



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Padang Selasa 524, Bukit Besar Palembang 30139
Telepon (0711) 352132, 354222 Faksimili (0711) 317202, 320310

Homepage: www.pps.unsri.ac.id Email: ppsunsri@mail.pps.unsri.ac.id

**KEPUTUSAN
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOMOR : 316 /UN9.2/DT/2014**

tentang

**DOSEN PEMBIMBING
PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

- Memperhatikan : Surat permohonan Ketua Program Studi Pengelolaan Lingkungan nomor 121/UN9.2.9/KM/2014 perihal permohonan SK pembimbing tesis.
- Menimbang : a. Bahwa dalam rangka pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan pembimbingan mahasiswa perlu dibimbing dan diarahkan sesuai dengan bidang ilmu;
b. Bahwa sehubungan dengan butir a di atas perlu ditetapkan Keputusan sebagai landasan hukumnya.
- Mengingat : 1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah RI Nomor 66 Tahun 2010, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
4. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 232/U/2000 tentang Pedoman Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa;
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia nomor 49 Tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia;
7. SK Dikti Nomor 2795/Dikti/Kep/2001, tentang Ijin Penyelenggaraan Program Studi;
8. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No.257/MPN.A4/KP/2011, tentang Pengangkatan Rektor Universitas Sriwijaya Periode Tahun 2011-2015;
9. Keputusan Rektor Unsri Nomor 0110/UN9/KP/2012, tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya Masa Tugas 2012—2016.

MEMUTUSKAN

Menetapkan **KEPUTUSAN DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA TENTANG DOSEN PEMBIMBING PADA PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA;**

Pertama : Menunjuk tenaga akademik berikut sebagai pembimbing bagi mahasiswa di bawah ini dalam mempersiapkan rencana dan pelaksanaan segala bentuk kegiatan yang berkaitan dengan penyusunan tesis mahasiswa yang bersangkutan.

NAMA/NIM	NAMA DOSEN
Mardalena 20012681318003	1. Dr. Ir. M. Faizal, DEA. 2. Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.

Kedua : Segala biaya yang mungkin timbul sebagai akibat dari penetapan keputusan ini, dibebankan kepada anggaran yang disediakan oleh PPs Unsri.

Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan segala sesuatu akan diubah dan/atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Palembang
Pada tanggal : 29 Oktober 2014
Direktur,

Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si., DEA.
NIP 19530414 197903 2 001

Tembusan :

- 1. Rektor Unsri (sebagai laporan)
- 2. Asdir 1 & Asdir 2

**PENYERAPAN LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DARI
AIR LIMBAH PERTAMBANGAN BATUBARA DENGAN
TEKNIK FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN
ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
KIYAMBANG (*Salvinia natans*) DAN
KAYU APU (*Pistia stratiotes*)**

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memeperoleh
Gelar Magister Sains (M.Si)**



**Oleh:
MARDALENA
20012681318003**

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

PENYERAPAN LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DARI AIR LIMBAH PERTAMBANGAN BATUBARA DENGAN TEKNIK FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) KIYAMBANG (*Salvinia natans*) DAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*)

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Sains (M.Si)
Pada
Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana
Universitas Sriwijaya

Oleh :
Mardalena
NIM. 20012681318003

Palembang, Juli 2018

Pembimbing I



Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.
NIP. 19620421 199003 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.
NIP. 19580514 198403 1 001

Mengetahui,
Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP
NIP. 19610114 199001 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “PENYERAPAN LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DARI AIR LIMBAH PERTAMBANGAN BATUBARA DENGAN TENIK FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*), KIAMBANG (*Salvinia natans*) DAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*)” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada 27 Juli 2018.

Palembang, Juli 2018

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.
NIP. 19580514 198403 1 001
2. Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.
NIP. 19620421 199003 1 001

()
()


Penguji :

1. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001
2. Hermansyah, S.Si., M.S., Ph.D.
NIP. 19711119 199702 1 001
3. Dr. Laila Hanum, M.Si.
NIP. 19730831 199802 2 001

()
()
()


Mengetahui,

Direktur Pascasarjana


Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP
NIP. 19610114 199009 1 001



Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mardalena
NIM : 20012681318003
Judul : Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Limbah
Pertambangan Batubara dengan Teknik Fitoremediasi
Menggunakan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*), Kiambang
(*Salvinia natans*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018

Penulis,



Mardalena

NIM. 20012681318003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mardalena
NIM : 20012681318003
Judul : Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Limbah
Pertambangan Batubara dengan Tenik Fitoremediasi
Menggunakan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*), Kiambang
(*Salvinia natans*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*).

Menyatakan bahwa Tesis Saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan buka hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini. Maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sada dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018

METERAI
TEMPEL
19167AFF195261452
6000
ENAM RIBU RUPIAH



Mardalena

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mardalena
NIM : 20012681318003
Judul : Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Limbah
Pertambangan Batubara dengan Tenik Fitoremediasi
Menggunakan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*), Kiambang
(*Salvinia natans*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespodensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018
Penulis,



Mardalena

NIM. 20012681318003

RINGKASAN

Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dari Air Limbah Pertambangan Batubara dengan Teknik Fitoremediasi Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*), Kiambang (*Salvinia Natans*), dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis. Juli 2018

Mardalena : Dibimbing oleh DR. Ir. H. M. Faizal, DEA dan DR. Ir. A. Napoleon, M. S

Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

xvii + 50 halaman, 12 tabel, 11 gambar, 4 lampiran

RINGKASAN

Pembangunan industri adalah kebutuhan setiap negara untuk menunjang perekonomiannya karena dengan pembangunan industri dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang tinggi, menciptakan lapangan kerja dan dapat menyediakan kebutuhan dasar manusia, termasuk di Indonesia. Dalam sepuluh tahun, yaitu 2000 – 2011 konsumsi energi Indonesia meningkat sebesar 300 juta Setara Barel Minyak (SBM). Sektor yang mendominasi konsumsi energi mengalami pergeseran dari sektor rumah tangga pada tahun 2000 sebesar 38,8 % dan industri sebesar 35,6 %, sedangkan pada tahun 2011 sektor industri menjadi 37,2 % dan rumah tangga turun menjadi 30,7 %. (BPPT-Outlook Indonesia, 2013) . Batubara banyak dipakai untuk bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), sehingga aktivitas pertambangan batubara semakin meningkat juga, salah satunya kegiatan penambangan batubara di Kabupaten Muara Enim. Kabupaten Muara Enim sebagai salah satu daerah yang memiliki sumberdaya batubara yang sangat besar sebanyak 13.563.210 ton dari total sumberdaya Sumatera Selatan yang berjumlah 22.240.470.000 ton atau 60,98 % dari sumberdaya Sumatera selatan dan 23,57 % dari sumberdaya nasional yang berjumlah 57.847.700 ton. (data Dinas Pertambangan Muara Enim, 2013). Disamping itu, kegiatan penambangan menimbulkan permasalahan dari sisi lingkungan. Kegiatan penambangan batubara yang dilakukan dengan metode tambang terbuka berpotensi menghasilkan limbah air atau yang lebih dikenal dengan nama air asam tambang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan upaya guna mengembalikan kondisi air keluaran agar sebelum dialirkan ke perairan umum dapat memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku. Pengelolaan limbah air asam tambang dapat dilakukan baik secara aktif maupun secara pasif. Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pasif yaitu teknik fitoremediasi. Teknik fitoremediasi adalah penggunaan tanaman air yang dipergunakan untuk mengolah air limbah. Tanaman air yang dipakai dalam penelitian ini : Kiambang (*Salvinia natans*), Kayu apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). Adapun yang akan

diamati adalah pengaruh waktu terhadap penyerapan logam besi (Fe) dan mangan (Mn) dan jenis tanaman yang dijadikan sebagai agen fitoremediasi.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa Penyerapan tertinggi logam dalam tanaman (agen fitoremediasi) selama 30 hari untuk parameter Mangan (Mn) adalah Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan yang paling banyak menyerap Besi adalah Kiyambang (*Salvinia natans*) sedangkan berdasarkan pengukuran kandungan logam dalam air limbah pertambangan terjadi sebaliknya Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) paling efektif menyerap Besi (Fe) dan Kiambang (*Salvinia natans*) paling banyak menyerap Mangan (Mn).

Kata kunci : Batubara, Air Asam Tambang, Fitromediasi

SUMMARY

Absorption of Iron (Fe) and Manganese (Mn) Metals from Coal Mining Wastewater by Phytoremediation Technique Using Water Hyacinth (*Eichornia Crassipes*), Kiambang (*Salvinia Natans*), and Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

Scientific paper in the form of Tesis, July 2018.

Mardalena : Advised by DR. Ir. H. M. Faizal, DEA dan DR. Ir. A. Napoleon, M.S.

Management of Environment Decision, Graduate Study Program of Sriwijaya University

xvii + 50 pages, 12 tables, 11 pictures, 4 attachments.

SUMMARY

Industrial development is the need of every country to support their economy because with industrial development can promote high economic growth, create jobs and can provide basic human needs, including in Indonesia. Within ten years, ie 2000 - 2011 Indonesia's energy consumption increased by 300 million Equivalent Barrels of Oil (SBM). The dominant sector of energy consumption experienced a shift from the household sector in 2000 by 38.8% and industry by 35.6%, while in 2011 the industrial sector became 37.2% and households fell to 30.7%. (BPPT-Outlook Indonesia, 2013). Coal is widely used to fuel steam power plants (PLTU), so that coal mining activities are increasing as well, one of which is coal mining activities in Muara Enim Regency. Muara Enim regency as one of the areas that has a very large coal resources of 13. 563,210 tons of total South Sumatra resources totaling 22,240,470,000 tons or 60.98% of the south Sumatra sumberdaya and 23, 57% of the national resources amounted to 57,847 .700 tons. (Data Mining Office Muara Enim, 2013). In addition, mining activities create environmental problems. Coal mining activities conducted by open pit method potentially produce waste water or better known as acid mine. To overcome these problems, it is necessary to restore the condition of the output water so that before it is channeled into the public waters it can meet the environmental quality standard in accordance with the prevailing laws and regulations. Acid mine waste water management can be carried out either actively or passively. In this research is done by passive method that is phytoremediation technique. Phytoremediation technique is the use of aquatic plants used for treating wastewater. Water plants used in this study: Kiambang (*Salvinia natans*), Wood apu (*Pistia stratiotes*) and Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). As to be observed is the effect of time

on the absorption of iron (Fe) and manganese (Mn) and plant species used as phytoremediation agents.

Based on the result of research, it is known that the highest absorption of metals in plants (phytoremediation agent) for 30 days for parameters Mangan (Mn) is *Eceng gondok* (*Eichornia crassipes*) and the most absorbing Iron is *Kiyambang* (*Salvinia natans*) while based on measurement of metal content in waste water mining occurs otherwise *Eceng gondok* (*Eichornia crassipes*) most effectively absorbs Iron (Fe) and *Kiyambang* (*Salvinia natans*) absorbs most Manganese (Mn).

Keywords: Coal, Mine Acid Water, Phytoremediation

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang tanggal 7 Desember 1968. Menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD N 46 Palembang pada tahun 1981, lalu Sekolah Menengah Pertama di SMP YSPP Pusri pada tahun 1984 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Bina Warga pada tahun 1987. Pada tahun yang sama Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan menyelesaikan pendidikannya pada tahun 1992. Pada tahun ajaran 2013/2014 Penulis melanjutkan pendidikan Strata-2 (S-2) pada Program Studi Pengelolaan Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya. Sejak tahun 2003 hingga sekarang penulis berprofesi Aparatur Sipil Negara di lingkungan KESDM

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis yang berjudul Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dari Air Limbah Pertambangan Batubara Dengan Teknik Fitoremediasi Menggunakan Kiyambang (*Salvinia natans*), Kayu Apu (*Pistia sratiotes*) Dan Eceng Gondok (*Echornia crassipes*) disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains Bidang Sumber Daya Alam di Studi Pengelolaan Lingkungan Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa, penulis memiliki keterbatasan sehingga Tesis ini masih jauh dari sempurna. Banyak pihak yang telah membantu dan membimbing sehingga Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan Tesis ini, penulis mendapat bimbingan, arahan dan petunjuk dari semua pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. H.M. Faizal, DEA sebagai Pembimbing I dan bapak Dr. Ir. A. Napoleon, M.S sebagai Pembimbing II, yang telah banyak memberikan masukan, bimbingan, meluangkan waktu, pikiran dan saran selama penelitian hingga penyusunan Tesis ini selesai. Pada kesempatan ini juga Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Amin Redjo, MP, selaku Direktur program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M. S, selaku Ketua Prodi Pengelolaan Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Sabaruddin, M.Si, selaku Asisten Direktur I Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M. S, Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S, Hermansyah, S.Si, M.S, Ph. D, Dr. Laila Hanum, M. Si, sebagai Dosen Pembahas yang telah memberi koreksi, saran dan masukan serta bimbingannya.

5. Suami dan anak-anakku tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan serta kesempatan dalam menyelesaikan Tesis ini. Juga buat seluruh keluarga besarku telah menyemangati dan mendukungku agar dapat menyelesaikan Tesis ini.
6. Seluruh pihak yang telah bersedia membantu dalam proses penyelesaian Tesis ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, semoga kebaikan kalian semua dapat balasan dari Allah SWT.

Penulis berharap semoga Tesis ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan kita semua.

Palembang Juli 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Ringkasan	vi
Summary	viii
Riwayat Hidup	x
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Lampiran	xvii
 BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis	4
1.6. Kerangka Pikir	5
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pertambangan	6
2.1.1. Pertambangan Umum	6
2.1.2. Besi (Fe) dan Mangan (Mn)	7
2.1.3. Air Limbah Pertambangan Batubara	8
2.2. Fitoremediasi	8
2.2.1. Pengertian Fitoremediasi	8
2.2.2. Proses Fitoremediasi	9
2.2.3. Proses Penyerapan Logam Oleh Tumbuhan	9
2.2.3.1. Tumbuhan Hyperaccumulator	9
2.2.3.2. Mekanisme Penyerapan Logam Oleh Tumbuhan	10
2.3. Pemilihan Tanaman	11
2.4. Pemanfaatan Kiyambang (<i>Salvina natans</i>), Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>) dan Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	12
 BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Ruang Lingkup Penelitian	20

3.3.1. Rancangan Penelitian	20
3.3.2. Variabel Penelitian	20
3.4. Cara Kerja	21
3.4.1. Pengambilan Sampel	21
3.4.1.1. Pengambilan Sampel Air Limbah Pertambangan Batubara	21
3.4.1.2. Pengambilan Sampel Tumbuhan	22
3.4.1.3. Penanaman Tanaman Air ke dalam Limbah	22

Bab 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kemampuan Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>), Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>) dan Kiambang (<i>Salvinia natans</i>) dalam meremiasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn)	25
4.1.1. Pertambahan Kadar Logam Besi (Fe) dalam Tanaman	25
4.1.2. Pertambahan Kadar Logam Mangan (Mn) dalam Tanaman	26
4.2. Pengurangan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Limbah Pertambangan Batubara setelah difitoremiasi	27
4.2.1. Pengurangan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Pertambangan Batubara	27
4.2.2. Pengurangan Kadar Mangan (Mn) dalam Air Limbah Pertambangan Batubara	29
4.2.3. Analisa Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) per 10 hari	30
4.2.3.1. Analisa Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Hari ke-10	30
4.2.3.2. Analisa Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Hari ke-20	31
4.2.3.3. Analisa Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Hari ke-30	31
4.2.4. Tren Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>), Kiambang (<i>Salvinia natans</i>) dan Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	32
4.2.5. Penambahan Kemampuan Penyerapan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Setiap Sepuluh Hari	33

Bab 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35

DAFTAR PUSTAKA	37
DAFTAR LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Daftar Penelitian dengan Metoda Fitoremediasi	13
3.1. Standar Pengambilan Sampel	21
4.1. Kondisi Air Limbah Pertambangan Area Air Laya PT. Bukit Asam (Tbk)	24
4.2. Pertambahan Kadar Logam Besi (Fe) Dalam Tanaman	25
4.3. Pertambahan Kadar Logam Mangan (Mn) Dalam Tanaman	26
4.4. Pengurangan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Pertambangan Batubara	28
4.5. Pengurangan Kadar Mangan (Mn) dalam Air Limbah Pertambangan Batubara	29
4.6. Persentase Pengurangan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Limbah hari ke-10	30
4.7. Persentase Pengurangan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Limbah hari ke-20	31
4.8. Persentase Pengurangan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Limbah hari ke-30	32
4.9. Trend Kemampuan Penyerapan Setiap Sepuluh Hari	32
4.10. Penambahan Kemampuan Penyerapan Setiap Sepuluh Hari	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Skema Kerangka Pemikiran	5
2.1. Kiyambang (<i>Salvinia natans</i>)	17
2.2. Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>)	18
2.3. Kayu Apu (<i>Pistia stratatiotes</i>)	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Penelitian Air Limbah Pertambangan Batubara	40
2. Perhitungan Pertambahan Logam Dalam Tanaman	42
3. Pengelolaan Data Hasil Penelitian Kandungan Logam dalam Air Limbah Pertambangan Batubara	44
4. Gambar Hasil Penelitian	46
5. Grafik Hasil Perhitungan	49