

**KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
(*Avicennia alba* Blume) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON, SIDOARJO, JAWA**

TIMUR

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

AYU NHEVY TIA

NIM. 125080101111049

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

**KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
(*Avicennia alba* Blume) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON, SIDOARJO, JAWA**

TIMUR

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**AYU NHEVY TIA
NIM. 125080101111049**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2016

ARTIKEL SKRIPSI

KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
(*Avicennia alba* Blume) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON, SIDOARJO, JAWA

TIMUR

Oleh:

AYU NHEVY TIA

125080101111049



Dr. Ir. Agung Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 16 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Mokanto, M.Si
NIP. 19600317 198602 1 001
Tanggal: 16 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS
NIP. 19600505 198601 1 004
Tanggal: 16 AUG 2016



**KADAR LOGAM BERAT Pb (TIMBAL) PADA AKAR DAN DAUN MANGROVE
(*Avicennia alba* Blume) DI PULAU SARINAH, KECAMATAN JABON, SIDOARJO, JAWA
TIMUR**

Ayu Nhevy Tia¹, Mulyanto², Mohammad Mahmudi³
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Pulau Sarinah merupakan pulau buatan yang dibuat dari endapan lumpur lapindo yang dialirkan melalui Sungai Porong. Mangrove yang terdapat di Pulau Sarinah ini diduga mengandung logam berat yang berasal dari endapan lumpur lapindo. Hal ini disebabkan karena endapan lumpur lapindo mengandung logam berat Pb. Logam berat Pb merupakan logam berat non-essensial yang dapat terakumulasi di perairan maupun sedimen. Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut salah satunya adalah mangrove jenis *Avicennia alba*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb di air, sedimen, akar dan daun *Avicennia alba* serta menganalisis faktor biokonsentrasi (BCF), faktor translokasi (TF) dan nilai fitoremediasi (FTD) logam berat Pb pada mangrove *Avicennia alba*. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengukuran kualitas air (insitu) dan analisis sampel logam berat (exsitu). Parameter yang diukur pada pengukuran kualitas air secara insitu adalah suhu, salinitas dan pH. Parameter yang diukur pada pengukuran logam berat adalah Pb. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Pb di air berkisar antara 0,059-0,258 ppm, pada sedimen berkisar antara 0,039-0,261 ppm, pada akar berkisar antara 0,129-0,273 ppm, sedangkan pada daun berkisar antara 0,043-0,272 ppm. Nilai rata-rata faktor biokonsentrasi (BCF) pada kelima stasiun yaitu 2,227 ppm, nilai rata-rata faktor translokasi (TF) pada kelima stasiun yaitu 0,793 ppm dan nilai rata-rata fitoremediasi pada kelima stasiun yaitu 1,433 ppm.

Kata kunci : Pulau Sarinah, *Avicennia alba*, mangrove, Pb

***CONCENTRATION OF HEAVY METAL Pb (LEAD) ON THE ROOTS AND LEAVES
MANGROVE (*Avicennia alba* Blume) IN SARINAH ISLAND, JABON SUBDISTRICT,
SIDOARJO, EAST JAVA***

Ayu Nhevy Tia¹, Mulyanto², Mohammad Mahmudi³
Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

ABSTRACT

*Sarinah Island is an artificial island created from the Lapindo mud sedimentation flowed through the Porong River. The mangrove estimated to contain heavy metals from Lapindo silt. It caused by Lapindo mud sediment one of heavy metal is Pb. Pb is a non-essential heavy metal that can accumulate in aquatic and sediment. Heavy metals into the aquatic environment will have precipitation, dilution, and dispersion, then absorbed by the organisms that live in these waters one of them is a kind of mangrove *Avicennia alba*. The purpose of this study was to determine the concentration of heavy metals Pb in water, sediments, roots and leaves of *Avicennia alba* and analyze the bioconcentration factor (BCF), translocation factor (TF) and the value of phytoremediation (FTD) Pb in mangrove *Avicennia alba*. The method used is water quality measurements (insitu) and analysis of samples of heavy metals (exsitu). Parameters measured in-situ measurements of water quality are temperature, salinity and pH. Parameters measured on the measurement of heavy metal is Pb. The results showed that the Pb concentration of heavy metals in the water ranged from 0.059 to 0.258 ppm, in sediments ranged from 0.039 to 0.261 ppm, at the root ranged from 0.129 to 0.273 ppm, while the leaves ranged from 0.043 to 0.272 ppm. The average value of bioconcentration factor (BCF) at the five stations are 2.227 ppm, the average value of the translocation factor (TF) at the five stations are 0.793 ppm and the average value of phytoremediation at the five stations are 1.433 ppm.*

Keywords : Sarinah island, *Avicennia alba*, mangrove, Pb

¹) Student of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

^{2,3}) Lecture of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

1. PENDAHULUAN

Pulau Sarinah merupakan pulau buatan yang berasal dari endapan lumpur lapindo. Pulau yang dibentuk sejak tahun 2008 itu sekarang telah banyak ditanami mangrove. Mangrove merupakan individu jenis tumbuhan atau komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah pasang surut, terendam pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut (Kathiresan dan Bingham, 2001). Pohon mangrove memiliki kemampuan tinggi untuk beradaptasi dengan pencemaran limbah tanpa mengalami kerusakan pada pertumbuhan mereka.

Banjir Lumpur Panas Sidoarjo atau Lumpur Lapindo merupakan peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sejak tanggal 27 Mei 2006. Kadar garam (salinitas) lumpur sangat tinggi (38-40%), sehingga bersifat asin (Arisandi, 2001). Selama ini pembuangan lumpur dialirkan ke laut melalui Sungai Porong sehingga diduga dapat mencemari ekosistem Sungai Porong. Terkait dengan adanya pembuangan lumpur tersebut akan mengakibatkan perubahan kualitas air pada Muara Sungai Porong.

Lumpur Lapindo diketahui mengandung logam berat Cu sebesar 24,5 ppm, sedangkan untuk konsentrasi logam berat Pb sebesar 17,8 ppm (UNDAC, 2006). Pb dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan bahkan manusia. Logam Pb terdapat di perairan baik secara alamiah maupun sebagai dampak dari aktivitas manusia. Logam ini masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan (Palar, 1994). Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan

perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut (Bryan, 1976 dalam Ali dan Rina, 2010).

Di Pulau Sarinah banyak ditumbuhi tanaman mangrove, terutama jenis *Avicennia alba*, *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba*. Amin (2002), menambahkan melalui akarnya, vegetasi ini dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air, contohnya *Avicennia alba*, mangrove jenis tersebut dapat digunakan sebagai indikator biologis lingkungan yang tercemar logam berat melalui monitoring berkala. Mekanisme yang terjadi pada *A. alba* untuk mengurangi toksisitas logam berat adalah menyimpan banyak air sehingga dapat mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya (Mukhtasor, 2007).

2. TUJUAN

- 1) Untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb pada perairan dan sedimen *Avicennia alba* di Pulau Sarinah
- 2) Untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb pada akar dan daun *Avicennia alba* di Pulau Sarinah
- 3) Untuk mengetahui peranan mangrove *Avicennia alba* dalam menyerap logam berat Pb berdasarkan nilai BCF, TF dan FTD

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pulau Sarinah, Kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur dan analisa konsentrasi logam berat Pb dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2016.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *survey*. Pengambilan sampel antara lain yaitu air, sedimen, akar dan daun mangrove *Avicennia alba*. Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini antara lain adalah suhu, salinitas dan pH.

Sampel air diambil secara langsung sebanyak 600 ml dan dimasukkan ke dalam botol, lalu ditambahkan dengan HNO₃ pekat sebanyak 1 ml. HNO₃ digunakan agar tidak kehilangan logam-logam yang akan dianalisa akibat penguapan. Pengambilan sampel sedimen diambil menggunakan pipa PVC, dengan cara menancapkan pipa PVC ke dalam sedimen pada kedalaman 10 – 30 cm pada masing-masing stasiun.

Akar yang diambil adalah akar kawat sepanjang 10 – 20 cm dengan diameter 0,4-0,6 cm yang terendam tanah. Sampel akar mangrove diambil ± 5 g. Sampel daun yang diambil adalah daun tua yang berwarna hijau dengan ukuran panjang 9,7-13,9 cm, lebar 2,8-4,7 cm, dengan jumlah daun sekitar 30 daun

BCF dihitung untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam berat Pb pada akar yang berasal dari lingkungan. Setelah nilai BCF diketahui, maka perlu dihitung *Translocation factor* (TF) untuk menentukan kemampuan tanaman *Avicennia alba* dalam mengakumulasi logam berat Pb. Kemudian menghitung nilai FTD (fitoremediasi) untuk mengetahui dasar suatu tanaman dapat dijadikan sebagai fitoremediasi perairan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Lokasi Penelitian

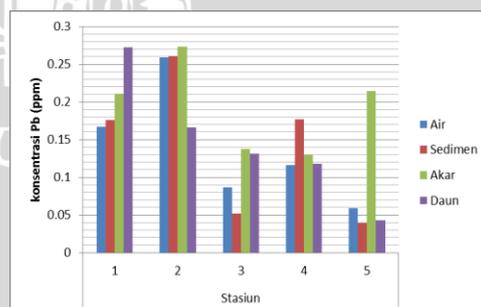
Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Sarinah tepatnya di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Menurut

Website Pemerintah Kabupaten Sidoarjo (2015), Kecamatan Jabon terletak pada posisi geografis dengan koordinat antara 112°42'19.87" - 112°44'0.56" Bujur Timur dan 7°31'3.20" - 7°32'30.03" Lintang Selatan.

Lokasi penelitian dibagi menjadi 5 stasiun. Penentuan posisi stasiun dengan menggunakan GPS (Global Positioning System). Kelima stasiun tersebut adalah sebagai berikut: (1) Stasiun 1 merupakan lokasi yang berada pada Sungai Porong, dimana lokasi ini terdapat dermaga untuk tempat berlabuh perahu nelayan, (2) Stasiun 2 terletak ± 100 m dari stasiun 1. Pada stasiun 2 terdapat jembatan kecil, (3) Stasiun 3 berada di tengah pulau sarinah. Pada stasiun 3 terdapat sungai kecil, (4) Stasiun 4 berjarak ± 100 m dari stasiun 3. Pada stasiun 4 terdapat sungai kecil, (5) Stasiun 5 merupakan lokasi yang berada pada Sungai Porong yang bersebelahan dengan Pulau Dem.

4.2 Konsentrasi Logam Berat Pb

Hasil pengukuran konsentrasi Pb pada air, sedimen, akar dan daun *A. alba* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Logam berat Pb pada air, sedimen, akar, daun mangrove *Avicennia alba* bulan April 2016

Berdasarkan gambar 1 konsentrasi logam berat Pb pada akar tinggi karena logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme

yang hidup di perairan tersebut. Hamzah dan Setiawan (2010) menambahkan, akar *A. alba* mampu menyerap logam berat di lingkungannya karena akar secara langsung berhadapan dengan sedimen dan dalam durasi yang lama akar mangrove hampir terus terendam oleh sedimen. Anggoro (2006), menyatakan secara fisiologis mangrove aktif menyerap logam berat ketika konsentrasi logam berat di sedimen tinggi, namun dalam jumlah yang terbatas. Sel endodermis pada akar mangrove yang menjadi penyaring dalam proses penyerapan logam berat yang kemudian akan di translokasikan ke jaringan lainnya seperti batang dan daun dan akan mengalami proses kompleksasi dengan zat lainnya seperti fitokelatin (Baker dan Walker, 1990 dalam MacFarlane *et al.*, 2003).

Konsentrasi Pb pada daun tertinggi didapat pada stasiun 1 yang terletak di muara sungai. *Avicennia alba* sebagai pembatas terluar, berhadapan langsung dengan perairan. Letak *Avicennia alba* yang berada tepat di pinggir muara, mendapat masukkan logam pertama secara langsung, baik dari sedimen maupun kolom air. Hal tersebut mengakibatkan *Avicennia alba* akan mengakumulasi logam Pb yang diterima oleh mangrove di perairan. Hal ini mengakibatkan konsentrasi Pb yang diserap oleh akar akan didistribusikan ke daun. Menurut Munawar (2010), tumbuhan mangrove mampu mengalirkan oksigen melalui akar ke dalam sedimen tanah untuk mengatasi kondisi anaerob pada sedimen tersebut. Jika logam berat memasuki jaringan, terdapat mekanisme yang sangat jelas, pengambilan (*up taken*) logam berat oleh tumbuhan di lahan basah adalah melalui penyerapan dari akar, setelah itu tumbuhan dapat melepaskan senyawa khelat, seperti

protein dan glukosida yang berfungsi mengikat logam dan dikumpulkan ke jaringan tubuh kemudian ditransportasikan ke batang, daun dan bagian lainnya.

Sedangkan konsentrasi Pb pada air dan sedimen tinggi di stasiun 2 karena hal ini dipengaruhi oleh lokasi stasiun 2 yang berada di tengah kawasan mangrove dan tidak mendapat pengaruh langsung dari pasang surut yang dapat menyebabkan pengenceran sehingga konsentrasi Pb tinggi di air kemudian akan mengendap di sedimen. Rochayatun *et al.* (2005) menambahkan selain dari aktivitas manusia, kondisi pola arus pasang surut yang cukup tenang menyebabkan bahan cemar yang mengandung logam Pb mengalami proses pengenceran cukup rendah, kemudian akan mengendap di dasar laut.

4.3 Faktor Biokonsentrasi (BCF), Faktor Translokasi (TF) dan nilai Fitoremediasi (FTD)

Hasil perhitungan BCF, TF dan FTD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil BCF, TF dan FTD

Parameter	Stasiun					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
BCF	0.808	1.554	2.637	0.730	5.405	2.227
TF	1.290	0.605	0.958	0.912	0.200	0.793
FTD	-0.481	0.948	1.678	-0.182	5.204	1.433

Bioconcentration factor (BCF) diperoleh dari perbandingan antara konsentrasi logam di akar dengan konsentrasi di sedimen. Hasil rata-rata faktor biokonsentrasi (BCF) menunjukkan bahwa kemampuan akumulasi akar *A. alba* ini masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan indeks faktor biokonsentrasi menurut Siahaan *et al.* (2013), yaitu nilai BCF < 250. Hal itu menunjukkan bahwa tanaman tersebut

mempunyai kemampuan yang terbatas dalam mengakumulasi logam berat. *Translocation factor (TF)* diperoleh dari perbandingan antara konsentrasi logam di daun dengan konsentrasi di akar. Hasil perhitungan rata-rata faktor translokasi di Pulau Sarinah yaitu 0.793. Nilai TF yang rendah menunjukkan bahwa logam berat Pb tersebut tidak ditranslokasikan ke daun tetapi terakumulasi dalam akar, seperti yang dikatakan oleh Kim *et al.*, (2003) bahwa nilai TF rendah dikarenakan rendahnya translokasi logam berat Pb dalam tanaman, diindikasikan bahwa tanaman tersebut khususnya *A. alba* tidak banyak mentransfer Pb dari akar ke bagian yang lain karena sifat Pb yang toksik. Nilai fitoremediasi (FTD) adalah selisih antara nilai BCF dan nilai TF. Hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan nilai FTD > 1 serta nilai TF < 1 dan BCF > 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa mangrove *A. alba* dapat digunakan sebagai fitoremediasi yaitu fitostabilisasi.

4.4 Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Kualitas Air

Stasiun	Parameter		
	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)
1	35	7,5	24,20
2	36	6,5	24,39
3	36	7,8	25,17
4	36	7,4	25,50
5	35	7,6	25,33
Standar KLH (2004)	27°C – 31 °C	6 -8,5	33- 44 ppt

Menurut KLH (2004), suhu optimal untuk kehidupan mangrove berkisar antara 27-31°C. Menurut pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa suhu air di kawasan mangrove Pulau Sarinah termasuk tinggi. Suhu tinggi disebabkan karena intensitas

cahaya masuk di daerah ini tinggi dan pengambilan sampel dilakukan pada siang hari. Nilai pH pada kelima stasiun tersebut masih dalam keadaan normal dan aman bagi tumbuhan mangrove karena nilai pH pada kelima stasiun tersebut berkisar antara 6-9 artinya wilayah tersebut belum tercemar berat sehingga aman bagi tumbuhan mangrove. Lokasi penelitian berada di dekat muara sungai sehingga salinitas rendah karena adanya masukan air tawar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Konsentrasi logam berat Pb pada air di kelima stasiun berkisar antara 0,059 – 0,258 ppm. Konsentrasi Pb pada sedimen di kelima stasiun yaitu berkisar antara 0,039 – 0,261 ppm. Konsentrasi Pb di air tertinggi pada stasiun 2 dan terendah pada stasiun 5. Sedangkan konsentrasi Pb di sedimen tertinggi pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 5.
- 2) Konsentrasi logam berat Pb pada akar *A.alba* di kelima stasiun berkisar antara 0,129 – 0,273 ppm. Konsentrasi Pb pada daun *A.alba* di kelima stasiun yaitu berkisar antara 0,043 – 0,272 ppm. Konsentrasi Pb di akar tertinggi pada stasiun 2 dan terendah pada stasiun 4. Sedangkan konsentrasi Pb di daun tertinggi pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 5.
- 3) Hasil perhitungan menunjukkan nilai FTD > 1 serta nilai TF < 1 dan BCF > 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa mangrove *A. alba* dapat digunakan sebagai fitoremediator yaitu fitostabilisator.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dilakukan penelitian lanjutan mengenai logam berat

Timbal (Pb) untuk mangrove jenis *Avicennia alba*, *Avicennia marina* atau *Sonneratia alba* pada bagian akar, daun, batang, atau buah yang terdapat di Pulau Sarinah untuk mengetahui perkembangan kadar logam beratnya dari tahun ke tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Bintal. 2002. Distribusi Logam Berat Pb, Cu dan Zn Pada Sedimen Di Perairan Telaga Tujuh Karimun Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*. 5 (1): 9-16. ISSN 1410-9379. Laboratorium Kimia Laut, Faperika, Universitas Riau
- Anggoro. 2006. *Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Jaringan Daun Mangrove Rhizophora mucronata dan Avicennia marina di Kali Sapuragel dan Kali Donan, Kabupaten Cilacap*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto
- Arisandi. 2001. *Mangrove Jenis Api-api (Avicennia marina) Alternatif Pengendalian Logam Berat Pesisir*. URL: <http://www.terranet.com/> diakses 17 Maret 2016 pukul 11.32
- Hamzah, Faisal dan Agus Setiawan. 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelantan Tropis*. 2(2): 41-52. FPIK-IPB: Bogor
- Kathiseran, K dan B.L. Bingham. 2001. *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems Advances in Marine Biology*. 40: 81-251
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor. 51. 2004. *Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut*. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Sekretariat Negara, Jakarta, 2004.
- Kim, I.S, Kang H.K, Johnson, Green.P, dan Lee E.J. 2003. *Investigation of Heavy Metal Accumulation in Polygonum thunbergii for Phytoextraction*. *Environ Pollut*. 126: 235-433
- MacFarlane, G.R., Pulkownik and M.D Burchett. 2003. *Accumulation and Distribution of Heavy Metals in Grey Mangrove Avicennia marina (Forsk.) Vierh*: *Biological indication potential. Environmental Pollution*. 123: 139 – 151
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Munawar, Ali dan Rina. 2010. Kemampuan Tanaman Mangrove untuk menyerap logam Merkuri dan Timbal. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol.2 No. 2
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Rochyatun, Endang., M. Taufik Kaisupy., dan Abdul Rozak. 2006. *Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane*. Makara, Sains, Vol. 10, No. 1, April 2006: 35-40
- Siahaan, M.T.A., Ambariyanto, dan B. Yulianto. 2013. Pengaruh Pemberian Timbal (Pb) dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Klorofil, Konsentrasi Timbal pada Akar dan Daun, Serta Struktural Histologi Jaringan Akar Anakan Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Journal Of Marine Research*. 2(2): 111-119
- United Nation Disaster Assessment and Coordination, 2006, *Environment Assessment Hot Mud Flow East Java, Indonesia*, UNEP/OCHA Environment Unit, Switzerland.