilai pH dilakukan di Laboratorium Lingkungan Teknik Pertambangan FTI-UMI dan pengukuran penyisihan konsentrasi Cr^{6+} dilakukan di Laboratorium Air dan Lingkungan BBIHP Makassar dengan menggunakan alat *Spektrofotometer UV* dengan prinsip pengujian berdasarkan SNI 6989.71.2009 tentang air dan air limbah bagian 71.

Efektifitas Metode Fitoremediasi

Kegiatan fitoremediasi berlangsung selama 7 hari, kemudian dilakukan perhitungan nilai efektifitas metode fitoremediasi, pertama menghitung nilai penentuan rata-rata penyisihan konsentrasi Cr^{6+} dilakukan untuk mengetahui hari keberapa tanaman eceng gondok mampu mereduksi Cr^{6+} paling maksimum pada setiap fasenya, yang dapat dihitung mengunakan persamaan (1) dibawah ini.

$$P.Cr^{6+}_n = \text{Conc. } Cr^{6+}_n - \text{Conc. } Cr^{6+}_{n-1} \quad \ldots\ldots(1)$$

Keterangan :
$P.Cr^{6+}_n$ = Penyisihan Cr^{6+} hari ke-n (ppm)
Conc. Cr^{6+}_n = Konsentrasi Cr^{6+} pada hari ke-n (ppm)
Conc. Cr^{6+}_{n-1} = Konsentrasi Cr^{6+} pada hari ke-n-1/ hari sebelumnya (ppm)

Kemudian menghitung Efektifitas fitoremediasi merupakan nilai persen (%) dari keberhasilan fitoremediasi yang dilakukan terhadap air limbah Cr^{6+} oleh tanaman eceng gondok yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dibawah ini.

$$E = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\% \quad \ldots\ldots(2)$$

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083

Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

Setelah itu menghitung efektifitas yang diharapkan adalah nilai (%) dari fitoremediasi yang diharapkan terjadi, perhitungan ini dilakukan saat nilai akhir penyerapan konsentrasi Cr^{6+} pada fitoremediasi tidak memenuhi batas baku mutu yang diharapkan menurut PERMENLH No.09/2006 yang dapat dihitung menggunakan persamaan (3) dibawah ini.

$$E.h = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi yang diharapkan}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\% \quad ....(3)$$

Keterangan :
Nilai konsentrasi yang diharapkan berasal dari ketetapan PERMENLH No.09/2006.

Langkah terakhir yaitu perhitungan berat tanaman kembali jika yang telah kita gunakan pada tahap fitoremediasi tidak sesuai dengan penyerapan konsentrasi Cr^{6+} yang diharapkan yang dapat dihitung menggunakan persamaan (4) dibawah ini.

$$Bi = \frac{\text{Efektifitas yang diharapkan}}{\text{Efektifitas awal}} \times \text{Berat awal tanaman} \quad ....(4)$$

HASIL PENELITIAN

Fase Tumbuh Tanaman Eceng Gondok

Fase tumbuh tanaman eceng gondok secara umum terbagi atas dua fase, yaitu fase vegetatif yang ditandai dengan perkembangan organ batang dan daun tanaman, dan fase generatif yang ditandai dengan munculnya bunga dan buah tanaman. Pada penelitan pengaruh fase tumbuh tanaman eceng gondok terhadap kemampuan fitoremediasi Cr^{6+} pada limbah pertambangan nikel ini, tanaman eceng gondok dikelompokan dalam tiga fase pertumbuhan, fase muda, fase sedang dan fase tua. Adapun keadaan tanaman eceng gondok sebelum dan sesudah kegiatan fitoremediasi dapat dilihat pada tabel (1) dibawah ini.

Tabel 1. Keadaan Tanaman Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Fitoremediasi

Tanaman Eceng Gondok	Sebelum Fitoremediasi				Sesudah Fitoremediasi			
	TT (cm)	PA (cm)	JD	BT (gr)	TT (cm)	PA (cm)	JD	BT (gr)
Fase Muda	20,4	11,4	52		20,4	8,9	49	650
Fase Sedang	52,6	31,0	22		52,6	31,0	22	662,5
Fase Tua	74,5	34,5	19		74,5	34,5	20	650

Sumber : Dari hasil pengukuran langsung

Keterangan:
TT : tinggi tanaman PA : panjang akar
JD : jumlah Daun BT : berat basah tanaman

Fitoremediasi Logam Cr^{6+}

Dari pengujian awal yang dilakukan di Laboratorium Air dan Lingkungan BBIHP (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan) terhadap sampel air yang berasal dari rante *pond* PT. Vale Indonesia Tbk. sebelum dilakukan fitoremediasi oleh tanaman eceng gondok telah terkandung logam berat Cr^{6+} dalam air dengan konsentrasi 0,56 ppm. Berdasarkan metode fitoremediasi selama 7 hari dengan menggunakan eceng gondok disetiap fase tumbuhnya, didapatkan :

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

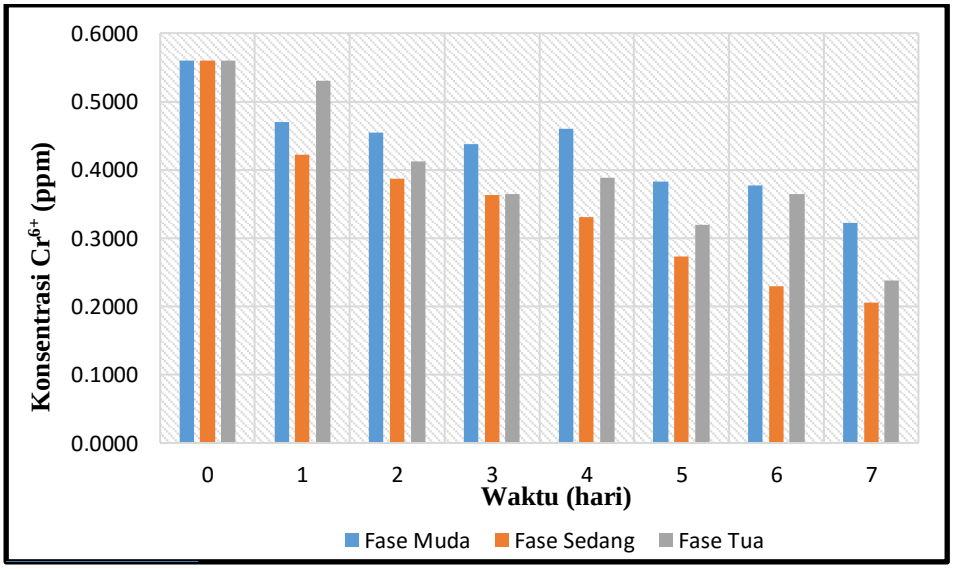
Tabel 2. Penyisihan Konsentrasi Logam Cr^{6+}

Fase	Konsentrasi Awal Cr^{6+} (ppm)	Konsentrasi Hari n Cr^{6+} (ppm)						
		1	2	3	4	5	6	7
Muda	0,5600	0.47	0.455	0.4375	0,4600	0.3825	0.3775	0.3225
Sedang	0,5601	0.4225	0.3875	0.3625	0.33	0.2725	0.23	0.205
Tua	0,5602	0.53	0.4125	0.365	0.3888	0.32	0.365	0.2375

Ketidakstabilan penyisihan Cr^{6+} pada proses fitoremediasi dikarenakan adanya akar yang putus pada tanaman eceng gondok di masing-masing fase sehingga air limbah terkontaminasi kembali oleh Cr^{6+} yang ada pada akar putus tersebut, menurut Baroroh (2018) putusnya akar pada tanaman eceng gondok merupakan respon fisiologis tanaman eceng gondok dalam mempertahankan diri pada lingkungan yang tercermar, meskipun demikian akar tanaman yang putus ini hanya mempengaruhi tingkat penyisihan Cr^{6+} saja sedangkan konsentrasi Cr^{6+} tetap mengalami penurunan disetiap harinya.

Selain dari itu untuk tanaman eceng gondok fase tua jumlah akar tanaman yang putus sangat sedikit sehingga penyebab utama ketidakstabilan penyisihan Cr^{6+} bukan disebabkan oleh pengaruh akar tanaman yang putus tetapi dikarenakan daya serap pada tanaman eceng gondok fase tua yang sangat kurang, hal ini sesuai dengan Setiawati (2004) yang menyatakan bahwa eceng gondok pada fase tua tidak terlalu banyak membutuhkan unsur hara sehingga penyerapan air oleh tanaman juga berkurang.

Efektifitas Fitoremediasi



Gambar 1. Penurunan Konsentrasi Cr6+ Selama Proses Fitoremediasi

Berdasarkan gambar 1 fitoremediasi Cr^{6+} paling efektif dilakukan oleh eceng gondok dengan fase tumbuh sedang, yaitu mampu menurunkan konsentrasi Cr^{6+} dari 0,56 ppm menjadi 0,2050 ppm dengan nilai efektifitas fitoremediasi yang dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$E = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{0{,}56 \text{ ppm} - 0{,}2050 \text{ ppm}}{0{,}56 \text{ ppm}} \times 100\%$$

Copyright © 2018, Jurnal Geomine, Page: 27

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

= 63,39 %

Tetapi berdasarkan batas baku mutu air menurut PERMENLH No.09/2006, konsentrasi Cr^{6+} yang berhasil diturunkan ini belum memenuhi batas baku mutu yang disyaratkan yaitu 0,1 ppm, dikarenakan kurangnya berat tanaman pada saat pengujian dilakukan. Untuk mengetahui berat tanaman yang ideal, terlebih dahulu harus ditentukan nilai efektifitas yang dapat memenuhi batas baku mutu. Berikut ini adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai efektifitas yang seharusnya:

$$E.h = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi yang diharapkan}}{\text{Konsentrasi awal}} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{0{,}56 \text{ ppm} - 0{,}1 \text{ ppm}}{0{,}56 \text{ ppm}} \text{ x } 100\%$$

$$= 82{,}14 \%$$

Sehingga berat ideal untuk fitoremediasi Cr^{6+} oleh tanaman eceng gondok dengan fase tumbuh sedang dapat dihitung dengan persamaan :

$$Bi = \frac{\text{Efektifitas yang diharapkan}}{\text{Efektifitas awal}} \text{ x Berat awal tanaman}$$

$$= \frac{82{,}1\%}{63{,}39\%} \text{ x } 625 \text{ gr} = 809{,}47 \text{ gr}$$

Jadi berat tanaman yang ideal untuk fitoremediasi 0,56 ppm Cr^{6+} pada 8 liter air limbah menggunakan tanaman eceng gondok dengan fase tumbuh tanaman sedang adalah 809,47 gr/8 liter atau 101,184 gr/liter.

Pengaruh Fitoremediasi Terhadap nilai pH Air

Adapun nilai Ph air pada fitoremediasi logam Cr^{6+} oleh tanaman eceng gondok dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH Air Pada Fitoremediasi Logam Cr^{6+}

Fitoremediasi	Nilai pH		
	Eceng Gondok Fase Muda	Eceng Gondok Fase Sedang	Eceng Gondok Fase Tua
Hari ke-0	7,75	7.75	7.75
Hari ke-1	6,84	6.74	6.69
Hari ke-2	6,94	6.84	6.93
Hari ke-3	6,95	6.96	6.94
Hari ke-4	6,88	6.77	6.94
Hari ke-5	6,87	6.74	6.82
Hari ke-6	6.86	6.82	6.73
Hari ke-7	6.74	6.84	6.92

Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok mampu menurunkan nilai pH air menuju nilai yg lebih netral.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 7, Nomor 1: April 2019

1. Fase tumbuh tanaman eceng gondok secara umum terbagi atas dua fase, yaitu fase vegetatif yang ditandai dengan perkembangan organ batang dan daun tanaman, dan fase generatif yang ditandai dengan munculnya bunga dan buah tanaman.
2. Tanaman eceng gondok pada fase muda dan fase sedang mereduksi Cr^{6+} paling maksimum pada hari pertama. Adapun hal-hal yang mempengaruhi konsentrasi penyisihan Cr^{6+} adalah daya serap tanaman dan kemampuan beradaptasinya.
3. Fase tumbuh tanaman eceng gondok yang paling efektif dalam fitoremediasi Cr^{6+} pada limbah cair pertambangan nikel adalah fase tumbuh sedang dengan nilai efektifitas 63.39%, yakni mampu menurunkan konsentrasi Cr^{6+} dari 0.56 ppm menjadi 0.2050 ppm.
4. Fitoremediasi mampu menurunkan nilai pH air menuju nilai yg lebih netral, yaitu nilai pH yang semulanya 7.75 turun menjadi 6.74 pada fase muda, 6.84 pada fase sedang dan 6.92 pada fase tua.

UCAPAN TERIMAKASIH

Bapak Ir. Firman Nullah Yusuf, ST., MT., IPP., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri sekaligus pembimbing dua dalam penyusunan proposal tugas akhir, Ibu Ir. Nurliah Jafar, ST., MT., IPP., selaku pembimbing satu dalam penyusunan proposal tugas akhir, Kedua orang tua tercinta dan saudara-saudaraku tersayang yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat serta motivasi yang tiada hentinya dan teman-teman angkatan 2014 khusunya Dewi Safitri dan 413 *squad* yang selalu memberikan semangat dan semua pihak terkait yang telah membatu penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

PUSTAKA

Baroroh, F. Handayanto, E. dan Irawanto, R. 2018. Fitoremediasi Air Tercemar Tembaga (Cu) Menggunakan *Salvinia Molesta* dan *Pistia Stratiotes* Serta Pengaruhnya Terhdapa Pertumbuhan Tanaman *Brassica* Rapa. Malang. Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan, 5(1).

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel (hal 7). Jakarta.

Safitri, Dewi. 2018. Pengendalian Pengendalian Konsentrasi $Cr6^{+}$ Menggunakan Metode Fitoremediasi Pada Rante *Pond* PT. Vale Indonesia Tbk. Soroako Provinsi Sulawesi Selatan. Skripsi. Universitas Muslim Indonesia. Makassar.

Setiawati, Evi. 2004. Kajian Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)* Sebagai Fitoremediator Cs. Fakultas MIPA Universitas Diponegoro. Jurnal Berkala Fisika, 7(1).

Yuriska, R. 2010. *Pembangunan Industri Tambang yang Berwawasan Lingkungan Di Indonesia*., Universitas Mulawarman., Samarinda.