

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi timbal (Pb) yang terdapat dalam limbah cair TPA Piyungan dengan menggunakan sistem *constructed wetland*. Dapat diketahui bahwa limbah cair TPA Piyungan sangat banyak mengandung bahan-bahan kimia yang sangat berbahaya sehingga apabila limbah tersebut langsung dibuang ke badan air maka akan mengganggu ekosistem yang ada di sekitarnya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah sistem ini dapat menurunkan kadar logam dengan konsentrasi yang tinggi menjadi lebih rendah.

#### **4.1 Konsentrasi Awal Logam Pb Dalam Limbah Cair TPA Piyungan Yogyakarta**

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian awal terhadap kandungan logam Timbal pada limbah cair TPA Piyungan Yogyakarta dengan variasi konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Konsentrasi awal dari logam Pb dalam limbah cair TPA Piyungan Yogyakarta dengan variasi konsentrasi tersebut di atas dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Awal Konsentrasi Pb**

No.	Sample	Absorbansi	Konsentrasi Pb(mg/L)	Metode
1	0%	-0.0012	0.0062	AAS
2	25%	-0.0010	0.0425	AAS
3	50%	-0.0008	0.0741	AAS
4	75%	-0.0003	0.1560	AAS
5	100%	0.0007	0.3211	AAS

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas limbah cair TPA Piyungan Yogyakarta untuk parameter Pb belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih jauh diatas ambang batas yaitu 0,003 mg/L dari Peraturan Pemerintah No.82 th. 2001.

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman eceng gondok yang diambil dari daerah Maguwo, Sleman. Sebelum tanaman eceng gondok ini di gunakan dalam penelitian sudah mengandung logam Pb. Untuk mengetahui konsentrasi Pb pada tanaman eceng gondok dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini:

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Konsentrasi Awal Pb Yang Terdapat Pada Tanaman Eceng Gondok**

No.	Sample	Absorbansi	Konsentrasi Pb (mg/L)	Metode
1	Akar	-0.00103	0.0362	AAS
2	Daun	-0.00125	0.0015	AAS

Sumber : Data primer 2007

Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25°C - 30°C, hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis. Di samping itu untuk pertumbuhan yang lebih baik, eceng gondok lebih cocok terhadap pH 7,0 - 7,5, jika pH lebih atau kurang maka pertumbuhan akan terlambat (Dhahiyat,1974).

Pemanfaatan tanaman eceng gondok untuk pengolahan limbah cair TPA Piyungan dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dengan volume 200 L menunjukkan kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan parameter Pb begitu juga dengan reaktor non tanaman eceng gondok. Untuk mengetahui efisiensi penurunan parameter yang diuji dapat digunakan rumus :

$$\text{Efisiensi \%} = \{(S_0 - S_1) / S_0\} \times 100\%$$

Dimana :  $S_0$  = Kadar pencemar sebelum perlakuan

$S_1$  = Kadar pencemar sesudah perlakuan

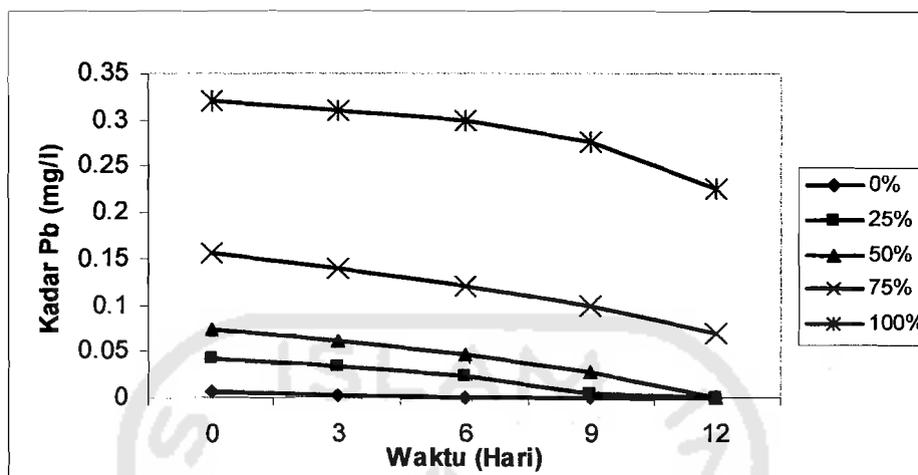
#### 4.2 Analisa Parameter Pb Pada Limbah Cair TPA Piyungan

Untuk analisa Pb pada limbah cair TPA Piyungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konsentrasi Pb pada Reaktor Uji**

Hari ke	Konsentrasi				
	0%	25%	50%	75%	100%
0	0.0062	0.0425	0.0741	0.1561	0.3211
3	0.0013	0.0342	0.0616	0.1393	0.3101
6	0	0.0223	0.0472	0.1203	0.2984
9	0	0.0041	0.0267	0.0985	0.2757
12	0	0	0	0.0691	0.2256

Sumber : Data primer 2007



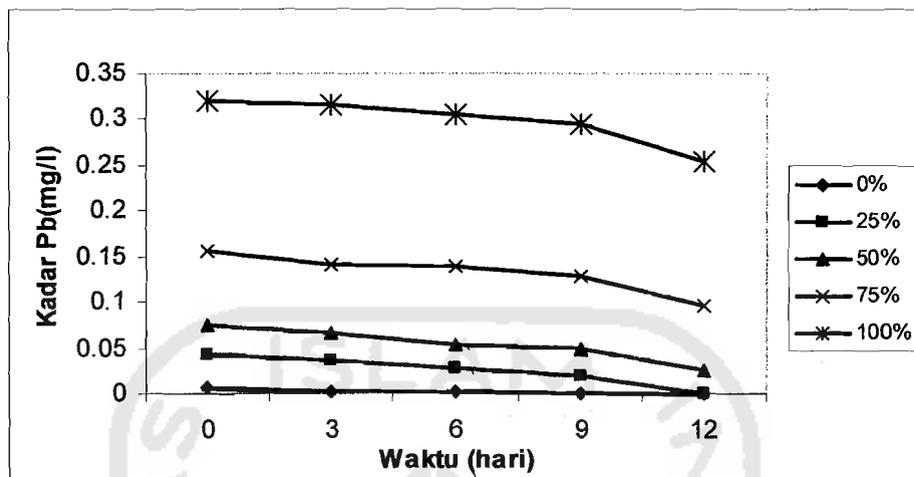
**Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Konsentrasi Pb pada Reaktor Uji**

Dari Tabel 4.3 di atas, terlihat penurunan konsentrasi Pb yang nyata. Proses penurunan terjadi pada hari ke 3 dan 6 kemudian meningkat kembali pada hari ke 9 dan 12. Tingkat removal konsentrasi Pb selama 12 hari terjadi pada reaktor yang menggunakan tanaman dengan konsentrasi 100% sebesar 29.74%, konsentrasi 75% sebesar 55.77%, konsentrasi 50% sebesar 100% dan konsentrasi 25% sebesar 100% sedangkan pada reaktor dengan konsentrasi limbah 0% terjadi proses penurunan konsentrasi Pb pada hari ke 6 dengan sebesar 100% .

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian Konsentrasi Pb pada Reaktor Kontrol**

Hari ke	Konsentrasi				
	0%	25%	50%	75%	100%
0	0.0062	0.0425	0.0741	0.1561	0.3211
3	0.0014	0.0364	0.0654	0.1412	0.3152
6	0.0013	0.0282	0.0531	0.1378	0.3045
9	0	0.0192	0.0483	0.1278	0.2945
12	0	0	0.0254	0.0957	0.2548

Sumber : Data primer 2007



**Gambar 4.2 Grafik Pengujian Konsentrasi Pb pada Reaktor Kontrol**

Dari Tabel 4.4 di atas, terlihat penurunan konsentrasi Pb. Proses penurunan juga terjadi pada hari ke 3 dan 6 kemudian meningkat kembali pada hari ke 9 dan 12. Tingkat removal Pb selama 12 hari pada reaktor tanpa menggunakan tanaman dengan konsentrasi 100% sebesar 20.63%, konsentrasi 75% sebesar 38.60%, konsentrasi 50% sebesar 65.61% dan konsentrasi 25% sebesar 100%. Sedangkan pada reaktor dengan konsentrasi limbah 0% terjadi proses penurunan konsentrasi Pb pada hari ke 9 dengan sebesar 100%.

Penurunan kadar Pb yang terjadi karena proses penyerapan dan transpirasi dipengaruhi oleh luas permukaan daun dan jumlah akar yang dimiliki oleh tanaman eceng gondok. Proses transpirasi terjadi karena adanya penguapan air dari permukaan sel mesofil yang basah dan uapnya akan keluar melalui stomata yang terdapat pada permukaan daun. Proses transpirasi yang tinggi akan diikuti dengan proses penyerapan yang tinggi pula oleh akar-akar tanaman eceng gondok.

Penurunan kadar Pb juga terjadi karena adanya proses adsorpsi pada akar-akar tanaman eceng gondok, yaitu peristiwa menempelnya ion-ion Pb pada akar-akar tanaman eceng gondok. Ion-ion Pb akan diserap oleh akar-akar eceng gondok pada proses penyerapan tersebut terdapat pula ion-ion Pb yang menempel pada akar tanaman eceng gondok dan ion-ion lainnya akan terserap kedalam tubuh tanaman eceng gondok bersama-sama dengan proses penyerapan air kedalam tubuh tanaman eceng gondok. Sebagian air menguap melalui proses transpirasi dan ion-ion Pb akan tertinggal dan tertimbun dalam tubuh tanaman eceng gondok. Logam Pb mulai diserap oleh akar tanaman yang kemudian logam akan naik kebagian tanaman lain melalui *floem* dan *xylem*. Pada saat penyerapan terjadi fungsi fisiologi pada akar dan daun menjadi terganggu. Ini dapat dilihat dengan adanya kekeringan pada ujung-ujung daun tanaman eceng gondok.

Pada reaktor kontrol atau reaktor tanpa menggunakan tanaman eceng gondok terjadi proses penurunan kadar Pb. Hal ini disebabkan karena Pb dengan oksigen terjadi oksidasi dalam bentuk kromat bereaksi dengan kation dan partikel lain dalam air menjadi garam yang kemudian mengendap. Sedangkan penyerapan Pb oleh tanaman eceng gondok banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanaman, umur tanaman, media, konsentrasi limbah dan lamanya waktu perlakuan.

#### **4.3 Analisa Tingkat Penurunan Logam Pb Oleh Tanaman Eceng Gondok**

Setelah mengetahui konsentrasi total logam Pb pada tanaman eceng gondok, maka dapat pula diketahui tingkat penurunan dari tanaman eceng gondok tersebut.

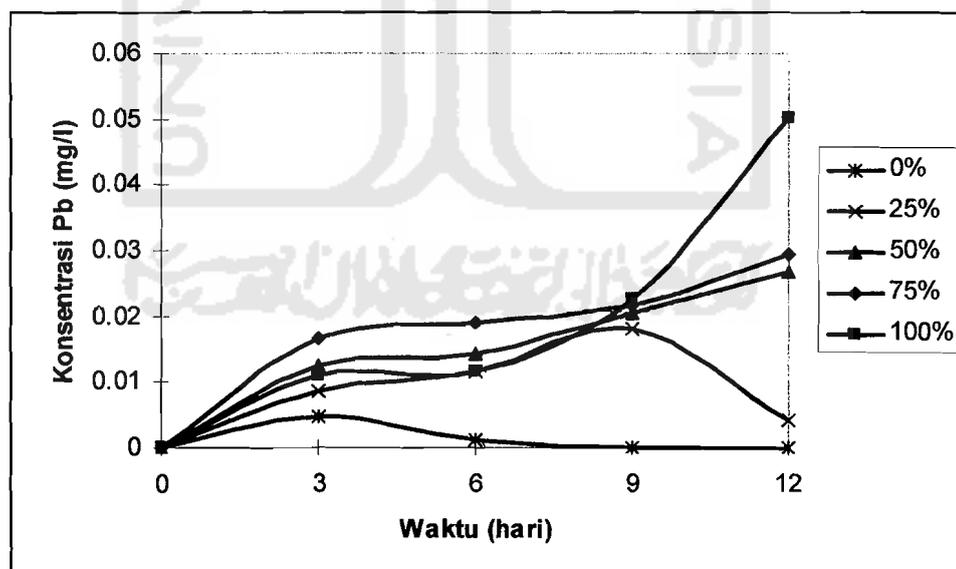
Berikut ini adalah Tabel 4.5 tingkat penurunan logam Pb oleh tanaman eceng gondok pada setiap variasi waktu pengambilan sampel.

**Tabel 4.5 Tingkat Penurunan Logam Pb Dari Limbah Cair TPA Piyungan Pada Reaktor Uji**

Konsentrasi Limbah	Penurunan Kandungan Pb (mg/L)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
0%	0	0.0048	0.0013	0.0000	0.0000
25%	0	0.0085	0.0116	0.0181	0.0041
50%	0	0.0125	0.0143	0.0205	0.0267
75%	0	0.0166	0.0190	0.0218	0.0295
100%	0	0.0110	0.0116	0.0226	0.0501

Sumber : Data primer 2007

Dari Tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mampu menurunkan logam Pb maksimal 0.0501 mg/L pada konsentrasi limbah 100% pada hari ke-12. Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penurunan tanaman eceng gondok pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada Grafik 4.3 berikut ini :



**Gambar 4.3 Grafik Tingkat Penurunan Logam Pb dari Limbah cair TPA Piyungan pada Reaktor Uji**

Dari Grafik 4.3 diatas dapat dilihat tingkat penurunan oleh tanaman eceng gondok berbeda-beda. Pada hari ke-3 tanaman eceng gondok mampu menurunkan limbah untuk konsentrasi 0% sebesar 0.0048 mg/L , pada konsentrasi limbah 25% sebesar 0.0085 mg/L, pada konsentrasi limbah 50% sebesar 0.0125 mg/L pada konsentrasi limbah 75% dan sebesar 0.0166 mg/L dan pada konsentrasi limbah 100% sebesar 0.0110 mg/L, dan dapat dilihat bahwa tingkat penurunan terbesar hari ke-12 pada konsentrasi 100% sebesar 0.0501 mg/L . Pada hari ke- 12 konsentrasi 25% sampai dengan konsentrasi 100% tingkat penurunan oleh tanaman eceng gondok mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan konsentrasi 25% sampai dengan konsentrasi 100% kandungan timbal terserap oleh eceng gondok secara maksimal.

#### 4.3.1 Analisa Tingkat Penurunan Logam Pb Oleh Tanaman Eceng Gondok

##### Dengan Tingkat Penyerapan Logam Pb Oleh Tanaman Eceng Gondok

Dibawah ini adalah Tabel 4.6 tingkat penyerapan logam Pb :

**Tabel 4.6 Tingkat Penyerapan Logam Pb Oleh Tanaman Eceng Gondok**

TOTAL	Tingkat Penyerapan (mg/l)				
	hari ke-0	hari ke-3	hari ke-6	hari ke-9	hari ke-12
konsentrasi 0%	0	0.0131	0.0038	0.0061	0.0057
konsentrasi 25%	0	0.0147	0.0037	0.0051	0.0062
konsentrasi 50%	0	0.0169	0.0014	0.0071	0.0055
konsentrasi 75%	0	0.0177	0.0045	0.0041	0.0059
konsentrasi 100%	0	0.0179	0.0005	0.0086	0.0214

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil perbandingan antara Tabel 4.5 dengan Tabel 4.6 terlihat perbedaan antara besarnya besarnya tingkat penurunan kandungan logam Pb pada air limbah dengan tingkat serapan tanaman eceng gondok.

Zona substrat yaitu tanah pada *Constructed Wetlands* ini ternyata ikut berpengaruh terhadap hasil penelitian. Dapat terlihat pada hari ke-3 dari konsentrasi 100% dengan tingkat penurunan sebesar 0.0048 mg/L dan tingkat penyerapan eceng gondok sebesar 0.0131 mg/L. Disini terlihat tingkat penyerapan eceng gondok lebih besar dibandingkan dengan tingkat penurunan konsentrasi Pb pada limbah. Hal ini menunjukkan kandungan logam Pb dapat terserap oleh eceng gondok secara keseluruhan.

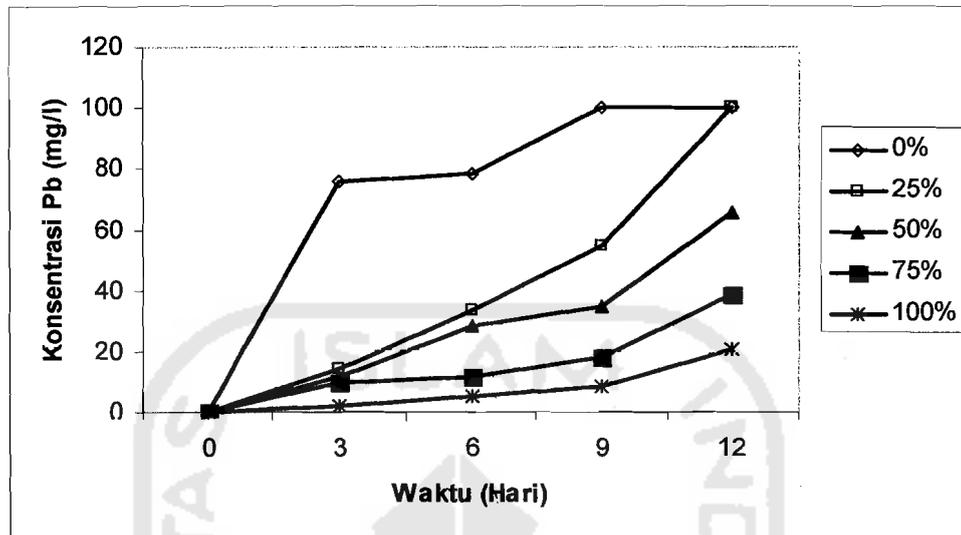
#### 4.4 Effisiensi Penurunan Logam Pb Oleh Tanaman Eceng Gondok

Dari hasil penelitian besarnya penurunan logam Pb oleh tanaman dapat dicari effisiensinya dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini :

**Tabel 4.7 Effisiensi Penurunan Logam Pb pada Reaktor Kontrol**

Hari ke	Konsentrasi				
	0%	25%	50%	75%	100%
0	0	0	0	0	0
3	75.97	14.16	11.74	9.48	1.9
6	78.23	33.62	28.23	11.63	5.17
9	100	54.71	34.79	18.05	8.26
12	100	100	65.61	38.6	20.63

Sumber : Data Primer 2007

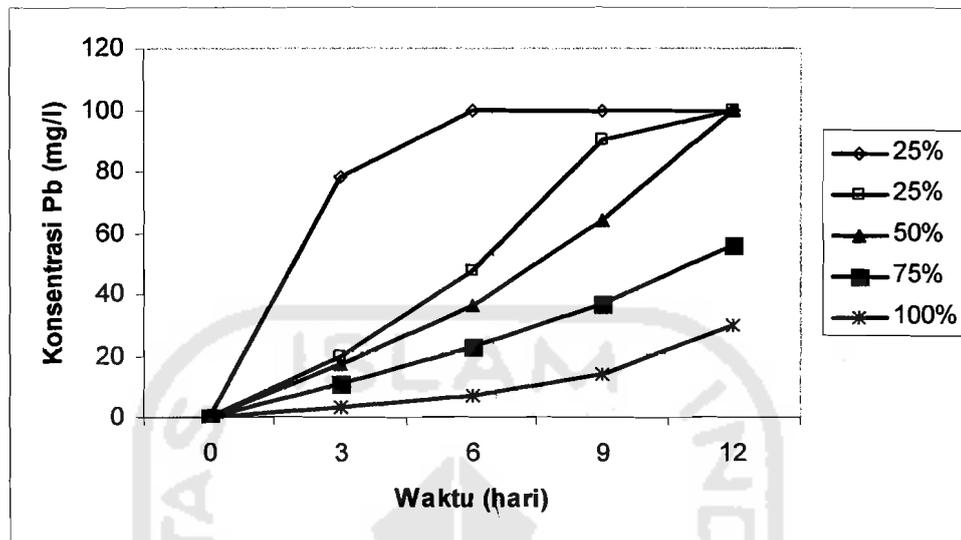


Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Penurunan Logam Pb pada Reaktor Kontrol

Tabel 4.8 Efisiensi Penurunan Logam Pb pada Reaktor Uji

Hari ke	Konsentrasi				
	0%	25%	50%	75%	100%
0	0	0	0	0	0
3	77.96	20	16.87	10.68	3.43
6	100	47.45	36.21	22.86	7.06
9	100	90.2	63.88	36.86	14.12
12	100	100	100	55.77	29.74

Sumber : Data Primer 2007



**Gambar 4.5 Grafik Effisiensi Penurunan Logam Pb Pada Reaktor Uji**

Dari Grafik 4.5 diatas dapat dilihat bahwa effisiensi penurunan logam Pb oleh tanaman eceng gondok pada hari ke-9 terbesar adalah pada konsentrasi 25% yaitu 90.2%. Kondisi tersebut menyebabkan keadaan eceng gondok menurun pada hari ke 12 yang ditandai dengan perubahan warna daunnya dari hijau segar menjadi hijau kekuningan.

#### 4.5 Analisa Tanaman Eceng Gondok

Untuk dapat hidup tanaman memerlukan zat unsur makanan (unsur hara) yang diambil dalam molekul melalui daun, tetapi pada umumnya unsur hara diambil oleh tanaman dalam bentuk ion-ion molekul dari dalam tanah. Makin panjang akar tanaman, maka makin tersedia unsur hara bagi tanaman, demikian juga bila makin

besar sistem perakaran dan penambahan volume percabangan akar, akan meningkatkan penyerapan unsur hara.

Adanya air limbah cair TPA Piyungan memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun eceng gondok. Hal ini dapat dilihat selama proses penanaman eceng gondok selama 12 hari. Pertumbuhan tanaman eceng gondok tidak mengalami pertumbuhan yang baik dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada reaktor tanpa limbah. Terhambatnya pertumbuhan tanaman eceng gondok ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti, tinggi kandungan racun Pb air limbah yang menghambat pertumbuhan dari akar sehingga berpengaruh pada pertumbuhan daunnya.

Akar merupakan bagian tumbuhan yang pertama kali berinteraksi secara langsung pada air limbah, maka akar akan rusak terlebih dahulu dibandingkan bagian lain dari tumbuhan sebagai respon terhadap racun dari luar tubuh tanaman terutama bagi tanaman yang hidup di air. pH dibawah 5 atau diatas 8 berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan akar tanaman.

Pada penelitian ini pH berkisar antara 6,5 – 8 sehingga penyerapan unsur hara oleh akar terganggu dan cenderung merusak akar, selain itu juga akan berakibat terganggunya proses biosintesis klorofil. Jika proses fotosintesis terhambat maka pembentukan klorofil pun terlambat dan berakibat menurunnya klorofil di dalam daun (Santosa, 1975). Hal ini tampak pada warna daun tanaman eceng gondok yang berwarna kuning dan coklat kering.

Perubahan morfologi tanaman eceng gondok sebelum ditanam di air limbah, tanaman eceng gondok tampak segar, daunnya berwarna hijau. Setelah beberapa hari, ujung daun terluar menjadi berwarna hijau kekuningan dan layu, begitu juga dengan batang. Selanjutnya sebagian besar daun-daunnya berwarna hijau kecoklatan, coklat kering, sebagian daun terendam dalam air dan membusuk.

Perubahan warna pada daun, batang dan akar pada tanaman dapat disebabkan oleh pencemaran bahan organik. Pada hari terakhir dari penelitian yaitu hari ke-12, hampir sebagian daun eceng gondok berwarna coklat kering bahkan ada yang mati, penyebabnya adalah kandungan zat hara dalam air limbah yang semakin berkurang karena terserap oleh tanaman.

#### **4.5.1 Analisa Pertumbuhan Tanaman dan Air Limbah Dalam Reaktor**

Proses pengolahan limbah cair TPA Piyungan dengan sistem *Constructed Wetlands* yang menggunakan tanaman eceng gondok sebagai media utama di dalam meremoval kandungan pencemar air limbah ditentukan dengan terjadinya penurunan konsentrasi Timbal (Pb).

Dengan variasi dan kondisi tanaman dalam reaktor sebagai berikut :

- a. Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 100% sebagai kontrol, proses yang terjadi pada reaktor ini adalah proses filtrasi melalui media tanah dalam reaktor dan terjadinya evaporasi dari efek sinar matahari. Untuk kondisi warna dan bau limbah cair tidak terjadi perubahan yang signifikan, artinya bahwa dari hari ke 0, 3, 6, 9 sampai 12 kondisi warna dan

bau limbah cair relatif sama yakni warna coklat kehitam-hitaman dengan kondisi bening dan berbau. Berikut Tabel 4.9 kondisi air limbah dalam reaktor kontrol.

**Tabel 4.9 Kondisi Air Limbah 100%**

Hari dengan Konsentrasi Limbah 100%	Kondisi Air Limbah			
	Kondisi Air	Bau	Warna	pH
Hari ke- 0	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6
Hari ke- 3	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5
Hari ke- 6	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5
Hari ke- 9	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	8
Hari ke- 12	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5

Sumber : Data primer 2007

b. Reaktor dengan eceng gondok dengan konsentrasi limbah 100%, dimana dalam reaktor ini diharapkan terjadinya proses meremoval kandungan limbah oleh tanaman dan media dalam reaktor. Proses-proses yang terjadi adalah

penguraian limbah menjadi nutrisi bagi tanaman yaitu bahan organik yang terkandung dalam air limbah berupa karbohidrat dengan adanya oksigen akan menghasilkan karbondioksida dan air berikut reaksinya :

( Bahan organik  $\text{CH}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ), kemudian terjadinya

proses filtrasi limbah oleh media tanam. Penguraian limbah dengan mikroorganisme yang tumbuh di dalam limbah yang diharapkan berupa mikroorganisme aerob karena mikroorganisme ini selain mengurai limbah juga akan mempertahankan kandungan oksigen dalam air limbah yang akan mengurangi bau dari limbah cair. Pertumbuhan tanaman eceng gondok pada reaktor ini dihari ke-0 sampai ke-6 masih cukup baik sehingga pada kondisi ini proses penguraian limbah cukup efektif hal ini di pengaruhi oleh daya serap akar tanaman terhadap limbah masih cukup baik, sedangkan pada hari ke-6 dan seterusnya terjadi penurunan tingkat meremoval air limbah oleh tanaman di akibatkan karena tanaman eceng gondok mengalami penurunan daya tahan hidupnya hal ini terlihat dengan semakin layunya tanaman dan mengalami fase kematian akibat tingginya konsentrasi air limbah, untuk kondisi pH pada reaktor ini berkisar antara 6 - 8 atau relatif normal jadi tidak terlalu mempengaruhi daya tahan eceng gondok. Berikut Tabel 4.10 gambaran kondisi pertumbuhan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi air limbah 100%.

**Tabel 4.10 Kondisi Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok 100%**

Hari pada Reaktor Limbah 100%	Kondisi dan Jumlah Komponen dari Eceng Gondok				
	Akar	Batang	Daun	Mati	Hidup
Hari ke- 0	15 cm Segar cokelat	64 cm Hijau segar	(15.5 x 17.5) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 3	15 cm Segar cokelat	64 cm Hijau segar	(13 x 15,5) cm Hijau agak segar	0	14
Hari ke- 6	15 cm Segar cokelat	63 cm Hijau kekuningan segar	(13 x 15) cm Hijau kekuningan dan agak segar	0	14
Hari ke- 9	15 cm Segar cokelat	62 cm Kecoklatan layu	(12 x 15) cm Hijau kekuningan agak segar	1	13
Hari ke- 12	15 cm Segar cokelat	62 cm Kecoklatan layu	(11 x 14.5) cm Hijau kekuningan agak segar	2	12

Sumber : Data primer 2007

c. Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 75% sebagai kontrol, proses yang terjadi pada reaktor ini juga terjadi proses filtrasi melalui media tanah dalam reaktor dan terjadinya evaporasi dari efek sinar

matahari. Untuk kondisi warna dan bau limbah cair tidak terjadi perubahan yang signifikan, artinya bahwa dari hari ke 0, 3, 6, 9 sampai 12 kondisi warna dan bau limbah cair relatif sama yakni warna coklat kehitam-hitaman dengan kondisi bening dan berbau. Sedangkan kondisi pH berkisar antara 7-8. berikut Tabel 4.11 gambaran kondisi reaktor tanpa tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 75%.

**Tabel 4.11 Kondisi Air Limbah 75%**

Hari dengan Konsentrasi Limbah 75%	Kondisi Air Limbah			
	Kondisi Air	Bau	Warna	pH
Hari ke- 0	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7
Hari ke- 3	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5
Hari ke- 6	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5
Hari ke- 9	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5
Hari ke- 12	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7.5

Sumber : Data primer 2007

d. Reaktor dengan tanaman eceng gondok konsentrasi limbah 75% proses yang terjadi dalam reaktor ini juga seperti pada reaktor yang pertama yaitu proses penguraian bahan organik dengan mikroorganisme aerobik dan proses filtrasi oleh media tanah. Pertumbuhan tanaman eceng gondok pada hari ke-0 sampai 6 masih relatif baik sehingga penguraian konsentrasi limbah terjadi puncaknya pada hari ke-3, hal ini di karenakan media tanaman belum terpengaruh oleh adanya racun timbal dan kandungan oksigen daklam air limbah relatif masih normal. Sedangkan pada hari ke-6 sampai 12 pertumbuhan tanaman eceng gondok semakin menurun, ini disebabkan karena kadar  $O_2$  semakin berkurang serta pengaruh dari logam berat seperti Pb. Untuk kondisi pH pada reaktor 75% ini adalah yang paling tinggi yaitu 7-8. Berikut Tabel 4.12 gambaran kondisi tanaman eceng gondok dalam reaktor konsentrasi 75%.

**Tabel 4.12 Kondisi Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Konsentrasi 75%**

Hari pada Reaktor Limbah 75%	Kondisi dan Jumlah Komponen dari Eceng Gondok				
	Akar	Batang	Daun	Mati	Hidup
Hari ke- 0	15 cm Segar coklat	75 cm Hijau segar	(16 x 19.5) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 3	15 cm Segar coklat	75 cm Hijau segar	(14 x 19) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 6	15 cm Segar coklat	75 cm Hijau segar	(13 x 18) cm Hijau agak layu	1	13
Hari ke- 9	15 cm Segar coklat	75 cm Hijau segar	(11,5 x 18) cm Hijau layu	2	12
Hari ke- 12	15 cm Segar coklat	73 cm Hijau segar	(11 x 17) cm Hijau layu	4	10

Sumber : Data primer 2007

e. Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 50% sebagai kontrol, proses yang terjadi pada reaktor ini juga sama dengan proses yang terjadi pada reaktor sebelumnya yaitu proses filtrasi melalui media tanah dalam reaktor dan terjadinya evaporasi dari efek sinar matahari. Untuk kondisi warna dan bau limbah cair juga tidak terjadi perubahan yang signifikan, artinya bahwa dari hari ke 0, 3, 6, 9 sampai 12 kondisi warna dan bau limbah

cair relatif sama yakni warna coklat kehitam-hitaman dengan kondisi bening dan berbau. Sedangkan kondisi pH berkisar antara 6.5 - 7.5. berikut Tabel 4.13 gambaran kondisi reaktor tanpa tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 50%.

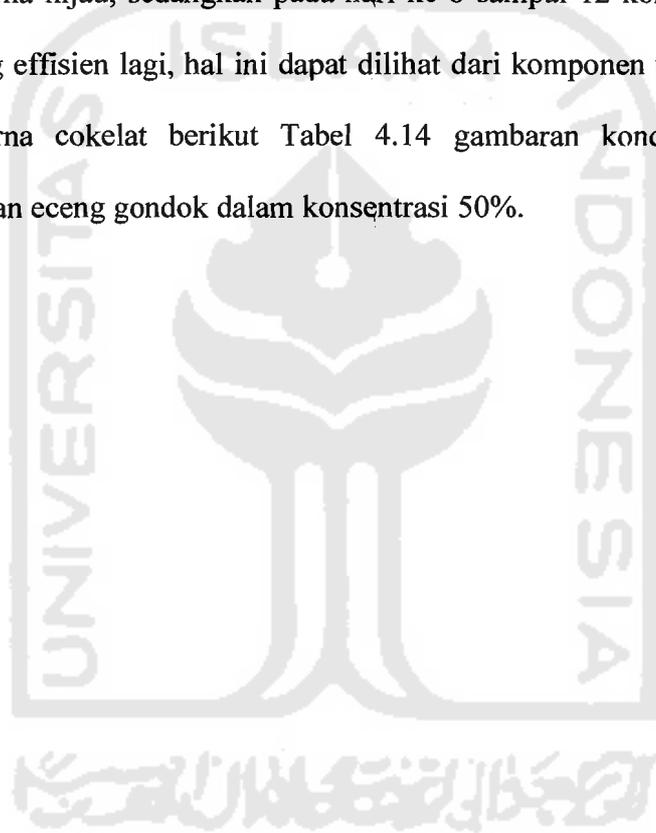
**Tabel 4.13 Kondisi Air Limbah 50%**

Hari dengan konsentrasi Limbah 50%	Kondisi Air Limbah			
	Kondisi Air	Bau	Warna	pH
Hari ke- 0	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5
Hari ke- 3	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7
Hari ke- 6	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5
Hari ke- 9	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	7
Hari ke- 12	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5

Sumber : Data primer 2007

f. Reaktor dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 50%, proses-proses removal limbah pada reaktor ini lebih meningkat dari reaktor-

reaktor sebelumnya. Pertumbuhan media eceng gondok pada hari ke-0 sampai ke-4 cukup baik sedangkan pada hari ke 6 kondisi eceng gondok layu agak layu hal ini terlihat pada bagian batang eceng gondok agak berwarna coklat kehijauan sedangkan daunnya sebagian berwarna kuning dan sebagian lagi berwarna hijau, sedangkan pada hari ke-8 sampai 12 kondisi tanaman sudah kurang efisien lagi, hal ini dapat dilihat dari komponen tanaman yang sudah berwarna coklat berikut Tabel 4.14 gambaran kondisi reaktor dengan tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 50%.



**Tabel 4.14 Kondisi Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Konsentrasi 50%**

Hari pada Reaktor Limbah 50%	Kondisi dan Jumlah Komponen dari Eceng Gondok				
	Akar	Batang	Daun	Mati	Hidup
Hari ke- 0	15 cm Segar coklat	65 cm Hijau segar	(20 x 19) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 3	15 cm Segar coklat	65 cm Hijau segar	(20 x 18) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 6	15 cm Segar coklat	64 cm Cokelat kehijauan	(20 x 18) cm Hijau agak layu	0	14
Hari ke- 9	15 cm Segar coklat	64 cm Cokelat kehijauan	(19,5 x 18) cm Hijau kekuningan layu	1	13
Hari ke- 12	15 cm Segar coklat	64 cm Cokelat kehijauan	(19 x 17) cm Hijau kekuningan layu	1	13

Sumber : Data primer 2007

g. Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 25%

Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 25% sebagai kontrol, proses yang terjadi pada reaktor ini juga sama dengan proses yang terjadi pada reaktor sebelumnya yaitu proses filtrasi melalui media tanah dalam reaktor dan terjadinya evaporasi dari efek sinar matahari. Untuk kondisi

warna dan bau limbah cair juga tidak terjadi perubahan yang signifikan, artinya bahwa dari hari ke 0, 3, 6, 9 sampai 12 kondisi warna dan bau limbah cair relatif sama yakni warna cokelat kehitam-hitaman dengan kondisi bening dan berbau. Sedangkan kondisi pH berkisar antara 6 - 6.5. berikut Tabel 4.15 gambaran kondisi reaktor tanpa tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 25%.

**Tabel 4.15 kondisi Air Limbah 25 %**

Hari dengan konsentrasi Limbah 25%	Kondisi Air Limbah			
	Kondisi Air	Bau	Warna	pH
Hari ke- 0	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6
Hari ke- 3	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5
Hari ke- 6	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5
Hari ke- 9	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6.5
Hari ke- 12	Bening	Berbau	Cokelat kehitam hitaman	6

Sumber : Data primer 2007

h. Reaktor dengan Tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 25%, proses-proses removal limbah pada reaktor ini lebih meningkat dari reaktor-reaktor sebelumnya. Pertumbuhan media eceng gondok pada hari ke-0 sampai ke-9 cukup baik sedangkan pada hari ke 12 kondisi Eceng Gondok agak layu hal ini terlihat pada bagian batang eceng gondok agak berwarna coklat kehijauan. berikut Tabel 4.16 gambaran kondisi reaktor dengan tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 25%.

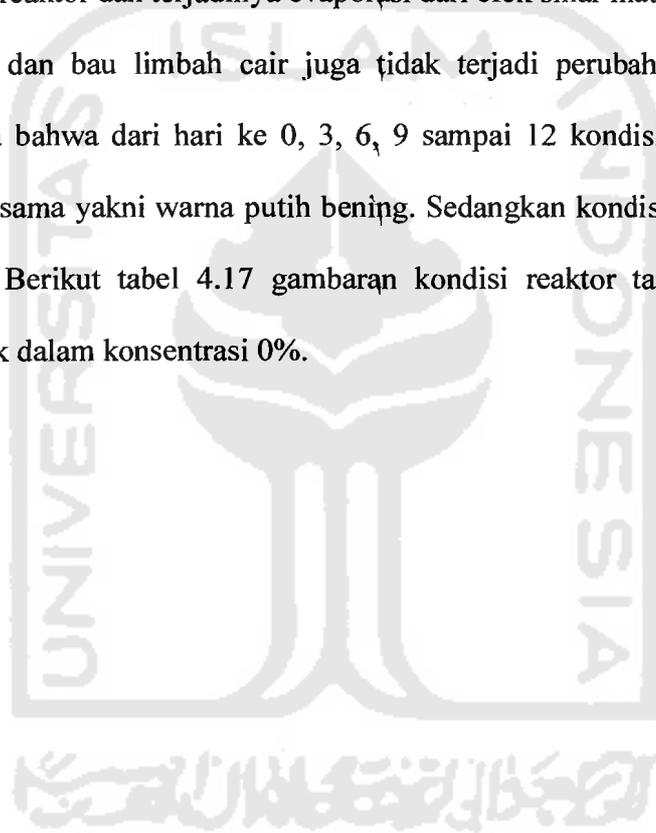
**Tabel 4.16 kondisi Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Konsentrasi 25%**

Hari pada Reaktor Limbah 25%	Kondisi dan Jumlah Komponen dari Eceng Gondok				
	Akar	Batang	Daun	Mati	Hidup
Hari ke- 0	15 cm Segar Cokelat	54 cm Hijau segar	(16 x 15) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 3	15 cm Segar Cokelat	54 cm Hijau segar	(16 x 15) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 6	15 cm Segar Cokelat	54 cm Hijau segar	(16 x 15) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 9	15 cm Segar Cokelat	54 cm Hijau segar	(16 x 15) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 12	15 cm Segar Cokelat	53 cm Hijau kekuningan	(15 x 15) cm Hijau kekuningan layu	0	14

Sumber : Data primer 2007

i. Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 0%

Reaktor limbah tanpa eceng gondok dengan konsentrasi limbah 0% sebagai kontrol, proses yang terjadi pada reaktor ini juga sama dengan proses yang terjadi pada reaktor sebelumnya yaitu proses filtrasi melalui media tanah dalam reaktor dan terjadinya evaporasi dari efek sinar matahari. Untuk kondisi warna dan bau limbah cair juga tidak terjadi perubahan yang signifikan, artinya bahwa dari hari ke 0, 3, 6, 9 sampai 12 kondisi warna dan bau air relatif sama yakni warna putih bening. Sedangkan kondisi pH berkisar antara 6-6.5. Berikut tabel 4.17 gambaran kondisi reaktor tanpa tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 0%.



**Tabel 4.17 kondisi air limbah 0%**

Hari dengan konsentrasi Limbah 0%	Kondisi Air Limbah			
	Kondisi Air	Bau	Warna	pH
Hari ke- 0	Bening	Tidak berbau	Putih bening	6
Hari ke- 3	Bening	Tidak berbau	Putih bening	6.5
Hari ke- 6	Bening	Tidak berbau	Putih bening	6
Hari ke- 9	Bening	Tidak berbau	Putih bening	6
Hari ke- 12	Bening	Tidak berbau	Putih bening	6

Sumber : Data primer 2007

j. Reaktor dengan Tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 0%, proses-proses removal limbah pada reaktor ini lebih meningkat dari reaktor-reaktor sebelumnya. Pertumbuhan media eceng gondok pada hari ke-0 sampai ke-12 sangat baik karena tidak terpengaruh oleh limbah. berikut Tabel 4.18 gambaran kondisi reaktor dengan tanaman eceng gondok dalam konsentrasi 0%.

**Tabel 4.18 kondisi pertumbuhan tanaman Eceng Gondok konsentrasi 0%**

Hari pada Reaktor Limbah 0%	Kondisi dan Jumlah Komponen dari Eceng Gondok				
	Akar	Batang	Daun	Mati	Hidup
Hari ke- 0	15 cm Segar cokelat	58 cm Hijau segar	(15 x 16) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 3	15 cm Segar cokelat	58 cm Hijau segar	(15 x 16) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 6	15 cm Segar cokelat	58 cm Hijau segar	(16 x 16) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 9	15 cm Segar cokelat	58 cm Hijau segar	(16 x 17) cm Hijau segar	0	14
Hari ke- 12	15 cm Segar cokelat	58 cm Hijau kekuningan	(16 x 18) cm Hijau segar	0	14

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil pengamatan diatas terlihat bahwa pertumbuhan tanaman eceng gondok pada masing-masing konsentrasi terjadi pertumbuhan yang berbeda-beda pada setiap tanaman. Ini dapat dilihat dari perubahan warna pada daun, warna akar, warna batang, panjang akar, panjang daun, panjang batang, lebar daun dan penambahan jumlah daun pada tanaman eceng gondok. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman memiliki tingkat kemampuan untuk tumbuh yang berbeda-beda

setelah tanaman tersebut menyerap logam berat Pb. Untuk perubahan warna pada tanaman eceng gondok dalam reaktor uji dapat dilihat pada Lampiran.

#### **4.6 Pengaruh Konsentrasi Air Limbah TPA Piyungan Terhadap Daya Serap Akar Tanaman**

Pengaruh kadar konsentrasi air limbah terhadap pertumbuhan dan daya serap akar secara umum tidak memberikan dampak tertentu. Efisiensi daya serap akar tanaman terhadap air limbah dari TPA Piyungan ini sangat tergantung dari tingkat konsentrasi air limbah yang digunakan, di mana semakin besar konsentrasi limbah dari TPA Piyungan yang digunakan semakin besar daya serap akar terhadap kandungan logam berat pada limbah, hal ini terlihat pada konsentrasi limbah 75% dan 100% yang lebih besar penyerapan sekaligus penurunan logam berat dari limbah cair tersebut.

#### **4.7 Pengaruh Konsentrasi Air Limbah TPA Piyungan Terhadap Pertumbuhan Panjang Tanaman**

Adanya air limbah dari TPA Piyungan di dalam reaktor memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan dari batang tanaman eceng gondok. Hal ini terlihat selama proses penanaman eceng gondok yaitu selama 12 hari proses penelitian, pertumbuhan eceng gondok dari setiap variasi waktu yang diteliti tidak mengalami penambahan pertumbuhan bahkan sebagian mengalami penyusutan, layu kemudian mati. Pengaruh konsentrasi air limbah pada eceng gondok sangat tinggi, yaitu untuk konsentrasi limbah 50%, 75% dan 100% pertumbuhan eceng gondok

sangat terhambat sedangkan untuk konsentrasi air limbah 0%, dan 25% hanya sedikit mempengaruhi pertumbuhan dari eceng gondok hal ini di sebabkan kadar pH pada reaktor 50%, 75% dan 100% lebih tinggi.

Terhambatnya pertumbuhan eceng gondok ini dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut, tingginya partikel solid air limbah sehingga mempengaruhi sinar matahari untuk masuk kedalam air dan menghalangi proses *absorban* nutrient oleh akar, serta bahan organik limbah yang tinggi sehingga menimbulkan proses pembusukan yang mengurangi dan menghambat proses terbentuknya oksigen, dan berakibat terhalangnya pelepasan gas-gas yang dihasilkan oleh tanaman ke permukaan air hanya karena adanya lapisan lender (biofilm) di permukaan air dari hasil proses pembusukan, dan timbulnya jenis mikroorganisme anaerob yang membuat air bau.

#### **4.8 Pengaruh Konsentrasi Air Limbah TPA piyungan Terhadap Pertumbuhan Luas Daun Tanaman**

Pengaruh pemberian konsentrasi air limbah TPA Piyungan dalam reaktor juga memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan daun dari eceng gondok, hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan daun eceng gondok pada konsentrasi air limbah 50%, 75% dan 100% dan berdasarkan variasi waktu yang diamati mengalami penurunan yang lumayan drastis dan bahkan tanaman menjadi mati, sedangkan untuk konsentrasi 0%, dan 25% pertumbuhan daun eceng gondok lebih baik.

Setelah dilakukan pengujian dan pengamatan diperoleh hasil bahwa pada hari ke 9 untuk konsentrasi 50% yaitu 0.0267 mg/L telah memenuhi syarat Peraturan Pemerintah No.82 th. 2001, dimana konsentrasi timbal Pb yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air sebesar 0.03 mg/L. Dengan demikian sistem *constructed wetlands* dengan tanaman eceng gondok dapat di jadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan lindi TPA Piyungan.

#### **4.9 Uji 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.

##### **A. Uji Statistik Parameter Pb Dengan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok**

Untuk mengetahui pengaruh dari berbagai variasi konsentrasi air limbah dan waktu pengambilan sampel limbah terhadap kadar penurunan parameter Pb maka di lakukan uji statistik dengan analisa varian dua arah sebagai berikut :

**Tabel 4.19 Pengaruh Variasi Konsentrasi Air Limbah dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar Pb**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Pb.TNM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.282 <sup>a</sup>	8	.035	155.544	.000
Intercept	.218	1	.218	961.556	.000
WAKTU	.271	4	.068	298.304	.000
LIMBAH	.012	4	.003	12.784	.000
Error	.004	16	.000		
Total	.504	25			
Corrected Total	.286	24			

a. R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .981)

Untuk Test of Between – SubjectEffects digunakan hipotesis :

- i.  $H_0$  = tidak ada pengaruh waktu detensi / variasi konsentrasi limbah terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.
- ii.  $H_1$  = ada pengaruh waktu detensi / variasi konsentrasi limbah terhadap perubahan konsentrasi yang diuji.

Dengan dasar pengambilan keputusan :

- $Sig < \alpha$  , maka  $H_0$  ditolak
- $Sig > \alpha$  , maka  $H_0$  diterima.

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

- a. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 12.784 dengan probabilitas  $0,000 < 0,05$  yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb diantara variasi konsentrasi air limbah.

- b. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 298.304 dengan probabilitas  $0,001 < 0,05$  yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb diantara variasi waktu pengambilan limbah.

### B. Uji Statistik Parameter Pb Tanpa Menggunakan Tanaman Eceng Gondok

Untuk mengetahui pengaruh dari berbagai variasi konsentrasi air limbah dan waktu pengambilan sampel limbah terhadap kadar penurunan konsentrasi Pb maka dilakukan uji statistik dengan analisa varian dua arah sebagai berikut :

**Tabel 4.20 Pengaruh Variasi Konsentrasi Air Limbah dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar Pb**

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pb.AIR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.294 <sup>a</sup>	8	.037	404.502	.000
Intercept	.260	1	.260	2866.252	.000
WAKTU	.288	4	.072	792.984	.000
LIMBAH	.006	4	.001	16.020	.000
Error	.001	16	.000		
Total	.556	25			
Corrected Total	.295	24			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .993)

Untuk Test of Between – SubjectEffects digunakan hipotesis :

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

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

Dengan dasar pengambilan keputusan :

- $\text{Sig} < \alpha$  , maka  $H_0$  ditolak
- $\text{Sig} > \alpha$  , maka  $H_0$  diterima.

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

- c. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 16.020 dengan probabilitas  $0,000 < 0,05$  yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb diantara variasi konsentrasi air limbah.
- d. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 792.984 dengan probabilitas  $0,001 < 0,05$  yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Pb diantara variasi waktu pengambilan limbah