

**UJI ADAPTASI TANAMAN DURIAN (*Duriozibethinus*) TERHADAP CEKAMAN
LOGAM BERAT NIKEL PADA MEDIUM PERTUMBUHANNYA**

Kalis Amartani

Staf Pengajar pada Fakultas Pertanian Universitas Lakidende

kalisamrt@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adaptasi tanaman durian terhadap cekaman logam berat nikel pada medium pertumbuhannya. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 1 faktor perlakuan. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengadaptasikan tanaman durian pada medium yang mengandung logam berat nikel dengan variasi konsentrasi yaitu 0 ppm (kontrol), 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm kemudian mengamati perkembangan morfologi tanaman durian 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (MSP). Nilai rata-rata yang diperoleh terhadap variabel pengamatan dihitung dengan uji F dan dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 0,05. Hasil uji BNJ 0,05 terhadap nilai rata-rata variabel pengamatan menunjukkan perlakuan nikel dengan konsentrasi 250 ppm berbeda tidak signifikan dengan 0 ppm (kontrol), hal ini menunjukkan bahwa tanaman durian mampu beradaptasi pada medium mengandung logam berat nikel dengan konsentrasi 250 ppm.

Kata kunci : *Adaptasi, logam berat nikel, tanaman durian*

Abstract

The research aims to know the ability of *Duriozibethinus* plant adaptation of medium that contained nickel heavy metal with any concentration. This experimental was arranged in randomized block design (RBD) with one factor treatment. This research was doing by adaptation *Duriozibethinus* plant in medium contained nickel heavy metal with the kind of concentrations were 0 ppm (control), 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, and 2000 ppm then observation of morphology *Duriozibethinus* plant growth 2, 4, and 6 weeks after treatment (WAT). Average value that found toward observation was counted with F test and continued Honestly significant different at the 0,05 significant level. The result honestly significant difference (HSD) at the 0,05 significant level toward observation variable nickel treatment with concentration 250 ppm not different significant with 0 ppm (control), it was showed if *Duriozibethinus* plant can adapted in medium contained nickel heavy metal at concentration 250 ppm.

Key words : *Adaptation, Nickel heavy metal, Duriozibethinus plant.*

PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan dewasa ini sangat berkembang pesat salah satunya adalah pertambangan logam berat, dimana pada kegiatan ini dapat menimbulkan kerusakan lingkungan (Setiabudi, 2005) seperti rusaknya kondisi tanah pada lahan bekas penambangan logam berat yang tidak memungkinkan digunakan sebagai tempat budidaya tanaman karena tanah pada lahan tersebut telah kehilangan unsur hara penting untuk pertumbuhan tanaman (Setyaningsih, 2007).

Kontaminasi logam berat pada tanah telah menjadi masalah dunia, karena dapat memberikan dampak buruk terhadap pertumbuhan perkembangan beberapa jenis tanaman yang dibudidayakan pada tanah terkontaminasi logam berat. Hal ini disebabkan karena pengaruh logam berat yang dapat menyebabkan tanaman tidak mampu beradaptasi serta menoleransi kandungan logam berat pada lingkungan pertumbuhannya.

Pemulihan kondisi lingkungan pada lahan-lahan bekas penambangan secara berkelanjutan perlu dilakukan agar lahan tersebut dapat berfungsi kembali sebagai media tumbuh tanaman. Salah satu metode pemulihan kondisi lingkungan pada lahan-lahan bekas penambangan adalah dengan metode fitoremediasi (Priyanto dan Prayitno, 2006). Metode ini menggunakan jenis tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik serta toleran pada kondisi lingkungan yang terkontaminasi logam berat (Chaney *et al*, 1997).

Tanaman dikatakan adaptif apabila tanaman tersebut secara aktif mampu beradaptasi terhadap kandungan logam berat dalam tanah. Menurut Hidayati *et al*. (2006) beberapa jenis tumbuhan terbukti dapat beradaptasi terhadap lingkungan marginal dan ekstrim pada tanah mengandung logam berat serta memiliki kualitas fisik, kimia, dan biologi sangat rendah dan di antara tumbuhan tersebut ada yang memiliki toleransi tinggi serta pertumbuhan yang cepat sehingga mampu beradaptasi dan mengakumulasi logam di dalam jaringannya.

Pengujian tanaman khususnya tanaman buah-buahan pada lingkungan mengandung logam berat perlu dilakukan untuk mendapatkan jenis tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan mengandung logam berat sehingga menambah jenis-jenis tanaman adaptif terhadap logam berat untuk pengembangan tanaman remediasi lingkungan tercemar.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat sejauh mana tanaman durian (*Duriozibethinus*) mampu beradaptasi serta menoleransi kandungan logam berat nikel pada medium pertumbuhannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2016 di Rumah Kaca Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan (SMK-PP) Negeri Wawotobi, Konawe Sulawesi Tenggara.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mistar ukur, buku catatan, jerigen volume 1 liter, Pipet Volume 10 mL, gelas ukur volume 500 mL, Paracetamol, mistar diameter, gelas media volume 1 liter. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Larutan Nikel (II) Sulfat Heksahidrat ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Aquades, bibit tanaman durian (*Durio zibethinus*), dan larutan hara Hoagland sebagai medium.

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 ulangan.

Variabel pengamatan meliputi pertumbuhan morfologi tanaman dan indeks toleransi

a. Pertumbuhan Morfologi Tanaman

Tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan panjang akar yang diukur pada 2, 4, dan 6 Minggu Setelah Perlakuan (MSP).

b. Indeks Toleransi

Indeks Toleransi tanaman terhadap logam berat ditentukan melalui persamaan (Baker *et al.*, 1994) :

$$IT = \frac{Y_p}{Y_0}$$

Keterangan :

Y_p : Panjang akar pada medium mengandung logam berat

Y_0 : Panjang akar pada medium tidak mengandung logam berat (kontrol)

Data hasil pengamatan dianalisis secara anova untuk masing-masing peubah. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh signifikan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

Tabel 1.

Variabel Pengamatan	Perlakuan	KK (%)
Tinggi tanaman		
2 MSP	**	5,42%
4 MSP	**	5,00%
6 MSP	**	4,63%
Jumlah daun		
2 MSP	**	8,88%
4 MSP	**	5,08%
6 MSP	**	3,79%
Diameter batang		
2 MSP	**	2,59%
4 MSP	**	2,57%
6 MSP	**	2,41%
Panjang akar		
2 MSP	**	4,48%
4 MSP	**	3,32%
6 MSP	**	4,11%
Indeks toleransi	**	4,62%

Keterangan : * = berpengaruh signifikan

** = berpengaruh sangat signifikan

a. Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman 2, 4, dan 6 MSP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tinggi tanaman uji 2, 4, dan 6 minggu setelah diberi perlakuan

Perlakuan	Tinggi Tanaman		
	2 MSP	4 MSP	6 MSP
N0 (0 ppm)	3,89b	4,39b	4,89b
N1 (125 ppm)	3,50b	4,00b	4,50b
N2 (250 ppm)	3,39b	3,89b	4,39b
N3 (500 ppm)	2,72a	2,72a	2,72a
N4 (1000 ppm)	2,11a	2,11a	2,11a
N5 (2000 ppm)	2,11a	2,11a	2,11a

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak signifikan pada uji BNJ 0,05

b. Jumlah Daun

Hasil pengamatan jumlah daun 2, 4, dan 6 MSP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah daun tanaman uji 2, 4, dan 6 minggu setelah diberi perlakuan

Perlakuan	Jumlah Daun		
	2 MSP	4 MSP	6 MSP
N0 (0 ppm)	2,67 b	4,67 b	6,56 b
N1 (125 ppm)	2,44 b	4,44 b	6,33 b
N2 (250 ppm)	2,22 b	4,22 b	6,22 b
N3 (500 ppm)	2,00 a	2,22 a	2,33 a
N4 (1000 ppm)	1,78 a	1,78 a	1,78 a
N5 (2000 ppm)	1,67 a	1,67 a	1,67 a

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak signifikan pada uji BNJ 0,05

c. Diameter Batang

Hasil pengamatan diameter batang 2, 4, dan 6 MSP dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter batang tanaman uji 2, 4, dan 6 minggu setelah diberi perlakuan

Perlakuan	Diameter Batang		
	2 MSP	4 MSP	6 MSP
N0 (0 ppm)	1,03 b	1,19 b	1,29 b
N1 (125 ppm)	1,03 b	1,16 b	1,24 b
N2 (250 ppm)	1,03 b	1,14 b	1,24 b
N3 (500 ppm)	0,97 a	0,97 a	0,97 a
N4 (1000 ppm)	0,94 a	0,94 a	0,94 a
N5 (2000 ppm)	0,91 a	0,91 a	0,91 a

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak signifikan pada uji BNJ 0,05

d. Panjang Akar

Hasil pengamatan panjang akar 2, 4, dan 6 MSP dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Panjang akar tanaman uji 2, 4, dan 6 minggu setelah diberi perlakuan

Perlakuan	Panjang Akar
-----------	--------------

	2 MSP	4 MSP	6 MSP
N0 (0 ppm)	4,00 b	4,78 b	5,28 b
N1 (125 ppm)	4,00 b	4,61 b	5,09 b
N2 (250 ppm)	4,00 b	4,56 b	5,02 b
N3 (500 ppm)	3,17 a	3,17 a	3,33 a
N4 (1000 ppm)	3,06 a	3,06 a	3,06 a
N5 (2000 ppm)	2,94 a	2,94 a	2,94 a

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak signifikan pada uji BNJ 0,05

e. Indeks Toleransi

Tabel 6. Rata-rata indeks toleransi

Perlakuan	Indeks Toleransi
N1 (125 ppm)	0,97 b
N2 (250 ppm)	0,95 b
N3 (500 ppm)	0,63 a
N4 (1000 ppm)	0,58 a
N5 (2000 ppm)	0,56 a

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak signifikan pada uji BNJ 0,05

B. Pembahasan

Adaptasi tanaman terhadap suatu lingkungan merupakan rekayasa khusus terhadap sifat-sifat karakteristik morfologi untuk memberikan peluang keberhasilan dalam menyesuaikan diri pada suatu habitat tertentu, sehingga adaptasi morfologi merupakan salah satu indikator terhadap perubahan lingkungan hidup tumbuhan (Haryanti *et al*, 2009).

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan (Hakim, 2009).

Hasil pengamatan tinggi tanaman durian menunjukkan adanya pertambahan tinggi tanaman 2, 4, dan 6 MSP dimana pada hasil uji BNJ 0,05 menunjukkan perlakuan N0 tidak berbeda signifikan dengan perlakuan N2 dan N1 namun berbeda signifikan dengan perlakuan

N3, N4, dan N5, hal ini di duga bahwa pada perlakuan tanaman durian mampu mentolerirkan kandungan logam berat pada medium pertumbuhannya sehingga tidak mengganggu proses pembelahan sel terhadap pertambahan tinggi tanaman uji 2, 4, dan 6 MSP. Menurut Lingga (1992), terjadinya pertambahan tinggi tanaman disebabkan karena adanya peristiwa pembelahan dan pemanjangan sel yang didominasi pada pucuk tanaman. Pada perlakuan N3, N4, dan N5 tanaman uji tidak dapat melakukan pertambahan tinggi tanaman diduga pengaruh tingginya konsentrasi nikel pada medium pertumbuhan sehingga menghambat pembelahan sel terhadap pertambahan tinggi tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Taiz dan Zeiger (2010) bahwa logam berat dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan pembelahan sel padatanaman.

Daun merupakan salah satu bagian organ tanaman dimana fungsinya sebagai tempat melakukan proses fotosintesis. Menurut Harjadi (1989) jumlah daun berkaitan dengan tinggi tanaman, dimana semakin tinggi tanaman maka semakin banyak daun yang terbentuk karena daun terbentuk dari nodus-nodus tempat kedudukan daun yang ada pada batang.

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun tanaman uji menunjukkan adanya pertambahan jumlah daun 2, 4, dan 6 MSP pada perlakuan N0, N1, dan N2 dimana hasil uji BNJ 0,05 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan N0 dan berbeda tidak signifikan dengan perlakuan N2, hal ini diduga pada konsentrasi tersebut tanaman uji masih dapat mentolerir kandungan logam berat pada medium pertumbuhannya sehingga tidak mengganggu tanaman uji dalam proses pembentukan daun baru sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan N3, N4, dan N5 berbeda signifikan dengan perlakuan N0, hal ini diduga bahwa pada perlakuan tersebut tanaman uji tidak mampu mentolerir konsentrasi logam berat sehingga terjadi penghambatan jaringan sel terhadap pembentukan daun baru pada tanaman uji. Hal ini sesuai dengan pendapat Taiz dan Zeiger (2010) bahwa logam berat dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan pembelahan sel padatanaman.

Batang merupakan bagian organ tumbuhan yang menyokong dan memproduksi tunas, daun, bunga, dan buah. Batang menahan daun pada posisinya sehingga dapat menerima diluar waktu yang diperlukan untuk memproduksi zat makanan. Diameter batang merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk melihat pertumbuhan suatu tanaman. Pertumbuhan diameter berlangsung apabila keperluan hasil fotosintesis untuk respirasi, penggantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi telah memenuhi (Biotek, 2013).

Hasil pengamatan diameter batang pada tanaman uji menunjukkan adanya penambahan diameter batang 2, 4, dan 6 MSP pada perlakuan N0, N1, dan N2 dimana hasil uji BNJ 0,05 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan N0 dan berbeda tidak signifikan dengan perlakuan N2 hal ini diduga bahwa pada perlakuan N2 tanaman uji dapat mentolerir kandungan logam berat yang terdapat pada medium pertumbuhan sehingga tidak mengganggu perkembangan vakuola pada batang tanaman. Hal ini sesuai dengan ungkapan Salisbury dan Ros (1995) bahwa terjadinya penambahan diameter batang pada tumbuhan akibat adanya perkembangan vakuola pada batang tanaman, sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan N5 dan N4 berbeda signifikan dengan perlakuan N0, hal ini diduga pengaruh tingginya konsentrasi logam berat pada perlakuan N5 dan N4 yang menyebabkan terhambatnya perkembangan vakuola pada batang batang. Hal ini sesuai dengan pendapat Taiz dan Zeiger (2010) bahwa logam berat dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan pembelahan sel padatanaman.

Akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai alat penyerapan air dan hara mineral dari medium habitatnya (Haryanti *et al.*, 2009). Menurut Fitter dan Hay (1991) terdapat dua jalan masuk logam berat ke dalam tanaman yaitu melalui akar dan daun dimana salah satu fungsi akar sangat penting dalam menyerap dan menyediakan unsur hara yang digunakan dalam metabolisme tanaman.

Hasil pengamatan pada panjang akar tanaman uji 2, 4, dan 6 MSP menunjukkan adanya penambahan akar pada perlakuan N0, N1, dan N2 dimana hasil uji BNJ 0,05 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan N0 berbeda tidak signifikan dengan perlakuan N2, hal ini diduga bahwa pada perlakuan N2 tanaman uji mampu mentolerir kandungan logam berat pada medium pertumbuhannya sehingga tidak mengganggu perkembangan jaringan meristem terhadap pertumbuhan akar tanaman, sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan N3, N4, dan N5 hal ini diduga tanaman uji mengalami gangguan perkembangan meristem akibat dari pengaruh konsentrasi logam berat yang cukup tinggi pada perlakuan tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Taiz dan Zeiger (2010) bahwa logam berat dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan pembelahan sel tanaman.

Indeks toleransi merupakan parameter untuk mengetahui sejauh mana tanaman dapat mentoleransikan cekaman logam berat pada lingkungannya dimana nilai ini diperoleh dengan mengukur panjang akar pada medium mengandung logam berat dibandingkan dengan medium tidak mengandung logam berat (kontrol). Menurut Baker *et al.*, (1994) indeks

toleransi ditentukan dengan mengukur perbandingan panjang akar tanaman uji pada medium mengandung logam berat dengan panjang akar tanaman uji pada medium tidak mengandung logam berat. Menurut Ross dan Koye (1994) toleransi pada tanaman merupakan salah satu parameter penentuan kemampuan adaptasi tanaman terhadap kandungan logam berat pada tanah-tanah terkontaminasi logam-logam berat

Hasil uji BNJ 0,05 terhadap indeks toleransi menunjukkan bahwa nilai rata-rata indeks toleransi tertinggi diperoleh pada perlakuan N1 berbeda tidak signifikan dengan N2 dan terendah pada perlakuan N3 berbeda tidak signifikan dengan perlakuan N4 dan N5. Menurut Juheti, *et al* (2005) bahwa tumbuhan dikatakan toleran terhadap logam berat apabila mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai tingkat kelarutan logam. Berdasarkan data menunjukkan bahwa tanaman durian mampu menoleransi dengan baik konsentrasi logam pada medium pertumbuhannya pada konsentrasi 250 ppm (N2), diduga pada konsentrasi tersebut tanaman durian mampu melakukan mekanisme toleransi terhadap logam berat dengan cara mengawaracunkan logam berat dengan cara dikhelat dengan fitokelatin. Hal ini sesuai dengan pendapat Salisbury dan Ross (1995), bahwa telah ditemukan mekanisme toleransi yang penting dimana logam diwanaracunkan dengan cara dikhelat dengan fitokelatin, yakni peptide kecil yang kaya akan asam amino sistein.

Berdasarkan hasil pengamatan, tanaman durian memiliki kemampuan adaptasi terhadap kandungan logam berat pada medium pertumbuhannya pada konsentrasi 250 ppm, hal ini diduga pada konsentrasi tersebut tanaman durian mampu melakukan mekanisme penghindaran, eskresi, penanggulangan serta toleransi yang baik terhadap kandungan logam berat pada medium pertumbuhannya sehingga tanaman mampu beradaptasi dengan baik tanpa menunjukkan gejala gangguan pertumbuhan terhadap perkembangan morfologi tanaman pada konsentrasi tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Fitter dan Hay (1991), bahwa ada empat jenis mekanisme utama yang dilakukan tanaman dalam menghadapi lingkungan toksik yaitu (1) penghindaran (escape) fenologis apabila stres yang terjadi pada tanaman bersifat musiman tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, (2) eskresi, tanaman dapat mengenal ion toksik dan mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas, (3) penanggulangan (ameliorasi) tanaman mengabsorpsi ion tetapi bertindak sedemikian rupa untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan khelat, pengenceran, lokalisasi, bahkan ekskresi, dan (4) toleransi, tanaman dapat mengembangkan sistem metabolis yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial dengan molekul enzim. Selain itu, diduga bahwa tanaman durian dalam

beradaptasi pada medium mengandung logam berat mampu menahan logam pada akar atau mengumpulkan dan melokalisir logam pada vakuola sel. Hal ini sesuai dengan pendapat Ross dan Koye (1994) bahwa adaptasi yang dilakukan oleh tanaman terhadap kandungan logam berat pada tanah antara lain menahan logam pada akar atau mengumpulkan dan melokalisir logam pada vakuola sel

C. Kesimpulan

Tanaman durian (*Duriozibethinus*) mampu beradaptasi pada medium mengandung logam berat nikel dengan konsentrasi 250 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, A.J.M., R.D., Reeves, H.S.M., Hajar. 1994. Heavy Metal Accumulation and Tolerance in British Populations of the Metallophyte *Thlaspi caerulescens* J. & C. Presl (Brassicaceae, *New Phytol* 127:61-68).
- Biotek. 2013. Mengenal Jati (*Tectona grandis*) Varietas Silomon <http://biotek.bppt.go.id>. Diakses pada tanggal 5 Januari 2016.
- Chaney, R.L., S.L. Brown, Lt. Y.M., J.S. Angle, F. Homer, C. Green. 1997. Potential use of Metal Hiperaccumulators, *Mining Environm Mangement* (3(3) 9-11
- Fitter, A. H. dan R. K. M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan oleh SriDanayani dan E. D. Purbayantu. Yogyakarta:Universitas Gadjah Mada Press.
- Harjadi, S. 1989. Pengantar Agronomi. PT. Gramedia. Jakarta.
- Hakim, M.A. 2009. *Asupan Nitrogen dan Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil dan Kadar Vitamin C Kelopak Bunga Rosela (Hibiscus sabdariffa L)*. <http://eprints.uns.ac.id/279/1/160392508201009481.pdf>. [1 Nopember 2015].
- Haryanti, S., B.R. Hastuti, E.D. Hastuti, Y. Nurchayati. 2009. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Enceng Gondok Tercemar. (online) Diakses tanggal 1 Desember 2015.
- Hidayati, N., F. Syarif dan T. Juhaeti. 2006. Potensi *Centroema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Micania cordata* dalam Membersihkan Kontaminan pada Limbah Penambangan Emas. *J. Biodiversitas*, 7(1):4-6
- Juheti, T., F. Syarif, dan N. Hidayati. 2005, *Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas*, *J. Biodiversitas*, 6(1):31-33
- Priyanto. B., dan J. Prayitno. 2006, *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*, LIPI, Bandung
- Ross, S.M., dan K. J. Koye. 1994. The Meaning of Metal Toxicity in Soil Plant System. Toxicity in Soil-Plant System. S.M. Ross (ed). John Willey and Son . New York. Pp : 27-62.
- Salisbury, F. B., dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid I, II, dan III. Diterjemahkan oleh Dian R. Lukman dan Sumaryono. Bandung. ITB.
- Setiabudi, B. T. 2005. *Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta. Jurnal Biodiversitas 2 (1) : 34-39*. Institut Tehnologi Bandung, Bandung.
- Setyaningsih, L. 2007. *Pemanfaatan Cendawan Mikhoriza Arbuskula dan Kompos Aktif untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Mindi (Melia azerarach Linn) pada Media Tailling Tambang Emas Pongkor*. Tesis Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Taiz, L dan E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. Sinaurer Association Inc. Sunderland.