

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dimulai dengan melakukan penanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) di dalam reaktor perlakuan dimana eceng gondok tersebut akan diberi perlakuan limbah dari Laboratorium Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, UII Yogyakarta.

Reaktor ditanami dengan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) yang memiliki berat, panjang serta ukurannya diperkirakan sama yaitu tinggi tanaman 40 cm, panjang akar 16 cm, lebar daun 13 cm dan panjang daun 14 cm. Tanaman eceng gondok tersebut dibiarkan beradaptasi dengan lingkungannya selama 3 hari. Penyiraman limbah dilakukan dengan konsentrasi limbah yang berbeda-beda yaitu konsentrasi limbah 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %.

#### **4.1 Analisa Konsentrasi Timbal (Pb) Dalam limbah Cair Laboratorium**

Dari hasil pengujian awal parameter yang akan diamati yaitu logam Timbal (Pb) pada limbah laboratorium kualitas air yang berasal dari proses aktifitas laboratorium menghasilkan limbah cair. Yang mana konsentrasi awal logam Pb ini adalah **0,2397 mg/L**. Ini diambil dari hari ke 0 dengan konsentrasi 100% atau tanpa ada proses pengenceran terlebih dahulu. Adapun gunanya sebagai perbandingan atau efisiensi penyerapan tanaman terhadap limbah laboratorium.

Sebelum penelitian dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air buangan laboratorium kualitas air teknik lingkungan UII Yogyakarta untuk parameter timbal (Pb) belum memenuhi atau masih jauh dari syarat untuk dapat dibuang ke badan air atau sungai yaitu berada diatas 0,003 mg/L. Yang mana melebihi dari Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Menteri, Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.82 tahun 2001.

Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) diambil dari daerah Maguwo Sleman. Pada tanaman itu sendiri ternyata sudah terdapat kandungan logam timbal. Dapat dilihat dari Tabel 4.1 konsentrasi timbal sebelum perlakuan dibawah ini :

**Tabel 4.1 Konsentrasi Timbal Pada Tanaman Sebelum Perlakuan**

No	Sampel	Parameter	Hasil Pengukuran (mg/L)	Metode
1	Akar	Pb	0,0168	Atomic Absorption Spect
2	Daun	Pb	0,001	Atomic Absorption Spect

#### **4.2 Analisa Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Limbah Cair Setelah Perlakuan.**

Penelitian percobaan ini dilakukan selama 12 hari dengan pengambilan pengamatan dilakukan setiap hari, akan tetapi untuk pengambilan sampelnya dilakukan selang 3 hari, ini bertujuan untuk bisa lebih mengetahui perbandingan penyerapannya yang lebih signifikan.

#### 4.2.1 Analisa Konsentrasi Timbal Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

Pengambilan sampel pada setiap rektor dilakukan pada hari ke-0 (pengujian awal), hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9 dan hari ke-12. Kemampuan daya serap akar pada tanaman eceng gondok dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

**Tabel 4.2 Konsentrasi Pb Dalam Akar Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

No	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel ( Hari)				
			0	3	6	9	12
1	0%	mg/L	0,0168	0,0172	0,0188	0,0197	0,0212
2	25%	mg/L	0,0168	0,0248	0,0259	0,0304	0,0325
3	50%	mg/L	0,0168	0,0235	0,0275	0,0336	0,0349
4	75%	mg/L	0,0168	0,0215	0,0259	0,0289	0,0316
5	100%	mg/L	0,0168	0,0211	0,0248	0,0273	0,0294

**Tabel 4.3 Konsentrasi Pb Dalam Tiap 1 gr Akar Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

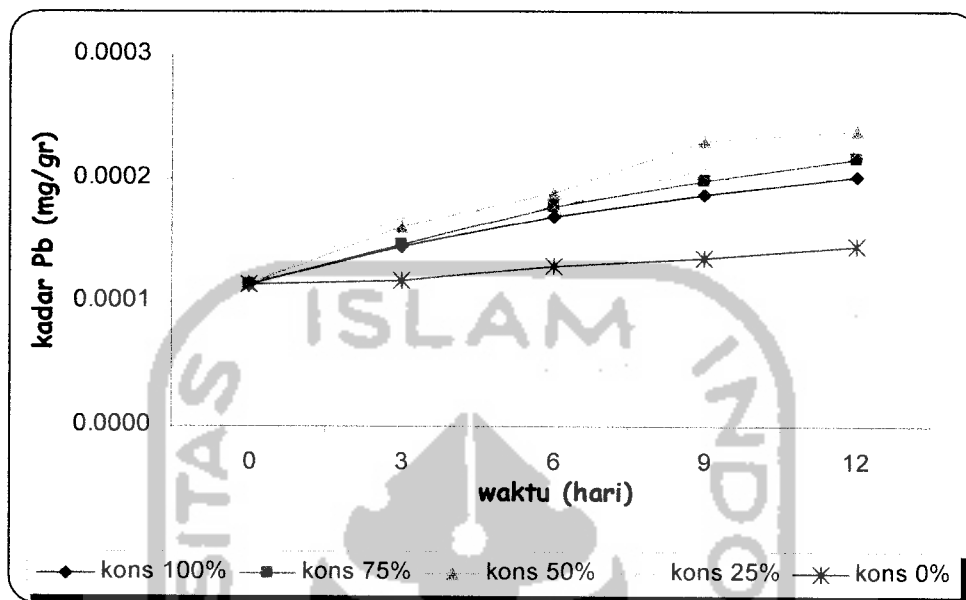
No	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel ( Hari)				
			0	3	6	9	12
1	0%	mg/gr	0,00012	0,000118	0,000129	0,000135	0,000145
2	25%	mg/gr	0,00012	0,000170	0,000177	0,000208	0,000223
3	50%	mg/gr	0,00012	0,000161	0,000188	0,000230	0,000239
4	75%	mg/gr	0,00012	0,000147	0,000177	0,000198	0,000216
5	100%	mg/gr	0,00012	0,000145	0,000170	0,000187	0,000201

Dari data diatas dapat dilihat adanya peningkatan kadar logam Pb pada akar tanaman eceng gondok. Setiap reaktor variasi konsentrasi limbah memiliki kemampuan daya serap akar tanaman terhadap kandungan logam Pb yang berbeda-beda.

Adapun proses penyerapan yang paling tertinggi terdapat pada konsentrasi 50% dengan kandungan logam Pb sebesar 0,0168 mg/L pada hari ke-0, sebesar 0,0235 mg/L pada hari ke-3, sebesar 0,0275 mg/L pada hari ke-6, sebesar 0,0336 mg/L pada hari ke-9 dan sebesar 0,0349 mg/L pada hari ke-12. Ini berarti dalam 1 gr akar eceng gondok mengandung logam Pb sebesar 0,00012 mg/gr pada hari ke-0, sebesar 0,000161mg/gr pada hari ke-3, sebesar 0,000188 mg/gr pada hari ke-6, sebesar 0,00023 mg/gr pada hari ke-9 dan sebesar 0,000239 mg/gr pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa daya serap eceng gondok ini dapat dipengaruhi oleh pekatnya suatu limbah. Semakin pekat konsentrasi limbah akan membuat tanaman ini semakin sulit untuk menyerap kandungan logam yang terdapat pada air limbah.

Pada penelitian *Jody Moenandir dan Murgito*, Dosen Fakultas Pertanian Brawijaya dan UPN Surabaya menunjukkan pada limbah kepekatan 10% - 50% serapan terjadi sampai akhir percobaan (hari ke-56), kepekatan 60% serapan berhenti pada hari ke-35, kepekatan 70% - 80% serapan berhenti pada hari ke-28 dan pada kepekatan 90% - 100% serapan berhenti pada hari ke-21. Ini menunjukkan kepekatan air limbah mempengaruhi daya serap tanaman eceng gondok.

Untuk mempermudah mengetahui daya serap akar eceng gondok, dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini:



**Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Akar Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

Gambar diatas menunjukkan kenaikan serapan akar pada setiap harinya. Akar mempunyai peran dalam penyerapan yang diperlukan oleh sel-sel tanaman. Konsentrasi logam yang akan diserap oleh tanaman masuk melalui sistem perakaran, unsur timbal masuk melalui stomata, dimana timbal yang dihasilkan dari proses alam maupun proses industri akan bergabung dengan partikel-partikel udara dan masuk kedalam tanaman pada saat stomata tanaman membuka, sedangkan unsur timbal (Pb) terabsorpsi oleh akar pada saat akan mengabsorpsi air dan unsur hara. (Conell dan Miller 1984)

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan, yaitu penyerapan oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. Penyerapan oleh akar, tumbuhan membentuk suatu zat khelat. Mekanisme penyerapan logam lewat pembentukan suatu zat khelat disebut fitosiderofor. Molekul fitosiderofor yang terbentuk ini akan mengikat (mengkhelat) logam dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif Fitosiderofor. Translokasi di dalam tubuh tumbuhan berupa logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Lokalisasi logam pada jaringan untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, maka tumbuhan akan melakukan mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (Priyanto dan Prayimo, 2004).

#### **4.2.2 Analisa Konsentrasi Timbal Pada Daun Tanaman Eceng Gondok**

Logam timbal terabsorpsi melalui akar yang kemudian diendapkan dipermukaan akar, timbal secara berlahan-lahan akan mengumpul dalam sel diktioma (badan golgi) dan bermigrasi ke dinding sel dan akhirnya akan terakumulasi pada dinding daun.

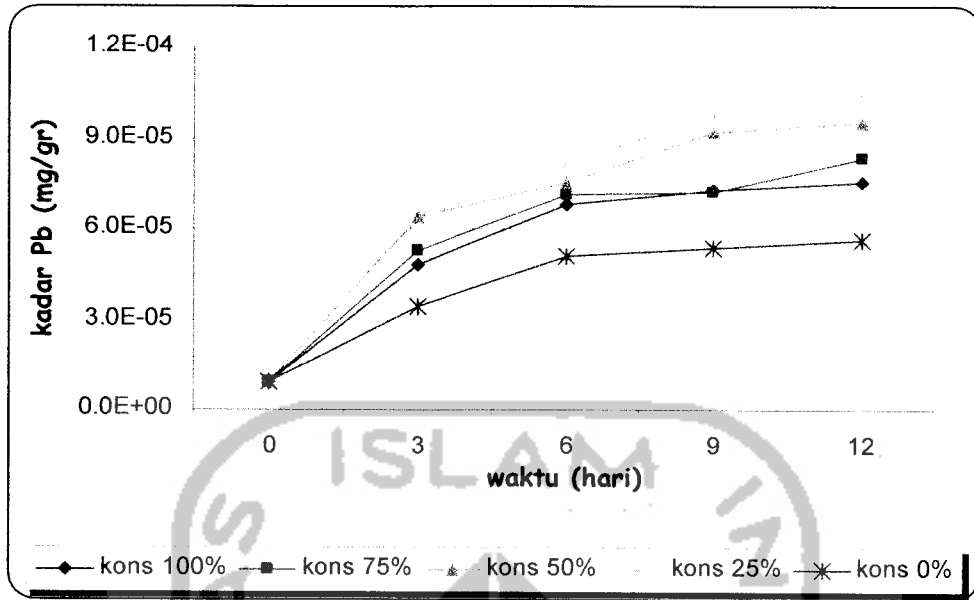
**Tabel 4.4 Konsentrasi Pb Dalam Daun Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

NO	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel ( Hari)				
			0	3	6	9	12
1	0%	mg/L	0.001	0.00378	0.00564	0.00591	0.00615
2	25%	mg/L	0.001	0.00694	0.00907	0.01064	0.01138
3	50%	mg/L	0.001	0.00705	0.00825	0.01008	0.01047
4	75%	mg/L	0.001	0.00581	0.00777	0.00791	0.00916
5	100%	mg/L	0.001	0.00528	0.00744	0.00799	0.00823

**Tabel 4.5 Konsentrasi Pb Dalam Tiap 1 gr Daun Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

No	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel ( Hari)				
			0	3	6	9	12
1	0%	mg/gr	9,091E-06	0,000034	0,000051	0,000054	0,000056
2	25%	mg/gr	9,091E-06	0,000063	0,000082	0,000097	0,000103
3	50%	mg/gr	9,091E-06	0,000064	0,000075	0,000092	0,000095
4	75%	mg/gr	9,091E-06	0,000053	0,000071	0,000072	0,000083
5	100%	mg/gr	9,091E-06	0,000048	0,000068	0,000073	0,000075

Data diatas menunjukkan serapan daun tertinggi pada konsentrasi limbah 25%. Serapan daun mengalami kenaikan setiap harinya pada masing-masing konsentrasi. Penyerapan daun tanaman eceng gondok dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 4.2 dibawah ini:



**Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Daun Tanaman Eceng Gondok Setelah Perlakuan**

Berdasarkan gambar diatas terlihat kadar logam Pb pada daun tanaman eceng gondok terus menerus meningkat, kadar logam timbal tersebut terakumulasi.

Peranan eceng gondok dalam menguraikan kandungan pencemar dalam air limbah salah satunya melalui proses transpirasi olah tanaman. Transpirasi terbesar oleh tanaman dilakukan oleh daun eceng gondok karena daun berkontak langsung dengan penyinaran matahari. Kontak langsung ini mengakibatkan kehilangan air lebih besar terjadi pada daun tanaman dibandingkan bagian-bagian lain pada tanaman.



Timbal merupakan salah satu dari golongan logam maka tidak mudah ikut pada proses transpirasi pada tanaman. Ini menyebabkan kadar timbal pada daun akan terus bertambah atau terakumulasi hingga tanaman tersebut layu bahkan mati.

Untuk konsentrasi total (akar dan daun) dari tanaman eceng gondok dapat terlihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

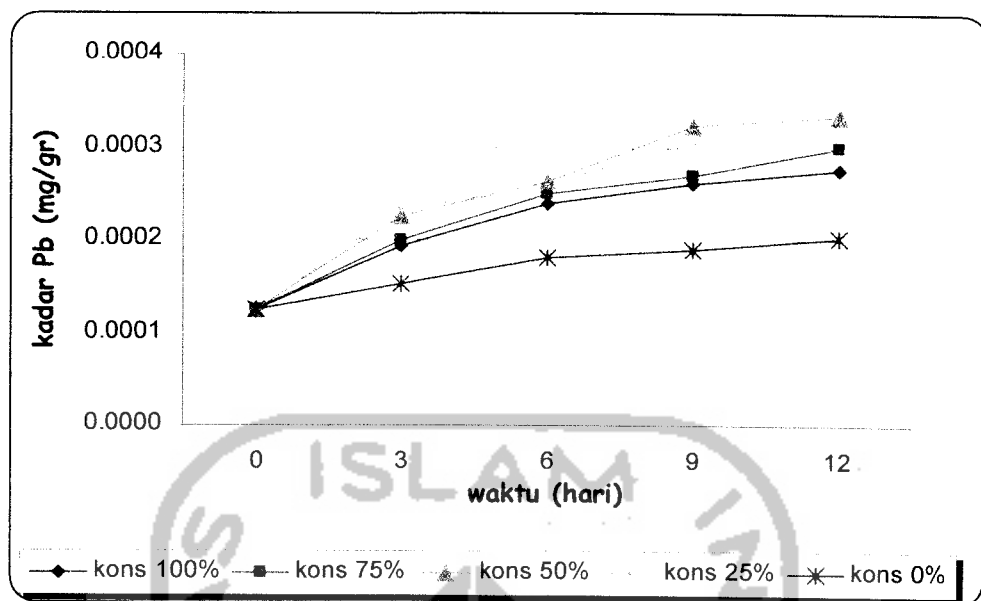
**Tabel 4.7 Konsentrasi Timbal (Pb) Total Pada Tanaman Eceng Gondok**

Konsentrasi	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0.0178	0.02098	0.02444	0.02561	0.02735
25%	0.0178	0.03174	0.03497	0.04104	0.04388
50%	0.0178	0.03055	0.03575	0.04368	0.04537
75%	0.0178	0.02731	0.03367	0.03681	0.04076
100%	0.0178	0.02638	0.03224	0.03529	0.03763

**Tabel 4.8 Konsentrasi Pb Dalam Tiap 1 gr Tanaman Eceng Gondok**

Konsentrasi	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0,000124	0,000152	0,000180	0,000189	0,000201
25%	0,000124	0,000233	0,000259	0,000305	0,000326
50%	0,000124	0,000225	0,000263	0,000322	0,000334
75%	0,000124	0,000200	0,000248	0,000270	0,000300
100%	0,000124	0,000192	0,000238	0,000260	0,000276

Dari tabel diatas maka dapat dibuat grafik konsentrasi timbal (Pb) total baik pada akar maupun pada daun oleh tanaman eceng gondok yang didapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :



**Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Timbal Total (akar dan daun) Pada Tanaman Eceng Gondok**

Kemampuan tanaman eceng gondok menyerap logam timbal pada konsentrasi 75% dan 100% tidak sebesar pada konsentrasi 25% dan 50%, ini disebabkan oleh tanaman eceng gondok mengalami kejenuhan dalam menyerap air limbah yang memiliki konsentrasi tinggi sehingga semakin lama kemampuan eceng gondok menyerap logam Pb semakin menurun. Daya serap pada tanaman eceng gondok tidak sama antara satu dengan yang lainnya.

### 4.3 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Tanaman Eceng Gondok

Setelah mengetahui konsentrasi logam timbal pada akar dan daun tanaman eceng gondok untuk setiap pengambilan sampel, maka dapat pula diketahui tingkat penyerapan dari tanaman eceng gondok tersebut .

#### 4.3.1 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Akar Eceng Gondok

Berikut ini adalah tingkat penyerapan daun tanaman eceng gondok pada setiap waktu pengambilan sampel.

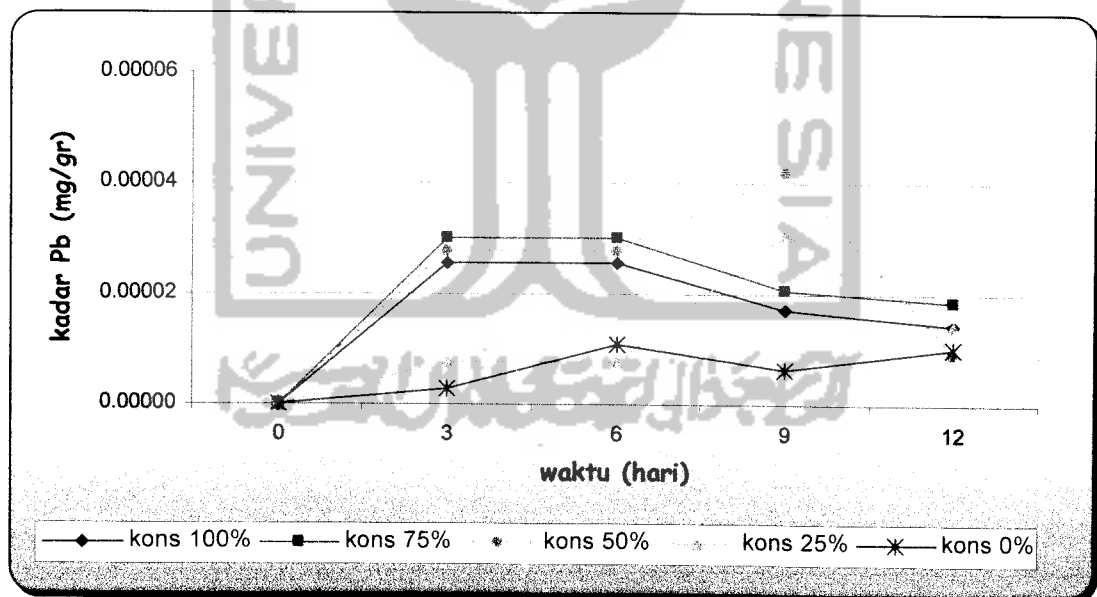
**Tabel 4.9 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Akar Tanaman Eceng Gondok**

Konsentrasi limbah	Tingkat penyerapan (mg/L)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0.00040	0.00160	0.00090	0.00150
25%	0	0.00110	0.00110	0.00450	0.00210
50%	0	0.00400	0.00400	0.00610	0.00130
75%	0	0.00440	0.00440	0.00300	0.00270
100%	0	0.00370	0.00370	0.00250	0.00210

**Tabel 4.10 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Tiap 1 gr Akar Eceng Gondok**

Konsentrasi limbah	Tingkat penyerapan (mg/gr)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0,0000027	0,0000110	0,0000062	0,0000103
25%	0	0,0000075	0,0000075	0,0000308	0,0000144
50%	0	0,0000274	0,0000274	0,0000418	0,0000089
75%	0	0,0000301	0,0000301	0,0000205	0,0000185
100%	0	0,0000253	0,0000253	0,0000171	0,0000144

Dari tabel diatas menunjukkan 1 gr akar tanaman eceng gondok mampu menyerap logam timbal maksimal 0,0000418 mg/gr pada konsentrasi limbah 50%. Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penyerapan akar eceng gondok pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada gambar berikut ini:



**Gambar 4.4 Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Akar Tanaman Eceng Gondok**

Dari gambar diatas, tingkat penyerapan oleh akar tanaman eceng gondok berbeda-beda. Pada hari ke-3 akar tanaman eceng gondok mampu menyerap limbah untuk semua konsentrasi yang ada sebesar 0,0000027 mg/gr pada konsentrasi normal, sebesar 0,0000075 mg/gr pada konsentrasi limbah 25%, sebesar 0,0000274 mg/gr pada konsentrasi limbah 50%, sebesar 0,0000301mg/gr pada konsentrasi limbah 75% dan sebesar 0,000025 mg/gr pada konsentrasi limbah 100%. Pada hari berikutnya penyerapan akar dianggap stabil. Selanjutnya, di hari ke-9 pada konsentrasi limbah 100% dan konsentrasi limbah 75% mengalami penurunan tingkat penyerapan akar tanaman eceng gondok sedangkan pada konsentrasi limbah 50% dan konsentrasi limbah 25% mengalami peningkatan tingkat penyerapan akar tanaman eceng gondok. Hal ini disebabkan akar tanaman eceng gondok pada konsentrasi limbah 100% dan konsentrasi limbah 75% mengalami kejenuhan yang mengakibatkan daya serap akar di hari ke-9 semakin menurun. Berbeda dengan akar tanaman eceng gondok pada konsentrasi limbah 50% dan konsentrasi limbah 25%, akar menyerap maksimal pada hari ke-9 yang kemudian stabil hingga akhir penelitian.

#### **4.3.2 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Daun Eceng Gondok**

Pada daun terjadi penyerapan di masing-masing konsentrasi limbah sebagai berikut:

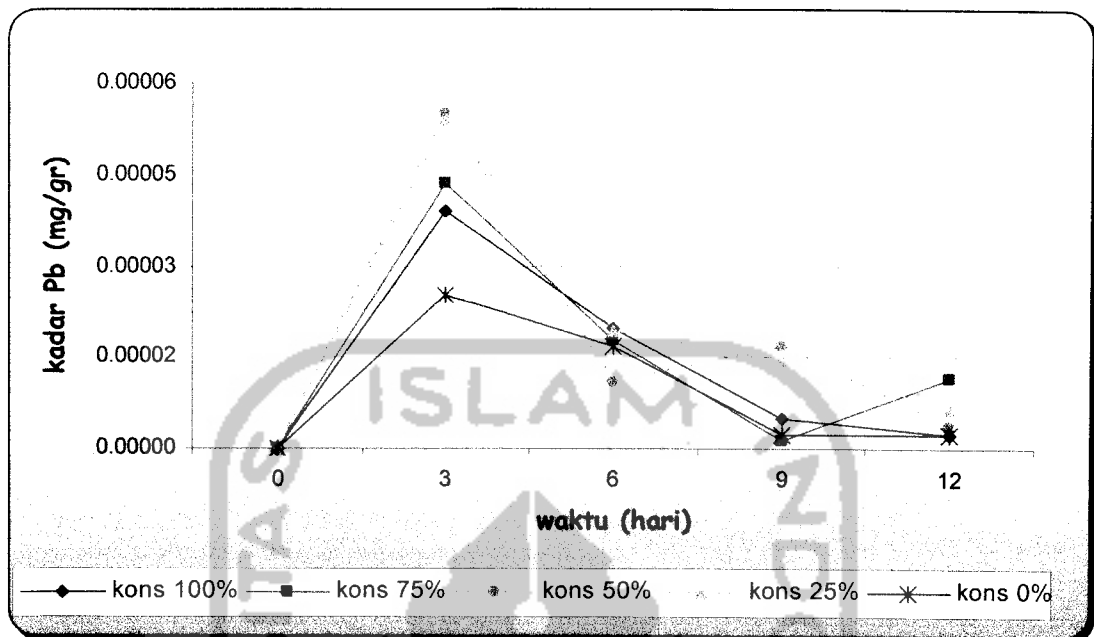
**Tabel 4.11 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Daun Tanaman Eceng Gondok**

Konsentrasi limbah	Tingkat penyerapan (mg/L)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0.00278	0.00186	0.00027	0.00024
25%	0	0.00594	0.00212	0.00158	0.00074
50%	0	0.00605	0.00120	0.00183	0.00039
75%	0	0.00481	0.00197	0.00014	0.00125
100%	0	0.00428	0.00217	0.00055	0.00024

**Tabel 4.12 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Tiap 1 gr Daun Eceng Gondok**

Konsentrasi limbah	Tingkat penyerapan (mg/gr)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0,0000253	0,0000169	0,0000025	0,0000022
25%	0	0,0000540	0,0000193	0,0000143	0,0000067
50%	0	0,0000550	0,0000109	0,0000166	0,0000035
75%	0	0,0000437	0,0000179	0,0000013	0,0000114
100%	0	0,0000389	0,0000197	0,0000050	0,0000022

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa dalam berat 1 gr daun tanaman eceng gondok mampu menyerap logam timbal 0,0000013 mg/gr – 0,0000550 mg/gr dari limbah. Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penyerapan daun eceng gondok pada masing-masing reaktor secara jelas dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini:



**Gambar 4.5 Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Daun  
Tanaman Eceng Gondok**

#### **4.3.3 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Tanaman (Akar dan Daun) Eceng Gondok**

Dari tingkat penyerapan pada akar dan tingkat penyerapan daun, maka diketahui tingkat penyerapan dari tanaman eceng gondok secara keseluruhan dalam menyerap kandungan logam. Di bawah ini adalah tingkat penyerapan pada tanaman eceng gondok terhadap kandungan logam Pb pada tiap-tiap konsentrasi limbah.

**Tabel 4.13 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman (Akar dan Daun) Eceng Gondok**

Konsentrasi Limbah	Tingkat penyerapan (mg/L)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0.00318	0.00346	0.00117	0.00174
25%	0	0.00704	0.00322	0.00608	0.00284
50%	0	0.01005	0.00520	0.00793	0.00169
75%	0	0.00921	0.00637	0.00314	0.00395
100%	0	0.00798	0.00587	0.00305	0.00234

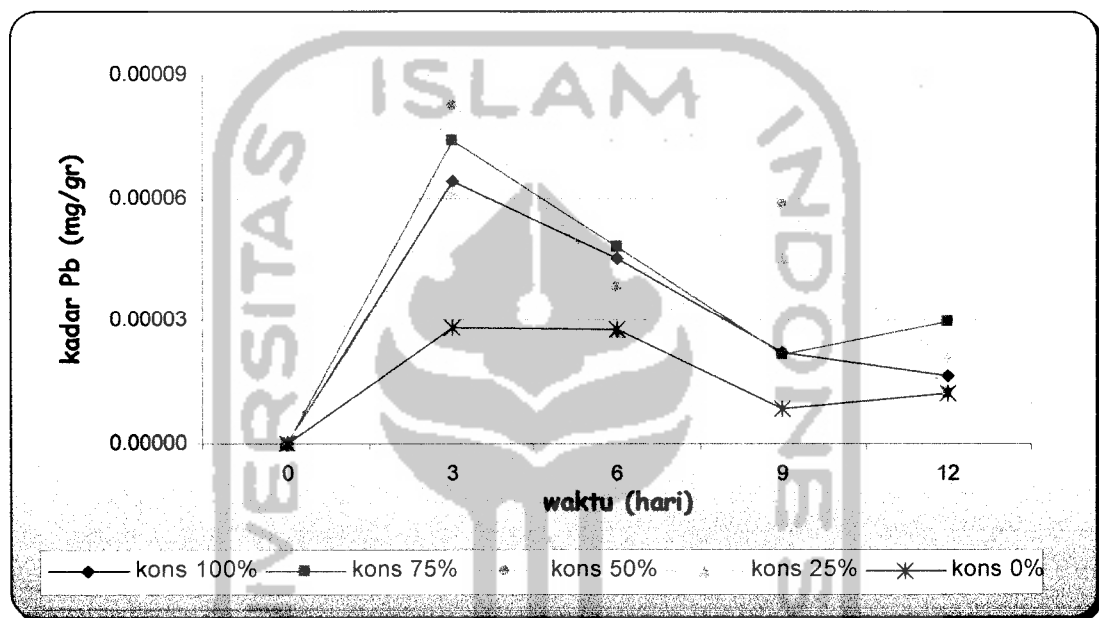
**Tabel 4.14 Tingkat Penyerapan Logam Timbal (Pb) Tiap 1 gr Tanaman Eceng Gondok( Akar dan Daun).**

Konsentrasi Limbah	Tingkat penyerapan (mg/gr)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0,0000280	0,0000278	0,0000086	0,0000124
25%	0	0,0000616	0,0000268	0,0000451	0,0000211
50%	0	0,0000824	0,0000383	0,0000584	0,0000124
75%	0	0,0000738	0,0000480	0,0000218	0,0000299
100%	0	0,0000642	0,0000450	0,0000221	0,0000166

Dapat dilihat bahwa tingkat penyerapan kandungan timbal dalam tanaman (akar dan daun) eceng gondok mengalami kenaikan dari hari ke-3. Ini berarti secara keseluruhan eceng gondok mampu menyerap logam timbal pada setiap konsentrasi limbah. Namun di hari ke-6 sampai hari ke-12 terjadi perubahan tingkat penyerapan pada setiap konsentrasi limbah..



Berdasarkan Tabel 4.7 di atas dapat dibuat gambar hubungan antara tingkat penyerapan Pb dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak setelah proses pengolahan. Dari Gambar 4.6 dapat kelihatan perbedaan tingkat penyerapan pada masing-masing konsentrasi limbah sebagai berikut:



**Gambar 4.6 Tingkat Penyerapan Logam Timbal Oleh Tanaman (Akar dan Daun) Eceng Gondok**

Hasil analisis pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa tingkat penyerapan tanaman (akar dan daun) eceng gondok logam Pb mengalami naik-turun. Pada konsentrasi limbah 50% dan 25% tingkat penyerapan naik di hari ke-3 dimana tanaman eceng gondok mengalami adaptasi dan mulai menyerap kandungan logam

timbal. Namun menurun di hari ke-6 dan ke-12 dimana faktor pengambilan sampel berpengaruh disini, pada setiap reaktor terdapat 13 eceng gondok yang dapat memiliki daya serap yang berbeda-beda. Pada hari ke-9 tingkat penerapan tanaman eceng gondok kembali meningkat.

Pada konsentrasi limbah 50% dan 25% tingkat penyerapan naik di hari ke-3 dimana tanaman eceng gondok mengalami adaptasi dan mulai menyerap kandungan logam timbal. Namun mengalami penurunan tingkat penyerapan pada hari-hari berikutnya. Sedangkan untuk konsentrasi 0% atau kondisi normal, tingkat penyerapan tanaman eceng gondok relatif sama di setiap variasi waktu kontakannya.

#### **4.3.4 Analisa Tingkat Penyerapan Tanaman Eceng Gondok Dengan Tingkat Penurunan Kandungan Logam Timbal Pada Limbah**

Dari Tabel 4.13 mengenai tingkat penyerapan logam timbal (Pb) oleh tanaman eceng gondok, dapat kita bandingkan dengan penelitian mengenai penurunan kandungan logam timbal (Pb) itu sendiri pada limbah laboratorium. Penurunan kandungan Pb tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.15 di bawah ini:

**Tabel 4.15 Tingkat Penurunan Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Limbah**

konsentrasi limbah	Penurunan kandungan Pb (mg/L)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0.0007	0.0031	0	0
25%	0	0.0133	0.0160	0.0025	0
50%	0	0.0112	0.0178	0.0280	0
75%	0	0.0078	0.0152	0.0065	0.0086
100%	0	0.0072	0.0133	0.0175	0.1982

Dari hasil perbandingan antara Tabel 4.13 dengan Tabel 4.15, dapat terlihat ketidaksamaan antara hasil tingkat serapan eceng gondok dengan tingkat penurunan kandungan logam timbal pada limbah.

Dapat terlihat pada hari ke-3 dari konsentrasi 25% dengan tingkat penurunan sebesar 0,0133 mg/L dan tingkat penyerapan eceng gondok sebesar 0,00704 mg/L. Ini menunjukkan kandungan logam Pb dalam air terserap oleh eceng gondok sebesar 0,00704 mg/L dan sisanya mengendap di zona substrat atau tanah.

Namun pada konsentrasi 75% dengan tingkat penurunan sebesar 0,0078 mg/L dan tingkat penyerapan eceng gondok sebesar 0,00921 mg/L. Disini terlihat tingkat penyerapan eceng gondok lebih besar dibandingkan dengan tingkat penurunan limbah. Hal ini menunjukkan eceng gondok mampu menyerap kandungan logam Pb dari air limbah sebesar 0,0078 mg/L. Faktor yang membuat kandungan Pb meningkat pada tanaman eceng gondok tersebut adalah:

- 1) Kandungan Pb yang berasal dari zona substrat atau tanah itu sendiri

- 2) Emisi Pb yang masuk kedalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat, terutama sekali berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-kendaraan.

Mengingat tempat penelitian ini berada di dekat tempat parkir, maka Pb di udara sedikit banyak dipengaruhi dari kandungan Pb yang terserap oleh tanaman eceng gondok.

#### **4.4 Fitoremediasi Dengan Tanaman Eceng Gondok**

Fitoremediasi dapat dibagi menjadi :

##### **2. Fitoekstraksi**

Suatu proses penyerapan/ pengambilan kontaminan oleh akar tumbuhan dan ditranslokasikan atau pemindahan transportasi senyawa tersebut ke bagian atas tumbuhan baik batang ataupun daun.

##### **2. Rhizofiltrasi**

Merupakan suatu proses pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah.

##### **3. Fitodegradasi**

Suatu proses dimana kontaminan diurai lalu diserap oleh tanaman melalui suatu proses metabolisme atau kontaminan tersebut diurai oleh tanaman

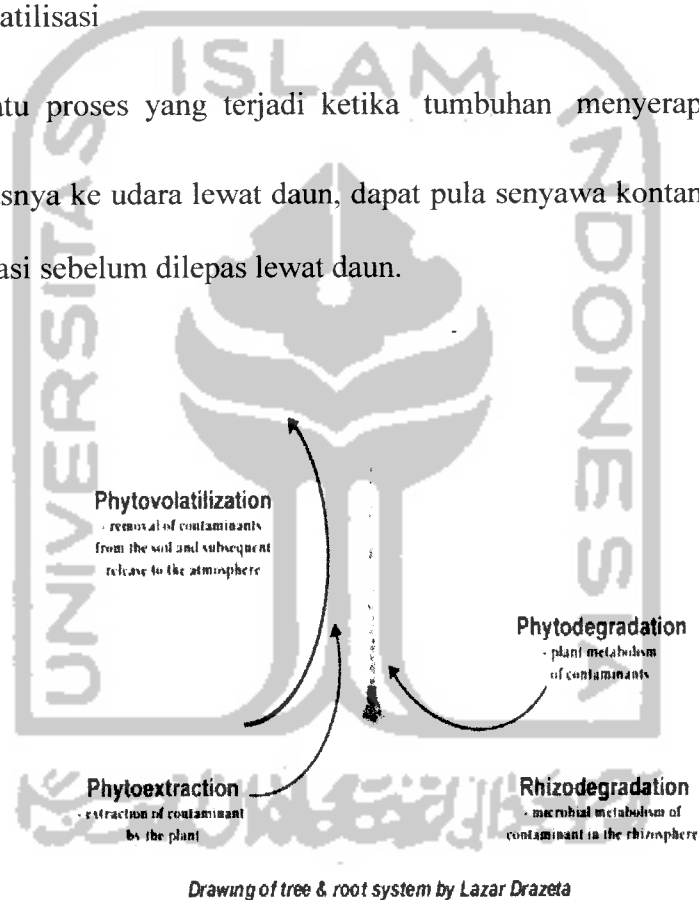
melalui suatu pengaruh produksi senyawa tertentu. Contoh enzim dehalogenase dan oksigenase.

#### 4. Fitostabilisasi

Suatu proses dalam tanaman yang mampu melakukan proses stabilisasi terhadap suatu senyawa kimia.

#### 5. Fitovolatilisasi

Suatu proses yang terjadi ketika tumbuhan menyerap kontaminan dan melepaskannya ke udara lewat daun, dapat pula senyawa kontaminan mengalami degradasi sebelum dilepas lewat daun.



**Gambar 4.7** Proses – proses fitoremediasi pada tumbuhan

Pada hasil penelitian ini menunjukkan kapasitas serapan kandungan logam timbal dalam limbah laboratorium pada akar lebih besar dari pada yang ada di daun. Hal ini disebabkan karena akar merupakan media pertama yang dilalui oleh logam timbal (Pb) dan akar melalui bulu akar akan ditransport menuju daun melalui pembuluh kayu (xylem) (Dwidjoseputro, 1986). Dapat dilihat perbedaan serapan eceng gondok pada hari ke-12 pada Tabel 4.16 berikut ini:

**Tabel 4.16 Hasil Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Akar dan Daun Tanaman Eceng Gondok Di Hari Ke-12**

Konsentrasi Limbah	Serapan terhadap logam timbal (mg/)	
	Akar	Daun
0%	0,0000124	0,0000022
25%	0,0000211	0,0000067
50%	0,0000124	0,0000035
75%	0,0000299	0,0000114
100%	0,0000166	0,0000022

Dari tabel diatas terlihat kandungan logam yang telah diserap oleh akar menuju ke batang dan terakumulasi di bagian daun, walaupun semua kandungan logam tersebut tidak terbawa sampai ke daun.

Hal ini terjadi dikarenakan adanya proses Rhizofiltrasi. Rhizofiltrasi adalah pemanfaatan kemampuan akar tanaman untuk menyerap, mengendap dan mengakumulasi logam-logam pada aliran limbah. Rhizofiltrasi ini merupakan salah satu metode dalam fitoremediasi. Fitoremediasi itu sendiri adalah penggunaan

tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar, baik senyawa organik maupun senyawa anorganik. Pada prinsipnya tumbuhan tidak membedakan antara unsur esensial dan non esensial. Setiap unsur yang ada dalam media tempat hidupnya dapat diharapkan diserap oleh akar dengan laju yang sesuai dengan konsentrasinya dalam tanah ( Tjitrosomo, 1983 ).

Rhizofiltrasi berhubungan dengan pemanfaatan akar tanaman untuk menyerap dan menghimpun logam yang terkontaminasi baik pada lahan basah atau pada air tanah. Dalam hal ini, akar tanaman mampu menyerap logam dari air tanah atau pada zona akar dalam jumlah besar (Dushkenov and Kapulnik et al, 2000 cit. Schnoor, 2002).

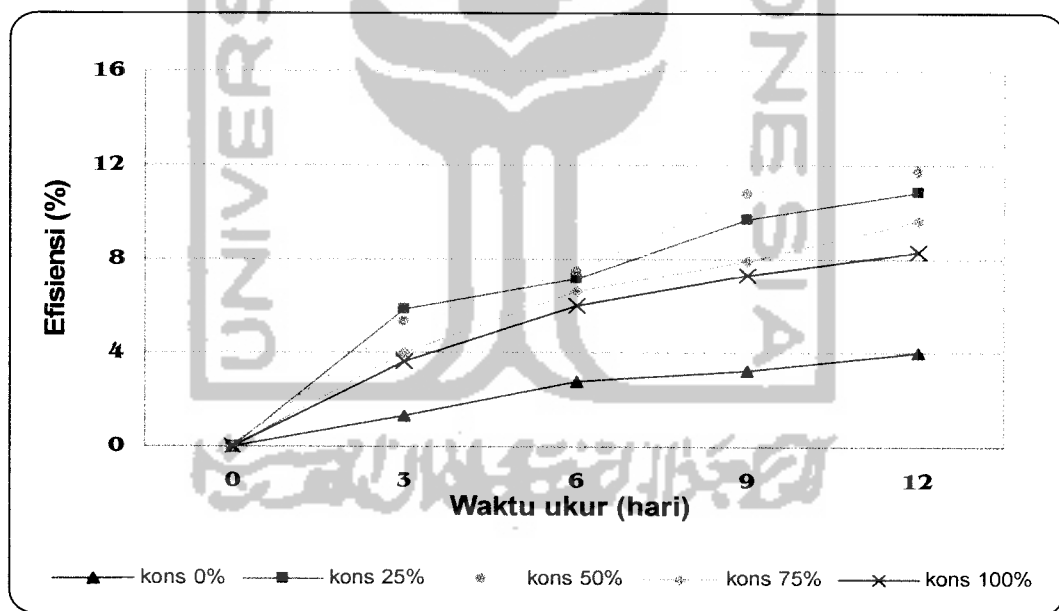
#### **4.5 Efisiensi Serapan Logam Timbal (Pb) Oleh Tanaman Eceng Gondok**

Dari hasil penelitian besarnya serapan logam timbal (Pb) oleh tanaman maka dapat dicari efisiensinya dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.17 Efisiensi Penyerapan Logam Timbal (Pb) Oleh Tanaman Eceng Gondok**

Konsentrasi limbah	Satuan	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
0%	%	0	1.3283	2.7701	3.2582	3.9833
25%	%	0	5.8173	7.1610	9.6955	10.8782
50%	%	0	5.3191	7.4885	10.7968	11.5019
75%	%	0	3.9654	6.6208	7.9307	9.5803
100%	%	0	3.5774	6.0242	7.2966	8.2737

Dari tabel diatas maka dapat dibuat grafik efisiensi penyerapan logam timbal (Pb) oleh tanaman eceng gondok yang didapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini :



**Gambar 4.8 Grafik Efisiensi (%) Penyerapan Kandungan Logam Timbal Oleh Tanaman Eceng Gondok**



Berdasarkan gambar grafik efisiensi (%) diatas terlihat kenaikan yang stabil pada setiap harinya untuk masing-masing konsentrasi. Efisiensi penyerapan tanaman eceng gondok ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mampu menyerap kandungan logam timbal (Pb) pada limbah laboratorium.

#### **4.6 Analisa Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok**

Penelitian ini selain untuk mengetahui kandungan logam timbal (Pb) yang terdapat pada limbah, juga dapat mengetahui pengaruh limbah terhadap tanaman eceng gondok pada setiap konsentrasi. Analisa terhadap tanaman dilakukan secara visual. Setiap harinya dilakukan pengukuran panjang akar, panjang akar, panjang dan lebar daun serta perubahan fisik yang terjadi pada limbah dan tanaman eceng gondok.

##### **4.6.1 Analisa Pertumbuhan Dan Daya Serap Akar**

Pengaruh kadar air limbah terhadap pertumbuhan dan daya serap akar secara umum memberikan dampak negatif dibandingkan dengan pertumbuhan akar tanaman yang tidak diberi limbah. Pertumbuhan akar pada setiap reaktor masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.18 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Akar Eceng Gondok**

Hari pada reaktor	Pertumbuhan panjang akar (cm)				
	Kons 0%	Kons 25%	Kons 50%	Kons 75%	Kons 100%
0	16	16	16	16	16
1	16	16	16	16	16
2	16,3	16	16	16	16
3	16,3	16,3	16	16	16
4	16,5	16,3	16,3	16	16
5	16,5	16,5	16,3	16,3	16,3
6	17	16,5	16,3	16,3	16,3
7	17	16,5	16,3	16,3	16,3
8	17	17	16,5	16,5	16,5
9	17,5	17	16,5	16,5	16,5
10	17,5	17	16,5	16,5	16,5
11	18	17,5	17	17	16,5
12	18	17,5	17	17	16,5

Terlihat pada tabel diatas bahwa pertumbuhan akar tanaman eceng gondok sangat tergantung pada tingkat konsentrasi limbah yang digunakan, dimana semakin kecil konsentrasi limbah maka akar tanaman akan semakin panjang. Selain faktor kandungan logam yang terdapat pada limbah, pengaruh kadar oksigen dalam air limbah juga mempengaruhi pertumbuhan daya serap akar.

Timbulnya bakteri-bakteri dalam reaktor menimbulkan proses pembusukan. Proses pembusukan ditandai dengan terbentuknya lapisan kental yang menutupi permukaan air sehingga akan menurunkan kandungan oksigen yang terdapat di dalam air limbah.

Pengaruh konsentrasi air limbah pada akar terlihat dari perubahan warna dan kesegaran akar tanaman. Akar tanaman di reaktor dengan konsentrasi limbah 0% atau normal berwarna hitam kecoklatan dan pada hari ke-8 tumbuh akar-akar baru serta pertumbuhan yang sangat baik yaitu panjang akar mencapai 18 cm pada hari ke-12. Akar tanaman di reaktor dengan konsentrasi limbah 100% berubah menjadi warna coklat tua pada hari ke-5 dan coklat muda pada hari ke-10, akar juga nyaris tidak mengalami pertumbuhan dengan terlihatnya panjang akar hanya mencapai 16,5 cm pada hari ke-12.

Terjadi juga perubahan pH tanaman yang sering terjadi di sekitar daerah perakaran. Di dalam akar terjadi perubahan pH diakibatkan adanya penimbunan logam pada membran sel akar yang membentuk suatu zat pengikat, sehingga apabila penyerapan yang terlalu tinggi atau rendah dapat menaikkan atau menurunkan pH dari tanaman.

#### **4.6.2 Analisa Pertumbuhan Panjang Tanaman**

Adanya air limbah dalam reaktor memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan dari batang tanaman eceng gondok. Pertumbuhannya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.19 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Batang Eceng Gondok**

Hari pada reaktor	Pertumbuhan panjang batang (cm)				
	Kons 0%	Kons 25%	Kons 50%	Kons 75%	Kons 100%
0	40	40	40	40	40
1	40	40	40	40	40
2	40,5	40	40	40	40
3	40,5	41	40	40	40
4	41	41	40	40	40
5	41,5	41,5	40,5	40	40
6	41,5	41,5	40,5	40	40
7	42	41,5	41	40	40
8	42	42	42	40	40
9	42	42	42	40	40
10	42,5	42	42	40	40
11	43	42	42	40	40
12	43	42	42	40	40

Berdasarkan tabel diatas terlihat sama seperti pertumbuhan pada akar tanaman. Batang eceng gondok mengalami pertambahan pada konsentrasi 50%, 25% dan kondisi air normal sedangkan pada konsentrasi 75% dan 100% pertumbuhan eceng gondok sangat terhambat.

Kondisi batang pada konsentrasi 100% yaitu pada hari ke-2 batang mulai melayu dan berlahan berwarna hijau kekuningan, pada hari ke-9 batang sudah layu dengan warna kecoklatan hingga akhirnya pada hari ke-10 batang mengering (mati).

Kondisi batang pada konsentrasi 50%, 25% dan air normal masih segar bahkan tumbuh tunas dan akar baru. Hanya beberapa eceng gondok sedikit layu di reaktor 50% pada hari ke-4 namun masih mengalami pertumbuhan.

#### **4.6.3 Analisa Pertumbuhan Luas Daun Tanaman**

Pengaruh air limbah pada reaktor juga memberikan dampak yang negatif terhadap pertumbuhan daun eceng gondok. Perubahan luas daun tanaman setiap harinya dapat diketahui melalui data pada tabel di bawah ini:



**Tabel 4.20 Hasil Pengamatan Pertumbuhan Daun Eceng Gondok**

Hari pada reaktor	Pertumbuhan panjang dan lebar daun (cm)				
	Kons 0%	Kons 25%	Kons 50%	Kons 75%	Kons 100%
0	14x13	14x13	14x13	14x13	14x13
1	14x13	14x13	14x13	14x13	14x13
2	14x13	14x13	14x13	14x12,5	14x12,5
3	14x14	14x13	14x13	14x12	14x12
4	14x14	14x13	14x12	14x11	14x10
5	14x14	14x13	14x12	14x11	14x10
6	14x14,5	14x13	14x11,5	13x10	13x9
7	14x15	14x13,5	14x11,5	13x9	13x8
8	14x15	14x13,5	13x11,5	13x9	12,5x7,5
9	14,5x16	14x14	13x11	12,5x7,5	12,5x7
10	14,5x16	14x14	13x11	12,5x7,5	12,5x7
11	14,5x16	14x14	13x11	12,5x7,5	12,5x7
12	14,5x16,5	14x14	13x11	12,5x7,5	12,5x7

Pada kondisi normal dan konsentrasi air limbah 25%, luas daun mengalami pertumbuhan dimana luas awal daun tanaman eceng gondok adalah 14x13 cm menjadi 14,5x16,5 cm di hari ke-12 pada air normal dan 14x14 cm pada konsentrasi air limbah 25%. Sedangkan pada air limbah konsentrasi 50%, 75% dan 100% luas daun tanaman mengalami penurunan. Pada air limbah konsentrasi 50% memiliki luas awal daun 14x13 cm kemudian mengalami penurunan menjadi 13x11 cm di hari ke-12. Pada air limbah konsentrasi 75% luas awal daun 14x13 cm kemudian mengalami penurunan menjadi 12,5x7,5 cm di hari ke-12. Dan pada air limbah konsentrasi 100%

luas awal daun 14x13 cm kemudian mengalami penurunan drastis hingga menjadi 12,5x7 cm, bahkan kondisi daun layu dan mengering (mati). Kematian eceng gondok membawa dampak bagi pertumbuhan mikroorganisme, karena setiap komponen eceng gondok yang mati sebagai tempat untuk berkembangbiaknya mikroba pengurai baru.

#### **4.7 Analisa Statistik Parameter Pencemar**

Uji statistik ANOVA bertujuan untuk mengetahui atau menguji berlaku atau tidaknya asumsi uji statistik ANOVA terhadap sampel dari parameter penelitian yang berasal dari nilai varian yang sama berdasarkan tingkat probabilitas diterima  $< 0,05 >$  ditolak (Santoso, 2003 dalam Faisal 2005). Tujuan dilakukan uji statistik terhadap kadar parameter yang diteliti dalam penelitian ini adalah untuk memperkuat ketepatan hasil perhitungan analisa laboratorium yang didapat.

##### **4.7.1 Analisa Statistik Logam Timbal (Pb) Pada Akar Tanaman**

Hasil analisa kandungan logam timbal terhadap variasi konsentrasi limbah dan waktu pengambilan adalah :

No	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel ( Hari)				
			0	3	6	9	12
1	0%	ppm	0.0168	0.0172	0.0188	0.0197	0.0212
2	25%	ppm	0.0168	0.0248	0.0259	0.0304	0.0325
3	50%	ppm	0.0168	0.0235	0.0275	0.0336	0.0349
4	75%	ppm	0.0168	0.0215	0.0259	0.0289	0.0316
5	100%	ppm	0.0168	0.0211	0.0248	0.0273	0.0294

Untuk mengetahui pengaruh dari variasi konsentrasi air limbah pada setiap reaktor dan waktu pengambilan sampel terhadap kadar penyerapan logam timbal oleh tanaman eceng gondok maka dilakukan uji statistik dengan analisa varian dua arah sebagai berikut:

**Tabel 4.21** Tabel *Tests of Between-Subjects Effects* Kandungan Timbal (Pb) Pada Akar Tanaman

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Pb.AKAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.001 <sup>a</sup>	8	.000	18.980	.000
Intercept	.015	1	.015	2921.755	.000
WAKTU	.000	4	.000	10.833	.000
LIMBAH	.001	4	.000	27.126	.000
Error	.000	16	.000		
Total	.015	25			
Corrected Total	.001	24			

a. R Squared = .905 (Adjusted R Squared = .857)

Analisa statistik, dengan menggunakan *Tests of Between-Subjects Effects* digunakan hipotesa :



$H_0$  = Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi limbah/waktu detensi terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.

$H_1$  = Ada pengaruh variasi konsentrasi limbah/waktu detensi terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

-  $\text{sig} < \alpha$  , maka  $H_0$  ditolak

-  $\text{sig} > \alpha$  , maka  $H_0$  diterima

(  $\alpha = 0,05$  )

Berdasarkan hasil uji statistik analisa varian dua arah di atas maka didapatkan :

- a. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 27,126 dengan probabilitas 0,000 dan signifikansi 0,05. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti variasi konsentrasi air limbah mempunyai pengaruh terhadap perbedaan penyerapan logam Pb oleh akar.
- b. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 10,833 dengan probabilitas 0,001 dan signifikansi 0,05. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti variasi waktu pengambilan air limbah mempunyai pengaruh terhadap perbedaan penyerapan logam Pb oleh akar.

#### **4.7.2 Analisa Statistik Logam Timbal (Pb) Pada Daun Tanaman**

Pada pengujian anova pada daun eceng gondok tiap variasi konsentrasi air limbah dan variasi waktu detensi diperoleh perbedaan rata-rata kenaikan kadar Pb pada daun eceng gondok .Uji statistik dengan analisa varian dua arah sebagai berikut:

**Tabel 4.22 Tabel Tests of Between-Subjects Effects Kandungan Timbal (Pb) Pada Daun Tanaman**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Pb.DAUN

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.000 <sup>a</sup>	8	.000	44.817	.000
Intercept	.001	1	.001	1485.429	.000
WAKTU	.000	4	.000	12.188	.000
LIMBAH	.000	4	.000	77.446	.000
Error	.000	16	.000		
Total	.001	25			
Corrected Total	.000	24			

a. R Squared = .957 (Adjusted R Squared = .936)

Analisa statistik, dengan menggunakan *Tests of Between-Subjects Effects* digunakan hipotesa :

$H_0$  = Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi limbah/waktu detensi terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.

$H_1$  = Ada pengaruh variasi konsentrasi limbah/waktu detensi terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

-  $\text{sig} < \alpha$  , maka  $H_0$  ditolak

-  $\text{sig} > \alpha$  , maka  $H_0$  diterima

(  $\alpha = 0,05$  )

Berdasarkan hasil uji statistik analisa varian dua arah di atas maka didapatkan :

- a. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 77,446 dengan probabilitas 0,000 dan signifikansi 0,05. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti variasi konsentrasi air limbah mempunyai pengaruh terhadap perbedaan penyerapan logam Pb oleh daun.
- b. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 12,188 dengan probabilitas 0,001 dan signifikansi 0,05. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti variasi waktu pengambilan air limbah mempunyai pengaruh terhadap perbedaan penyerapan logam Pb oleh daun.

