

**RESPON FISIOLOGI DAN ANATOMI  
ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm)  
DI BERBAGAI PERAIRAN TERCEMAR**

**THE PHYSIOLOGY AND ANATOMY RESPONSE  
OF ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm)  
IN THE VARIOUS OF POLLUTED TERRITORIAL WATER**

Sri Haryanti, Nintya Setiari, Rini Budi Hastuti,  
Endah Dwi Hastuti, dan Yulita Nurchayati

Jurusan Biologi FMIPA  
Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Soedarto SH, Kampus Tembalang, Semarang

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon fisiologi dan anatomi tanaman eceng gondok di berbagai perairan tercemar dan dilaksanakan di laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama yaitu kerapatan tanaman 2 dan 4 sedangkan faktor kedua berupa 3 macam limbah yaitu (LIK, obat dan pengecoran logam) serta air sebagai kontrol. Masing-masing perlakuan diberi pengulangan 3 kali. Perlakuan dilaksanakan selama 20 hari dengan parameter fisiologi (panjang akar, jumlah anakan, kecepatan transpirasi) dan parameter anatomi (daun, tangkai daun dan akar). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi respon fisiologis dan anatomis tanaman eceng gondok pada ketiga jenis perairan tercemar dan struktur akar menunjukkan tonjolan seperti calon cabang akar terutama pada limbah obat.

**Kata Kunci:** respon, eceng gondok, dan limbah.

**ABSTRACT**

The research was conducted to determine of physiology and anatomy response from eceng gondok in waste water pollution. The research was done at the laboratory of Botany Structure and function. The design of the experiment use was split plot design based of Completely Randomized Design. First factor was density 2 and 4, second factor was 3 waste was LIK, drugs and metal foundry with water to control. The treatment was 3 replicates, The experiment was long 20 days with parameter ,growth/ physiology parameter (long root, sum of young plant, transpiration speed and sum of stomata) and anatomy parameter (leaf, and stalk leaf and root). The result of the research indicated was cause the response physiology and anatomy on third waste and root structure anatomy was drugs waste with protrution branch root.

**Keywords:** growth response, water hyacinth, and waste.

## PENDAHULUAN

Adaptasi tanaman terhadap lingkungan merupakan rekayasa secara khusus sifat-sifat karakteristik anatomi dan fisiologi untuk memberikan peluang keberhasilan menyesuaikan kehidupan di habitat tertentu. Oleh karena itu adaptasi anatomi dan fisiologi dapat dijadikan indikator terhadap perubahan lingkungan hidup tanaman (Soerodikusuma dan Hartika, 1989). Namun demikian jenis tumbuhan yang berbeda menunjukkan sensitifitas yang berbeda pula terhadap perubahan lingkungan bahkan terhadap bahan pencemar khususnya logam berat. Banyak jenis tumbuhan yang mampu tumbuh pada tanah yang kaya arsen, selenium, nikel, promium, sianida, katmium dan logam lain. Seringkali logam berat dikeluarkan saat penyerapan oleh akar akibat adanya selektifitas membran sel akar. Ini merupakan mekanisme *avoidance* (penanggulangan). Species yang lain menyerap dan mengakumulasi logam sampai pada tingkat yang mematikan untuk species yang tidak toleran. Tanaman ini disebut species akumulator.

Perkembangan eceng gondok umumnya dengan secara vegetatif yaitu menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perbanyakannya memerlukan waktu antara 11-18 hari. Kecepatan pertumbuhan eceng gondok di Bogor mencapai 3,69% berat basah.hari (Widyanto, 1977 dalam anonim 1998). Perairan yang ditumbuhi eceng gondok memberikan pengkayaan CO<sub>2</sub>. Rumpun anakan akan memproduksi CO<sub>2</sub> sampai 39% lebih berat kering dibandingkan tanaman induk. Peningkatan CO<sub>2</sub> ini mengawali rata-rata bersih fotosintesis. Setelah terjadi adaptasi indek luas daun pada dan pangkalnya menyokong perbaikan berat kering (Reddy dan Smith,

1987). Pada petiolus terjadi lakuna yang terjadi secara sisogen tersusun dari aerenkim yang sebenarnya adalah felem yang diturunkan dari felogen tipikal asal epidermis dan kortek. Lingkungan yang hidrofik kurang oksigen merangsang kondisi anaerob untuk produksi etilen, sehingga aktifitas selulose meningkat. Hal ini menyebabkan peleburan parenkim membentuk aerenkim. Sel yang kuat tetap hidup sedang yang lemah kehilangan air akan plasmolisis dan rusak/mati (Fahn, 1992)

Secara fisiologis eceng gondok dapat berperan secara tidak langsung dalam mengatasi bahan pencemar perairan karena dapat bertahan hidup dengan cara membentuk rumpun. Akar tumbuh subur dan lebat serta berwarna hitam dengan permukaan ungu. Oksigen hasil fotosintesis di daun dan tangkai daun ditransfer ke akar yang permukaannya luas serta air di sekitarnya. Ini membuat rizosfer menyediakan lingkungan mikro dengan kondisi yang kondusif bagi bakteri nitrit. Oleh karena itu aktivitas dekomposisi oleh bakteri jenis ini yaitu perubahan amoniak menjadi nitrat lebih meningkat (Fitter and Hay, 1989).

Menurut Prasat et al dalam anonim 1984 kehadiran eceng gondok membuat mebuat logam Cr dari air limbah industri penyamakan kulit tereduksi 30-100% dalam 8-16 hari. Sementara itu eceng gondok bersama kayambang dapat mengubah faktor-faktor fisikokimia air limbah seperti BOD, COD dan zat padat terlarut, tersuspensi, alkalinitas dan kekeruhan (Reddy et al dalam anonim 1998)

Adaptasi biokimiawi melibatkan perubahan perubahan molekuler, kecepatan dan pola rangkaian reaksi atau pola metabolisme sel, jaringan dan organ. Adaptasi ini sangat dipengaruhi oleh waktu

yang tersedia bagi organisme untuk dapat memberikan respon terhadap perubahan lingkungan tersebut (Soerodikusumo, 1989). Respon jangka pendek dapat terlihat pada perubahan morfologi maupun fisiologi dan anatomi dalam jangka yang lama. Tetapi bila perubahan terjadi terus menerus sampai satu periode atau lebih perkembangan tanaman, maka akan terjadi perubahan aklimatisasi dan naturalisasi, namun sangat tergantung keadaan lingkungan lainnya (Jumin, 1992).

## METODE PENELITIAN

Bahan penelitian berupa tanaman eceng gondok yang diambil dari Rawa Pening, limbah LIK, limbah obat dan limbah pengecoran logam

Alat yang dipakai untuk penelitian ini adalah: ember, gelas ukur, cutter, penggaris, timbangan, jerigen, gayung, kamera digital, set alat preparasi metode parafin, mikroskop

Cara kerja di mulai dengan melakukan uji pendahuluan terhadap pertumbuhan eceng gondok pada 3 jenis limbah tersebut dengan konsentrasi 05, 25%, 50%, 75% dan 100%, selama 2 minggu. Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan panjang lebar daun, tangkai daun, berat basah dan jumlah anakan menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mampu dan tahan tumbuh dalam limbah LIK konsentrasi 100%, limbah obat 100% dan limbah pengecoran logam 50%.

Selanjutnya dilakukan uji lanjut yaitu tanaman eceng gondok dipilih yang seragam beratnya antara 110-120 g, lalu tanaman dimasukkan ember plastik yang sudah berisi masing-masing limbah tersebut (8 L) dengan konsentrasi sesuai konsentrasi hasil uji pendahuluan. Perlakuan kerapatan

tanaman adalah 2 dan 4 per ember. Uji lanjut ini dilakukan selama 20 hari, Dengan perlakuan sebagai berikut.

L0K2 = air, kerapatan 2

L0K4 = air. Kerapatan 4

L1K2 = limbah LIK, kerapatan 2

L1K4 = limbah LIK, kerapatan 4

L2K2 = limbah obat, kerapatan 2

L2K4 = limbah obat, kerapatan 4

L3K2 = limbah pengecoran logam, kerapatan 2

L3K4 = limbah pengecoran logam, kerapatan 4

Parameter penelitian meliputi fisiologi yaitu panjang akar jumlah anakan, dan kecepatan transpirasi serta anatomi yaitu jumlah stomata/bidang pandang (metode replika), struktur anatomi daun, tangkai daun dan akar (metode parafin).

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama jenis limbah sedang faktor kedua kerapatan tanaman, 2 x 4 dan masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anova selanjutnya jika ada beda nyata dilanjutkan uji Duncan taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa unsur-unsur kimia Fe, Zn, Cu, Pb, Al dan Cd tertinggi terkandung dalam limbah pengecoran logam. Unsur-unsur lain seperti Mn tertinggi terkandung dalam limbah LIK. Kandungan semua unsur tersebut pada kisaran sedang terkandung dalam limbah obat. Unsur unsur tersebut masing-masing dalam ambang normal mempunyai fungsi dalam mempengaruhi

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Unsur-unsur yang Terkandung dalam 3 Jenis Limbah

Jenis Limbah	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Mn (ppm)	Al (ppm)	Cd (ppm)
Pengecoran Logam	31,488	26,712	14,420	6,255	16,707	15,208	2,406
Obat	24,708	20,005	8,246	3,206	12,430	14,778	0,985
LIK	26,710	23,416	10,200	4,785	18,400	12,668	1,804

metabolisme tumbuhan. Dengan kandungan yang berbeda-beda dalam limbah, maka pengaruh awal berlangsung pada enzim-enzim yang terlibat dalam mempercepat atau menghambat biosintesis senyawa-senyawa metabolit primer seperti karbohidrat, lemak dan protein. Senyawa-senyawa inilah yang akan berperan sebagai bahan respirasi yang menghasilkan ATP untuk pertumbuhan yang berbeda-beda seperti pembelahan pada ujung akar, pembelahan meristem untuk membentuk tunas anakan, penyerapan air untuk transpirasi dan pembelahan inisiasi sel stomata dll. Pada tanaman lain senyawa-senyawa ini juga akan melanjutkan proses metabolisme sekunder yang akan menghasilkan

metabolit sekunder tanaman sebagai hasil samping atau untuk pertahanan.

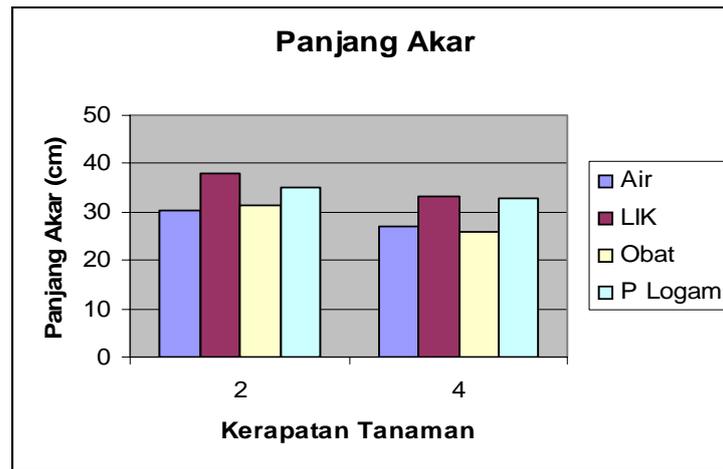
Tabel 2 menunjukkan bahwa panjang akar tanaman eceng gondok setelah perlakuan limbah LIK, obat atau pengecoran logam dengan kerapatan tanaman 2 atau 4 menunjukkan berbeda tidak nyata terhadap kontrol, namun L1K2 berbeda nyata dengan L2K4. Rata-rata panjang akar masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 1.

Hasil pengamatan terhadap panjang akar tidak terpengaruh oleh limbah pencemar. Hal ini diduga karena akar merupakan organ penyokong, sehingga dalam keadaan apapun tahan terhadap lingkungannya. Penyerapan hara dan logam

Tabel 2. Rata-rata Panjang Akar (cm), Jumlah Anakan, Kecepatan Transpirasi (menit) dan Jumlah Stomata Daun Setelah Perlakuan

Parameter	Kerapatan (K)	Jenis Limbah			
		L0 (air)	L1 (LIK)	L2 (obat)	L3 (p.logam)
Panjang akar	2	30,3 <sup>ab</sup>	38,1 <sup>b</sup>	31,3 <sup>ab</sup>	35,2 <sup>ab</sup>
	4	27,0 <sup>ab</sup>	33,3 <sup>ab</sup>	26,0 <sup>a</sup>	32,9 <sup>ab</sup>
Jumlah anakan	2	0,00 <sup>a</sup>	0,67 <sup>ab</sup>	1,00 <sup>bc</sup>	0,05 <sup>a</sup>
	4	0,00 <sup>a</sup>	1,33 <sup>c</sup>	1,33 <sup>c</sup>	0,05 <sup>a</sup>
Kecepatan transpirasi	2	74,33 <sup>ab</sup>	83,33 <sup>abc</sup>	100,33 <sup>c</sup>	84,00 <sup>abc</sup>
	4	66,00 <sup>a</sup>	81,67 <sup>abc</sup>	87,67 <sup>abc</sup>	94,33 <sup>bc</sup>
Jumlah stomata	2	15,67 <sup>a</sup>	36,00 <sup>d</sup>	21,67 <sup>abc</sup>	26,67 <sup>c</sup>
	4	18,00 <sup>ab</sup>	27,33 <sup>c</sup>	25,33 <sup>bc</sup>	25,00 <sup>bc</sup>

Keterangan : angka-angka yang diikuti abjad yang sama pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%.



Gambar 1. Histogram Panjang Akar Eceng Gondok Setelah Perlakuan Limbah dengan Kerapatan Tanaman yang Berbeda

pencemar yang terjadi akan ikut aliran air dan atau dapat terakumulasi pada organ selain akar. Pembelahan mitosis yang terjadi pada meristem akar berjalan relatif sama, sehingga panjang akar juga sama.

Perlakuan limbah dengan kerapatan yang berbeda terhadap panjang akar tanaman menunjukkan hasil berbeda tidak nyata terhadap kontrol. Akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai alat penyerapan air dan hara mineral dari medium habitatnya. Berdasarkan hasil analisis kualitas limbah ternyata medium tersebut tidak hanya mengandung logam berat tetapi juga mengandung hara yang berguna bagi tanaman. Penyerapan dapat berlangsung secara simplas maupun apoplas. Diduga adanya hara Fe, Zn, Mn dan Al dalam limbah tersebut dapat ditolerir tanaman eceng gondok sehingga tanaman tetap tumbuh dan beradaptasi dengan medium tersebut. Adanya perbedaan nyata pada L1K2 Dan L2K4 mungkin akibat kadar Pb yang cukup rendah pada limbah obat dibandingkan limbah yang lain. Menurut Moore (1989) bahwa auksin berpengaruh pada perkembangan akar

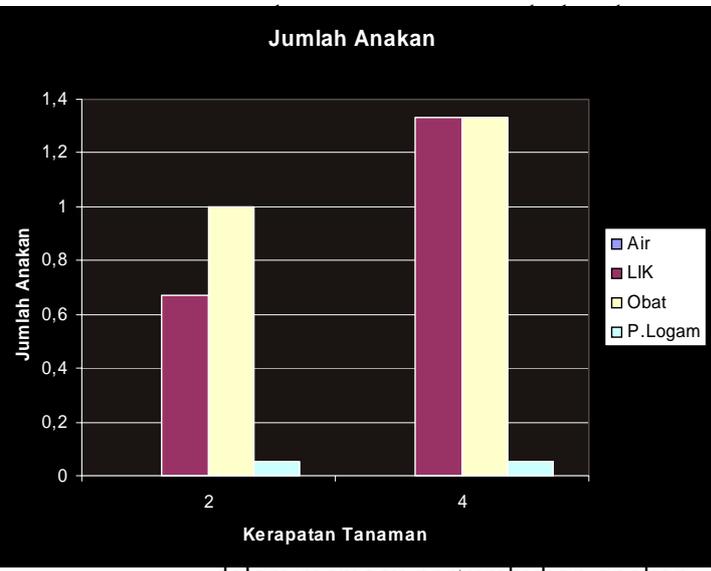
terutama ujung meristem dengan cara meta-bolisme dinding sel, sehingga plastisitas mikrofibril selulosanya relatif sama. Unsur-unsur hara tanaman seperti N, P dan K cukup tersedia pada limbah-limbah tersebut, sehingga energi untuk pembelahan mitosis dan pemanjangan sel cukup (Santoso, 1990). Pengaruh toksik dari limbah tidak terlihat dan enzim-enzim tetap bekerja tanpa hambatan yang berarti.

Tabel 2 pengamatan jumlah anakan menunjukkan bahwa semua perlakuan berbeda tidak nyata terhadap kontrol kecuali perlakuan L1K4, L2K2 dan L2K4, namun ketiga perlakuan tersebut saling berbeda tidak nyata.

Pengamatan terhadap pertumbuhan jumlah anakan menunjukkan bahwa pada limbah pengecoran logam eceng gondok hanya sebanyak 0,05 anakan lebih sedikit bila dibandingkan 2 jenis limbah lainnya. Hal ini diduga bahwa kandungan logam dalam limbah pabrik tersebut tidak cukup mengganggu proses metabolisme secara keseluruhan, namun zat hara lain tidak cukup untuk mendukung perbanyakan anakan. Tanaman pada umumnya menggu-

Gambar 2. Histogram Jumlah Anakan setelah Perlakuan Limbah pada Kerapatan yang Berbeda

nakan hara yang ada dalam lingkungan tempat tumbuhnya untuk hidup dalam satu siklus, yaitu fase vegetatif dan generatif. Eceng gondok yang hidup di



dalam memacu pertumbuhan anakan.

Tabel 2 pengamatan kecepatan transpirasi menunjukkan bahwa perlakuan limbah obat L2K2 berbeda nyata terhadap kontrol, sedang L1K2 dan L3K2 berbeda tidak nyata. Perlakuan L3K4 berbeda nyata terhadap kontrol, sedang L1K4 dan L2K4

berbeda tidak nyata terhadap kontrolnya.

Transpirasi merupakan fenomena alamiah pada setiap tanaman sebagai respon terhadap lingkungan. Berdasarkan tabel 1 kecepatan transpirasi L2K2 tertinggi, hal ini diduga ada hubungannya dengan berat basahnya yang tinggi, supaya terjadi penguapan yang banyak. Transpirasi yang giat dapat mempercepat angkutan garam-garaman dari akar ke daun. Air yang meninggalkan akar mengakibatkan konstantanya kadar garam tersebut, walaupun kadang terjadi penurunan konsentrasi. Faktor anatomi seperti jumlah stomata pada perlakuan tersebut tidak mendukung terjadinya taranspirasi yang mencolok.

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah stomata perlakuan L1K2 dan L3K2 berbeda nyata terhadap kontrol. Perlakuan L1K4 berbeda nyata terhadap kontrolnya. Ketiga perlakuan tersebut saling berbeda nyata.

Jumlah stomata paling banyak ditemukan pada eceng gondok yang ditumbuhkan pada limbah LIK dan pengecoran

Gambar 3. Histogram Kecepatan Transpirasi setelah Perlakuan Limbah pada Kerapatan Tanaman yang Berbeda

logam. Hal ini diduga karena tingginya kandungan Mn pada limbah tersebut yang dapat berfungsi sebagai katalisator reaksi redoks, sehingga enzim-enzim memacu terbentuknya proplastida utamanya kloroplas pada calon sel induk stomata. Kloroplas ini akan tetap ada dan berkembang pada sel tersebut. Pendapat lain Santosa 1990 menyatakan bahwa setelah terjadi pembentangan sel, sel anakan menjadi dewasa dan akan mengalami diferensiasi. Diferensiasi terjadi akibat adanya polaritas medan kutub, sehingga plasma tidak merata. Awal yang tidak sama ini menyebabkan perbedaan metabolisme. Hal ini diduga akan mempengaruhi distribusi stomata selanjutnya

Hasil pengamatan struktur anatomi penampang lintang daun eceng gondok setelah perlakuan memperlihatkan epidermis, jaringan palisade, jaringan spon dan berkas pengangkut yang relatif sama. Hanya saja pengamatan terhadap morfologi daun menunjukkan tepi-tepi daun mengering terutama perlakuan limbah

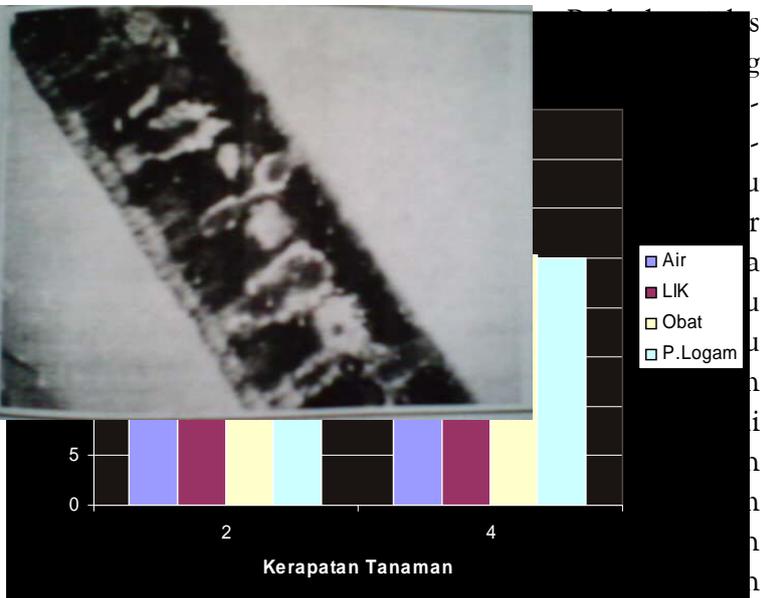
pengecoran logam. Diduga hal ini disebabkan oleh kandungan limbah pengecoran logam menyebabkan terjadinya plasmolisis sehingga terjadi pengeringan sel-sel tepi daun. Pengamatan morfologi terutama warna daun muda menunjukkan bahwa perlakuan limbah obat warna daun menjadi keputih-putihan. Hal ini akibat terhambatnya enzim pen sintesis klorofil.

Struktur anatomi penampang lintang tangkai daun menunjukkan adanya epidermis, jaringan aerenkim dengan trikloklereidanya sebagai penguat dan lakuna dan berkas pengangkut tersebar. Aerenkim terlihat tersusun oleh sel-sel yang melengkung terutama pada perlakuan limbah pengecoran logam. Hal ini diduga terjadi akibat kurangnya ketegangan sel-sel akibat kerja enzim selulase saat hormon etilen bekerja (Fahn, 1992).

Struktur anatomi penampang lintang akar seperti hidrofit lain eceng gondok terutama mereduksi bagian elemen trakeanya. Reduksi terjadi pada tingkat lignifikasinya. Kambium tidak ada atau mere-

Gambar 4. Histogram Jumlah Stomata Setelah Perlakuan Limbah pada Kerapatan Tanaman yang Berbeda

duksi dan parenkim kortek, endodermis serta perisikel. Susunan aerenkim sangat teratur memanjang, memungkinkan akar



bulu akar/mm akan diketahui pengaruh limbah tersebut yang akan menentukan penyerapannya.

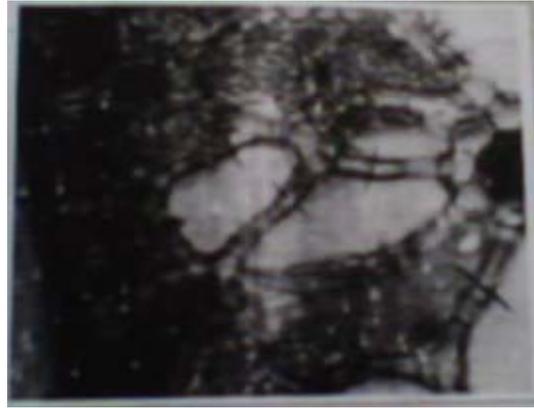
Secara fisiologis efek logam seperti Al, Pb, Cd dalam konsentrasi tinggi bagi tumbuhan, memaksa tumbuhan tersebut

toleransi dengan membentuk kompleks dengan ion logam itu dan mencegah reaksinya dengan bahan protoplasma yang peka seperti enzim. Sekresi/penyimpanan logam itu dalam vakuola-vakuola juga dapat menurunkan efek beracunnya. Hal ini bertujuan untuk mengurangi efek toksisitasnya terhadap pertumbuhan sel, jaringan dan organ-organnya (morfogenesis).

Gambar 5. p.l Daun Segar (kontrol)



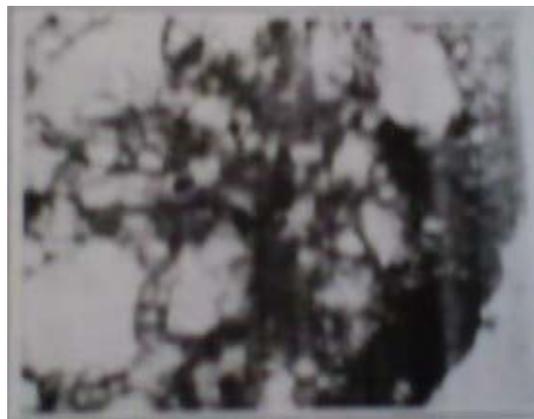
Gambar 6 : p.l Daun Setelah Perlakuan Limbah Pengecoran Logam



Gambar 9. p.l Tangkai Daun Setelah Perlakuan



Gambar 7. p.l Daun Setelah Perlakuan Limbah Obat



Gambar 10. p.l Tangkai Daun Setelah Perlakuan Limbah LIK



Gambar 8. p.l Daun Setelah Perlakuan Limbah LIK



Gambar 11. p.l tAngkai Daun Setelah Perlakuan



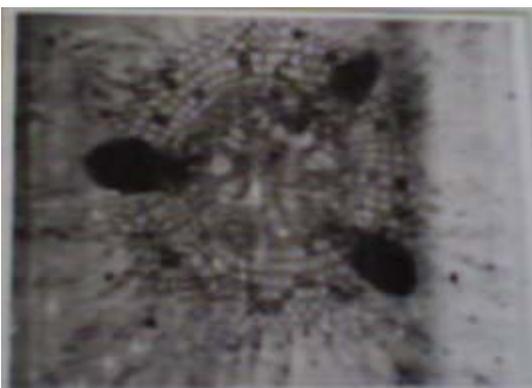
Gambar 12. p.l Tangkai Daun Setelah Perlakuan Limbah Obat Limbah Pengecoran Logam



Gambar 15: p.l Akar Setelah Perlakuan Limbah Pengecoran Logam



Gambar 13: p.l Akar Setelah Perlakuan Limbah Gambar



Gambar 14: p.l Akar Setelah Perlakuan Limbah LIK Obat

### SIMPULAN

1. Respon fisiologis tanaman eceng gondok terhadap perairan tercemar ditunjukkan pada pertumbuhan jumlah anakan, kecepatan transpirasi dan jumlah stomata
2. Respon anatomis tangkai daun dan daun eceng gondok tahan /beradaptasi pada perairan tercemar limbah
3. Respon pertumbuhan akar ditunjukkan pada perairan tercemar limbah obat berbeda dengan pada kedua limbah yang lainnya

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1984. "Eceng gondok Permasalahan dan Pemanfaatannya". *Makalah Seminar*. ITB Bandung.
- Anonim, 1998. "Eceng gondok Permasalahan dan Pemanfaatannya". *Makalah Seminar* ITB.Bandung.
- Fahn.A. 1992. *Anatomi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press.Yogyakarta
- Fitter, A.A. and R.k Hay, 1989. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gadjah mada University Press. Yogyakarta
- Jumin, H.B.1992. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologis*. Rajawali Pers.jakarta.
- Moore,T.C. 1989. *Biochemistry and Physiologi of Plant Hormone*. Second eddition Springer. Verlag Inc. New York
- Reddy, F.B. & W.H. Smith. L987. *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*. Magnolia Publishing Inc. Orlands. Florida.
- Santosa , 1990. *Fisiologi Tumbuhan*. Persiapan Perkuliahan LPTK Tipe B Yogyakarta
- Soerodikusumo dan Hartiko, H. 1999. *Biokimia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Widiyanto et al, 1991. *The Effect of Industrial Polutants on the Growth of Water Hyacinth Tropical Pest*. Biology Program SEAMEO-Biotrop. Bogor.