

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian yang dilakukan ini yaitu untuk mengetahui kemampuan penurunan kandungan bahan organik dalam air limbah *laundry* menggunakan proses *aquatic treatment* dengan tanaman Melati Air (*Echinodorus paleaefolius*), Genjer (*Limnocharis flava* L.), Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.), dan Hidrilla (*Hydrilla verticillata*). Beberapa parameter yang diuji dalam penelitian kali ini yaitu Fosfat, *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS).

#### **4.1 Uji Pendahuluan Ketahanan Tanaman terhadap Limbah *Laundry***

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan tanaman ke dalam limbah dan dibiarkan selama 2 minggu. Limbah tersebut merupakan limbah *laundry* tanpa pengolahan awal. Uji pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kondisi fisik (morfologi) tanaman terhadap limbah tersebut. Gambar 4.1 pada hari ke-1 menunjukkan kondisi tanaman masih dalam keadaan baik karena limbah *laundry* belum memberi dampak yang signifikan. Perubahan yang signifikan terjadi pada hari ke-5 yakni batang dan daun tanaman melati air dan enceng gondok menguning dan kering dan akar tanaman melati air mulai rontok, sedangkan hidrilla dan kayu apu sudah mati terurai di dasar kolam. Hari terakhir pengamatan pada hari ke-10, warna batang dan daun tanaman melati air dan enceng gondok lebih kuning dan akar tanaman enceng gondok rontok ke dasar kolam. Perubahan warna dan matinya tanaman disebabkan oleh pencemaran bahan organik di dalam air sangat tinggi karena limbah tidak diolah terlebih dahulu.



**Gambar a.1**



**Gambar a.2**



**Gambar b.1**



**Gambar b.2**



**Gambar c.1**



**Gambar c.2**

**Gambar 4.1** Tanaman Melati Air dan Hidrila pada Hari ke-1 (a.1), 5 (b.1), dan 10 (c.1) serta Tanaman Enceng Gondok dan Kayu Apu pada Hari ke-1 (a.2), 5 (b.2), dan 10 (c.2)

#### **4.2 Analisis Pengaruh Limbah *Laundry* terhadap Kondisi Fisik Tanaman**

Hasil pengamatan selama 14 hari dapat di lihat pada gambar 4.2 di bawah ini. Pada hari ke-1 menunjukkan kondisi seluruh tanaman masih baik karena belum ada dampak yang signifikan dari limbah terhadap tanaman. Perubahan kondisi fisik tanaman yang signifikan terjadi pada hari ke-10, batang dan daun tanaman melati air dan kayu apu lebih banyak yang mati dari pada yang hidup dan

akar kedua tanaman ini tumbuh tunas baru, sedangkan tanaman genjer dan hidrila mati. Pada hari ke-14, akar tanaman melati air dan kayu apu tumbuh tunas baru dan beberapa rontok (mati) dan adanya perubahan warna daun dan batang menjadi kekuningan.

Menurut Haslam (1997), penyebab rontoknya akar dan tumbuh akar baru dikarenakan berkurangnya zat hara dalam air limbah dan terserapnya polutan oleh tanaman. Perubahan warna pada tanaman dapat disebabkan oleh pencemaran bahan organik dan banyaknya bagian tanaman yang mati dari pada bagian hidup dikarenakan keberadaan zat hara dalam air limbah yang semakin berkurang.

Setelah melakukan pengujian, secara keseluruhan tanaman dapat bertahan hidup sampai hari ke-9. Rata-rata kondisi fisik tanaman setelah terpapar oleh limbah yakni warna batang dan daun berubah menjadi kuning dan akar rontok (mati).



**Gambar a.1**



**Gambar a.2**



**Gambar b.1**



**Gambar b.2**



**Gambar c.1**

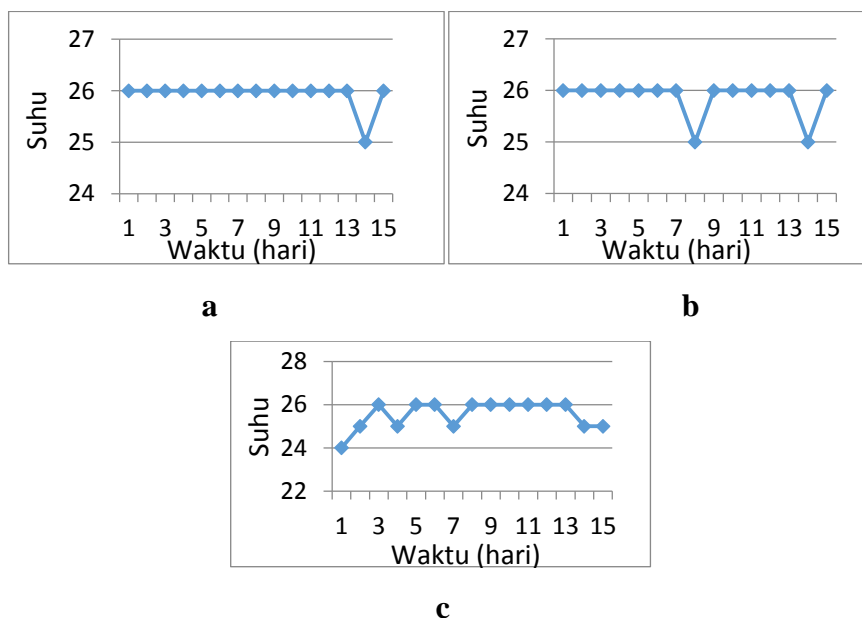


**Gambar c.2**

**Gambar 4.2** Tanaman Melati Air dan Hidrila pada Hari ke-1 (a.1), 10 (b.1), dan 14 (c.1) serta Tanaman Genjer dan Kayu Apu pada Hari ke-1 (a.2), 10 (b.2), dan 14 (c.2)

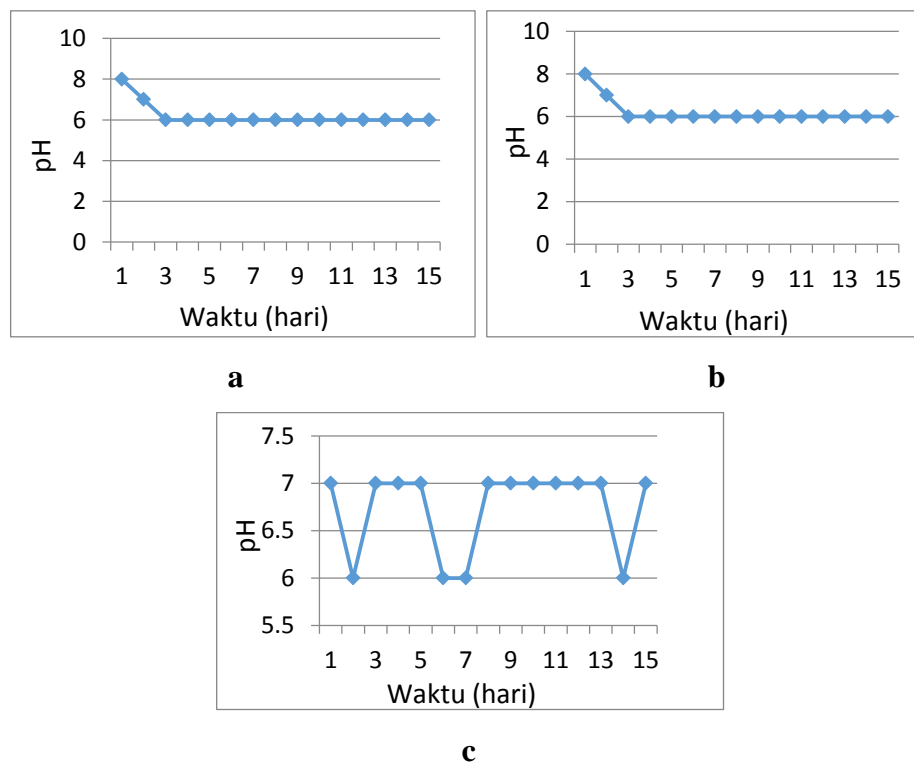
#### 4.3 Analisis Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Parameter Suhu dan pH

Dalam penelitian ini, pengujian suhu dan pH dilakukan setiap hari untuk mengetahui pengaruh proses *aquatic treatment* terhadap perubahan suhu dan pH air limbah *laundry*. Pengujian yang dilakukan menggunakan pH universal. Data perubahan suhu dan pH limbah *laundry* dapat di lihat pada gambar 4.3 berikut ini.



**Gambar 4.3** Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Suhu Reaktor a (Tanaman Melati Air dan Hidrila), b (Genjer dan Kayu Apu), dan c (Kontrol)

Hasil pengujian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan suhu pada reaktor kontrol dan reaktor uji. Menurut Hutabarat dan Evans (1986), perubahan suhu pada reaktor disebabkan adanya intensitas cahaya serta proses biologis yang terjadi pada reaktor. Suhu yang diukur pada tiap reaktor tidak jauh berbeda dengan suhu lingkungan sekitarnya.



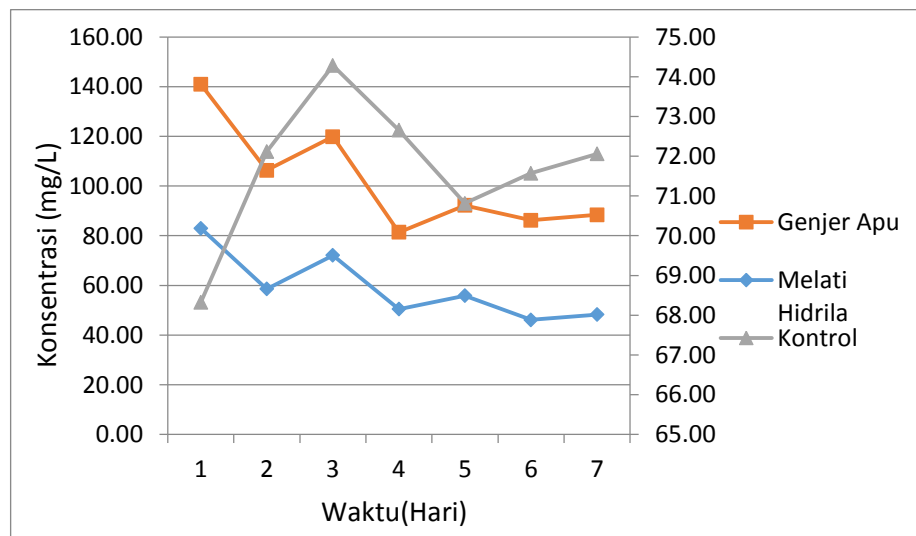
**Gambar 4.4** Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap pH Reaktor a (Tanaman Melati Air dan Hidrila), b (Tanaman Genjer dan Kayu Apu), dan c (Kontrol)

Hasil pengujian pada gambar 4.4 menunjukkan adanya perubahan nilai pH dari pH awal yaitu 8 menurun menjadi 6. Hal ini menunjukkan bahwa proses *aquatic treatment* tanaman melati air, genjer, kayu apu, dan hidrila dapat memberikan penurunan pH. Jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan DIY No 7 Tahun 2016, baku mutu pH pada kegiatan *laundry* yaitu berkisar skala 6 sampai dengan 9, maka air limbah *laundry* aman untuk dibuang ke lingkungan. Perubahan pH ini terjadi karena adanya proses fotosintesis dengan adanya penguraian CO<sub>2</sub> (Erwin 2016).

Penguraian CO<sub>2</sub> berasal dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam sel tumbuhan yang secara relatif banyak jumlahnya direspirasikan menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Nilai pH, kandungan CO<sub>2</sub>, dan ion bikarbonat dalam air limbah sangat berkaitan. CO<sub>2</sub> dapat mempengaruhi pH perairan dan dapat mempengaruhi kandungan bikarbonat. Hal ini berarti bahwa kehadiran CO<sub>2</sub> akan membentuk sistem penyangga air. Jika penguraian CO<sub>2</sub> dan bikarbonat menurun maka pH air akan menurun (Mahida, 1989). Penurunan CO<sub>2</sub> yang diduga akibat adanya penguraian dalam proses fotosintesis menyebabkan terbentuknya asam karbonat dan bikarbonat oleh adanya reaksi ikatan CO<sub>2</sub> dengan H<sub>2</sub>O menjadi lebih banyak, sehingga jumlah ion H<sup>+</sup> yang dibebaskan dalam reaksi tersebut menjadi bertambah, dengan bertambahnya ion H<sup>+</sup> maka pH air menurun (Conell dan Miller, 1995).

#### 4.4 Analisis Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Penurunan *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Data penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand (COD)* air limbah laundry akibat proses *aquatic treatment* oleh tumbuhan dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Nilai COD

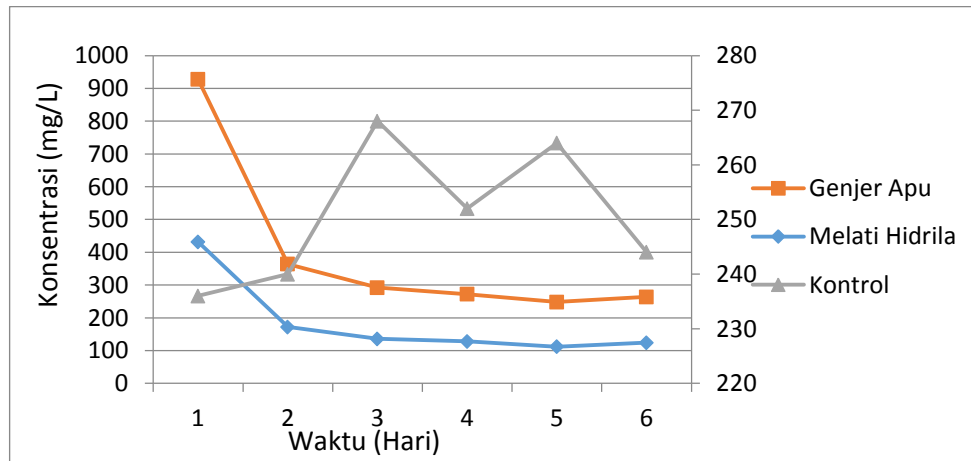
Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terdapat dalam air limbah laundry. Dilihat dari gambar 4.5 bahwa Persentase removal pada tanaman melati air dan hidrila yaitu 41,82%, konsentrasi COD awal yaitu 82,9539 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 48,2656 mg/L. Penurunan konsentrasi COD pada tanaman genjer dan kayu apu yaitu 30,54%, konsentrasi awal COD yaitu 58,5637 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 40,6775 mg/L. Berdasarkan gambar diatas, waktu sangat berpengaruh dalam penurunan COD. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama waktu pengujian maka semakin menurun pula nilai COD yang dihasilkan. Jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan DIY No 7 Tahun 2016, baku mutu COD pada kegiatan *laundry* yakni 150 mg/L, maka air limbah *laundry* aman untuk dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan data persentase removal kedua perlakuan, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan limbah *laundry* menggunakan tanaman melati air dan hidrila memiliki nilai removal konsentrasi COD yang lebih tinggi karena tanaman melati air memiliki akar yang lebih lebat dibandingkan tanaman genjer dan kayu apu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin baik perakaran tanaman (perakaran lebat berbentuk seperti benang, banyak rambut akar) yang digunakan dalam pengolahan air limbah laundry dapat menurunkan konsentrasi COD (Ervina dan Wiryanto, 2005). Dari gambar 4.5 dapat disimpulkan bahwa perlakuan limbah laundry menggunakan tanaman melati air, hidrila, genjer, dan kayu apu berpotensi dalam menurunkan konsentrasi fosfat.

Mekanisme terjadinya penurunan konsentrasi COD dalam air limbah laundry dengan proses *aquatic treatment* ini juga terjadi karena adanya pertumbuhan mikroorganisme pada zona perakaran (Tresna Dermawan, dkk, 1998). Mikroorganisme ini berperan dalam penguraian bahan-bahan organik. Pada daerah perakaran tanaman terjadi penyaluran oksigen dari daun yang menyebabkan terbentuknya zona oksigen, hal ini meningkatkan populasi mikroorganisme daerah perakaran yang mencapai 10-100 kali lebih banyak, yang membantu penyerapan bahan pencemar dalam air limbah yang diolah.

#### 4.5 Analisis Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Penurunan *Total Suspended Solid (TSS)*

Data penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* air limbah *laundry* akibat proses *aquatic treatment* oleh tumbuhan dapat dilihat pada gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Pengaruh *Aquatic Treatment* terhadap Nilai TSS

Analisis efisiensi removal TSS dengan *aquatic treatment* menunjukkan bahwa konsentrasi TSS mengalami penurunan selama perlakuan 14 hari. Persentase removal pada tanaman melati air dan hidrila yaitu 71,29%, konsentrasi TSS awal yaitu 432 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 124 mg/L. Penurunan konsentrasi TSS pada tanaman genjer dan kayu apu yaitu 71,77%, konsentrasi awal TSS yaitu 496 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 140 mg/L. Jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan DIY No 7 Tahun 2016, baku mutu TSS pada kegiatan *laundry* yakni 100 mg/L, maka air limbah *laundry* belum aman untuk dibuang ke lingkungan.

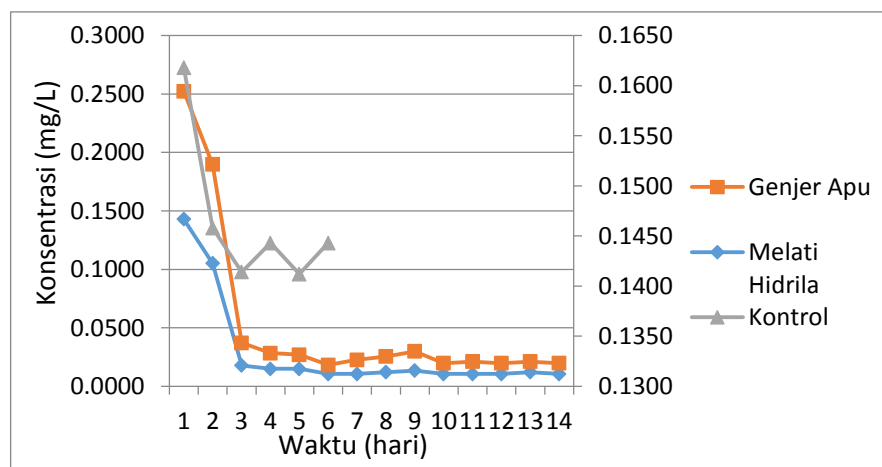
Kandungan residu tersuspensi dalam limbah secara umum akan menurun disebabkan oleh faktor pengendapan karena adanya gaya gravitasi. Sedangkan tumbuhan pada proses *aquatic treatment* akan menangkap padatan tersuspensi dalam air limbah melalui sistem perakarannya.

Berdasarkan data persentase removal kedua perlakuan, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan limbah *laundry* menggunakan tanaman genjer dan

kayu apu memiliki nilai removal konsentrasi TSS yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada parameter TSS adanya faktor fisik seperti gravitasi dan faktor pergerakan air yang berbeda yang mempengaruhi proses pengendapan. Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa perlakuan limbah *laundry* menggunakan tanaman melati air, hidrila, genjer, dan kayu apu berpotensi dalam menurunkan konsentrasi TSS.

#### 4.6 Efisiensi Penurunan Fosfat dengan Sistem *Aquatic Treatment*

Data penurunan konsentrasi Fosfat air limbah dapat dilihat pada gambar 4.7.



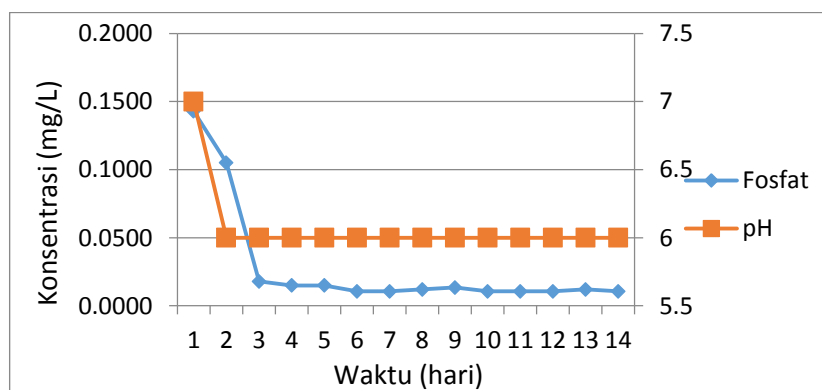
**Gambar 4.7** Perubahan Nilai Fosfat

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi fosfat yang terdapat dalam air limbah laundry. Persentase removal pada tanaman melati air dan hidrila yaitu 93,98%, konsentrasi fosfat awal yaitu 0,1429 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 0,0086 mg/L. Penurunan konsentrasi fosfat pada tanaman genjer dan kayu apu yaitu 93,15%, konsentrasi awal fosfat yaitu 0,1109 mg/L menurun pada hari ke 14 menjadi 0,0076 mg/L. Jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, baku mutu fosfat yang diizinkan yakni 0,2 mg/L, maka air limbah laundry aman untuk dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan data persentase removal kedua perlakuan, maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan limbah *laundry* menggunakan tanaman melati air dan hidrila memiliki nilai removal konsentrasi fosfat yang lebih tinggi. Turunnya nilai fosfat dikarenakan ion fosfat dijadikan sebagai sumber nutrisi oleh tumbuhan. Fosfat yang diserap oleh tanaman dalam bentuk senyawa polifosfat yang dihasilkan dari kegiatan yang menggunakan detergen. Fosfat memiliki nilai penting bagi tanaman dikarenakan menjadi bagian utama kerangka bahan genetik tanaman (DNA dan RNA) (Udo, Wiesmann, dkk., 2007). Selain itu, perakaran tanaman yang baik (perakaran lebat berbentuk seperti benang, banyak rambut akar) yang digunakan dalam pengolahan air limbah laundry dapat menurunkan konsentrasi fosfat (Ervina dan Wiryanto, 2005). Menurut Budi, dkk (2007), pada akar tanaman terjadi pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam penguraian bahan-bahan organik. Penguraian ini terjadi karena adanya proses penyaluran oksigen dari daun yang menyebabkan terbentuknya zona oksigen yang membantu penyerapan bahan pencemar dalam air limbah yang diolah, sehingga semakin lebat akar tanaman maka semakin luas area pertumbuhan mikroorganisme.

#### 4.7 Analisis Pengaruh Perubahan pH terhadap Nilai Fosfat

Hasil pengujian menunjukkan bahwa removal fosfat paling baik terjadi pada pH antara 6-7. Pada gambar 4.8 menunjukkan kondisi awal limbah adalah pH 7 dengan nilai fosfat 0,1429 mg/L, kemudian terjadi penurunan pH menjadi 6 dan nilai fosfat turun menjadi 0,1051 mg/L.



**Gambar 4.8** Perubahan pH terhadap Nilai Fosfat

Menurut Cut, dkk, 2003, fosfat diserap tanaman terutama dalam bentuk ion  $\text{H}_2\text{SO}_4^-$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ . Penyerapan fosfat oleh tanaman erat kaitannya dengan kondisi pH. Kondisi pH yang baik untuk penyerapan fosfat oleh tanaman antara 6-7. Di bawah atau di atas angka tersebut maka penyerapan unsur P akan terganggu. Menurut Hopkins 1995, pada kondisi di atas 7 maka unsur fosfor dalam bentuk  $\text{H}_2\text{SO}_4^-$  tereduksi menjadi  $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$  atau dalam bentuk  $\text{PO}_4^{3-}$  yang lebih sukar diserap. Sehingga pH sangat berpengaruh dalam penyerapan fosfat dalam air limbah *laundry*.