

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Khrom merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya di lingkungan membahayakan manusia. Salah satunya adalah keberadaan khrom di dalam badan air(sungai). Parameter air baku/air limbah yang dianalisa dalam penelitian ini adalah kadar Cr total, air limbah yang berasal dari air limbah Laboratorium Kualitas Lingkungan, UII, Yogyakarta.

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Konsentrasi awal Logam Cr Total dalam Limbah Cair Laboratorium Kualitas Lingkungan dan Tanaman Eceng Gondok

Hasil pengujian awal terhadap seluruh parameter yang akan diamati yaitu khrom pada limbah cair laboratorium kualitas lingkungan yang berasal dari seluruh aktifitas laboratorium yang menghasilkan limbah cair, yang mana konsentrasi awal logam Cr total ini adalah 0.4486 mg/L lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Awal Cr Total

| No. | Sample | Absorbansi | Konsentrasi Cr total (mg/L) | Metode |
|-----|--------|------------|-----------------------------|--------|
| 1 | 0% | 0.0001 | 0.012 | AAS |
| 2 | 25% | 0.0008 | 0.054 | AAS |
| 3 | 50% | 0.001 | 0.1528 | AAS |
| 4 | 75% | 0.0018 | 0.2399 | AAS |
| 5 | 100% | 0.0046 | 0.4486 | AAS |

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air buangan laboratorium kualitas lingkungan untuk parameter Cr total belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih jauh dibatas ambang 0,05 mg/L dari PP No.82 th. 2001.

Tanaman eceng gondok diambil dari daerah Maguwo Sleman, dalam penelitian ini eceng gondok ditanam pada reaktor yang mana masing-masing reaktor terdapat sekitar 13 eceng gondok yang berat panjang serta ukurannya di perkirakan sama, ini di karenakan agar dalam proses penyerapan tanaman bisa mempunyai kemampuan yang sama. Tanaman eceng gondok tersebut dibiarkan beradaptasi dengan lingkungannya selama 3 hari. Untuk mengetahui konsentrasi Cr total pada tanaman eceng gondok dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Konsentrasi Awal Cr Total Yang Terdapat Pada Tanaman Eceng Gondok

| No. | Sample | Absorbansi | Konsentrasi Cr total (mg/L) | Metode |
|-----|--------|------------|-----------------------------|--------|
| 1 | Akar | 0.0028 | 0.251 | AAS |
| 2 | Daun | 0.0003 | 0.063 | AAS |

Sumber : Data primer 2007

Penelitian ini dilakukan selama 12 hari dimana pengamatan dilakukan setiap hari, akan tetapi untuk pengambilan sampelnya dilakukan selang 3 hari, ini bertujuan untuk bisa lebih mengetahui perbandingan penyerapannya yang lebih baik Adapun konsentrasi limbah yang berbeda-beda yaitu konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Untuk mengetahui konsentrasi Cr total pada tanaman eceng gondok baik pada akar dan daun dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 di bawah ini:

4.1.2 Hasil Pengujian Kandungan Cr Total Limbah cair Laboratorium Kualitas Lingkungan Setelah Perlakuan

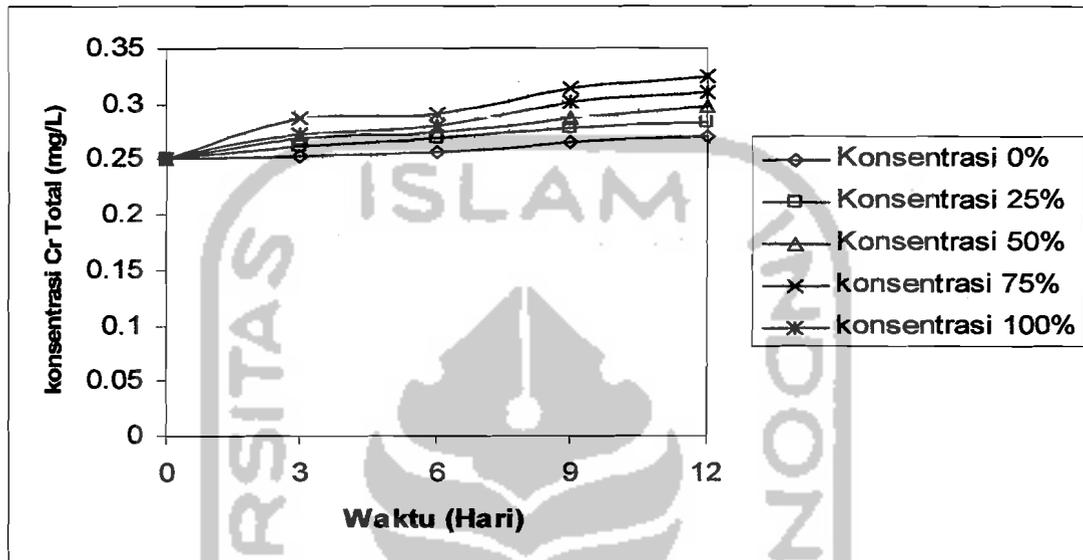
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kandungan Cr Total Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

| Akar | hari ke 0 Cr | | hari ke 3 Cr | | hari ke 6 Cr | | hari ke 9 Cr | | hari ke 12 Cr | |
|------|-----------------|---|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 0% | 0.251 | - | 0.252 | 0.255 | 0.256 | 0.258 | 0.265 | 0.268 | 0.27 | 0.274 |
| 25% | 0.251 | - | 0.261 | 0.264 | 0.268 | 0.272 | 0.277 | 0.281 | 0.284 | 0.289 |
| 50% | 0.251 | - | 0.269 | 0.273 | 0.274 | 0.281 | 0.286 | 0.292 | 0.297 | 0.305 |
| 75% | 0.251 | - | 0.286 | 0.291 | 0.291 | 0.293 | 0.314 | 0.316 | 0.324 | 0.331 |
| 100% | 0.251 | - | 0.273 | 0.277 | 0.279 | 0.281 | 0.302 | 0.306 | 0.311 | 0.318 |

Sumber : Data primer 2007

Dapat dilihat bahwa kandungan Cr total pada akar tanaman eceng gondok mengalami kenaikan dari hari ke-3 sampai dengan hari ke-12. Setiap reaktor variasi konsentrasi limbah memiliki kemampuan daya serap akar tanaman terhadap kandungan logam khromium total yang berbeda-beda. Dapat disimpulkan bahwa logam Cr total dapat diserap oleh akar tanaman eceng gondok.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dibuat grafik hubungan antara penyerapan kandungan khrom dengan variasi konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dan variasi waktu kontak 0, 3, 6, 9 dan 12 hari sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Penyerapan Kandungan Cr Total dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Variasi Waktu Kontak Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

Dapat dilihat pada Grafik 4.1 konsentrasi logam Cr total dalam akar dari hari ke-0 sampai hari ke-12 mengalami kenaikan setiap konsentrasinya. Konsentrasi Cr total terbesar pada konsentrasi 75% dan kandungan Cr total terkecil pada konsentrasi 25%. Untuk konsentrasi 75% mengalami kenaikan yang stabil dan konsentrasi Cr total paling besar dari konsentrasi lainnya. Ini disebabkan semakin besar kandungan logam Cr total semakin besar pula logam Cr total yang diserap oleh akar. Proses penyerapan unsur-unsur kimia oleh tanaman air dilakukan lewat membran sel yaitu secara osmosis. Kation dari unsur-unsur kimia tersebut terdapat di dalam molekul air

dan dikelilingi oleh molekul air lainnya. Jadi jumlah ion yang berdifusi ke rambut-rambut akar terkandung pada jumlah molekul air yang berdifusi ke membran sel. Semakin banyak molekul air yang diserap oleh tanaman eceng gondok, berarti semakin banyak ion-ion logam tersebut masuk ke dalam tubuh tanaman (Supradata,1992).

Semakin lama eceng gondok ditanam, semakin banyak logam yang terserap sehingga yang tersisa dalam media tanam semakin kecil. Apabila konsentrasi logam yang tersedia semakin kecil, maka yang terserap lebih kecil menyebabkan kemampuan eceng gondok dalam menyerap logam Cr total terbatas. Peningkatan konsentrasi logam Cr total yang semakin tinggi menyebabkan toksisitas pada tanaman eceng gondok mampu menyerap logam berat lebih tinggi pada hari yang ke-12.

Pada Tabel 4.4 di bawah ini menunjukkan hasil pemeriksaan konsentrasi Cr total pada daun tanaman eceng gondok pada reaktor dengan variasi konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan variasi waktu kontak 0, 3, 6, 9 dan 12 hari sebagai berikut :

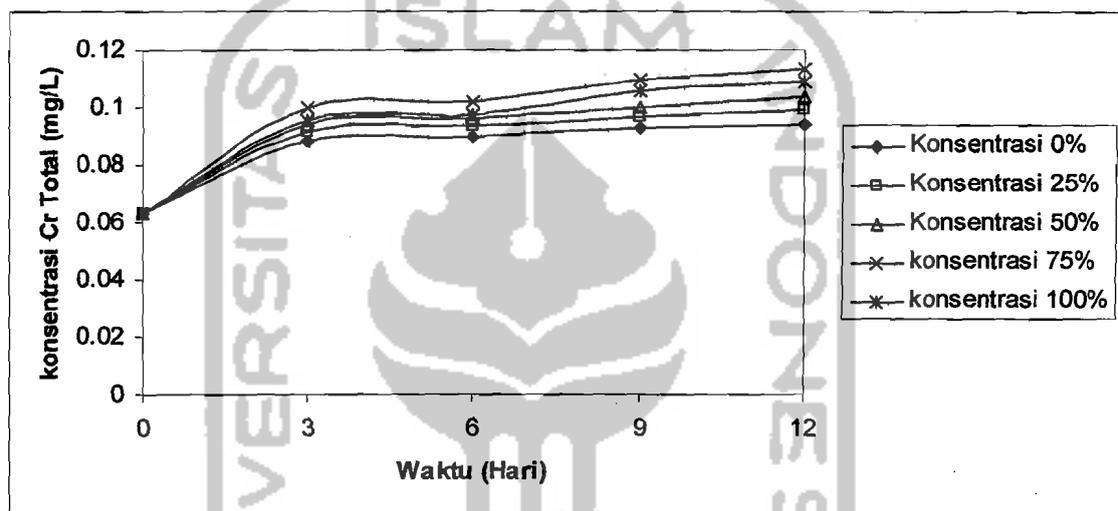
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kandungan Cr Total Pada Daun Tanaman Eceng Gondok

| Daun | hari ke 0 Cr | | hari ke 3 Cr | | hari ke 6 Cr | | hari ke 9 Cr | | hari ke 12 Cr | |
|------|-----------------|---|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 0% | 0.063 | - | 0.0882 | 0.0893 | 0.0896 | 0.0903 | 0.0928 | 0.0938 | 0.0945 | 0.0959 |
| 25% | 0.063 | - | 0.0914 | 0.0924 | 0.0938 | 0.0952 | 0.0970 | 0.0984 | 0.0994 | 0.1012 |
| 50% | 0.063 | - | 0.0942 | 0.0956 | 0.0959 | 0.0984 | 0.1001 | 0.1022 | 0.1040 | 0.1068 |
| 75% | 0.063 | - | 0.1001 | 0.1019 | 0.1019 | 0.1025 | 0.1099 | 0.1106 | 0.1134 | 0.1159 |
| 100% | 0.063 | - | 0.0956 | 0.0970 | 0.0977 | 0.0984 | 0.1057 | 0.1071 | 0.1089 | 0.1113 |

Sumber : Data primer 2007

Dapat dilihat bahwa kandungan Cr total pada daun tanaman eceng gondok mengalami kenaikan dari hari ke-3 sampai dengan hari ke-12. dapat di simpulkan bahwa logam Cr total dapat diserap oleh daun tanaman eceng gondok.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dibuat grafik hubungan antara penyerapan kandungan Cr total dengan variasi konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dan variasi waktu kontak 0, 3, 6, 9 dan 12 hari sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Penyerapan Kandungan Cr Total dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Variasi Waktu Kontak Pada Daun Tanaman Eceng

Dari Gambar 4.1 dan 4.2 dapat diketahui bahwa penyerapan kandungan Cr total terbesar dari akar dan daun tanaman eceng gondok terjadi pada konsentrasi 75% pada hari ke-12. Penyerapan oleh akar dan daun dengan konsentrasi 75% mengalami serapan logam Cr total dengan stabil. Hal ini dikarenakan semakin besar kandungan logam Cr total semakin besar pula logam Cr total yang diserap oleh akar dan daun tanaman eceng gondok. Penyerapan pada konsentrasi 100% mengalami kejenuhan

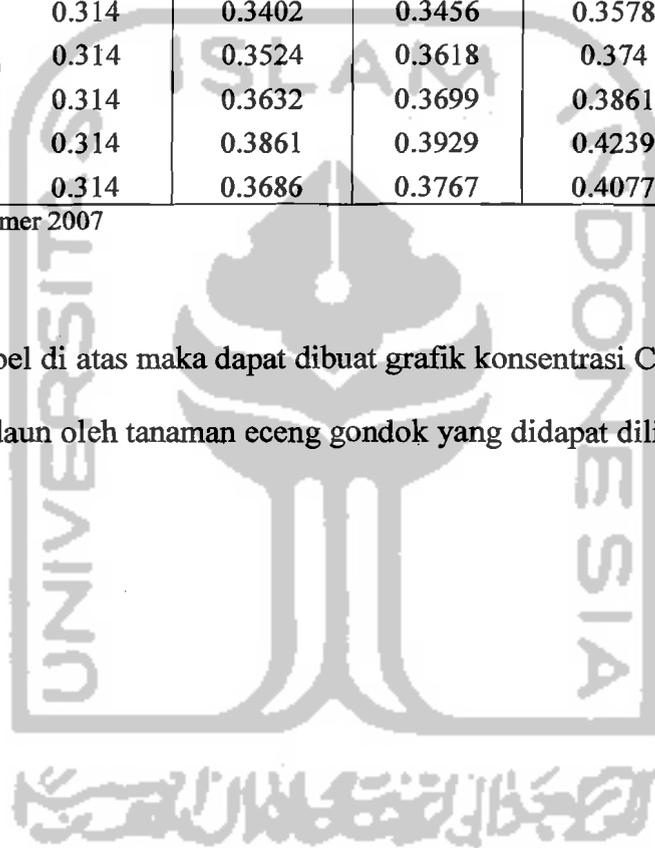
pada tanaman sehingga kemampuan tanaman eceng gondok menyerap logam Cr total menurun yang disebabkan pengaruh konsentrasi limbah yang terlalu tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok pada semua variasi konsentrasi dapat tumbuh dengan baik.

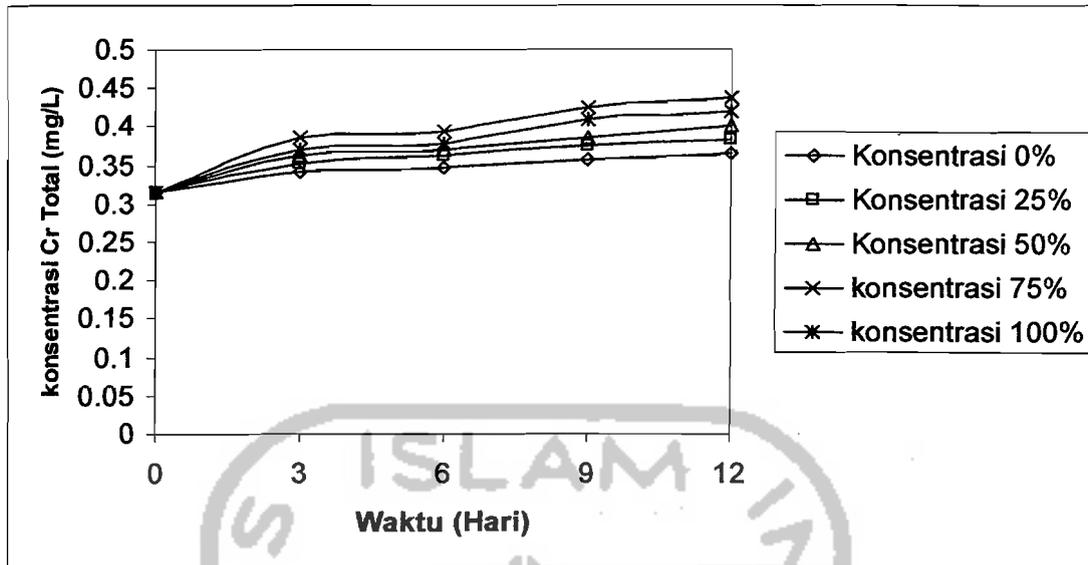
Tabel 4.5 Konsentrasi Cr Total Pada Tanaman Eceng Gondok

| Konsentrasi | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0% | 0.314 | 0.3402 | 0.3456 | 0.3578 | 0.3645 |
| 25% | 0.314 | 0.3524 | 0.3618 | 0.374 | 0.3834 |
| 50% | 0.314 | 0.3632 | 0.3699 | 0.3861 | 0.401 |
| 75% | 0.314 | 0.3861 | 0.3929 | 0.4239 | 0.4374 |
| 100% | 0.314 | 0.3686 | 0.3767 | 0.4077 | 0.4199 |

Sumber : Data primer 2007

Dari tabel di atas maka dapat dibuat grafik konsentrasi Cr total baik pada akar maupun pada daun oleh tanaman eceng gondok yang didapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :





Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Penyerapan Kandungan Cr Total dengan Variasi Konsentrasi Limbah dan Variasi Waktu Kontak Pada Tanaman Eceng Gondok

Dapat dilihat dari Gambar 4.3 di atas daya serap total tanaman eceng gondok tidak sama antara satu konsentrasi dengan konsentrasi yang lainnya. Penyerapan total terbesar pada konsentrasi 75%, hal ini dikarenakan pada konsentrasi 75% memiliki serapan kandungan kromium yang stabil.

4.2 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Oleh Tanaman Eceng Gondok

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

4.2.1 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Oleh Akar Eceng Gondok

Berikut ini adalah tabel tingkat penyerapan akar tanaman eceng gondok pada setiap variasi waktu pengambilan sampel.

Tabel 4.6 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

| AKAR | Tingkat penyerapan Cr total (mg/l) | | | | |
|------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.00100 | 0.00400 | 0.00900 | 0.00500 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.01000 | 0.00700 | 0.00900 | 0.00700 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.01800 | 0.00500 | 0.01200 | 0.01100 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.03500 | 0.00500 | 0.02300 | 0.01000 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.02200 | 0.00600 | 0.02300 | 0.00900 |

Sumber : Data primer 2007

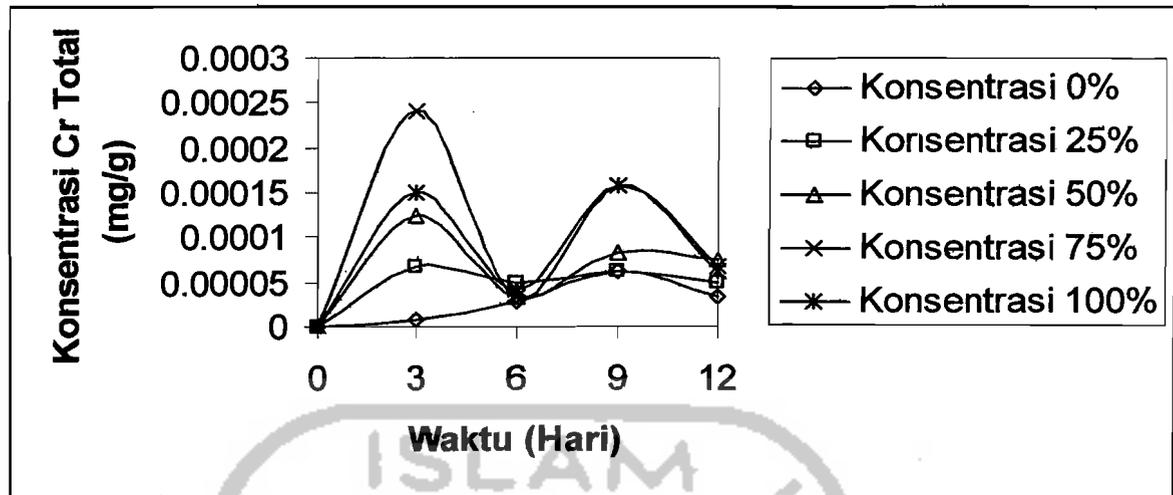
Dibawah ini adalah tabel tingkat penyerapan logam Cr total pada akar tanaman eceng gondok :

Tabel 4.7 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

| AKAR | Tingkat penyerapan Cr total (mg/gr) | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.00001 | 0.00003 | 0.00006 | 0.00003 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.00007 | 0.00005 | 0.00006 | 0.00005 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.00012 | 0.00003 | 0.00008 | 0.00008 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.00024 | 0.00003 | 0.00016 | 0.00007 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.00015 | 0.00004 | 0.00016 | 0.00006 |

Sumber : Data primer 2007

Dari Tabel 4.7 di atas menunjukkan akar tanaman eceng gondok mampu menyerap logam Cr total maksimal 0.00024 mg/g pada konsentrasi limbah 75% pada hari ketiga. Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penyerapan akar eceng gondok pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.4 Grafik Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

Dari Gambar 4.4 di atas dapat dilihat tingkat penyerapan oleh akar tanaman eceng gondok berbeda-beda. Pada hari ke-3 akar tanaman eceng gondok mampu menyerap limbah untuk konsentrasi 0% sebesar 0.00001 mg/g, pada konsentrasi limbah 25% sebesar 0.00007 mg/g, pada konsentrasi limbah 50% sebesar 0.00012 mg/g pada konsentrasi limbah 75% dan sebesar 0.00024 mg/g dan pada konsentrasi limbah 100% sebesar 0.00015 mg/g, dan dapat dilihat bahwa tingkat penyerapan terbesar hari ke-3 pada konsentrasi 75%. Pada hari ke-12 konsentrasi 25% sampai dengan konsentrasi 100% tingkat penyerapan oleh akar mengalami penurunan, hal ini dikarenakan konsentrasi 25% sampai dengan konsentrasi 100% mengalami kejenuhan yang mengakibatkan daya serap akar di hari ke-12 semakin menurun. berbeda dengan konsentrasi 0% pada hari ke-12 akar menyerap maksimal.

4.2.2 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Oleh Daun Eceng Gondok

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

Tabel 4.8 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Daun Tanaman Eceng Gondok

| DAUN | Tingkat penyerapan Cr total (mg/l) | | | | |
|------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.02520 | 0.00140 | 0.00320 | 0.00170 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.02840 | 0.00240 | 0.00320 | 0.00240 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.03120 | 0.00170 | 0.00420 | 0.00390 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.03710 | 0.00180 | 0.00800 | 0.00350 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.03260 | 0.00210 | 0.00800 | 0.00320 |

Sumber : Data primer 2007

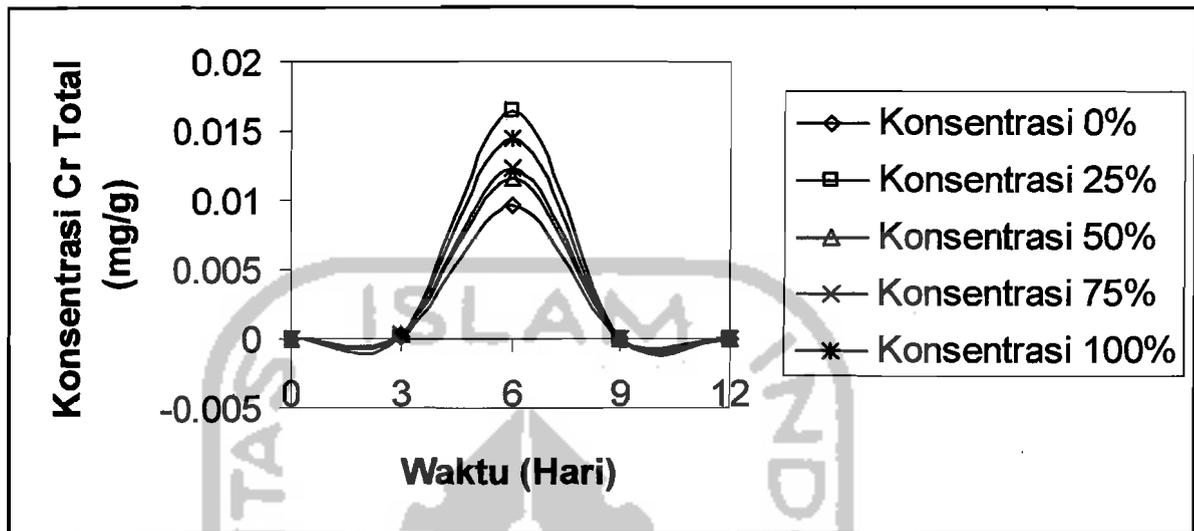
Tabel 4.9 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Daun Tanaman Eceng Gondok

| DAUN | Tingkat penyerapan Cr total (mg/gr) | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.00023 | 0.00962 | 0.00003 | 0.00002 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.00026 | 0.01650 | 0.00003 | 0.00002 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.00028 | 0.01169 | 0.00004 | 0.00004 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.00034 | 0.01238 | 0.00007 | 0.00003 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.00030 | 0.01444 | 0.00007 | 0.00003 |

Sumber : Data primer 2007

Dari Tabel 4.9 di atas dapat dilihat tingkat penyerapan oleh daun tanaman eceng gondok berbeda-beda. Pada hari ke-3 daun tanaman eceng gondok mampu menyerap limbah untuk konsentrasi 0% sebesar 0.00023 mg/g, pada konsentrasi limbah 25% sebesar 0.00026 mg/g, pada konsentrasi limbah 50% sebesar 0.00028 mg/g pada konsentrasi limbah 75% dan sebesar 0.00034 mg/g dan pada konsentrasi limbah 100% sebesar 0.00030 mg/g, dan dapat dilihat bahwa tingkat penyerapan daun terbesar hari ke-3 pada konsentrasi 75%.

Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penyerapan akar eceng gondok pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.5 Grafik Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Daun Tanaman Eceng Gondok

4.2.3 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Oleh Tanaman Eceng Gondok

Berikut ini adalah tabel tingkat penyerapan tanaman (akar dan daun) eceng gondok secara keseluruhan dalam menyerap kandungan logam pada setiap variasi waktu pengambilan sampel.

Tabel 4.10 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Tanaman Eceng Gondok

| TOTAL | Tingkat penyerapan Cr total (mg/l) | | | | |
|------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.02620 | 0.00540 | 0.01220 | 0.00670 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.03840 | 0.00940 | 0.01220 | 0.00940 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.04920 | 0.00670 | 0.01620 | 0.01490 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.07210 | 0.00680 | 0.03100 | 0.01350 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.05460 | 0.00810 | 0.03100 | 0.01220 |

Sumber : Data primer 2007

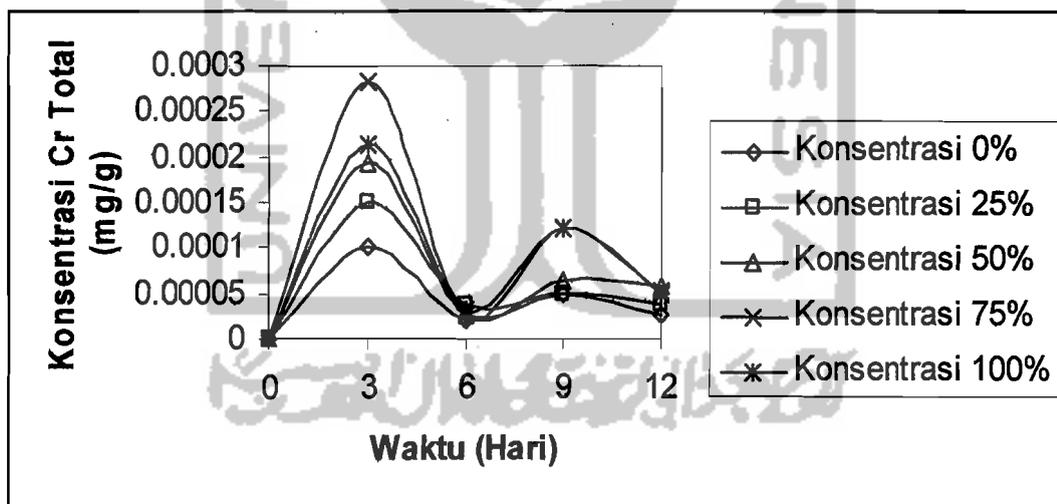
Tabel 4.11 Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Tanaman Eceng Gondok

| TOTAL | Tingkat penyerapan Cr total (mg/gr) | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| Konsentrasi 0% | 0 | 0.00010 | 0.00002 | 0.00005 | 0.00003 |
| Konsentrasi 25% | 0 | 0.00015 | 0.00004 | 0.00005 | 0.00004 |
| Konsentrasi 50% | 0 | 0.00019 | 0.00003 | 0.00006 | 0.00006 |
| Konsentrasi 75% | 0 | 0.00028 | 0.00003 | 0.00012 | 0.00005 |
| Konsentrasi 100% | 0 | 0.00021 | 0.00003 | 0.00012 | 0.00005 |

Sumber : Data primer 2007

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui tingkat penyerapan logam Cr total pada tanaman eceng gondok hari ke-12 terbesar pada konsentrasi 50% sebesar 0.00006 mg/g. Dimana kondisi tanaman mengalami pertumbuhan dengan adanya akar-akar baru dan tumbuhnya tunas baru (dapat di lihat pada lampiran C Gambar 7).

Untuk mengetahui perbedaan dari tingkat penyerapan total tanaman eceng gondok pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.6 Grafik Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Pada Tanaman Eceng Gondok

Hasil analisis pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa tingkat penyerapan tanaman eceng gondok logam Cr total mengalami penyerapan kenaikan dan penurunan. Dari Gambar 4.6 diatas dapat dilihat tingkat penyerapan oleh tanaman eceng gondok berbeda-beda. Pada hari ke-3 akar tanaman eceng gondok mampu menyerap limbah untuk konsentrasi 0% sebesar 0.00010 mg/g , pada konsentrasi limbah 25% sebesar 0.00015 mg/g, pada konsentrasi limbah 50% sebesar 0.00019 mg/g pada konsentrasi limbah 75% sebesar 0.00028 mg/g dan pada konsentrasi limbah 100% sebesar 0.00021 mg/g, dan dapat dilihat bahwa tingkat penyerapan terbesar hari ke-3 pada konsentrasi 75%, dimana tanaman eceng gondok mengalami adaptasi dan mulai menyerap kandungan logam khromium total. Pada hari ke-6 dan hari ke-12 konsentrasi 0% sampai dengan konsentrasi 100% tingkat penyerapan oleh tanaman mengalami penurunan dan pada hari ke-9 konsentrasi 0% sampai dengan konsentrasi 100% mengalami kenaikan.

Tabel 4.12 Hasil Penyerapan Logam Cr Total Pada Akar dan Daun Tanaman Eceng Gondok Di Hari Ke-12

| Konsentrasi Limbah | Serapan terhadap logam Cr total (mg/L) | |
|--------------------|--|--------|
| | Akar | Daun |
| 0% | 0.27 | 0.0945 |
| 25% | 0.284 | 0.0994 |
| 50% | 0.297 | 0.1040 |
| 75% | 0.324 | 0.1134 |
| 100% | 0.311 | 0.0945 |

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cr total pada akar lebih tinggi dibandingkan dengan daun. Hal ini disebabkan karena akar merupakan media pertama yang dilalui oleh logam Cr total dan akar melalui bulu akar akan

ditransport menuju daun melalui pembuluh kayu (*xylem*) (Dwidjoseputro,1986) kemudian untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan melakukan detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (Collins,1999). Akumulasi ion toksik pada akar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bagian pucuk (Loveless,1987). Di dalam fitoremediasi tanaman eceng gondok termasuk dalam golongan tumbuhan rizofiltrasi. Fitoremediasi berarti penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Dimana rizofiltrasi adalah pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi logam dari aliran limbah. Sehingga logam Cr total yang terserap oleh tanaman eceng gondok cenderung terakumulasi di akar.

4.2.4 Analisa Tingkat Penyerapan Logam Cr Total Oleh Tanaman Eceng Gondok Dengan Tingkat Penurunan Kandungan Logam Cr Total Pada Limbah

Dari Tabel 4.11 di atas dapat diketahui tingkat penyerapan logam Cr total oleh tanaman eceng gondok, maka dapat kita bandingkan dengan penelitian mengenai penurunan kandungan logam Cr total itu sendiri pada limbah laboratorium kualitas lingkungan. Penurunan kandungan Cr total tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.13 Tingkat Penurunan Kandungan Logam Cr Total Pada Limbah

| Konsentrasi Limbah | Penurunan Kandungan Cr total (mg/L) | | | | |
|--------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | hari ke-0 | hari ke-3 | hari ke-6 | hari ke-9 | hari ke-12 |
| 0% | 0 | 0.0017 | 0.0083 | 0 | 0 |
| 25% | 0 | 0.0167 | 0.0283 | 0.0090 | 0 |
| 50% | 0 | 0.0300 | 0.0383 | 0.0583 | 0 |
| 75% | 0 | 0.0583 | 0.0667 | 0.1050 | 0 |
| 100% | 0 | 0.0367 | 0.0467 | 0.0850 | 0.1803 |

Sumber : Data primer 2007

Dari hasil perbandingan antara Tabel 4.11 dengan Tabel 4.13 terlihat perbedaan antara besarnya tingkat serapan eceng gondok dengan besarnya tingkat penurunan kandungan logam Cr total pada air limbah.

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 0.0367 mg/l dan tingkat penyerapan eceng gondok sebesar 0.05460 mg/l. Disini terlihat tingkat penyerapan eceng gondok lebih besar dibandingkan dengan tingkat penurunan limbah. Hal ini menunjukkan eceng gondok mampu menyerap kandungan logam khromium total dari air limbah sebesar 0.0367 mg/l dan kandungan logam khromium total lainnya dapat berasal dari zona substrat. Jadi dapat disimpulkan bahwa pada zona substrat yaitu tanah itu sendiri telah mengandung logam Cr total.

4.3 Effisiensi Penyerapan Logam Cr Total Oleh Tanaman Eceng Gondok

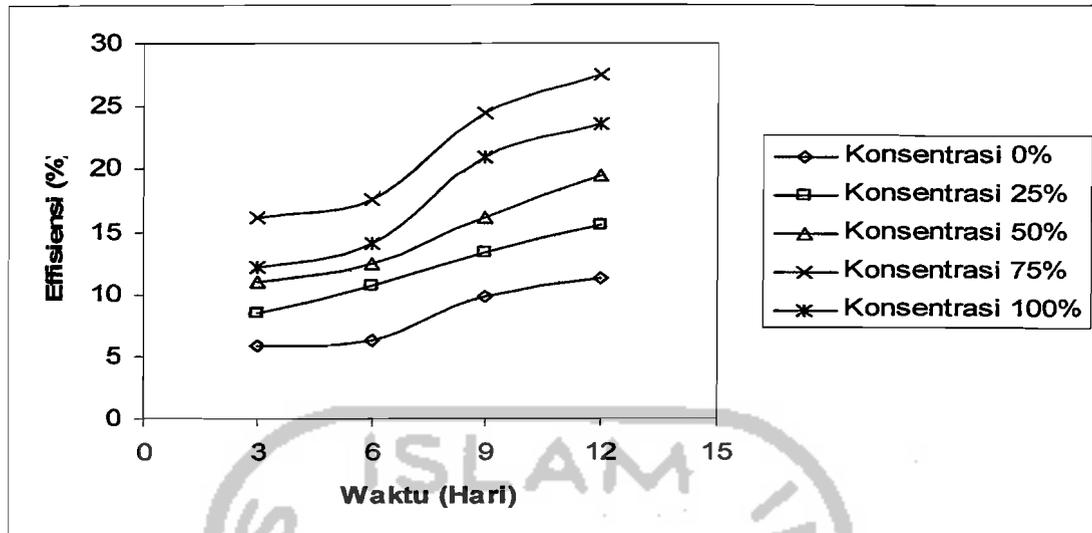
Dari hasil penelitian besarnya penyerapan logam Cr total oleh tanaman dapat dicari effisiensinya dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.14 Effisiensi Penyerapan Logam Cr Total Pada Tanaman Eceng Gondok

| No. | Variasi Konsentrasi Air Limbah (%) | Satuan | Waktu | | | |
|-----|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 1 | 0 | % | 5.84 | 6.24 | 9.76 | 11.26 |
| 2 | 25 | % | 8.56 | 10.66 | 13.37 | 15.47 |
| 3 | 50 | % | 10.97 | 12.46 | 16.07 | 19.39 |
| 4 | 75 | % | 16.07 | 17.59 | 24.50 | 27.51 |
| 5 | 100 | % | 12.17 | 13.98 | 20.89 | 23.61 |

Sumber : Data Primer 2007

Dari Tabel 4.14 diatas maka dapat dibuat grafik effisiensi penyerapan logam Cr total oleh tanaman eceng gondok yang didapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini :



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Penyerapan Logam Cr Total Oleh Tanaman Eceng Gondok

Dari Gambar 4.7 di atas dapat dilihat bahwa efisiensi penyerapan logam Cr total oleh tanaman eceng gondok pada hari ke-12 terbesar adalah pada konsentrasi 75%. Kondisi tersebut menyebabkan keadaan eceng gondok pada hari ke-12 menurun yang ditandai dengan perubahan warna daunnya dari hijau segar menjadi coklat kering (Lihat pada lampiran C Gambar 7).

Selain dilakukan penelitian serapan tanaman eceng gondok, juga dilakukan penelitian terhadap fisik tanaman eceng gondok Hasil penelitian terhadap fisik tanaman eceng gondok sebagai berikut:

4.4 Hasil Penelitian Terhadap Fisik Tanaman Eceng Gondok

Hasil penelitian terhadap fisik tanaman eceng gondok meliputi panjang akar, panjang batang, panjang daun, lebar daun, warna akar, warna batang, warna daun., pH.

Tabel 4.15 Hasil Penelitian Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari

| Fisik | Konsentrasi Limbah (%) | Variasi Morfologi Tanaman | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------|---------------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Panjang Akar (Cm) | 0 | 16 | 16 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 17 | 17 | 17 | 17.5 | 17.5 | 18 | 18 | |
| | 25 | 16 | 16 | 16 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 17 | 17 | 17 | 17.5 | 17.5 | |
| | 50 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 17 | 17 | |
| | 75 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 17 | 17 |
| | 100 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 | 16.5 |
| Panjang Daun (Cm) | 0 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14.5 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16.5 | |
| | 25 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | |
| | 50 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | |
| | 75 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | |
| | 100 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | |
| Lebar Daun (Cm) | 0 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | |
| | 25 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13.5 | 13.5 | 14 | 14 | 14 | 14 | |
| | 50 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11 | 11 | 11 | 11 | |
| | 75 | 13 | 13 | 12.5 | 12 | 11 | 11 | 10 | 9 | 9 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | |
| | 100 | 13 | 13 | 12.5 | 12 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7.5 | 7 | 7 | 7 | 7 | |
| Panjang Batang (Cm) | 0 | 40 | 40 | 40 | 40.5 | 41 | 41.5 | 41.5 | 42 | 42 | 42 | 42.5 | 43 | 43 | |
| | 25 | 40 | 40 | 40 | 41 | 41 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | |
| | 50 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40.5 | 40.5 | 41 | 41 | 42 | 42 | 42 | 42 | |
| | 75 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| | 100 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | |

Sumber : Data Primer 2007

Terlihat pada tabel di atas 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.

Selain penelitian terhadap fisik Tanaman eceng gondok meliputi panjang akar, panjang batang, panjang daun, lebar daun, warna akar, warna batang, warna daun juga dilakukan penelitian terhadap pH. Didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.16 Hasil Penelitian pH Selama 12 Hari

| Konsentrasi Limbah (%) | pH Pada Hari Ke- | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| 25 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 50 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 75 | 7 | 7 | 7 | 7.5 | 7.5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| 100 | 7 | 7 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Sumber : Data Primer 2007

Perubahan pH diakibatkan adanya penimbunan logam pada membran sel pada akar tanaman eceng gondok yang membentuk suatu zat pengikat, sehingga apabila penyerapan yang terlalu tinggi atau rendah dapat menaikkan atau menurunkan pH dari tanaman.

Tabel 4.17 Hasil Penelitian Perubahan Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari

| Fisik | Konsentrasi Limbah (%) | Sebelum Penelitian | Sesudah Penelitian |
|--------|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Daun | 0 | segar, hijau | segar, hijau |
| | 25 | segar, hijau | segar, hijau |
| | 50 | segar, hijau | layu, kuning ada tumbuh tunas baru |
| | 75 | segar, hijau | coklat kering, ada tumbuh tunas baru |
| | 100 | segar, hijau | coklat kering |
| Akar | 0 | hitam kecoklatan | hitam kecoklatan |
| | 25 | hitam kecoklatan | coklat tua, adanya akar-akar baru |
| | 50 | hitam kecoklatan | coklat tua, adanya akar-akar baru |
| | 75 | hitam kecoklatan | coklat muda |
| | 100 | hitam kecoklatan | coklat muda |
| Batang | 0 | hijau | hijau |
| | 25 | hijau | hijau |
| | 50 | hijau | agak layu, berwarna kecoklatan |
| | 75 | hijau | layu, kering, berwarna kecoklatan |
| | 100 | hijau | layu, kering, berwarna kecoklatan |

Sumber : Data Primer 2007

Dari hasil pengamatan Tabel 4.15 dan Tabel 4.17 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman eceng gondok pada masing-masing konsentrasi terjadi pertumbuhan yang berbeda-beda pada setiap tanaman. Ini dapat dilihat dari perubahan 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 Cr total.

4.5 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.

4.5.1 Uji Statistik Parameter Cr Total Pada Akar Tanaman Eceng Gondok

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

Tabel 4.18 Pengaruh Variasi Konsentrasi Akar dan Waktu Terhadap Penyerapan Kadar Cr Total

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Crtotal.AKAR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | .010 ^a | 8 | .001 | 17.448 | .000 |
| Intercept | 1.901 | 1 | 1.901 | 26416.862 | .000 |
| WAKTU | .007 | 4 | .002 | 22.660 | .000 |
| LIMBAH | .004 | 4 | .001 | 12.236 | .000 |
| Error | .001 | 16 | .000 | | |
| Total | 1.912 | 25 | | | |
| Corrected Total | .011 | 24 | | | |

a. R Squared = .897 (Adjusted R Squared = .846)

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

- a. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 12,236 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Cr total diantara variasi konsentrasi air limbah.
- b. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 22,660 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Cr total diantara variasi waktu pengambilan limbah.

4.5.2 Uji Statistik Parameter Cr Total Pada Daun Tanaman Eceng Gondok

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

Tabel 4.19 Pengaruh Variasi Konsentrasi Akar dan Waktu Terhadap Penyerapan Kadar Cr Total

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Crtotal.DAUN

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | .006 ^a | 8 | .001 | 83.249 | .000 |
| Intercept | .210 | 1 | .210 | 23819.710 | .000 |
| WAKTU | .005 | 4 | .001 | 154.232 | .000 |
| LIMBAH | .000 | 4 | .000 | 12.265 | .000 |
| Error | .000 | 16 | .000 | | |
| Total | .216 | 25 | | | |
| Corrected Total | .006 | 24 | | | |

a. R Squared = .977 (Adjusted R Squared = .965)

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

- c. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 12,265 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Cr total diantara variasi konsentrasi air limbah.
- d. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 154,232 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar Cr total diantara variasi waktu pengambilan limbah.

