

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

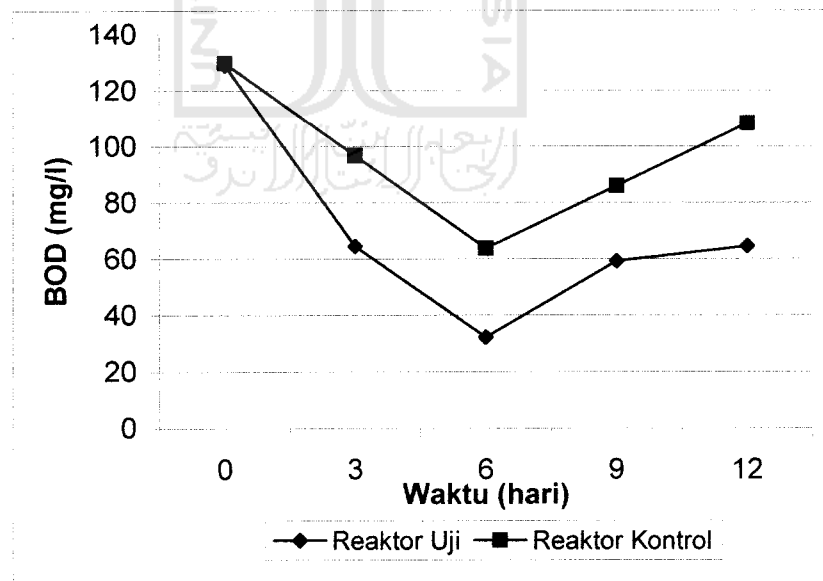
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi BOD dan E.coli pada limbah cair *septic tank* Mataram Citra Sembada *Catering* dengan *wastewater garden*, menggunakan 6 jenis tanaman air yaitu melati air (*Echinodorus paleafluis*), cyperus papyrus (*Cyperus papyrus*), Futoi (*Hippochaetes lymnenalis*), pisang-pisangan (*Holicoinas rostrata*), pickerel rush (*Pontedoria cordata*) dan cattail (*Typha latifolia*).

Penelitian diawali dengan membuat reaktor yang ditanam di dalam tanah, berukuran 1m x 0,5 m x 1 m, dilapisi dengan triplek, terpal dan plastik, yang bertujuan agar kedap air. Reaktor terdiri dari reaktor uji (dengan tanaman, media kerikil dan limbah 100 %) dan reaktor kontrol (tanpa tanaman, media kerikil dan limbah 100 %). Dalam reaktor uji terdapat 30 buah tanaman air, yang tiap jenis tanaman terdapat 5 buah dalam reaktor dengan jarak tanam 15 cm x 8 cm. Setiap 3 hari sekali selama 12 hari, air limbah diambil untuk dianalisis di laboratorium kualitas air Teknik Lingkungan.

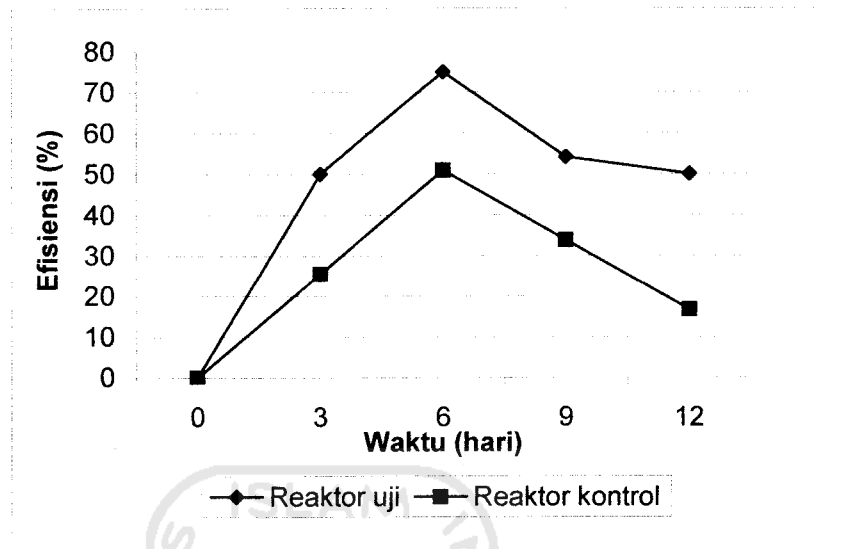
#### 4.1. Analisa Kualitas Limbah Cair

##### 4.1.1. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

*Biological Oxygen Demand (BOD)* adalah banyaknya oksigen terlarut yang digunakan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik secara biokimia dalam air (Metcalf and Eddy, 1991). BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat dalam botol BOD yang di inkubasi pada suhu sekitar 20° C selama 5 hari, dalam keadaan tanpa cahaya (Effendi, 2003). Pada penelitian ini, pengujian BOD dilakukan setiap 3 hari sekali selama 12 hari, dengan mengambil titik sampel pada outlet saja. Berikut ini merupakan hasil analisa dan efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada kedua reaktor :



Gambar 4.1. Konsentrasi *Biological Oxygen Demand (BOD)*



**Gambar 4.2. Efisiensi *Biological Oxygen Demand* (BOD)**

Hasil penelitian dari pengolahan limbah cair *septic tank* industri *catering* dengan menggunakan sistem *wastewater garden* ini, menunjukkan terjadi penurunan konsentrasi air limbah dengan menggunakan dua perlakuan, yaitu reaktor uji, dengan tanaman dan diberikan limbah 100 % dan reaktor kontrol, tanpa tanaman dan diberikan limbah 100 %. Antara kedua perlakuan tersebut mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menurunkan konsentrasi BOD.

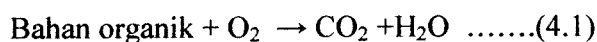
Berdasarkan Gambar 4.1, menunjukkan bahwa untuk reaktor uji, dengan tanaman dan diberikan limbah 100 % mengalami penurunan konsentrasi yaitu sebesar 74,99 % dengan konsentrasi awal limbah 129,03 mg/l menjadi 32,25 mg/l pada hari ke-6. Proses penurunan konsentrasi limbah *septic tank* ini dilakukan oleh adanya peranan dari aktivitas mikroorganisme dan tanaman-

tanaman air dalam reaktor *wastewater garden*. Selain hal tersebut, terdapat faktor lain yang mendukung proses penguraian bahan organik yaitu oksigen. Oksigen dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik karbon yang terkandung dalam limbah, secara aerobik, oleh mikroorganisme. Suplai oksigen dalam reaktor uji diperoleh dari proses fotosintesis tanaman, proses difusi dari atmosfer ke permukaan air dan translokasi oksigen menuju lapisan rhizosphere (Merz,2000).

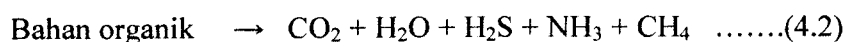
Limbah cair berasal dari *septic tank*, yang kemungkinan masih terjadi dekomposisi limbah secara anaerobic. Sehingga saat berada di reaktor, masih terjadi penguraian secara anaerobik pada hari ke-0, hal ini dapat diketahui dari bau yang tercium. Saat limbah berada didalam reaktor, limbah akan kontak (bersentuhan) dengan media (*gravel*) dan akar tanaman. Bakteri-bakteri akan berkumpul dan berkembang biak pada *gravel* dan akar tanaman tersebut, sehingga jumlahnya cukup untuk meremoval bahan-bahan organik yang terdapat pada limbah (Kristanto,2002).

Proses penurunan BOD terjadi pada hari ke-0 hingga hari ke-6. Hal ini disebabkan karena penguraian bahan organik oleh bakteri. Penguraian tersebut terjadi secara anaerob dan aerob dalam reaktor uji. Pada proses aerobik proses penguraian bahan organik karbon berlangsung cepat dan terjadi proses mineralisasi bahan organik secara sempurna. Sedangkan pada proses anaerobik, bahan organik diremoval oleh bakteri tanpa membutuhkan bantuan oksigen.

Penguraian bahan organik secara aerob :



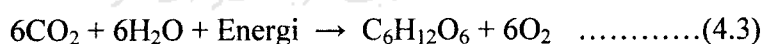
Penguraian bahan organik secara anaerob :



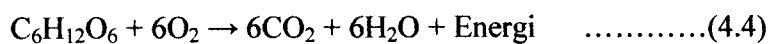
Untuk meremoval bahan organik, diperlukan kerjasama antara tanaman dan mikroorganisme didalam *wetland cell*. Proses respirasi mikroorganisme menghasilkan karbondioksida, air dan energi, yang akan digunakan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Karbohidrat dan oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis dimanfaatkan kembali oleh mikroorganisme untuk menguraikan kembali bahan organik yang tersisa. Demikian seterusnya hubungan simbiosis mutualisme antara mikroorganisme dengan tanaman.

Proses fotosintesis oleh tanaman :

Sinar matahari



Proses respirasi mikroorganisme :



Pada hari ke-6 hingga hari ke-12 terjadi penurunan efisiensi yaitu sebesar 50,02 %. Dengan konsentrasi dari hari ke-6 yaitu 32,25 mg/l menjadi 64,48 mg/l pada hari ke-12. Hal ini kemungkinan disebabkan karena nitrifikasi yang terjadi saat dekomposisi bahan organik. Menurut Delzer dan

McKenzie (2003), untuk beberapa air buangan, khususnya keluaran dari *Wastewater Treatment Plants* yang menggunakan proses pengolahan biologi, nitrifikasi dapat terjadi kurang dari 5 hari jika bakteri ammonia, nitrit dan pengnitrifikasi hadir. Nitrifikasi dalam *wetlands* dapat terjadi secara siklus alami, yang disebabkan adanya aktivitas dari mikroorganisme dalam menguraikan bahan makanannya. Nitrifikasi ini juga memerlukan oksigen, sehingga mengurangi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik. Hal tersebut dapat meningkatkan konsentrasi BOD (Alaert dan Santika, 1984). Limbah cair pada umumnya tertahan di dalam *septic tank* selama 2-3 hari dan di dalam *wastewater garden* selama 5-7 hari, selama waktu dimana limbah cair diolah dan dimurnikan oleh tanaman dan mikroorganisme alami (Nelson, Tredwell, Czech, Gove, Made, Cattin, 2006). Sehingga, dapat dilihat diatas, bahwa waktu optimum penurunan limbah yaitu pada hari ke-6.

Berdasarkan Keputusan KepMenLH No.112 tahun 2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, menyatakan bahwa batas maksimum kandungan BOD adalah 100 mg/l. Dari parameter BOD ini, dapat dilihat bahwa keluaran dari reaktor *wastewater garden* telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Penelitian yang dilakukan oleh MPL laboratorium, Perth untuk analisa kualitas air keluaran *wastewater garden* di Birdwood Downs homestead, Derby, Australia barat, dengan luas 8 m<sup>2</sup>, juga menunjukkan penurunan BOD

hingga 95 % dengan jumlah awal 241 mg/l menjadi 12 mg/l. Tanaman yang dipergunakan adalah heliconia (*bird of paradise*), canna lilies, pandanus palm, coconut palm, plantain, 2 tipe dari *elephant ear*: papyrus and oleander. Kualitas air yang dihasilkan oleh *wastewater garden* berbeda-beda tergantung dari desain, letak lokasi dan tanaman yang dipergunakan (muda atau dewasa) (Nelson, Tredwell, Czech, Depuy, Suraja, Cattin, 2006).

Pada Gambar 4.1, terlihat pula penurunan konsentrasi BOD pada reaktor kontrol yaitu sebesar 50,92 % dengan konsentrasi awal limbah 129,8323 mg/l menjadi 63,7161 mg/l pada hari ke-6. Penurunan konsentrasi BOD ini karena adanya peranan dari mikroorganisme saja. Adanya bakteri pengurai yang melekat pada media kerikil menyebabkan terjadinya penguraian bahan organik dalam limbah. Pertumbuhan melekat (*attached growth*) merupakan proses pengolahan secara biologi, dimana pertumbuhan melekat dapat membentuk lapisan biofilm untuk melekatkan mikroorganisme sehingga dapat tumbuh di atas media pendukung. Penguraian ini dapat terjadi secara aerobik dan anaerobik. Pada hari ke-6 hingga hari ke-12 terjadi penurunan efisiensi yaitu sebesar 16,63 %. Dengan konsentrasi dari hari ke-6 yaitu 63,7161 mg/l menjadi 108,2371 mg/l pada hari ke-12. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh nitrifikasi pula, seperti yang terjadi dalam reaktor uji..

Perbedaan efisiensi antara reaktor uji (dengan tanaman) dan reaktor kontrol (tanpa tanaman) dalam menurunkan konsentrasi BOD dalam limbah

cair *septic tank* pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 4.2. Efisiensi optimum penurunan BOD pada reaktor uji terjadi pada hari ke-6 yaitu sebesar 74.99 %, sedangkan pada reaktor kontrol juga terjadi pada hari ke-6 yaitu sebesar 50.92 %. Reaktor uji dengan tanaman berperan lebih besar dalam penurunan konsentrasi BOD, dibanding dengan reaktor kontrol tanpa tanaman. Dengan bantuan tanaman, bahan organik karbon dapat terremoval lebih cepat karena tidak hanya bakteri saja yang menguraikan bahan organik, melainkan tanaman juga sangat membantu. Sedangkan pada reaktor kontrol yang berperan dalam meremoval bahan organik hanya mikroorganisme saja.

**Tabel 4.1** Tabel Tests of *Between-Subjects Effects* konsentrasi BOD

*Tests of Between-Subjects Effects*

Dependent Variable: BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8835.396	5	1767.079	13.932	.012
Intercept	69563.240	1	69563.240	548.449	.000
MEDIA	1823.224	1	1823.224	14.375	.019
WAKTU	7012.172	4	1753.043	13.821	.013
Error	507.345	4	126.836		
Total	78905.981	10			
Corrected Total	9342.741	9			

a R Squared = .946 (Adjusted R Squared = .878)

Analisa statistik, dengan menggunakan *Tests of Between-Subjects*

*Effects* digunakan hipotesa :

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



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

Dengan dasar pengambilan keputusan :

-  $\alpha > 0,05$ , maka  $H_0$  diterima.                      -  $\alpha < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

*Tests of Between-Subjects Effects* konsentrasi BOD terhadap waktu detensi diperoleh F hitung 13,821 dengan signifikansi 0,013. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti waktu detensi mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD. Hal tersebut, dapat juga dilihat dari hasil pengujian laboratorium yang menunjukkan penurunan. Dengan waktu detensi yang lama, akan memberikan kesempatan kontak yang lebih lama antara mikroorganisme yang tumbuh menempel pada tanaman, oksigen yang dikeluarkan oleh akar tanaman dan air limbah. Oksigen ini membantu mikroorganisme untuk menguraikan limbah, sehingga konsentrasi BOD dapat mengalami penurunan. *Test of Between-Subjects Effects* konsentrasi BOD terhadap media, diperoleh F hitung 14,375 dengan signifikansi 0,019. Oleh karena, probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti media mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD. Dapat diambil kesimpulan, bahwa adanya tanaman di reaktor memiliki pengaruh terhadap perubahan konsentrasi bahan organik dalam reaktor. Karena tanaman dalam reaktor dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak serta

dapat mentransfer oksigen melalui akar, hal itu membantu penurunan konsentrasi BOD.

#### **4.1.2. Jumlah *Escherichia coli***

Bakteri-bakteri patogen ada bermacam-macam dan konsentrasinya agak rendah, hal ini menyebabkan bakteri-bakteri tersebut susah dideteksi. Analisa mikrobiologi untuk bakteri tersebut berdasarkan “organisme petunjuk” (Bioindicator). Bakteri-bakteri ini menunjukkan adanya pencemaran oleh tinja manusia dan hewan berdarah panas, dan mudah dideteksi. Apabila organisme petunjuk tersebut ditemukan dalam sampel air, berarti air tersebut mengandung bakteri patogen. Bakteri jenis *Escherichia Coli* merupakan petunjuk yang paling efisien, karena *E.coli* tersebut hanya dan selalu terdapat dalam tinja. Pengujian *E.coli* dilakukan setiap 3 hari sekali, dengan mengambil titik sampel pada outlet saja. Berikut ini merupakan hasil analisa jumlah *E.coli* dan efisiensi penurunannya:

uji, dengan tanaman dan diberi limbah 100% dan reaktor kontrol, tanpa tanaman dan diberi limbah 100 %. Kedua reaktor menggunakan media yang sama yaitu *gravel* (kerikil). Antara dua perlakuan tersebut mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menurunkan jumlah E.coli.

Berdasarkan Gambar 4.3, menunjukkan terjadinya penurunan jumlah E.coli pada reaktor uji dan kontrol. Pada reaktor uji, E.coli mengalami penurunan sebesar 93,88 %, dengan jumlah awal yaitu >1898 E.coli menjadi 116 E.coli, pada hari ke-12. Penurunan jumlah E.coli dikarenakan adanya peranan dari mikroorganisme, media *gravel* dan tanaman-tanaman air yang dipergunakan. Pada proses fisik, E.coli yang terkandung dalam limbah cair *septic tank* saat berada dalam reaktor mengalami filtrasi (penyaringan). E.coli akan tersangkut dan tersaring oleh media *gravel* dan struktur akar tanaman air yang memiliki akar serabut. Hal ini, menyebabkan jumlah E.coli dapat berkurang. Selain itu, E.coli dapat mengalami *adherence* (pelekatan), yang mana bakteri patogen/virus akan melekat pada akar dan mati. Penurunan E.coli dapat juga disebabkan karena sedimentasi, E.coli bergabung dengan padatan lainnya dan jatuh ke dasar reaktor untuk mati. E.coli juga mengalami *adsorption* oleh *gravel* dan akar tanaman yang menyebabkan penurunan jumlahnya. Pada proses biologi, penurunan E.coli dapat terjadi karena *predation* yaitu pemakanan oleh mikroorganisme predator. Hal ini disebabkan mikroorganisme mengkonsumsi bakteri-bakteri patogen, yang mana jumlah

mikroorganisme tersebut jauh lebih banyak dibanding E.coli, sehingga E.coli akan lenyap atau terserang oleh mikroorganisme predation. Adapun yang termasuk dalam mikroorganisme predator yaitu protozoa, amouba dan invertebrata. E.coli juga akan mengalami kematian secara alami (*natural die-off*) yang menyebabkan pengurangan jumlahnya. Akibat dari kompetisi dalam memperebutkan makanan, maka mikroorganisme yang jumlahnya lebih sedikit, dalam hal ini yaitu E.coli, akan kalah dalam kompetisi dan akan mengalami kematian karena tidak mendapatkan makanan. Adapun dalam proses kimia, kemungkinan E.coli mengalami penurunan karena kebocoran oksigen yang berasal dari akar yang dapat merusak dinding sel bakteri, akibat dari asam tannic/gallic (*anti bacterial*) yang dihasilkan oleh tanaman dan akibat dari antibiotik milik bakteri yang tinggal pada daerah *rhizosphere* di akar (Clark, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh MPL laboratorium, Perth untuk analisa kualitas air keluaran *wastewater garden* di Birdwood Downs *homestead*, Derby, Australia barat, dengan luas 8 m<sup>2</sup>, juga menunjukkan penurunan E.coli hingga 98,2 % dengan jumlah awal 6,285,000 menjadi 116,000. Tanaman yang dipergunakan adalah heliconia (*bird of paradise*), canna lilies, pandanus palm, coconut palm, plantain, 2 tipe dari elephant ear: papyrus and oleander. Kualitas air yang dihasilkan oleh *wastewater garden* berbeda-beda tergantung

dari desain, letak lokasi dan tanaman yang dipergunakan (muda atau dewasa) (Nelson, Tredwell, Czech, Depuy, Suraja, Cattin, 2006).

Pada Gambar 4.2, terlihat pula terjadi penurunan jumlah E.coli pada reaktor kontrol sebesar 89,98 %, dengan jumlah awal yaitu >1898 E.coli menjadi 190 E.coli, pada hari ke-3 hingga hari ke-12. Pada hari ke-0 hingga hari ke-3, E.coli belum terjadi penurunan disebabkan masih banyak tersedianya makanan (bahan organik). Kemudian, pada hari ke-3 hingga hari ke-12 terjadi penurunan. Penurunan tersebut terjadi dikarenakan adanya peranan dari mikroorganisme dan media gravel saja. Proses yang terjadi merupakan proses fisik dan biologi. Pada proses fisik, E.coli yang terkandung dalam limbah cair *septic tank* saat berada dalam reaktor kontrol akan mengalami filtrasi (penyaringan). E.coli akan tersangkut dan tersaring oleh media gravel. Hal ini, menyebabkan jumlah E.coli dapat berkurang. Penurunan E.coli dapat juga disebabkan karena sedimentasi, E.coli bergabung dengan padatan lainnya dan jatuh ke dasar reaktor untuk mati. Pada proses biologi, penurunan E.coli dapat terjadi karena *predation* yaitu pemakanan oleh mikroorganisme predator. Hal ini disebabkan mikroorganisme mengkonsumsi bakteri-bakteri patogen, yang mana jumlah mikroorganisme tersebut jauh lebih banyak dibanding E.coli, sehingga E.coli akan lenyap atau terserang oleh mikroorganisme predation. Adapun yang termasuk dalam mikroorganisme predator yaitu protozoa, amouba dan invertebrata. E.coli juga

akan mengalami kematian secara alami (*natural die-off*) yang menyebabkan pengurangan jumlahnya. Akibat dari kompetisi dalam memperebutkan makanan, maka mikroorganisme yang jumlahnya lebih sedikit, dalam hal ini yaitu *E.coli*, akan kalah dalam kompetisi dan akan mengalami kematian karena tidak mendapatkan makanan.

Perbedaan efisiensi antara reaktor uji (dengan tanaman) dan reaktor kontrol (tanpa tanaman) dalam menurunkan jumlah *E.coli* dalam limbah cair *septic tank* pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 4.4. Efisiensi optimum penurunan jumlah *E.coli* pada reaktor uji, terjadi pada hari ke-12 yaitu sebesar 93.88 %, sedangkan pada reaktor kontrol terjadi pada hari ke-12 sebesar 89.98 %. Tanaman juga berperan dalam penurunan jumlah *E.coli*. Tanaman berperan sebagai filtrasi mekanik yaitu pada akar tanaman yang serabut, sebagai *adherence* (pelekatan), yang mana bakteri patogen/virus akan melekat pada akar dan mati. Penyebab lainnya yaitu *adsorption*, akibat dari asam tannic/gallic (*anti bacterial*) yang dihasilkan oleh tanaman dan akibat dari antibiotik milik bakteri yang tinggal pada daerah *rhizosphere* di akar.

Tabel 4.2. Tabel *Tests of Between-Subjects Effects* jumlah E.coli

*Tests of Between-Subjects Effects*

Dependent Variable: E.COLI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4940628.500	5	988125.700	5.234	.067
Intercept	5710824.900	1	5710824.900	30.248	.005
MEDIA	335988.900	1	335988.900	1.780	.253
WAKTU	4604639.600	4	1151159.900	6.097	.045
Error	755205.600	4	188801.400		
Total	11406659.000	10			
Corrected Total	5695834.100	9			

a R Squared = .867 (Adjusted R Squared = .702)

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

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

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

Dengan dasar pengambilan keputusan :

-  $\alpha > 0,05$ , maka  $H_0$  diterima.                      -  $\alpha < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

*Tests of Between-Subjects Effects* jumlah E.coli terhadap waktu detensi diperoleh Fhitung 6,097 dengan signifikansi 0,045. Oleh karena, probabilitas < 0,05 maka  $H_0$  ditolak, ini berarti waktu detensi mempunyai pengaruh terhadap penurunan jumlah E.coli. Hal tersebut, dapat juga dilihat dari hasil pengujian laboratorium yang menunjukkan penurunan. Dengan waktu detensi yang lama,

akan memberikan kesempatan *gravel* dan akar tanaman sebagai media filtrasi, sehingga penurunan E.coli dapat terjadi. Selain itu, semakin lama waktu detensinya akan mengakibatkan kompetisi antar mikroorganisme dan mikroorganisme dengan populasi terendah akan kalah, dalam hal ini E.coli. *Test of Between-Subjects Effects* jumlah E.coli terhadap media, diperoleh Fhitung 1,780 dengan signifikansi 0,253. Oleh karena, probabilitas  $> 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, ini berarti media tidak mempunyai pengaruh terhadap penurunan jumlah E.coli. Dapat diambil kesimpulan bahwa adanya tanaman di reaktor tidak memiliki pengaruh terhadap perubahan jumlah E.coli dalam reaktor. Hal ini dapat dilihat dari hasil efisiensi yang didapat, antara reaktor uji dan kontrol menunjukkan efisiensi yang hampir berdekatan, walaupun pada reaktor dengan tanaman menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi.

#### **4.2. Analisa Pertumbuhan Tanaman dan Kondisi Air Limbah**

Pada tanaman reactor uji dilakukan pengamatan, yang dilakukan secara visual. Akan tetapi, untuk menyakinkan keakuratan pengamatan visual maka dilakukan juga pengamatan dengan cara pengukuran, yang meliputi tingkat pertumbuhan (panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman dan banyaknya daun). Hasil pengamatan ini hanya dipergunakan sebagai data pendukung. Sedangkan, pengamatan sesungguhnya adalah pengamatan terhadap tingkat efisiensi dari



sistem yang dipergunakan. Sedangkan pada kondisi limbah dilakukan pengamatan secara visual dan melalui penciuman

#### **4.2.1. Analisa Pertumbuhan Tanaman**

##### **4.2.1.1. Analisa kuantitatif (pengukuran)**

Hasil pengukuran terhadap tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, banyak daun dan banyak batang dapat dilihat pada tabel data pengukuran tanaman, pada lampiran.

##### **4.2.1.2. Analisa kualitatif (visual)**

Pada reaktor uji (*wastewater garden*) ini terdapat 6 jenis tanaman air yang dipergunakan yaitu melati air, cyperus, pisang-pisangan, pickerel rush, cattail dan futoi. Secara kualitatif analisa pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari keadaan daun dan batangnya, baik itu berupa penambahan luas daun (panjang dan lebar), penambahan tinggi batang dan kondisi batang dan daun.

##### **4.2.1.2.1 Kondisi pertumbuhan daun tanaman**

Dari ke-6 jenis tanaman yang dipergunakan, yang memiliki daun hanya 3 jenis tanaman saja yaitu pisang-pisangan, melati air dan pickerel rush. Kondisi pertumbuhan daun pada tanaman yang berada di reaktor *wastewater garden* adalah sebagai berikut :

➤ Hari ke-0

Kondisi daun pada hari ke-0 masih normal. Daunnya tampak segar, hijau dan sehat.

➤ Hari ke-3

Kondisi daun pada hari ke-3 masih segar, hijau dan sehat. Ukuran daun yang terdiri dari panjang dan lebar daun, mengalami penambahan yang dapat dilihat pada table data pengukuran tanaman (lampiran). Hal ini disebabkan tanaman mendapatkan nutrisi dari limbah *septic tank*, yang banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

➤ Hari ke-6

Kondisi daun pada hari ke-6 masih segar, hijau dan sehat. Ukuran daun yang terdiri dari panjang dan lebar daun, mengalami penambahan dari hari ke-3, yang dapat dilihat pada tabel data pengukuran tanaman (lampiran). Hanya saja, pada daun melati air terserang hama ulat, yang mengakibatkan daunnya berlubang.

➤ Hari ke-9

Kondisi daun pada hari ke-9 rata-rata masih segar, hijau dan sehat. Ukuran daun yang terdiri dari panjang dan lebar daun, mengalami penambahan dari ukuran hari ke-6, yang dapat dilihat pada table data pengukuran tanaman (lampiran). Salah satu dari kelima tanaman melati air yang dipergunakan pada reaktor daunnya terlihat layu. Tanaman

melati air tersebut memiliki 5 buah daun, dengan 2 buah daunnya terlihat layu dan berwarna kecoklatan. Sedangkan 3 buah daunnya yang lain masih tampak berwarna hijau. Hal ini kemungkinan disebabkan cara penanaman yang salah dan kurang mendapat nutrisi. Selain itu, tanaman yang berdaun layu tersebut memiliki fisik yang lebih kecil dan akar yang lebih pendek, dan terganggunya proses penyerapan unsur hara yang disebabkan batang dan akar tanaman tertimbun banyak kerikil. Selain itu, daun melati air yang terserang hama ulat pada hari ke-6, terlihat memiliki lubang semakin banyak.

➤ Hari ke-12

Kondisi daun pada hari ke-9 rata-rata masih segar, hijau dan sehat. Satu batang melati air yang daunnya terlihat layu dan berwarna kecoklatan pada hari ke-9, akhirnya mati. Selain itu, daun melati air yang terserang hama ulat pada hari ke-6, terlihat memiliki lubang semakin banyak.

#### **4.2.1.2.2. Kondisi pertumbuhan batang tanaman**

Kondisi pertumbuhan batang pada tanaman yang berada di reaktor *wastewater garden* adalah sebagai berikut :

➤ Hari ke-0

Kondisi batang pada hari ke-0 masih normal. Batangnya tampak segar, hijau dan sehat.

➤ Hari ke-3

Kondisi batang pada hari ke-3 masih tampak segar, hijau dan sehat. Terjadi penambahan tinggi pada batang tanaman, yang dapat dilihat pada tabel data pengukuran tanaman (lampiran). Hal ini disebabkan tanaman mendapatkan nutrisi dari limbah *septic tank*, yang banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

➤ Hari ke-6

Kondisi batang pada hari ke-6 rata-rata masih tampak segar, hijau dan sehat. Terjadi penambahan tinggi pada batang tanaman dari ukuran hari ke-3, yang dapat dilihat pada tabel data pengukuran tanaman (lampiran).

➤ Hari ke-9

Kondisi batang pada hari ke-9 rata-rata masih tampak segar, hijau dan sehat. Terjadi penambahan tinggi pada batang tanaman dari ukuran hari ke-6, yang dapat dilihat pada tabel data pengukuran tanaman (lampiran). Akan tetapi, salah satu dari kelima tanaman melati air yang dipergunakan pada reaktor, daunnya terlihat kecoklatan. Tanaman melati air tersebut memiliki 5 buah batang, dengan 2 buah batangnya

terlihat layu dan berwarna kecoklatan, sedangkan ke-3 batang lainnya masih terlihat hijau. Hal ini kemungkinan disebabkan cara penanaman yang salah dan kurang mendapat nutrisi.

➤ Hari ke-12

Kondisi batang pada hari ke-12 rata-rata masih segar, hijau dan sehat. Satu batang melati air yang daunnya terlihat layu dan berwarna kecoklatan pada hari ke-9, akhirnya mati .

#### 4.3.2. Kondisi Air Limbah

Kondisi limbah pada reaktor uji dan kontrol adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.3. Kondisi Air Limbah pada Reaktor Uji**

Hari ke-	Kondisi Air Limbah pada Reaktor Uji		
	Kondisi Air	Bau	Warna
0	Sudah terjadi pembusukan	Berbau menyengat	Putih keruh
3	Terjadi pembusukan	Berbau, tidak menyengat	Putih keruh
6	Terjadi pembusukan	Berbau	Agak bening
9	Terjadi pembusukan	Agak bau	Bening
12	Terjadi pembusukan	Tidak berbau	Bening

**Tabel 4.4. Kondisi Air Limbah pada Reaktor Kontrol**

Hari ke-	Kondisi Air Limbah pada Reaktor Kontrol		
	Kondisi Air	Bau	Warna
0	Sudah terjadi pembusukan	Berbau menyengat	Putih keruh
3	Terjadi pembusukan	Berbau, tetapi tidak menyengat	Putih keruh
6	Terjadi pembusukan	Berbau	Agak keruh
9	Terjadi pembusukan	Agak bau	Agak bening
12	Terjadi pembusukan	Tidak berbau	Agak bening

