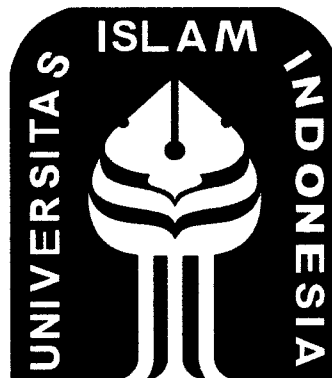


PERPUSTAKAAN
HABIBI/DELI
TGL. TERIMA : 13 Mei 2006
NO. JUDUL : 002030
NO. INV. : 5120002030001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KONSENTRASI COD, TSS, TOTAL
NITROGEN (TKN) DAN TOTAL FOSFAT *EFFLUENT*
SEPTIC TANK DENGAN *AQUATIC PLANT*
TREATMENT MENGGUNAKAN TANAMAN
*PICKEREL RUSH***

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Jurusan Teknik Lingkungan**



Oleh :

Nama : Novie Afriani Nasution
No. MHS : 01 513 010

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006**

LEMBAR PENGESAHAN

PENURUNAN KONSENTRASI COD, TSS, TOTAL NITROGEN (TKN) DAN TOTAL FOSFAT *EFFLUENT SEPTIC TANK* DENGAN *AQUATIC PLANT TREATMENT* MENGGUNAKAN TANAMAN *PICKEREL RUSH*

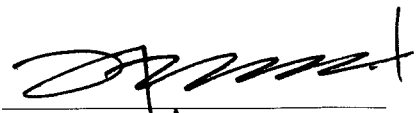
Nama : Novie Afriani Nasution

No. MHS : 01 513 010

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Dosen pembimbing I

Luqman Hakim, ST, Msi


Tanggal : 20/7/06

Dosen pembimbing II

Hudori, ST


Tanggal : 8/7/06

ABSTRAKSI

Sistem pengolahan limbah cair memberikan pengaruh yang sangat besar untuk menjaga kualitas perairan. *Aquatic Plant Treatment* adalah salah satu alternatif teknik pengolahan limbah cair yang mudah, murah dan efisien. Konsep dasar *Aquatic Plant Treatment* adalah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan tanaman pada area tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi COD, TSS, Total N dan P dan untuk mengetahui pengaruh air effluent septic tank terhadap pertumbuhan tanaman *Pickerel Rush*

Pada penelitian ini menggunakan 3 buah reaktor *Aquatic Plant Treatment* dengan memanfaatkan tanaman *Pickerel Rush*, adapun dimensi reaktor yang dipergunakan berukuran 30 cm x 60 cm x 25 cm, dimana masing-masing reaktor akan diisi tanaman *Pickerel Rush* dengan jumlah yang berbeda-beda. Reaktor 1 akan diisi dengan 6 tanaman, reaktor 2 dengan 4 tanaman dan reaktor 3 dengan 2 tanaman. Sebagai kontrol juga digunakan 2 reaktor blanko, dimana reaktor blanko pertama diberi limbah dengan konsentrasi 100 % tanpa ditanami tanaman, sedangkan untuk reaktor blanko yang ke dua ditanami tanaman dengan menggunakan air bersih. Penelitian ini dilakukan dengan waktu detensi 4 hari dengan memanfaatkan tanaman *Pickerel Rush*.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa reaktor *Aquatic Plant Treatment* dengan tanaman *Pickerel Rush* bisa menurunkan konsentrasi COD sebesar 16,32% sampai 54,57 %; untuk TSS 42,59 % sampai 71,37 %; dan TKN 25,01 % sampai 38,85 %. Dapat diketahui pula penggunaan *effluent septic tank* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman *Pickerel Rush*.

Kata kunci : *Aquatic Plant Treatment*, COD, *Effluent Septic Tank*, *Pickerel Rus*, TKN, Total P, TSS

ABSTRACT

The aquatic waste treatment system gives a great effect to help maintain the quality of the shoreline. Aquatic Plant Treatment is one of the alternative waste treatment technique that less simple, low-cost and more efficient. The basic concept of Aquatic Plant Treatment is to make a good use of the microorganism activity on the ground and in the vegetation. The purpose of this research is to find out the effect of effluent septic tank toward the decreasing of COD concentration, TSS, Total N and P, and to see if the use of effluent septic tank also influence the growth of the vegetation.

The Aquatic Plant Treatment research is using 3 reactors with the help of *Pickerel Rush* as a media plants to decreasing the concentration of waste water. The size of each reactor is the same, which is 30 cm x 60 cm x 25 cm. Each of the reactor contain different amount of *Pickerel Rush* plants. Reactor 1 contain of 6 plants, reactor 2 contain of 4 plants, and reactor 3 contain of only 2 plants. This research also uses 2 blangko reactors, the first blangko is filled with 100% waste concentration without any plant reside there. The second blangko is contain with plant and filled with clean water. The research is conducted with 4 days detention by using *Pickerel Rush* as a media plant.

The result of this research is we can find out that *Aquatic Plant Treatment* reactors with the help of *Pickerel Rush* plants are considerable effective to decreasing the concentration of COD from 16,32 % to 54,57 %; for TSS concentration from 42,59 % to 71,37 %; and TKN concentration from 25,01% to 38,85%. It can also be known from the research that the implementation of *effluent septic tank* could enhance the growth of *Pickerel Rush.s*

Key words : Aquatic Plant Treatment, COD, Effluent Septic Tank, *Pickerel Rush*, TKN, Total P, TSS,

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya kecil ini ku persembahkan untuk :



Ibunda tercinta...

Terimakasih atas kasih, sayang dan do'a yang selalu mengalir tiada henti. Tiada harap yang lain kecuali tiap do'a yang teruntai indah untuk Novie, smoga berganti menjadi buah yang manis untuk Ibu....

Ayahanda tersayang...

Terimakasih juga atas kasih, sayang dan do'a yang selalu menuntunku menjadi lebih bijak dan lebih dewasa. Tiap kata yang terucap adalah cambuk dan dorongan buat Novie... Maaf jika tingkah dan laku itu selalu salah....



R. Tito Triyanto, ST

Terimakasih atas do'a dan dukungannya, kamu emang yang terbaik buat aku.....kamu selalu ada saat aku susah, sedih dan senang.....dan kamu mau membantuku walau apapun yang terjadi dan semangat serta keikhlasanmu yang patut aku junjung, dan kesabaran yang tiada duanya akan selalu ku ingat.....luv u.... (ku tunggu janjimu tahun depan ☺)

"Empat Cermin Hati"

[B' uicok, B' Dedy, B' Ijal, De' Chima]

"Kakak-kakakku tersayang"

Mb' lin dan Kak Ayu

"Tiga Peris Kecilku"

Adam Naufal Hafidz Nasution

Nashwadia Amara Nasution

Salwa Az Zahra Faisal Nasution

MOTTO

*“ Sabar adalah buah yang teramat pahit...
Dan untuk mengubahnya menjadi buah yang manis,
Jadikan sabar itu layaknya langit yang tiada berbatas “*

[Pengalaman yang menjadi pelajaran yang senantiasa coba diamalkan

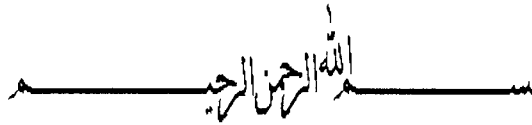
“...Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”

(Al Qur'an Surat Al Mujaadilah : 11)

“.... Katakanlah Muhammad, “Apakah sama orang-orang yang mengetahui dengan yang tidak mengetahui ?, Sesungguhnya hanya orang-orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.”

(Al Qur'an Surat Az-Zumar : 9)

KATA PENGANTAR



Assalamu alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa juga sholawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **Penurunan Konsentrasi COD, TSS, TKN, dan Total Fosfat Effluent Septic Tank dengan Aquatic Plant Treatment Menggunakan Tanaman Pickerel Rush.**

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Bapak Luqman Hakim, ST** selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan juga selaku pembimbing I Tugas Akhir.
2. **Bapak Hudori, ST** selaku pembimbing II Tugas Akhir..
3. **Mas Tasyono, Amd dan Mas Iwan Amd** selaku laboran di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan.
4. **Bapak Rahmat** yang sudah membantu untuk menanamkan *Pickerel Rush*. Maaf pak kalau ada salah dan suka marah-marah dan bapak ini sabar n baik mau minjemin kita-kita paranet.makasih ya pak...
5. **Keluarga besar Bpk Kombes Pol (Purn) H. Iman Soebiyanto** yang telah mendoakan, buat ibu **Endang** makasih atas dukungannya, mba **Asti**, mas **Asto**, **Tato** n **Dewi** doain biar aku cepat nyusul hehehehe. **Teto** ayo buruan semangat terus.....**Nadya**.si peri kecil hatiku (luv u....)

6. Mas **Adhi** makasih atas bantuannya yang mau membantuku sampe malam yang akhirnya berhasil..dan dengan sabar mencari kata-kata yang ilmiah hehehe....Thanks baget ya mas....(takan terlupakan deh.....)
7. Bang **Army** makasih udah mau buatin aku *flash* buat seminar walaupun sampe pingangnya sakit..(ntar aku pijet deh....thanks ya...)
8. Teman- teman satu penelitian, Grup Aquatic ; **Medya** teman dikala susah dan senang . Thanks atas bantuan n semangatnya. Segala hal yang terjadi di antara kita tak akan bisa terlupakan. **Puput** sorry kalau aku suka nyebelin....akhirnya kita harus berpisah, semoga persahabatan kita akan tetap terjaga untuk slamanya....hiks hiks hik. Buat **iko** orang yang paling cuex....makasih sudah masuk dalam ke kehidupanku banyak hal yang aku bisa pelajari dari kamu. **Harum, ST** akhirnya kami mengikuti jejakmu. Thanks ya rum atas segala-galanya yang telah kamu berikan buatku....**Andri**, mba **Datik**, mba **Ria**, mba **Eska**, **Azis**, **Wiwit**, mas **Hakim**, **Wisnu**, **Nilam**, **Yuli**, **Retno**, mba **Irma**, **Mais** yang duluan lulus. **Kinoy** n **Wareh** makasih atas penjelasannya walaupun aku ga ngerti hehehehe.
9. Tim pengangkat limbah mas Dewa, Devit, Tito, Jaya, bang Oni,
10. Sheila management : mba **Dina**, **Haryo**, **Ayu**, **Jito**, mba **Melly** makasih atas doa' dan semangatnya n tumpangan internet hehehe
11. Semua pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

Wassalamu alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Mei 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| Lembar Judul | i |
| Lembar pengesahan | ii |
| Abstraksi | iii |
| Halaman Persembahan | v |
| Motto | vi |
| Kata Pengantar | vii |
| Daftar Isi | ix |
| Daftar Tabel | xi |
| Daftar Gambar | xii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 <i>Sistem Reuse</i> | 4 |
| 2.2 <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 6 |
| 2.3 <i>Pickerel Rush</i> | 7 |
| 2.4 Parameter-parameter yang digunakan dalam <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 9 |
| 2.4.1 <i>Chemical Oxygen Demand (COD) di dala Aquatic Plan Treatment</i> | 9 |
| 2.4.2 <i>Padatan Tersuspensi (TSS) di dalam Aquatic Plant Treatment</i> | 10 |
| 2.4.3 Siklus Nitrogen | 12 |
| 2.4.3.1 Mineralisasi (Ammonifikasi) | 13 |
| 2.4.3.2 Nitrifikasi | 14 |
| 2.4.3.3 Denitrifikasi | 16 |
| 2.4.3.4 Fiksasi Nitrogen | 17 |
| 2.4.3.5 Assimilasi (Penyerapan oleh Tanaman dan Bakteri)..... | 18 |
| 2.4.4 Siklus Fosfat | 19 |
| 2.5 Hipotesa | 22 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 24 |
| 3.1 Tempat Penelitian | 24 |
| 3.2 Waktu Penelitian | 24 |
| 3.3 Alat dan Bahan yang digunakan | 24 |
| 3.4 Parameter yang diteliti | 26 |
| 3.5 Cara Kerja | 27 |
| 3.6 Analisis Data | 33 |

| | |
|---|--------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 34 |
| 4.1 Analisa Kualitas Effluent Septic Tank | 34 |
| 4.1.1 Penurunan COD dalam <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 34 |
| 4.1.2 Penurunan TSS dalam <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 39 |
| 4.1.3 Penurunan TKN dalam <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 42 |
| 4.1.4 Penurunan Total P dalam <i>Aquatic Plant Treatment</i> | 45 |
| 4.2 Analisa Pertumbuhan Tanamna dalam Reaktor | 47 |
| 4.2.1 Reaktor 1 | 47 |
| 4.2.2 Reaktor 2 | 51 |
| 4.2.3 Reaktor 3 | 54 |
| 4.2.4 Reaktor Blanko (Dengan 2 Tanaman Menggunakan Air Bersih) | 57 |
| 4.2.5 Analisis Antar Reaktor | 60 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 64 |
| 5.1 Kesimpulan | 64 |
| 5.2 Saran | 64 |

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Penelitian <i>Aquatic Pant Treatment</i> yang telah dilakukan | 7 |
| Tabel 2.2 | Proses Transformasi Nitrogen | 19 |
| Tabel 3.1 | Metode Pengujian Sampel | 26 |
| Tabel 3.2 | Perhitungan Dimensi Reaktor | 28 |
| Tabel 3.3 | Masa Penanaman dan Pengambilan Sampel Air Buangan | 32 |
| Tabel 4.1 | Kondisi Fisiologis Pertumbuhan Tanaman Pickerel Rush pada Reaktor 1 | 49 |
| Tabel 4.2 | Kondisi Fisiologis Pertumbuhan Tanaman Pickerel Rush pada Reaktor 2 | 52 |
| Tabel 4.3 | Kondisi Fisiologis Pertumbuhan Tanaman Pickerel Rush pada Reaktor 3 | 55 |
| Tabel 4.4 | Kondisi Fisiologis Pertumbuhan Tanaman Pickerel Rush pada Reaktor Blanko (menggunakan tanaman dengan air biasa) ... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Sistem <i>Reuse</i> | 6 |
| Gambar 2.2 | Pickerel Rush | 9 |
| Gambar 2.3 | Daur Fosfat | 20 |
| Gambar 2.4 | Diagram Alir Metode Penelitian | 23 |
| Gambar 3.1 | Reaktor 1 | 29 |
| Gambar 3.2 | Reaktor 2 | 30 |
| Gambar 3.3 | Reaktor 3 | 31 |
| Gambar 4.1 | Penurunan Konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet | 34 |
| Gambar 4.2 | Penurunan Konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet | 39 |
| Gambar 4.3 | Penurunan Konsentrasi TKN pada Inlet dan Outlet | 43 |
| Gambar 4.4 | Penurunan Konsentrasi Total P pada Inlet dan Outlet | 45 |
| Gambar 4.5 | Fisiologi Pickerel Rush pada reaktor 1 | 50 |
| Gambar 4.6 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-0 Reaktor 1 | 50 |
| Gambar 4.7 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-20 Reaktor 1 | 51 |
| Gambar 4.8 | Fisiologi Pickerel Rush pada reaktor 2 | 53 |
| Gambar 4.9 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-0 Reaktor 2 | 53 |
| Gambar 4.10 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-20 Reaktor 2 | 54 |
| Gambar 4.11 | Fisiologi Pickerel Rush pada reaktor 3 | 56 |
| Gambar 4.12 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-0 Reaktor 3 | 56 |
| Gambar 4.13 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-20 Reaktor 3 | 57 |
| Gambar 4.14 | Fisiologi Pickerel Rush pada reaktor blanko | 59 |
| Gambar 4.15 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-0 Reaktor blanko | 59 |
| Gambar 4.16 | Kondisi Pertumbuhan pada Hari ke-20 Reaktor blanko | 60 |
| Gambar 4.17 | Perbandingan Tinggi Tanaman pada Reaktor 1, 2, 3 dan blanko | 60 |
| Gambar 4.18 | Perbandingan Lebar Daun pada Reaktor 1, 2, 3 dan blanko | 61 |
| Gambar 4.19 | Perbandingan Panjang Daun pada Reaktor 1, 2, 3 dan blanko .. | 61 |
| Gambar 4.20 | Perbandingan Jumlah Daun pada Reaktor 1, 2, 3 dan blanko ... | 62 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta tahun 2002 menyebutkan, sebanyak 17 ton limbah domestik dibuang ke perairan perharinya. Hal ini memberikan dampak negatif terhadap ekosistem badan air tersebut baik secara estetis maupun terhadap kesehatan bagi manusia. (kompas, 8 mei 2001). Demikian pula untuk kota bandung terjadi kasus yang sama., dimana air limbah penduduk (domestik) merupakan sumber pencemaran tertinggi. Sedangkan kemampuan cakupan pelayanan limbah untuk diolah menjadi air bersih oleh PDAM Kota Bandung baru mencapai 40%.(Pikiran rakyat, 7 juli 2005)

Banyak kasus-kasus yang terjadi di Indonesia, penyebab utama dari pencemaran ini salah satunya adalah limbah domestik karena debit air buangan cenderung meningkat perharinya bersamaan dengan meningkatnya populasi, perubahan gaya hidup dan aktivitas lainnya, sehingga diperlukan adanya pengolahan air buangan untuk memperbaiki kualitas air buangan yang akan dibuang ke lingkungan.

Umumnya pengolahan air buangan yang dimiliki oleh penduduk adalah sistem *on-site* yang terdiri dari *septic tank* untuk mengendapkan padatan. Penggunaan *effluent septic tank* merupakan konsep berwawasan lingkungan yang mengedepankan suatu produk yang dapat didaur ulang. Dalam hal ini adalah produk limbah secara kualitas dapat digunakan kembali untuk berbagai keperluan.

Salah satu metode pengolahan air limbah secara *constructed wetland* adalah merupakan metode sistem pengolahan limbah cair yang paling unggul dibandingkan dengan konvensional *high-tech water treatment* sistem. Sistem ini sangat cocok digunakan sebagai alternatif untuk mengolah limbah cair. Begitu juga halnya dengan *aquatic plant treatment*, dimana konsep dari *aquatic plant treatment* ini hampir sama dengan *constructed wetland*.

Perencanaan *Aquatic Plant Treatment* ini memanfaatkan kembali *effluent septic tank* menggunakan tanaman *Pickerel Rush* karena tanaman ini mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, akar dan kemudian dilepaskan lagi pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Hal ini dimungkinkan karena tanaman *Pickerel Rush* mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*) sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Tanaman ini bisa hidup pada kondisi aerob (tanpa oksigen). Terjadinya daerah *rhizosphere* yang bersifat aerob memungkinkan aktivitas berbagai bakteri pengurai bahan organik pencemar dan unsur hara pencemar (nitrogen, fosfor) meningkat. Proses ini terjadi terus menerus sepanjang tahun tanpa berhenti.

1.2 Rumusan Masalah

Di lihat dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan apakah tingkat pencemaran limbah cair *effluent septic tank* dapat digunakan kembali untuk penurunan konsentrasi pada parameter TSS, COD, Total N dan Total P ? Dan mampukah *effluent septic tank* berperan dalam pertumbuhan tanaman *Pickerel Rush*.

1.3 Tujuan

1. Mengetahui efek pemakaian *effluent* terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS, Total N dan P.
2. Mengetahui pengaruh air buangan terhadap pertumbuhan tanaman Pickarel Rush

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Agar *effluent septic tank* dapat dimanfaatkan kembali sebelum dibuang.
2. Sebagai tambahan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman Pickarel Rush

1.5 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Tanaman air yang digunakan adalah Pickarel Rush
2. Sistem pengaliran yang digunakan adalah sistem air secara *batch* dengan waktu detensi (*td*) 4 hari.
3. Parameter limbah berupa COD, TSS, Total N dan P

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem *Reuse*

Semua limbah hasil aktivitas akan kembali ke alam dan akan memberikan beban kepada lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Sesuai dengan Undang-undang No. 23 Tahun 1997 pasal 3 dalam pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, pengendalian limbah secara baik sangat diperlukan agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan disekitarnya. Untuk mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan perlu dilakukan pengolahan limbah secara intensif.

Penggunaan limbah untuk ekologi sanitasi berdasarkan pada tiga prinsip, (Mayung, 2004) yaitu :

1. Mencoba mencegah pencemaran yang dilakukan oleh manusia itu sendiri.
2. Sanitasi *urine* dan tinja.
3. Menggunakan bahan *Agricultural* sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan.

Pendekatan ini berupa siklus sistem tertutup yang teratur. Sistem ini memanfaatkan sisa kotoran manusia sebagai sumber daya. Urine dan tinja disimpan lalu diproses ditempatnya. Manfaat dari ekologi sanitasi adalah untuk menahan dan membersihkan kotoran manusia sebelum dipergunakan kembali.

Ekologi sanitasi menggantikan alam dengan cara mengembalikan nutrisi tanaman yang terkandung dalam *urine* dan kotoran manusia kembali ke tanah. Jadi *urine* dan kotoran manusia dimanfaatkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburan dan struktur tanah serta kandungan nutrisinya. (Mayung, 2004)

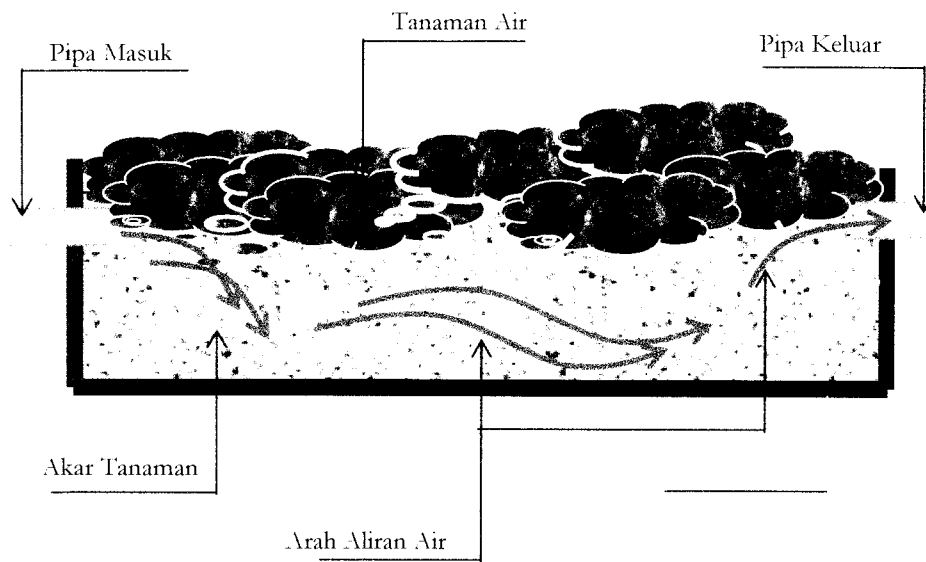
Salah satu cara untuk menanggulangi limbah cair domestik adalah dengan sistem *Aquatic plant treatment*. Konsep *Aquatic plant treatment* ini merupakan pengembangan dari sistem yang sudah dikenal lebih dulu yaitu sistem ***Soil Vegetation Biosystem (for Wastewater Recycling)***.

Ada empat kelebihan *Aquatic Plant Treatment* untuk pertumbuhan tanaman pada *System Reuse* yaitu:

1. Pengenalan fungsi alami dari *aquatic plant system* dan *wetland* sebagai penyerap nutrisi untuk tanaman.
2. Munculnya aplikasi estetika, sehingga tanaman air dapat dimanfaatkan menjadi tanaman hias.
3. Sistem pengolahannya mudah dan murah.
4. Tidak memerlukan perawatan khusus dalam prosesnya.

Penggunaan kembali *effluent septic tank* pada tanaman air merupakan komponen terpenting dari *Aquatic plant treatment* dan memberikan dukungan berupa transformasi nutrisi melalui proses fisik, kimia dan mikrobial. Tanaman mengurangi kecepatan aliran, meningkatkan waktu detensi. Mulai dari tanaman jenis *duckweed* sampai tanaman berbulu (*reeds, cattail*) dan alang-alang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman pada *Aquatic plant treatment*. Fungsi tanaman air pada *aquatic plant treatment* :

- a. Pada akar dan batang
 1. Sebagai tempat bakteri hidup.
 2. Media penyerap absorpsi zat padat.
- b. Pada batang dan daun di permukaan air, mengurangi sinar matahari dan mencegah timbulnya ganggang.



Gambar 2.1 *Aquatic plant treatment*

2.2 *Aquatic Plant Treatment*

Aquatic Plant Treatment telah banyak digunakan diberbagai negara untuk meningkatkan kualitas air buangan, salah satu negara yang telah meneliti *Aquatic Plant Treatment* adalah Amerika dengan menggunakan tanaman bakung (*Elchhomia Crasslpes*). Alasan penggunaan tanaman bakung (*Elchhomia Crasslpes*) karena mempunyai sistem akar yang banyak dan tingkat pertumbuhan tinggi.

Tabel 2.1 Penelitian *Aquatic Plant System* yang telah dilakukan

| Project | Flow (m ³ /d) | Plant type | BOD ₅ mg/ L | | SS mg/ L | | Percent Reduction | | Hydraulic Surface Loading rate m ³ / ha-d |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------|----------|----------|-------------------|----|--|
| | | | influent | effluent | influent | effluent | BOD ₅ | SS | |
| Orlando, FL | 30.280 | Water Hyacinth | 4.9 | 3.1 | 3.8 | 3 | 37 | 21 | 2.525 |
| San Diego, CA | 378 | Water Hyacinth | 160 | 15 | 120 | 20 | 91 | 83 | 590 |
| NSTL, MS | 8 | Duckweed & Penny-wart | 35 | 5.3 | 47.7 | 11.5 | 85 | 76 | 504 |
| Austin, TX | 1.700 | Water Hyacinth | 42 | 12 | 40 | 9 | 73 | 78 | 140 |
| N.Biloxi, MS (Cedar Lake) | 49 | Duckweed | 30 | 15 | 155 | 12 | 50 | 92 | 700 |
| Disney World, FL | 30 | Water Hyacinth | 200 | 26 | 50 | 14 | 87 | 72 | 300 |

Sumber : Penelitian di Cincinnati, 1988

Fungsi lain dari tanaman air dalam proses penjernihan limbah yaitu :

1. Menjaga *hydraulic conductivity* dari substrat supaya stabil,
2. Meningkatkan aktifitas bakteri di bagian perakaran,
3. Sumber carbon bagi bakteri,
4. Akar tanaman sebagai filter,
5. Melepaskan oksigen di daerah perakaran (rhizosphere),
6. Akar meresap unsur hara yang terkandung dalam limbah dimana hara tersebut adalah makanan (pupuk) untuk tanaman,
7. Penumpukan biomass dari tanaman merupakan bahan isolasi yang digunakan jika sistem tersebut diadakan di wilayah selama musim

2.3. Pickarel Rush

Pickarel Rush adalah tanaman dari tanah berlumpur yang memerlukan kondisi sangat lembab dengan ketinggian air yang cukup. Tanaman ini tumbuh di air yang dangkal dan hanya akarnya yang berada dalam air. Tanaman ini merupakan Family *Potederiaceae*, Genus *Pontedena* dan Species *Cordata*

Tanaman berbentuk rumpun ini berbunga sepanjang tahun. Bunganya kecil-kecil berwarna keunguan berkerumun pada tandan yang bentuknya meruncing. Tinggi tangkai yang menopong bunga sekitar 90 cm. Daunnya berwarna hijau tua berbentuk hati yang memanjang hingga 30 cm. Pada setiap tangkainya terdapat 2-4 helai daun, seolah melindungi bunganya yang cantik. Sangat pas dipajang pada sisi kolam sebagai *background* karena bunganya tampil mencolok dibandingkan tanaman air lain yang berbentuk rumpun.

Di samping yang berbunga ungu, dijumpai pula, hibrida berbunga putih, yaitu *P.cordata Alba*. *Pontedoria cordata* menurut sejarah ditemukan pada abad ke-18 oleh seorang botani bernama Pontedera. Nama *cordata* berasal dari bahasa latin yang berarti berbentuk hati yaitu untuk menggambarkan bentuk daunnya. Dalam rumpun tanaman ini tumbuh tunas-tunas anakan baru. Lewat pemisahan tunas-tunas tersebut tanaman ini bisa diperbanyak.

Pickerel Rush memerlukan minimal 4 jam sinar matahari setiap harinya agar dapat tumbuh maksimal. Daun-daunnya yang berbentuk tombak atau mata panah tumbuh hingga 3 sampai 4 kaki dari tanah. Dalam keadaan normal akan mekar pada musim panas dan musim gugur.

Pickerel Rush pada umumnya tidak mengganggu dan di daerah tertentu merupakan spesies terancam. Pickerel Rush disebut juga *Pickerelweed*, karena biasanya ditemukan di sekitar kak Pickerel dan ikan Pickerel. Dan juga batangnya menyerupai *pickes* atau *spike*.



Gambar 2.2 Pickerel Rush

2.4 Parameter-parameter yang digunakan dalam *Aquatic Plant Treatment*

2.4.1 Chemical Oxygen Demand (COD) di dalam *Constructed Wetlands*

COD adalah banyaknya oksigen terlarut yang digunakan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam air limbah secara kimia. Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik yang dapat teroksidasi diukur dengan menggunakan senyawa oksidator kuat dalam kondisi asam (Metcalf and Eddy, 1991). Nilai COD juga merupakan suatu bilangan yang dapat mengatakan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbon dioksida dalam air buangan perantara oksidasi kuat dalam suasana asam (Benefield dan Randall, 1980).

Pengukuran nilai COD sangat diperlukan untuk mengukur bahan organik pada air buangan industri dan domestik yang mengandung senyawa/unsur yang beracun bagi mikroorganise (Metcalf dan Eddy, 1991).

Besar kecilnya COD akan mempengaruhi jumlah pencemar oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan kurangnya jumlah oksigen terlarut dalam air.

2.4.2 Padatan Tersuspensi (TSS) di Dalam *Constructed Wetlands*

Padatan tersuspensi yang terdapat dalam air limbah dapat dihilangkan dan diproduksi secara alami dalam *wetlands*. Proses fisik yang berperan untuk *removal* padatan tersuspensi adalah proses flokulasi, sedimentasi dan intersepsi. Padatan tersuspensi di dalam *wetlands* dapat bertambah yang disebabkan oleh sejumlah faktor seperti : pertumbuhan dari bakteri dan alga, sisa-sisa tanaan dan invertebrata serta aktivitas vertebrata. Sisa-sisa tanaman meliputi : biji, serbuk, daun dan batang yang ati dan jatuh ke dalam *wetlands*. Padatan tersuspensi di dalam *wetlands* terjadi apabila ada kematian dari invertebrata, batang tanaman yang jatuh, produksi dari plankton dan mikroba di dala kola air, alga atau yang menempel pada permukaan tanaman, dan senyawa kimia yang terpresipitasi seperti besi *sulfide* (USEPA, 1999).

Tanaman dalam *wetlands* dapat meningkatkan proses sedimentasi dengan mengurangi *mixing* pada kolom air dan resuspensi dari partikel pada permukaan sedimen. Selain proses sedimentasi proses agregasi juga terdapat di dalam *wetlands* yaitu proses bersatunya partikel secara alami membentuk jonjot atau

flok-flok (Merz, 2000). Partikel yang besar dan berat akan segera mengendap setelah terbawa oleh air dan melewati vegetasi yang terdapat di dalam *wetlands* (Merz, 2000).

Proses intersepsi dan filtrasi padatan terjadi pada padatan yang terjebak dalam lapisan *litter* yang dibentuk oleh tanaman *wetlands*. Distribusi dari *inflow*, aliran yang seragam, keseragaman tanaman, angin yang bertiup ke daratan menuju *wetlands* secara umum mempengaruhi aliran *turbulen* kolom air dan terjadi *mixing* serta berpengaruh terhadap proses agregasi, sedimentasi, resuspensi dan proses adhesi dari partikel yang halus dan kecil. Konsentrasi padatan tersuspensi cenderung meningkat selama musim panas dan menurun pada musim hujan (Kadlec and Knight, 1996).

Hubungan yang terjadi di lapangan dibuatkan grafik untuk menunjukkan kecocokan antara data terukur dengan level prediksi dengan menggunakan pendekatan-pendekatan. Untuk *removal suspended solid* pada *constructed wetlands* secara umum dapat menggunakan persamaan (Reed, 1995).

$$\text{SS effluent} = \text{SS influent} \times (A \times B \times \text{HLR})$$

Dimana : A = 0.1139

B = 0.00213

SS = padatan tersuspensi (mg/l)

HLR = hydraulic loading rate (cm/hari)

2.4.3 Siklus Nitrogen

Formasi dari nitrogen dalam tanah dan sedimen adalah ion ammonium (NH_4^+), nitrat (NO_3) organic *phytonitrogen* dalam tanaman dan sisa tanaman, dan protein bakteri yang hidup dan mati (Novotny and Olem, 1994). Beberapa penelitian berhubungan dengan kandungan dari nitrogen pada suatu kawasan dinyatakan sebagai *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN). Total Kjeldahl nitrogen adalah jumlah untuk reduksi nitrogen sama dengan jumlah organic N dan NH_4^+ sedangkan total N adalah jumlah dari senyawa organic dan an-organik, pada dasarnya merupakan penjumlahan dari TKN, NO_3 , dan $\text{NO}_2\text{-N}$ (Kadlec and Knight, 1996). Sumber N dalam wetland berasal dari:

- a) Proses presipitasi pada permukaan lumpur dan lapisan sedimentasi.
- b) Fiksasi N dalam air dan lapisan sedimen.
- c) *Input* dari permukaan dan air tanah melalui infiltrasi pada perkolasi.
- d) Penggunaan pupuk
- e) Pelepasan N selama proses dekomposisi tumbuhan dan hewan yang mati.
- f) Air limbah yang dialirkan ke dalam wetlands (reddy and Patrick, 1984)

Beberapa proses dapat men-*transport* dan mentranslokasi kandungan N dari suatu sifat ke sifat lain dalam *wetlands* tanpa adanya proses transformasi molekul, proses tersebut diantaranya adalah (Kadlec and Knight, 1996):

- a) Proses pengendapan partikel dan resuspensi
- b) Proses difusi dari bentuk terlarut.

- hy c) Proses pembusukan
- la d) Proses penyerapan oleh tanaman dan translokasi.
- e) Proses penguapan dari NH_3
- pa f) Penyerapan N terlarut dalam substra
- he g) Pelepasan benih, dan
- te: h) Migrasi dari organisme.

pe Proses transformasi nitrogen terdiri dari mineralisasi (*aminonification*),
 di nitrifikasi, denitrifikasi, fiksasi nitrogen, asimilasi (penyerapan oleh tanaman dan
 Pa bakteri), serta proses lain yang mendukungnya (LEE,1999). Proses mineralisasi,
 Ar penyerapan oleh tanaman, nitrifikasi dan *dissimilatory nitrate reduction to*
 dik *ammonium* (DNRA) merupakan proses perubahan dari suatu bentuk ke bentuk
 am lain dari nitrogen. Proses denitrifikasi dan ammonia *volatilisation* merupakan
 gas proses *export* dan menghasilkan jumlah kehilangan nitrogen dari sistem. Fiksasi
 niti nitrogen merupakan proses yang penting yaitu proses penangkapan nitrogen dari
 atmosfer menuju daratan dan ekosistem air (Merz, 2000).

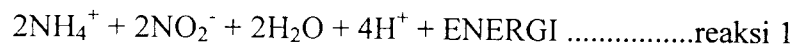
da
 bia

2.4.3.1 Mineralisasi (Ammonifikasi)

Me Mineralisasi merupakan proses transformasi bahan organik menjadi bahan
 an-organiknya (Merz, 2000). Mineralisasi merupakan proses transformasi dan N
 2.4. organik secara biologis menjadi NH_4 yang terjadi selama proses degradasi bahan
 organik berlangsung (Gambrell and Patrick, 1978). Mineralisasi terjadi melalui
 beb penguraian jaringan organik oleh mikroba yang mengandung asam amino,
 tan

bahan organik, terjadi proses ion exchange oleh partikel tanah, atau akan mengalami proses nitrifikasi (Mitsch and Gosseelink, 1993). Nitrifikasi merupakan proses oksidasi secara biologi dari ammonium – N menjadi nitrat- N dengan nitrit- N (NO₂) sebagai produk *intermediate* (Lee, 1999)

Sebagian besar mikroorganisme yang menggunakan karbon organik sebagai sumber energi (*heterotroph*) dapat melakukan oksidasi kandungan nitrogen. Tetapi nitrifikasi secara *autotroph* umumnya secara dominan yang melakukan proses ammonium menjadi nitrat (Merz, 2000). Proses nitrifikasi dilakukan dengan bantuan dua kelompok bakteri kemoautotrophik yang dapat melakukan proses oksidasi. Langkah pertama (Mitsch and Gosselink, 1993) yaitu oksidasi ammonium menjadi nitrit:



Dilakukan dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* sp, walaupun beberapa spesies melakukan transformasi. Langkah kedua yaitu oksidasi nitrit menjadi nitrat :



Dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* sp.

Bakteri nitrifikasi memerlukan karbon dioksida sebagai sumber karbon dan akan berhenti berkembang serta melakukan proses nitrifikasi apabila persediaan karbon dioksida terbatas (Merz , 2000). Pertumbuhan bakteri nitrifikasi relatif sangat lambat dibandingkan dengan bakteri *heterotrophik*, oleh karena itu diperlukan area permukaan yang luas untuk perkembangan biofilm yang merupakan cara untuk mengoptimalkan proses yang berpotensi untuk nitrifikasi.

Tanaman air *Macrophyte emergent* merupakan elemen paling penting di dalam wetlands yang dapat meningkatkan area permukaan untuk perkembangan biofilm dalam kolam air. Proses nitrifikasi dikontrol oleh beberapa faktor diantaranya: suplai dari ammonium, suplai dari oksigen, suplai dari karbon dioksida, kepadatan populasi dan bakteri nitrifikasi, temperatur, pH, dan alkalinitas (Merz, 2000). Dalam *wetland* proses nitrifikasi dapat terjadi apabila:

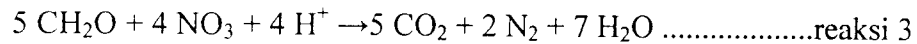
1. Kolam air berada diatas tanah basah (Reddy and Patrick, 1984)
2. Ketebalan lapisan untuk oksidasi pada permukaan tanah dalam *wetland*.
3. Adanya oksidasi pada lapisan rhizosfer tanaman (Mitsch and Gosselink, 1993).

Proses nitrifikasi dapat terus berlangsung pada keadaan tingkat DO berada sekitar 0,3 mg/l (Reddy and Patrick, 1984)

2.4.3.3 Denitrifikasi

NO_3^- lebih aktif bergerak dibandingkan NH_4^+ didalam larutan. Jika NO_3^- mengalami asimilasi oleh tanaman, mikroba atau mengalir menuju air tanah dengan pergerakan yang cepat, tetapi NO_3^- mengalami proses denitrifikasi (Lee, 1999). Denitrifikasi adalah proses reduksi dari NO_3^- secara biologi menjadi bentuk gas seperti molekul N_2 , NO , NO_2 , N_2O (Novotny and Olem, 1994). Proses dissimilatori denitrifikasi terjadi selama proses respirasi dari bakteri heterotroph (Merz, 2000). Pada kondisi an-aerobik (bebas oksigen) serta adanya substrat organik (karbon), organisme denitrifikasi seperti *bacillus*, *micrococcus*,

alcaligenes, dan *spirillum* dapat menggunakan nitrat sebagai elektron akseptor selama proses respirasi. Organisme ini mengoksidasi bahan karbohidrat dengan dekonversi oleh NO_3^- menjadi karbondioksida (CO_2), air (H_2O), dan N dalam bentuk gas dan bahan oksida gas lainnya yang dapat dihasilkan dalam proses denitrifikasi (Reddy and Patrick, 1984):



Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kecweepatan denitrifikasi meliputi ada dan tidak adanya oksigen, siap sedianya bahan karbon, temperatur, kelembaban tanah, pH, keberadaan dan mikroba denitrifikasi, tekstur tanah, dan adanya genangan air (Reddy and Patrick, 1984).

2.4.3.4 Fiksasi Nitrogen

Fiksasi nitrogen merupakan proses yang sangat penting baik secara khusus maupun umum. Proses utamanya adalah untuk menjaga keseimbangan kehilangan N pada saat denitrifikasi. Fiksasi nitrogen adalah proses dimana gas N_2 di atmosfer didifusikan ke dalam larutan dan di reduksi lagi menjadi bahan N organik oleh bakteri *autotroph*, dan *heterotroph*, alga biru-hijau, dan tanaman tinggi lainnya (Kadlec and Knight, 1996). Fiksasi nitrogen daat di hambat dengan keberadaan konsentrasi N yang tinggi, umumnya proses fiksasi nitrogen tidak terjadi pada ekosistem yang kaya akan nitrogen. Energi yang dibutuhkan untuk melakukan proses fiksasi nitrogen sangat tinggi dan biassanya dihasilkan oleh beberapa aktivitas fotosintesis.

2.4.3.5 Assimilasi (Penyerapan Oleh Tanaman Dan Bakteri)

Proses assimilasi nitrogen merupakan jenis proses biologis yang mengubah bentuk N an-organik menjadi susunan organik yang digunakan untuk pembentukan dinding sel dan jaringannya (Kadlec and Knight, 1996). Tidak seperti tanaman darat, tanaman air dapat menggunakan ammonium sebagai sumber nitrogen dan penyerapannya secara biologis dapat menghilangkan konsentrasi secara signifikan. Tanaman jga mengambil nitrogen dalam bentuk nitrat.

Mikro organisme mengasimilasi *nutrient* untuk pertumbuhan, seperti ammonium dapat bergabung membentuk asam amino oleh bakteri *autotroph* dan *heterotroph* (Kadlec and Knight, 1996). Asam amino ditransformasi ke dalam protein, purin dan pirimidin dan digunakan sebagai sumber energi.

Untuk memperkirakan hubungan antara N_{total} efluent dan influent digunakan persamaan Reed, 1995 :

$$N_{total} \text{ efluent} = A \times N_{total} + B \times \ln(\text{HLR}) - C$$

Dimana $A = 0,193$

$B = 1,55$ dan

$C = 1,75$

N_{total} dalam mg/ liter

HLR dalam cm/ hari

Tabel 2.2 Proses Transformasi Nitrogen

| Proses | Substrat | Produk |
|----------------------|----------------------|------------------|
| Mineralisasi(1) | Bahan Organik | Ammonium |
| Biological Uptake(2) | Amonium, Nitrat | Organik Nitrogen |
| Nitrifikasi(3) | Ammonium | Nitrat |
| Dentrifikasi(4) | Nitrat | Gas Nitrogen |
| DNRA(5) | Nitrat | Ammonium |
| Volatilisasi(6) | Ammonium + pH tinggi | Gas Ammonium |
| Nitrogen fiksasi(6) | Ammonium + pH tinggi | Organik Nitrogen |

Sumber : Ready and Patrick, 1984⁽¹⁾, Bowden 1987⁽²⁾, Tieje 1988⁽³⁾, Rysgaard et al. 1993⁽⁴⁾, Kaldec and Knight 1996⁽⁵⁾, IWA Spesialisasi Group 2000, in Merz 2000⁽⁶⁾.

2.4.4 Siklus Fosfat

Senyawa fosfat adalah suatu komponen yang sangat penting dan sering dipermasalahkan keberadaannya di dalam air. Unsur ini adalah salah satu dari beberapa unsur pencemar yang esensial untuk pertumbuhan ganggang, karena dengan adanya pertumbuhan ganggang yang berlebihan dalam suatu perairan akan menyebabkan penurunan kualitas air tersebut (Saeni, 1989).

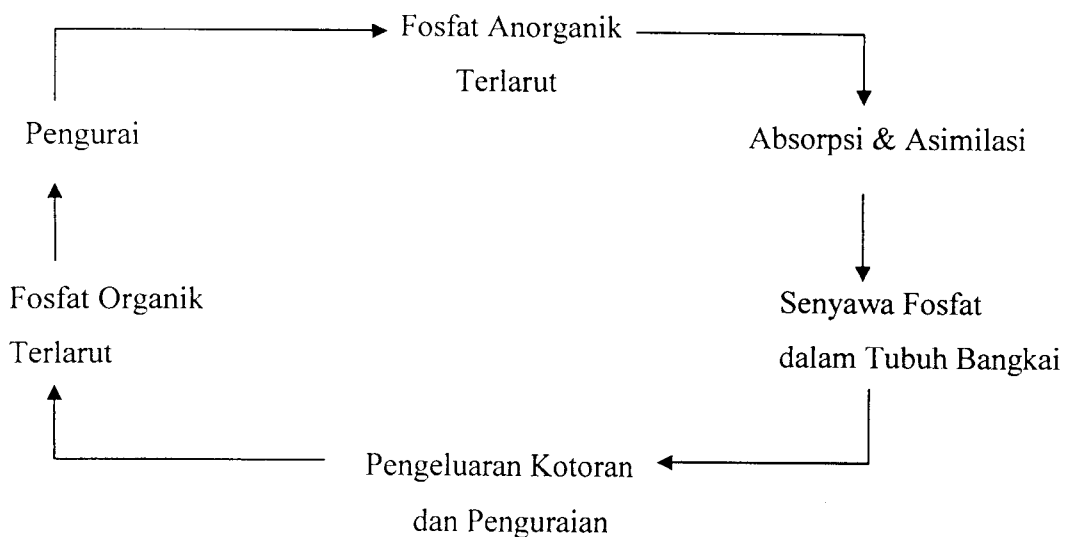
Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa orthofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Orthofosfat adalah senyawa monomer seperti $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} , sedangkan polifosfat (yang biasa disebut fosfat) merupakan senyawa polimer seperti $(\text{PO}_3)_6^{3-}$ (heksa metafosfat), $\text{P}_3\text{O}_{10}^{3-}$ (tripolifosfat) dan $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ (pirofosfat). Fosfat organis adalah P yang terikat dengan senyawa-senyawa organis sehingga tidak berada dalam larutan secara lepas (Anonim, 1994).

Berdasarkan ikatan kimia senyawa fosfat dibedakan sebagai yang disebut diatas yaitu, orthofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Sedangkan klasifikasi penting lainnya berdasarkan kepada sifat fisisnya yaitu fosfat terlarut, fosfat tersuspensi (tidak terlarut) dan fosfat total (fosfat terlarut dan tersuspensi).

Dalam air limbah, senyawa fosfat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Pada daerah pertanian orthofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat organik yang terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula terjadi dari orthofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena bakteri maupun tanaman menyerap bagi pertumbuhannya.

Umumnya tumbuhan menyerap P dalam bentuk PO_4^{3-} , HPO_4^- , $H_2PO_4^-$. pH tanah mengendalikan perimbangan jumlah kedua bentuk ini. $H_2PO_4^-$ tersedia pada pH di bawah 7 dan HPO_4^- di atas pH (Salisbury and Ross, 1995).

Daur fosfat yang terjadi di dalam kehidupan menurut Tresna Sastrawijaya (1991) adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Daur Fosfat

Di dalam perairan alami, kandungan fosfat hanya sedikit sekali. Apabila kadar fosfat lebih dari 1 mg/l dapat menyebabkan *eutrofikasi* pada suatu perairan (Mason, 1981).

Proses *eutrofikasi* menyebabkan perairan mempunyai konsentrasi hara yang tinggi dan kandungan oksigen terlarut rendah. Pada kondisi ini hanya jenis-jenis hewan dan tumbuhan tertentu yang dapat berkembang. Akibat dari bertambahnya kandungan nitrat dan fosfat dalam air, alga akan mendominasi perairan (Christina dan Swarso, 1997). Dengan tertutupnya suatu perairan oleh tumbuhan air, maka transmisi sinar matahari terhalangi akibatnya oksigen terlarut akan menurun sehingga mematikan ikan dan kehidupan air yang lain (Benefield, 1980).

Selain itu, pertumbuhan alga yang berlebihan menimbulkan beberapa masalah (Anonim,1981) seperti :

- Memberikan warna yang kurang menyenangkan berupa warna hijau biru atau hijau.
- Menimbulkan buih massif yang terapung yang dapat menghambat navigasi atau mengganggu penggunaan air.
- Pada saat pembusukan, menimbulkan bau yang dapat menyingkirkan penduduk dari area yang berangkutan.
- Menekan oksigen terlarut di perairan yang bersangkutan pada saat berlangsungnya dekomposisi dan akibatnya terjadi kematian organisme-organisme aquatik setempat.

- Menjerat atau menyangkut pada peralatan tangkap ikan atau alat pengambilan air.
- Mereduksi “carrying capacity” sistem distribusi air.
- Merusak area pemandian atau pemanfaatan air yang lain.\

Bila kadar fosfat pada air alam sangat rendah (0.01 mg P/l), pertumbuhan tanaman dan ganggang akan terhalang. Keadaan ini dinamakan *oligotrop*. Selain itu, kelebihan P dapat menimbulkan kekurangan Fe, Cu dan Zn pada tanaman karena terbentuknya Zn fosfat yang tidak larut (Rinsema, 1983). Sedangkan dalam ilmu kesehatan, keberadaan fosfat dalam tubuh manusia atau hewan belum ada penelitian secara lebih lanjut.

2.5 Hipotesa

Pengaruh tanaman Pickarel Rush terhadap penggunaan *effluent septic tank* yaitu dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman Pickarel Rush dan dapat menurunkan konsentrasi kontaminan air buangan. Oleh karena itu disusun dua hipotesa, yaitu :

1. Tanaman Pickarel Rush dapat menurunkan konsentrasi TSS, COD, Total N dan Total P.
2. *Effluent septic tank* dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman Pickarel Rush

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Agar suatu penelitian dapat disebut sebagai penelitian ilmiah maka harus menggunakan metodologi penelitian yang sistematis. Metodologi penelitian yang digunakan dalam bentuk diagram dapat dilihat dalam bentuk lampiran.

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3.2 Waktu penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 bulan :

Dari bulan November 2005 sampai dengan bulan April 2006

3.3 Alat dan Bahan yang digunakan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat dan bahan sampel
 - a. Tanaman Pickerel Rush
 - b. Air *septic tank* FTSP, UII
 - c. Reaktor *Batch*

2. Alat untuk penguji TSS

- a. Cawan Goch/ penyaring lain yang dilengkapi penghisap atau penekan.
- b. Kertas berpori 0.45 μm
- c. Oven untuk pemanas 103 – 106 $^{\circ}\text{C}$
- d. Desikator.
- e. Neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0.1 gram.
- f. Penjepit.

3. Alat untuk pengujian COD.

- a. Spektrofotometri
- b. Kuvet
- c. Tabung pencerna
- d. Pemanas dengan lubang- lubang penyangga tabung
- e. Mikroburet
- f. Labu ukur 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, dan 1000 mL
- g. Pipet volum 5 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL
- h. Gelas piala
- i. Timbangan analitik

4. Alat untuk pengujian Total Nitrogen (TKN)

- a. Spektrofotometri dengan panjang gelombang 420 nm
- b. Alat penyuling yang terbuat dari gelas borosilat dengan kapasitas labu 500 mL dan dilengkapi dengan alat pengatur suhu.
- c. Labu kjeldahl 500 mL

- d. Labu ukur 500 dan 1000 mL
 - e. Gelas ukur 100 mL
 - f. Pipet ukur 10 mL
 - g. Labu Erlenmeyer 100 dan 250 mL
 - h. Gelas piala 100 mL
5. Alat untuk pengujian Total Phosphat (Total P)
- a. Spektrofotometri dengan panjang gelombang 660 nm
 - b. Pemanas listrik dengan kapasitas pemanasan 300° C dan dilengkapi pengatur suhu.
 - c. Labu ukur 100 dan 1000 mL
 - d. Gelas piala 100 mL
 - e. Pipet ukur 10 mL
 - f. Pipet seukuran 1,5,10, dan 25 mL
 - g. Labu mikro kjeldahl 250 mL

3.4 Parameter yang diteliti

Tabel 3.1 Metode Pengujian Sampel

| Parameter | Metode Pengujian |
|---------------------|-------------------------|
| Umur tanaman | - |
| Diameter daun | - |
| Padatan tersuspensi | Gravimetri |
| COD | Spektrofotometri |
| Total N dan P | Spektrofotometri |

Untuk analisa sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia – Jogjakarta.

3.5 Cara kerja.

1. Analisis parameter

- a) **Konsentrasi COD** Analisa konsentrasi COD dilakukan dengan menggunakan SNI 06-6989.2-2004
- b) **Umur tanaman.** Umur tanaman dianalisa secara langsung berdasarkan kalender dan hasil yang didapat secara visual.
- c) **Total N.** Kandungan yang terserap dalam tanaman dilakukan dengan menggunakan SK SNI M-47-1990-03
- d) **Total P.** Kandungan yang terserap dalam tanaman dilakukan dengan menggunakan SK SNI M-52-1990-03

2. Reaktor *Aquatic Plant Treatment*

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan 5 unit reaktor *Batch* dengan dimensi yang sama untuk setiap reaktor dengan setiap reaktor adalah sebagai berikut:

- a. Reaktor 1 dialiri konsentrasi 100 % air buangan dengan ditanami tanaman Pickarel Rush sebanyak 6 tanaman.
- b. Reaktor 2 dialiri konsentrasi 100 % air buangan dengan ditanami tanaman Pickarel Rush sebanyak 4 tanaman.

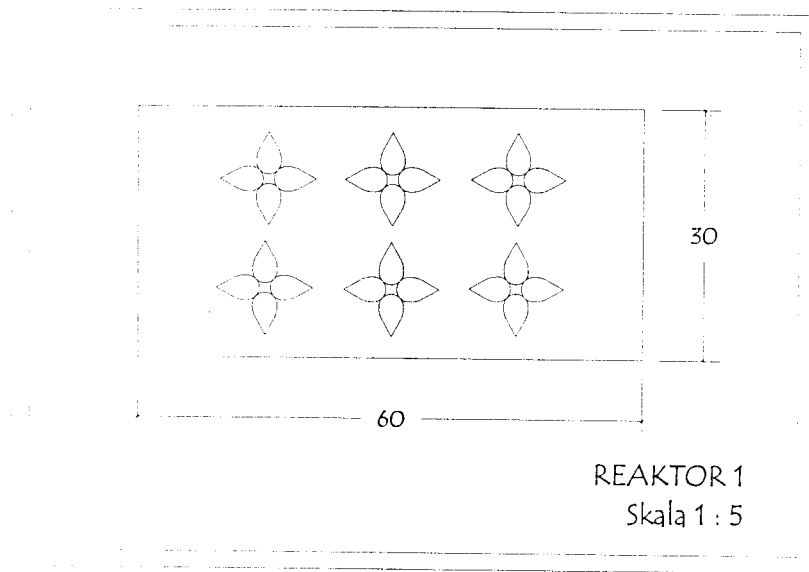
- c. Reaktor 3 dialiri konsentrasi 100 % air buangan dengan ditanami tanaman Pickarel Rush sebanyak 2 tanaman.
- d. Reaktor 4 dialiri konsentrasi 100 % air buangan tanpa ditanami tanaman Pickarel Rush
- e. Reaktor 5 dialiri air bersih dengan ditanami tanaman Pickarel Rush

1. Perencanaan reaktor *bach Aquatic Plant Treatment*

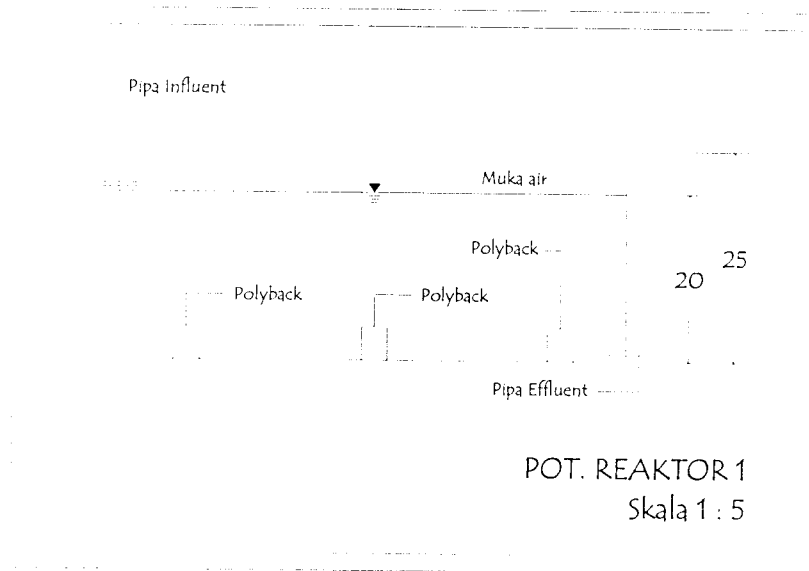
- Hydraulic detention time, $t = 4$ hari
- Kedalaman air, $d = 20$ cm
- Lebar = 30 cm
- Panjang = 60 cm
- Freeboard = 5 cm

Tabel 3.2 Perhitungan Dimensi Reaktor

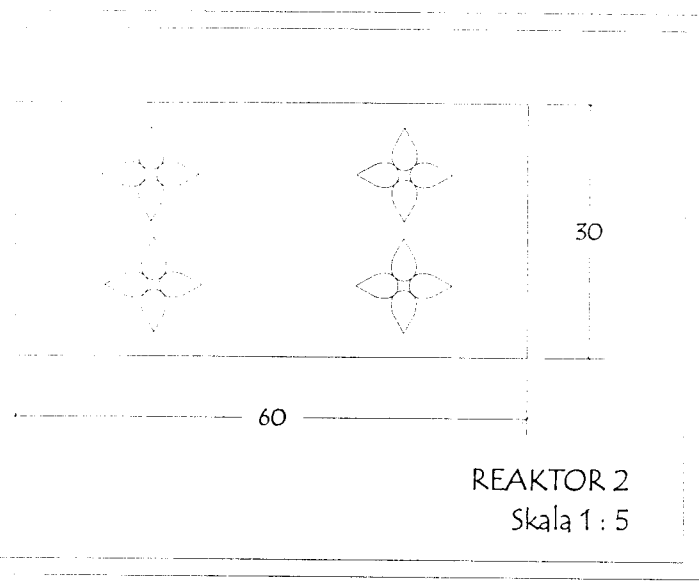
| Dimensi | Simbol | Hasil Perhitungan | Satuan | Persamaan yang digunakan | Keterangan |
|----------------|--------|-------------------|----------------------|--------------------------|------------|
| Panjang | L | 0.60 | m | | |
| Lebar | W | 0.30 | m | | |
| Ketinggian Air | d | 0.20 | m | | |
| Volume Reaktor | V | 0.045 | m ³ | $P \times l \times t$ | |
| Debit | Q | 0.0075 | m ³ /hari | $Q = \frac{V}{td}$ | |



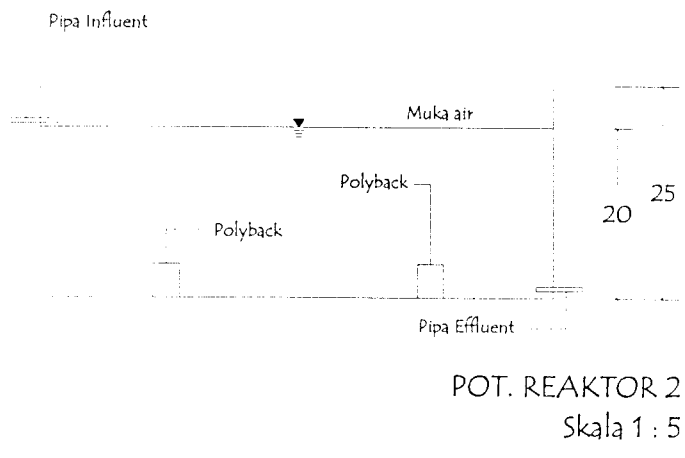
Gambar 3.1 Tampak atas reaktor 1



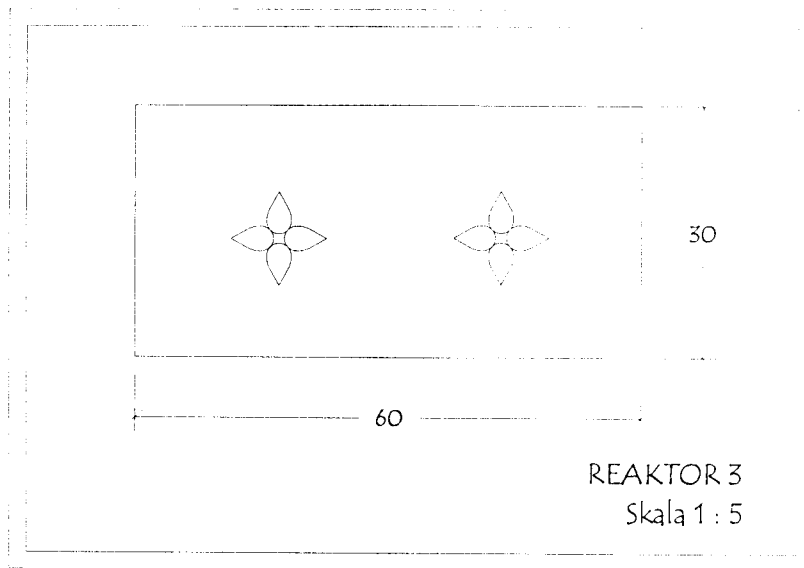
Gambar 3.2 Potongan reaktor 1



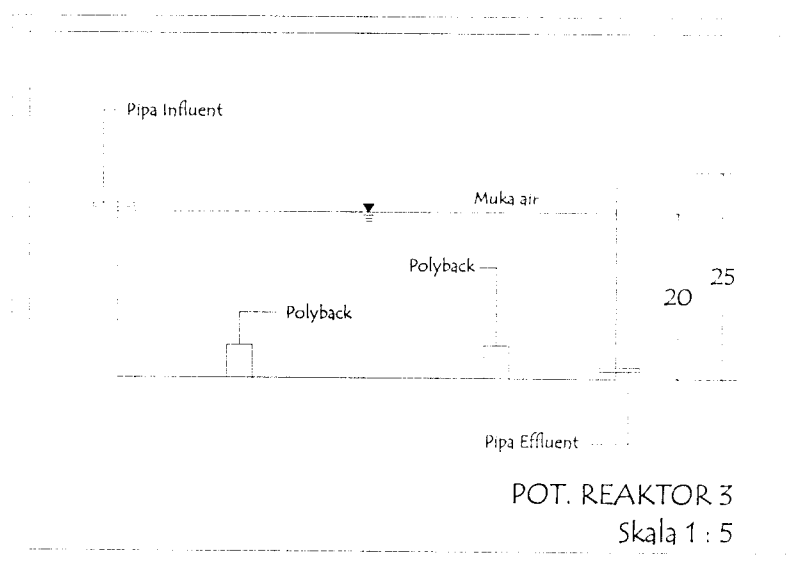
Gambar 3.3 Tampak atas reaktor 2



Gambar 3.4 Potongan reaktor 2



Gambar 3.5 Tampak atas reaktor 3



Gambar 3.6 Potongan reaktor 3

2. Perencanaan sistem Inlet:

- Inlet menggunakan pipa PVC dengan diameter ½ in
- Tinggi pipa inlet, $h_i = 22$ cm

3. Perencanaan sistem outlet:

- Outlet menggunakan pipa PVC dengan diameter ½ in
- Tinggi pipa outlet, $h_o = 5$ cm

4. Frekwensi Pengambilan Sample

Penganbilan sampel air buangan, dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Dalam melakukan pengambilan sample air buangan dilakukan pada area inlet dan outlet dari lahan percobaan

Tabel 3.3 Masa Penanaman dan Pengambilan Sampel Air Buangan

| Hal \ Waktu | Minggu I | Minggu II | Minggu III | Minggu IV | Minggu V | Minggu VI |
|------------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|
| Pemindahan Tanaman | √ | | | | | |
| Pengambilan Sampel I | | √ | | | | |
| Pengambilan Sampel II | | | √ | | | |
| Pengambilan Sampel III | | | | √ | | |
| Pengambilan Sampel IV | | | | | √ | |
| Pengambilan Sampel V | | | | | | √ |

3.6 Analisis Data

Analisa data untuk penentuan kualitas air dengan membandingkan antara konsentrasi limbah awal dengan konsentrasi limbah setelah dilakukan proses dengan menggunakan persamaan *Overall Eficiency* yaitu:

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

Dimana: η = *Overall Eficiency* (%)

C_o = Konsentrasi Awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi Akhir (mg/L)

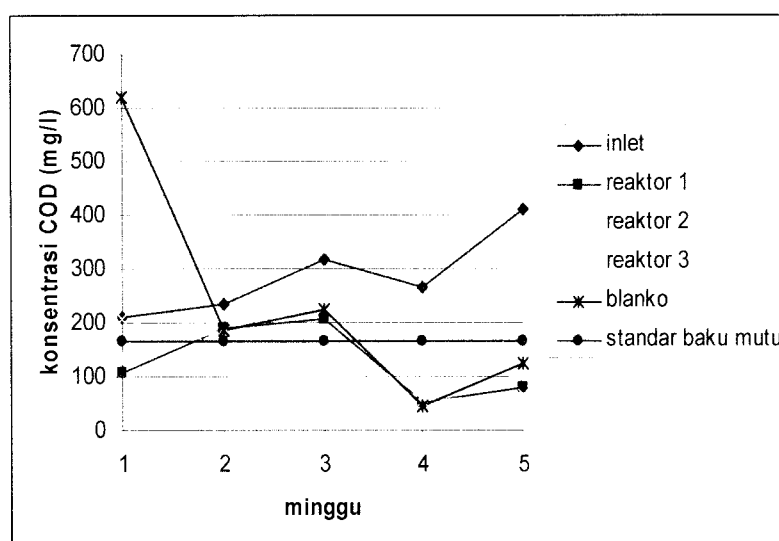
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kualitas *Effluent Septic tank*

4.1.1 Penurunan COD dalam *Aquatic Plant Treatment*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, konsentrasi COD *effluent septic tank* dengan menggunakan sistem pengolahan *Aquatic Plant Treatment* ternyata menunjukkan adanya penurunan. Berikut grafik hasil laboratorium terhadap penurunan kandungan pencemar COD *effluent septic tank*.



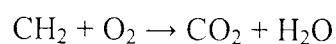
Gambar 4.1 penurunan konsentrasi COD pada Inlet dan Outlet

Gambar 4.1 menunjukkan penurunan COD berdasarkan tingkat konsentrasi air limbah dalam reaktor yang berbeda-beda. Penurunan COD untuk reaktor 1 dengan 6 tanaman rata-rata sebesar 56,06 % dengan konsentrasi awal (C_0) 287.77 mg/l menjadi 126.45 mg/l. Reaktor 2 dengan 4 tanaman terremoval sebesar 54,57 % dengan konsentrasi awal (C_0) 287.77 mg/l menjadi 132,72 mg/l.

Reaktor 3 dengan 2 tanaman teremoval 54,90 % dengan konsentrasi awal (Co) 287.77 mg/l menjadi 129.79 mg/l. sedangkan untuk reaktor blanko (tanpa tanaman) teremoval sebesar 16,32 % dengan konsentrasi awal (Co) 287.77 mg/l menjadi 240.79 mg/l. Tabel efisiensi penurunan konsentrasi COD *effluent septic tank* pada penelitian ini dapat dilihat dalam lampiran .

Gambar 4.1 menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi COD pada minggu pertama. Untuk reaktor blanko (tanpa tanaman), peningkatan terjadi dari konsentrasi 209,39 mg/l menjadi 621,38 mg/l. Peningkatan ini disebabkan oleh banyaknya populasi alga dan bakteri yang berkembang secara pesat pada hari ke 4 dipengaruhi oleh meningkatnya konsentrasi TKN dan fosfat. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan TKN dan fosfat meningkat, kandungan TKN pada blanko sebesar 41,33 mg/l dari 40,8 mg/l dan untuk kandungan fosfat pada blanko sebesar 7,71 mg/l dari 2,33 mg/l. Sedangkan konsentrasi N total diatas 0,8 mg/l dan fosfat 0,1 mg/l mengakibatkan pertumbuhan alga dan ganggang (Hammer, 1986).

Menurut Saefumillah, (2006) mengemukakan bahwa pertumbuhan alga dalam tempo 24 jam populasi alga akan berkembang dengan jumlah ketersediaan fosfat yang berlebih di dalam air. Hal ini mengakibatkan keberadaan oksigen menjadi berkurang karena proses respirasi oleh alga dan bakteri yang menggunakan oksigen untuk mendegradasi bahan organik. Dengan proses respirasi sebagai berikut:

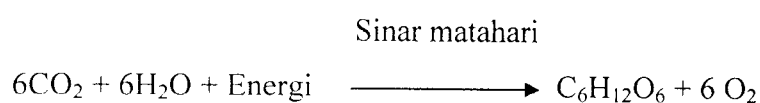


Sehingga karbondioksida meningkat menyebabkan COD meningkat. Selain itu juga terjadinya kompetisi antara mikroorganisme dalam mendapatkan oksigen mengakibatkan mikroorganisme yang tidak mendapatkan oksigen mati. Hal ini juga mempengaruhi terhadap peningkatan COD.

Menurut Scott,(2004) bahwa alga dan bakteri ada di dalam air tawar dan air asin secara alami. Reed, (1987) juga mengemukakan bahwa alga dapat tumbuh apabila tersedia nutrisi dan sinar matahari yang cukup untuk proses asimilasi alga. Alga dan bakteri yang tumbuh pesat merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan peningkatan bahan organik dalam limbah cair. Hal ini disebabkan karena adanya siklus hidup dan matinya alga, bakteri, serta bangkai daun yang mati dan jatuh ke dalam air *effluent septic tank*. Apabila alga, bakteri dan daun serta batang tanaman mati di dalam air maka akan menyebabkan jumlah karbon organik bertambah di dalam reaktor.

Proses penurunan COD dalam pengolahan *Aquatic Plant Treatment* ini berdasarkan jumlah kandungan oksigen yang terdapat dalam air *effluent septic tank* yang digunakan untuk mengurai bahan-bahan anorganik dan organik serta kemampuan media tanaman dalam mengurai bahan-bahan organik air *effluent septic tank*. Adanya penyuplai oksigen melalui proses fotosintesis oleh tanaman dan Proses difusi media langsung ke tanaman dalam reaktor serta proses reaerasi dari permukaan tanaman, proses translokasi oksigen menuju lapisan rhizosfer dan proses difusi langsung dari atmosfer yang berada di permukaan limbah.

Proses fotosintesis



Oksigen sangat penting peranannya dalam proses penguraian bahan organik secara aerob. (Merz, 2000 dan Reed, 1987). Mengemukakan bahwa oksigen di dalam air diperoleh dari hasil proses fotosintesis tanaman, alga dan biofilm, proses difusi langsung dari atmosfer ke permukaan air. Reaerasi serta translokasi oksigen menuju lapisan rhizosfer. Apabila suplai oksigen tidak sesuai atau kurang dengan yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik akan berjalan secara anaerob.

Dalam menguraikan bahan organik diperlukan suatu kerjasama antara mikroorganisme dengan tanaman. Karena tanaman memerlukan karbon dioksida dan air yang dihasilkan dari respirasi mikroorganisme untuk proses fotosintesis. Sebaliknya mikroorganisme memerlukan karbohidrat dan oksigen dari hasil fotosintesis untuk menguraikan bahan organik yang masih tersisa. Demikian seterusnya hubungan simbiosis mutualisme antara mikroorganisme dengan tanaman berlangsung dalam *Aquatic*.

Penguraian senyawa-senyawa anorganik dalam reaktor banyak dilakukan oleh tanaman *Pickerel Rush*, karena *Pickerel Rush* sangat memerlukan mineral-mineral anorganik yang terkandung dalam *effluent septic tank* untuk pertumbuhannya. Unsur-unsur yang tersedia dalam *effluent septic tank* diserap oleh *Pickerel Rash* dalam bentuk kation dan anion, yang dilakukan oleh ujung-ujung akarnya. Penyerapan terbesar terjadi pada bulu-bulu akar *Pickerel Rush* yang sangat banyak.

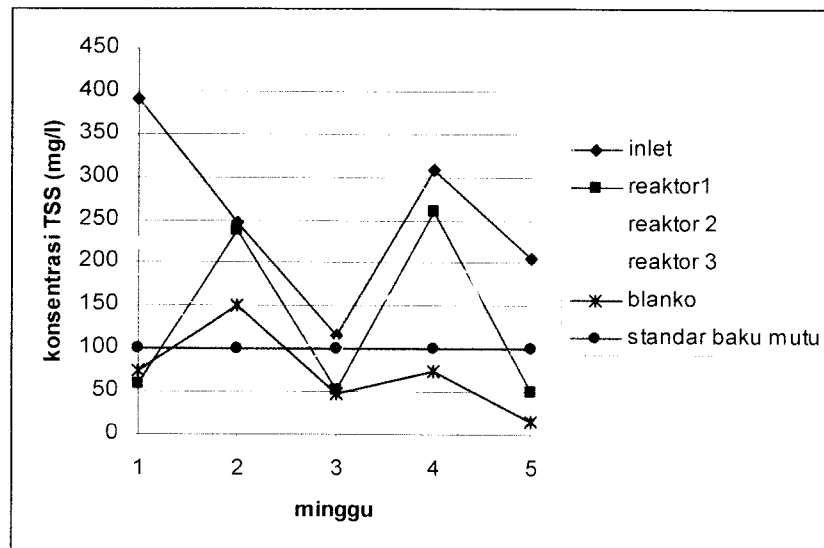
Proses penurunan konsentrasi COD pada reaktor 1 lebih tinggi di bandingkan dengan reaktor 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena semakin banyak

jumlah tanaman maka semakin banyak pula jumlah oksigen yang terdapat dalam air limbah yang digunakan untuk mengurai bahan-bahan anorganik dan organik. Sedangkan untuk penurunan konsentrasi COD pada reaktor 3 lebih tinggi di bandingkan dengan reaktor 2. hal ini disebabkan karena pada reaktor 3 dengan tanaman yang sedikit maka alga yang tumbuh didalam reaktor tersebut sangat pesat yang ditandai dengan perubahan warna yang lebih hijau bila dibandingkan dengan reaktor yang lain. Konsentrasi COD menurun sebab alga memerlukan mineral-mineral anorganik untuk pertumbuhannya. Untuk reaktor blanko (tanpa tanaman) penurunan konsentrasi COD sangat kecil bila dibandingkan dengan reaktor 1,2 dan reaktor 3. Karena di dalam reaktor blanko tidak ada tanaman, maka pada reaktor ini untuk menurunkan konsentrasi COD dilakukan melalui proses filtrasi dan dengan bantuan aktivitas dari mikroorganisme dalam mentransformasikan bahan organik dan anorganik menjadi nutrien dan energi.

Dari uraian diatas dikatakan bahwa penurunan konsentrasi COD yang paling baik terjadi pada reaktor 1 sebesar 56,06 % dengan konsentrasi awal (co) 287,77 mg/l menjadi 126,45 mg/l maka hal tersebut sesuai dengan hipotesa dimana tanaman dapat menurunkan konsentrasi COD. Penurunan ini juga dapat dikatakan baik, sebab harus dibawah standar baku mutu. Berdasarkan Keputusan Men LH No 112 tahun 2003 untuk COD adalah sebesar 167 mg/l.

4.1.2 Penurunan TSS pada *Aquatic Plant Treatment*

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi TSS *effluent septic tank*. Berikut grafik hasil laboratorium terhadap penurunan kandungan pencemar TSS *effluent septic tank*.



Gambar 4.2 penurunan konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet

Berdasarkan gambar 4.2, pada reaktor 1 konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai 47,94 % dari konsentrasi awal (C_0) 253,6 mg/l menjadi 132 mg/l. Pada reaktor 2 mengalami penurunan sebesar 42,59 % dengan konsentrasi awal (C_0) 253,6 mg/l menjadi 145,6 mg/l. Sedangkan pada reaktor 3 mengalami penurunan sebesar 43,85 % dar konsentrasi awal (C_0) 253,6 mg/l menjadi 142,4 mg/l. Pada reaktor blanko terjadi penurunan konsentrasi TSS sebesar 71,37 % dari knsentrasi awal (C_0) 253,6 mg/l menjadi 72,6 mg/l. Tabel efisiensi penurunan konsentrasi TSS *effluent septic tank* pada penelitian ini dapat dilihat di dalam lampiran 1.

Proses penurunan kandungan partikel-partikel solids dalam *effluent septic tank* yang diolah dengan menggunakan sistem pengolahan *Aquatic Plant Treatment* ini terjadi karena adanya proses flokulasi, sedimentasi dan proses filtrasi serta intersepsi dalam reaktor.

Penurunan konsentrasi TSS merupakan proses alami yang terjadi di dalam *Aquatic Plant Treatment*. Proses yang paling berperan adalah proses fisika meliputi proses sedimentasi, agregasi, dan intersepsi. Bahan organik terlarut dimanfaatkan untuk proses asimilasi atau proses fotosintesis oleh tanaman dalam penguraian oleh bakteri di dalam reaktor, sehingga dengan berlangsungnya proses tersebut maka konsentrasi padatan tersuspensi menjadi berkurang.

Pada reaktor yang ditanami dengan tanaman, bahan organik dimanfaatkan tanaman untuk proses fotosintesis dari hasil penguraian oleh bakteri. Seiring dengan berlangsungnya proses fotosintesis dan penguraian maka terjadi juga proses penurunan konsentrasi padatan tersuspensi.

Dengan aliran yang pelan maka padatan tersuspensi akan membentuk flok-flok dengan diameter yang semakin lama makin membesar (proses flokulasi) dan semakin berat yang akhirnya akan mengendap pada dasar *aquatic* dan membentuk sedimen (proses sedimentasi). Proses flokulasi terjadi pada semua reaktor *Aquatic Plant Treatment* baik yang ada tanaman maupun tidak. Partikel yang lebih ringan akan ikut terbawa oleh air dan tertahan oleh tanaman lain dan kemudian mengendap. Sedangkan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap pada lapisan biofilm yang menempel pada permukaan tanah dan kolam air. Proses intersepsi

dan filtrasi padatan terjadi pada padatan yang terjebak dalam lapisan *litter* yang dibentuk oleh tanaman *Aquatic*.

Padatan tersuspensi di dalam *Aquatic* terjadi apabila ada kematian dari invertebrata, batang tanaman yang jatuh, produksi dari plankton dan mikroba di dalam kolam air atau yang menempel dalam permukaan tanaman, dan senyawa kimia yang tersepitasi (USEPA, 1999). TSS dalam air terdiri dari bahan organik seperti alga, zooplankton, bakteri dan pengurai dan bahan organik lainnya.

Pertumbuhan alga dan *Cyanobacteria* yang pesat terjadi karena terpenuhinya kebutuhan dalam pertumbuhan yaitu adanya sinar matahari, nutrient dan oksigen, dengan pertumbuhan paling tinggi pada saat keadaan temperatur tinggi dan hangat (Jack and Lamar, 1999)

Temperatur dan hembusan angin tidak berpengaruh secara langsung terhadap terjadinya resuspensi padatan yang sudah mengendap karena lapisan sedimentasi berada di bawah permukaan air. Pada reaktor yang tidak ditumbuhi tanaman pada umumnya alga dapat tumbuh karena sinar matahari yang masuk tidak terhalangi oleh tanaman dan tingkat kompetisi dengan

tanaman pun tidak terjadi dalam pemanfaatan nutrient untuk pertumbuhannya.

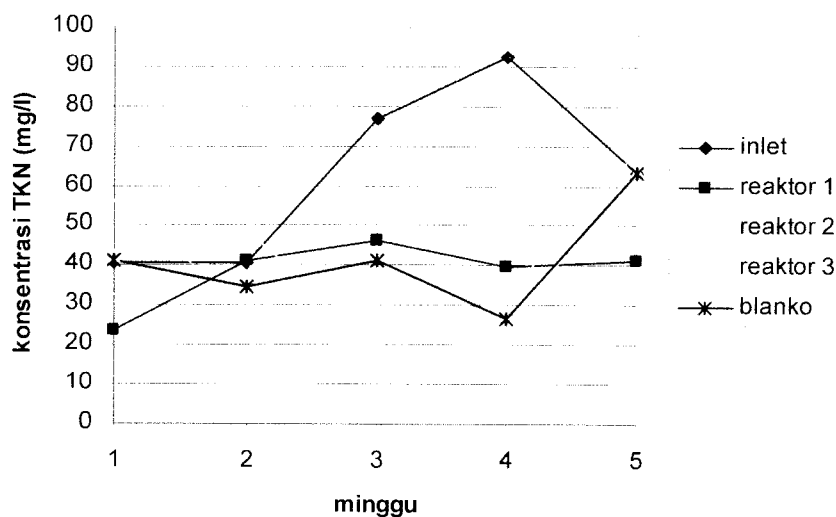
Proses penurunan TSS pada reaktor blanko (tanpa tanaman) lebih efektif dari pada reaktor 1,2 dan 3. hal ini disebabkan tanaman yang berada di dalam reaktor 1, 2 dan reaktor 3 ditempatkan pada polybag yang memiliki media tanah cukup banyak sehingga dapat meningkatkan TSS. Sedangkan untuk reaktor 1 lebih baik dibandingkan pada reaktor 2 dan 3 dikarenakan pada reaktor 1 jumlah

tanamannya lebih banyak dibandingkan dengan reaktor 2 dan reaktor 3, karena reaktor dengan tanaman yang lebih banyak mampu meningkatkan proses sedimentasi dengan mengurangi mixing pada kolom air dan resuspensi dari partikel pada permukaan lapisan sedimentasi. Untuk reaktor 3 proses penurunan TSS lebih baik dibandingkan dengan reaktor 2, disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya oleh formasi bakteri, alga dan tanaman yang ada pada reaktor. Dapat juga disebabkan karena pada reaktor 3 tanah yang ada lebih sedikit dibandingkan dengan reaktor 2.

Dari uraian diatas dikatakan bahwa proses penurunan TSS yang paling baik adalah reaktor blanko (tanpa tanaman) sebesar 71,37 % dari konsentrasi awal 253,6 mg/l menjadi 72,6 mg/l. Maka kondisi tersebut bertentangan dengan hipotesa pertama dimana tanaman dapat menurunkan konsentrasi TSS. Penurunan pada blanko (tanpa tanaman) dapat dikatakan baik, sebab harus dibawah standar baku mutu. Berdasarkan Keputusan Men LH No 112 tahun 2003 untuk TSS adalah sebesar 100mg/l..

4.1.3 Penurunan TKN pada *Aquatic Plant* *Tratmen*

Proses penurunan kandungan Total Kjedal Nitrogen (TKN) dalam *effluent septic tank* yang diolah dengan menggunakan sistem pengolahan *Aquatic Plant Treatment* ini, berdasarkan hasil penelitian menunjukkan hasil yang naik turun atau variatif. Berikut grafik hasil analisa laboratorium terhadap penurunan TKN.



Gambar 4.3 penurunan konsentrasi TKN pada Inlet dan Outlet

Berdasarkan gambar 4.3 terjadi penurunan untuk semua reaktor. Pada reaktor 1 TKN mengalami penurunan sebesar 38,85 % dengan konsentrasi awal (C_0) 62,83 mg/l menjadi 38,42 mg/l, sedangkan reaktor 2 penurunan sebesar 36,27 % dari konsentrasi awal 62,83 mg/l menjadi 40,04 mg/l. Untuk reaktor 3 penurunan sebesar 33,55 % dari konsentrasi awal 62,83 mg/l menjadi 41,75 mg/l. Sedangkan untuk reaktor kontrol (tanpa tanaman) mengalami penurunan sebesar 34,09 % dari konsentrasi awal sebesar 62,83 mg/l menjadi 41,41 mg/l.

Proses naik turunnya konsentrasi nitrogen tersebut mungkin dapat melepaskan proses yang terjadi akan siklus yang sangat kompleks dari nitrogen pada badan air dalam reaktor. Nitrogen di dalam reaktor ditemukan dalam bentuk ammonium atau amonia. Hal ini tergantung dari temperatur pada daerah area tersebut. Dalam *Aquatic Plant Treatment* ammonia dilepaskan dari bahan organik pada lapisan sedimen kemudian diserap oleh tanaman. Kemudian sebagian dari ammonium mengalami proses nitrifikasi oleh bakteri nitrifikasi pada kondisi

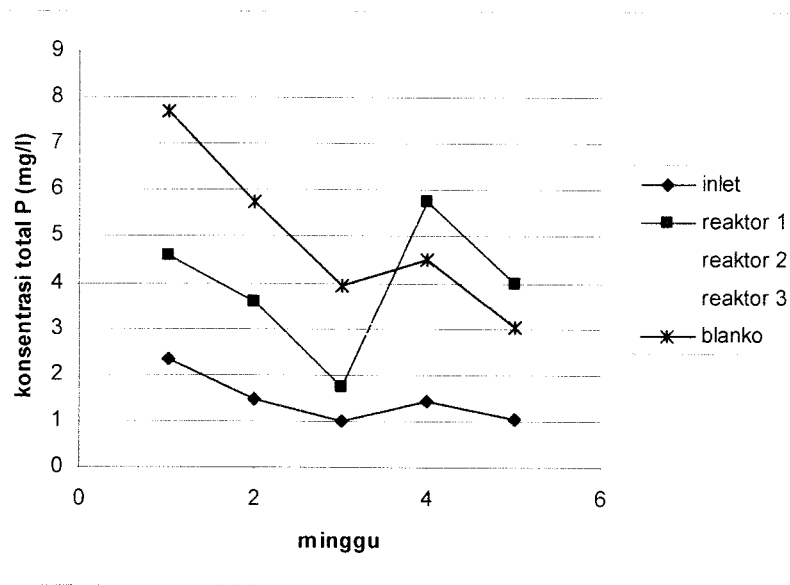
aerobik di permukaan, dan ada juga proses nitrifikasi yang terjadi di dalam lapisan rizome. Kemudian terbentuk nitrat dan diserap tanaman. Selain proses tersebut di atas yang mempengaruhi penurunan konsentrasi nitrogen dan transformasi nitrogen faktor cuaca sangat mempengaruhi. Ammonia sangat memungkinkan mengalami transformasi secara baik jika kondisi *Aquatic* berada pada area permukaan air terbuka yang diberi tanaman *Aquatic*.

Proses penurunan konsentrasi TKN pada reaktor 1 lebih baik bila dibandingkan dengan reaktor 2 dan 3. hal ini disebabkan jumlah tanaman menentukan penurunan nitrogen. Semakin banyak jumlah tanaman pada suatu reaktor maka nitrogen yang ada di dalam reaktor tersebut akan terserap tanaman untuk pertumbuhannya. Hal tersebut terbukti pada reaktor 1 dengan 6 tanaman penurunan lebih baik dibandingkan dengan reaktor 2 dengan 4 tanaman maupun pada reaktor 3 dengan 2 tanaman. Sama halnya dengan reaktor 2 lebih baik dibandingkan dengan reaktor 3, karena pada reaktor 2 jumlah tanamannya ada 4 tanaman maka tanaman tersebut lebih banyak menyerap kandungan nitrogen yang ada di dalam reaktor tersebut. Sedangkan untuk reaktor blanko penurunan TKN kecil dibandingkan dengan reaktor 1 dan reaktor 2, hal tersebut disebabkan pada reaktor blanko tidak ada tanaman. Penurunan hanya terjadi karena adanya alga yang tumbuh dengan cepat, sebab sinar matahari dapat masuk ke dalam reaktor dan di dalam reaktor terdapat nutrisi untuk pertumbuhannya, untuk reaktor blanko hanya berbeda sedikit dengan reaktor 3 hal ini dikarenakan pada reaktor 3 jumlah tanamannya hanya 2, jadi tanaman tersebut tidak mampu menyerap semua kandungan nitrogen yang ada di dalam reaktor tersebut.

Dari pembahasan di atas maka dapat dikatakan bahwa untuk menurunkan TKN yang paling baik adalah reaktor 1. Dengan 6 tanaman lebih efektif dibandingkan dengan 4 tanaman maupun dengan 2 tanaman. maka hal tersebut sesuai dengan hipotesa dimana tanaman dapat menurunkan konsentrasi TKN.

4.1.4 Penurunan Total P pada *Aquatic Plant Treatment*

Proses penurunan kandungan fosfat dalam *effluent septic tank* yang diolah dengan menggunakan sistem pengolahan *Aquatic Plant Treatment* ini menunjukkan hasil penelitian yang meningkat. Berikut grafik hasil penelitian laboratorium terhadap penurunan fosfat



Gambar 4.4 penurunan konsentrasi total P pada Inlet dan Outlet

Berdasarkan gambar 4.4, pada minggu pertama sampai minggu ke-5 mengalami kenaikan yang cukup tinggi, baik pada reaktor 1, 2, 3 maupun reaktor kontrol (tanpa tanaman). Pada minggu pertama reaktor 1 yang ditanami 6 tanaman

mengalami kenaikan dimana konsentrasi awal (Co) sebesar 1,44 mg/l menjadi 3,94 mg/l. untuk reaktor 2 yang ditanami 4 tanaman mengalami kenaikan dimana konsentrasi awal (Co) 1,44 mg/l menjadi 3,63 mg/l. pada reaktor 3 yang ditanami 2 tanaman juga mengalami kenaikan dimana konsentrasi awal (Co) 1,44 mg/l menjadi 3,78 mg/l. reaktor kontrol (tanpa tanaman) juga mengalami kenaikan dimana konsentrasi awal (Co) sebesar 1,44 mg/l menjadi 4,99 mg/l.

Gambar 4.4 menunjukkan peningkatan konsentrasi fosfat. Pada penelitian ini disebabkan pertumbuhan fosfat terbesar di tanah berasal dari pupuk fosfat buatan (Anonim, 1997). Sedangkan pada penelitian ini menggunakan bantuan media tanah yang di tempatkan dalam polybag, dimana tanah tersebut sudah mengandung unsur fosfat buatan sehingga terjadi peningkatan, selain itu juga fosfat dapat meningkat karena pada tanaman *Aquatic* akan mengeluarkan fosfat dengan sendirinya (Standart Methode). Tanaman air mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, akar, batang, dan kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran tanaman. Hal ini dimungkinkan karena jenis tanaman air mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transformasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Terjadinya daerah *Rizosphere* yang bersifat aerob memungkinkan aktivitas pertumbuhan genetik bakteri pengurai bahan organik pencemaran unsur hara pencemar (nitrogen, fosfat) meningkat..(Anonim, 1997). Sedangkan untuk reaktor blanko (tanpa tanaman) juga mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan adanya populasi alga dan ganggang. Alga dapat tumbuh pesat karena tersedianya fosfat yang berlebih di dalam air. Selain itu terjadinya kompetisi antara mikroorganisme dalam

mendapatkan oksigen yang mengakibatkan mikroorganisme yang tidak mendapatkan oksigen mati. Pada saat mati inilah terjadi pendegradasian bahan organik dari alga yang selanjutnya terjadi pembusukan sehingga fosfat kembali ke bentuk garam yang kemudian mengendap sebagai bahan mineral (Achmad, 2004). Alga yang ada di dalam reaktor akan terakumulasi dengan air sehingga fosfat yang berada pada sel alga akan terbawa karena dalam penelitian ini alga dan air tidak dipisahkan.

4.2 Analisa Pertumbuhan Tanaman Dalam Reaktor

Proses pengolahan effluent *septic tank* dengan sistem aquatic treatment yang menggunakan tanaman Pickerel Rush sebagai media utama di dalam menyisihkan konsentrasi dari parameter-parameter COD, TSS, TKN, total Fosfat dengan variasi tanaman sebagai berikut :

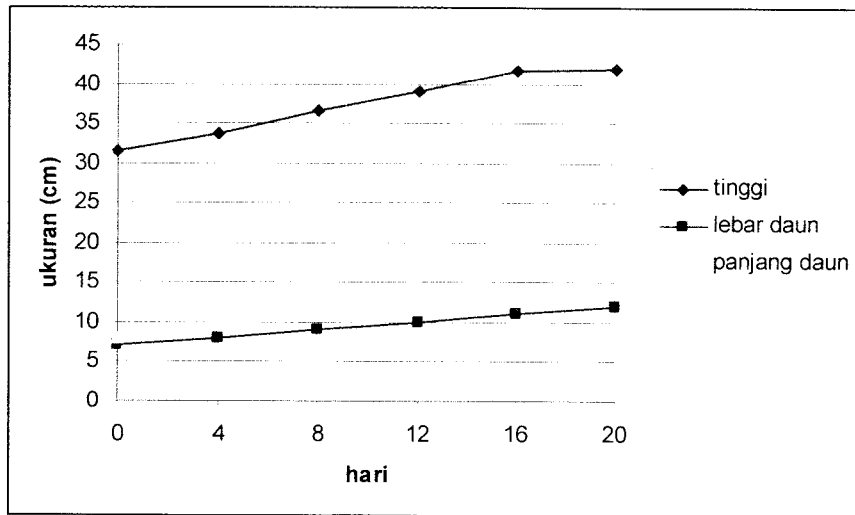
4.2.1 Reaktor I

Reaktor 1 dengan di tanami 6 tanaman Pickerel Rush. 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 effluent *septic tank* berupa karbohidrat dengan adanya oksigen akan menghasilkan karbondioksida dan air (Bahan organik $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), kemudian terjadi proses filtrasi limbah oleh media tanam. Penguraian limbah dengan mikroorganisme yang tumbuh di dalam reaktor yang diharapkan berupa mikroorganisme aerob karena mikroorganisme ini selain mengurai limbah juga

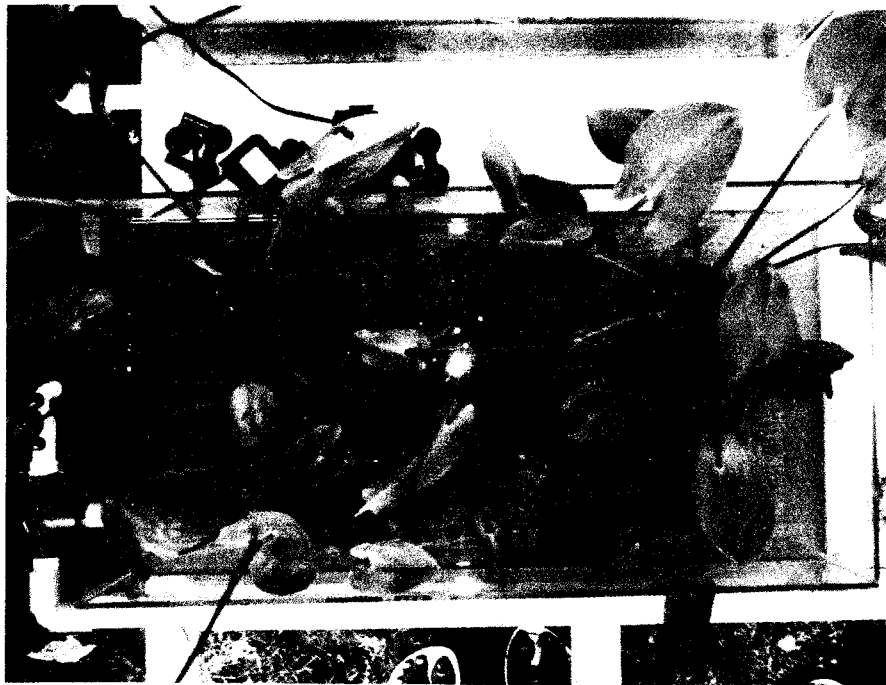
akan mempertahankan kandungan oksigen dalam air limbah, sehingga akan mengurangi bau. Pertumbuhan tanaman Pickerel Rush pada reaktor ini pada hari ke - 0 sampai hari ke - 20 sangat baik dilihat dari pertumbuhan fisiologis tanaman seperti tinggi tanaman, lebar dan panjang daun serta jumlah daun. Hal ini di pengaruhi oleh daya serap akar tanaman terhadap limbah sangat baik. Berikut tabel dan grafik gambaran kondisi pertumbuhan Pickarel Rush dengan variasi 6 tanaman.

Tabel 4.1 kondisi pertumbuhan tanaman Pickerel Rush

| Hari Pada Reaktor 1 | Kondisi dan jumlah komponen dari Pickerel Rush | | | |
|---------------------|---|--|------|-------|
| | Batang | Daun | mati | hidup |
| hari ke - 0 | segar (hijau), panjang rata-rata 31.5 cm, jumlah 6 batang. | Segar hijau, luas daun 7x 8 cm. Jumlah 6 helai | 0 | 6 |
| hari ke 4 | segar (hijau), panjang rata-rata 33.75 cm, jumlah 7 batang. | Segar hijau, luas daun 8 x 10 cm. Jumlah 7 helai | 0 | 6 |
| hari ke 8 | segar (hijau), panjang rata-rata 36.67 cm, jumlah 9 batang. | Segar hijau, luas daun 9 x 14 cm. Jumlah 9 helai | 0 | 6 |
| hari ke 12 | segar (hijau), panjang rata-rata 39 cm, jumlah 10 batang. | Segar hijau, luas daun 10x 15 cm. Jumlah 10 helai | 0 | 6 |
| hari ke 16 | segar (hijau), panjang rata-rata 41.75 cm, jumlah 11 batang | Segar hijau, luas daun 11 x 19cm. Jumlah 11 helai | 0 | 6 |
| hari ke 20 | segar (hijau), panjang rata-rata 42 cm, jumlah 12 batang. | Segar hijau, luas daun 12 x 20 cm. Jumlah 12 helai | 0 | 6 |



Gambar 4.5 Fisiologi Pickerel Rush



Gambar 4.6 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hsri ke 0



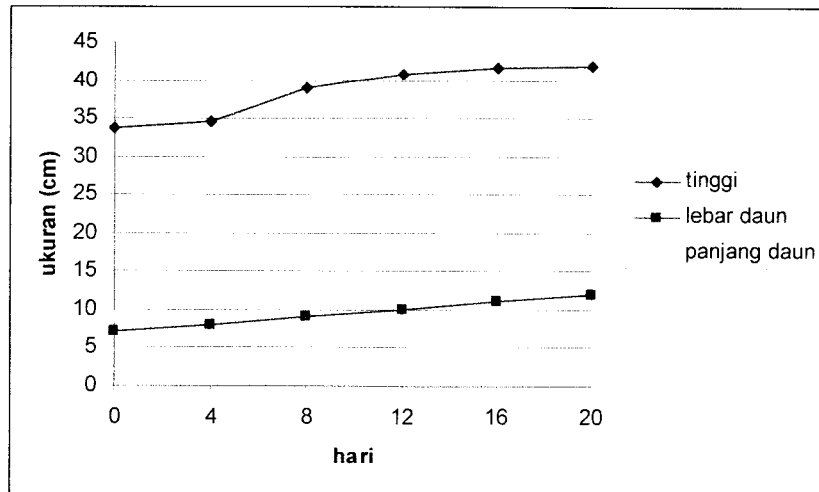
Gambar 4.7 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hasri ke-20

4.2.2 Reaktor 2

Reaktor 2 dengan di tanami 4 tanaman Pickerel Rush. Proses yang terjadi pada reaktor ini juga seperti pada reaktor pertama yaitu proses penguraian bahan organik dengan mikroorganisme aerobik dan proses filtrasi oleh media tanah. Pertumbuhan tanaman Pickerel Rush pada minggu pertama sampai minggu ke-5 sangat baik dilihat dari pertumbuhannya, tinggi tanaman, lebar dan panjang daun serta warna daun yang lebih hijau. Pertumbuhan tanaman pada reaktor ini sangat bagus di bandingkan dengan reaktor 1 karena pertumbuhan tanamannya sangat meningkat dengan cepat. Secara fisik dapat dilihat perbandingannya. Hal ini dikarenakan media tanam dapat menguraikan kandungan oksigen dalam air. Berikut tabel dan grafik gambaran kondisis tanaman Pickerel Rush dalam reaktor yang ditanami 4 tanaman.

Tabel 4.2 kondisi pertumbuhan tanaman Pickerel Rush

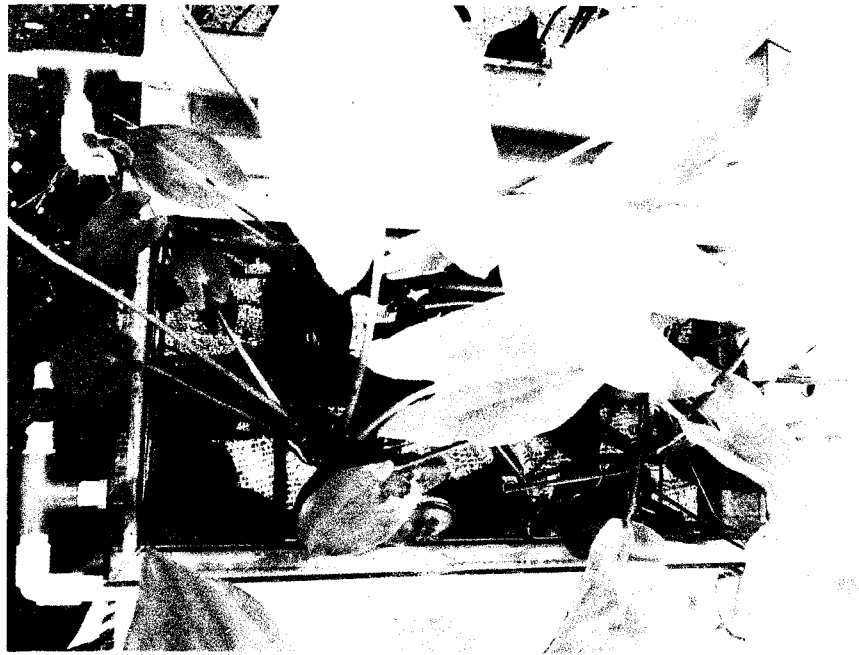
| Hari Pada | Kondisi dan jumlah komponen dari Pickerel Rush | | | |
|-------------|--|--|------|-------|
| Reaktor 2 | Batang | Daun | mati | hidup |
| hari ke - 0 | segar (hijau), panjang rata-rata 33.63cm, jumlah 6 batang. | Segar hijau, luas daun 8x 10cm. Jumlah 6 helai | 0 | 4 |
| hari ke 4 | segar (hijau), panjang rata-rata 34.63cm, jumlah 6 batang. | Segar hijau, luas daun 8x 11cm. Jumlah 6 helai | 0 | 4 |
| hari ke 8 | segar (hijau), panjang rata-rata 39cm, jumlah 8 batang. | Segar hijau, luas daun 9x 15 cm. Jumlah 8 helai | 0 | 4 |
| hari ke- 12 | segar (hijau), panjang rata-rata 40.75cm, jumlah 8 batang. | Segar hijau, luas daun 10 x 16 cm. Jumlah 8 helai | 0 | 4 |
| hari ke 16 | segar (hijau), panjang rata-rata 41.75cm, jumlah 9 batang. | Segar hijau, luas daun 11 x 18 cm. Jumlah 9 helai | 0 | 4 |
| hari ke 20 | segar (hijau), panjang rata-rata 42 cm, jumlah 10 batang. | Segar hijau, luas daun 12 x 19 cm. Jumlah 10 helai | 0 | 4 |



Grafik 4.8 Fisiologi Pickerel Rush



Gambar 4.9 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke 0



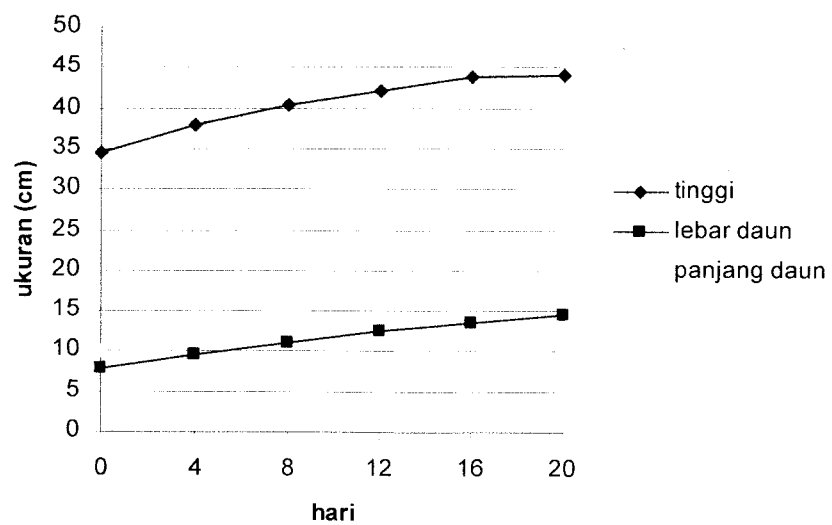
Gambar 4.10 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke 20

4.2.3 Reaktor 3

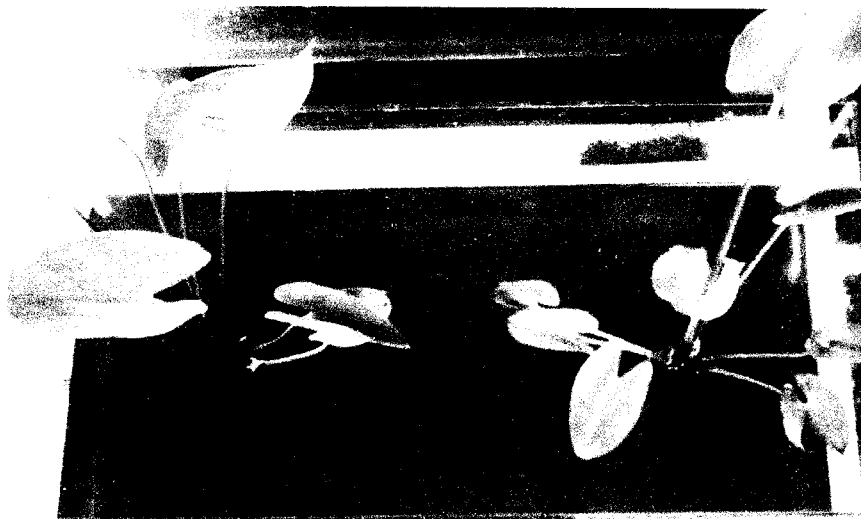
Reaktor 3 dengan ditanami 2 tanaman Pickerel Rush, proses-proses removal pada reaktor ini tidak ada bedanya dengan reaktor- reaktor sebelumnya. Namun pada reaktor ini pertumbuhan dari tanaman sangat baik di lihat dari pertumbuhannya yang semakin subur, tinggi, daunnya yang lebih hijau. karena dalam reaktor ini hanya di tanami 2 tanaman sehingga tanaman tersebut dapat menyerap nutrisi dengan baik. Berikut tabel dan grafik gambaran kondisi tanaman Pickerel Rush:

Tabel 4.3 kondisi pertumbuhan tanaman

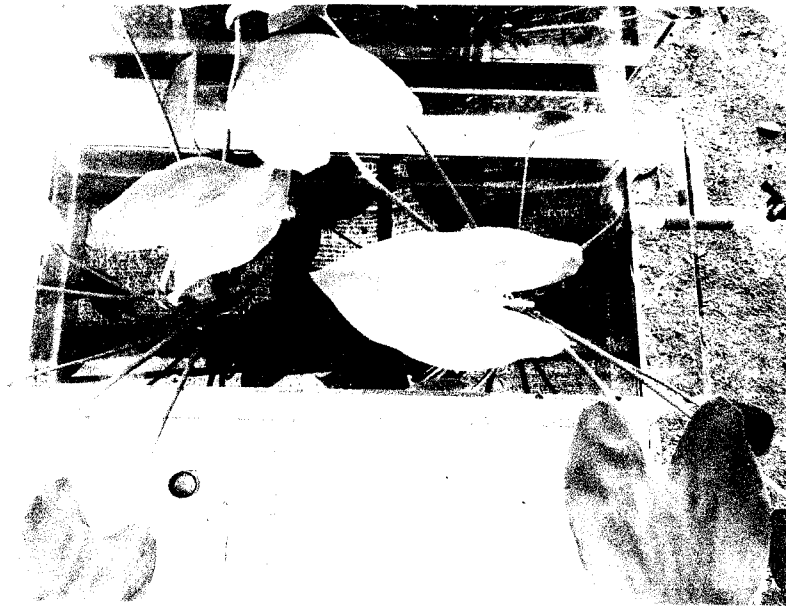
| Hari Pada | Kondisi dan jumlah komponen dari Pickerel Rush | | | |
|-------------|---|--|------|-------|
| Reaktor 3 | Batang | Daun | mati | hidup |
| hari ke - 0 | segar (hijau), panjang rata-rata 31.5 cm, jumlah 7 batang. | Segar hijau, luas daun 5 x 8 cm. Jumlah 7 helai | 0 | 2 |
| hari ke 4 | segar (hijau), panjang rata-rata 36.25 cm, jumlah 7 batang. | Segar hijau, luas daun 7,5 x 11 cm. Jumlah 7 helai | 0 | 2 |
| hari ke 8 | segar (hijau), panjang rata-rata 38.5 cm, jumlah 9 batang. | Segar hijau, luas daun 9 x 13cm. Jumlah 9 helai | 0 | 2 |
| hari ke- 12 | segar (hijau), panjang rata-rata 39.5 cm, jumlah 9 batang. | Segar hijau, luas daun 10 x 15 cm. Jumlah 9 helai | 0 | 2 |
| hari ke 16 | segar (hijau), panjang rata-rata 40.5 cm, jumlah 10 batang. | Segar hijau, luas daun 11 x 17 cm. Jumlah 10 helai | 0 | 2 |
| hari ke 20 | segar (hijau), panjang rata-rata 41cm, jumlah 10 | Segar hijau, luas daun 12 x 18 cm. Jumlah 8 helai 10 | 0 | 2 |



Grafik 4.11 Fisiologi Pickerel Rush



Gambar 4.12 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke 0



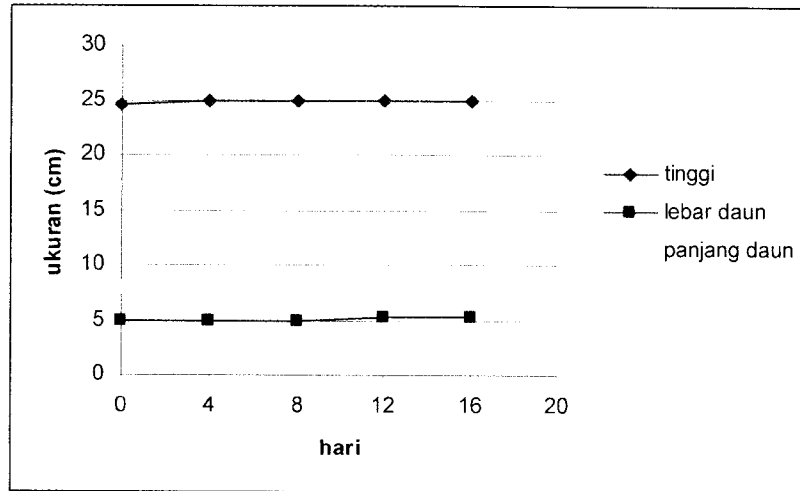
Gambar 4.13 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke-20

4.2.4 Reaktor Blanko (dengan 2 tanaman menggunakan air bersih)

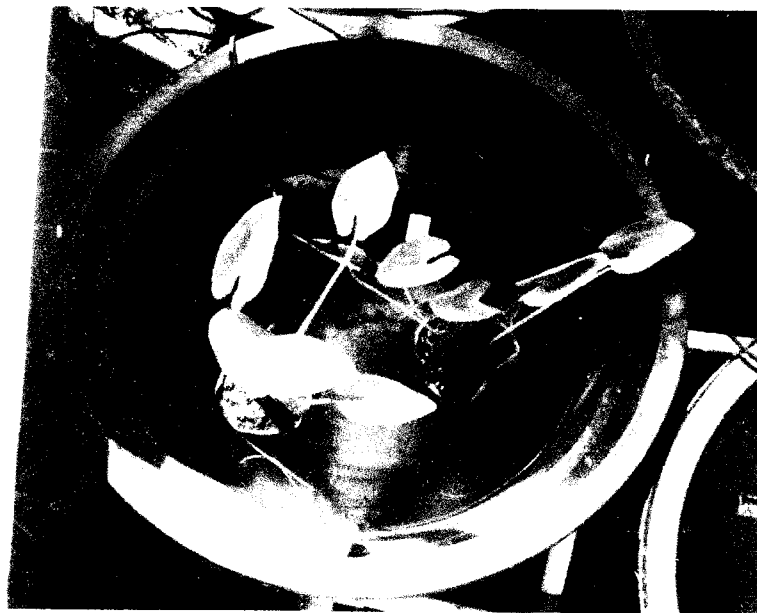
Reaktor blanko dengan menggunakan 2 tanaman Pickerel Rush tetapi menggunakan air biasa. Proses pertumbuhan tanaman dalam reaktor ini tidak terlalu terlihat dari hari ke-0 hingga hari ke -20. Mulai dari tinggi, jumlah daun, lebar daun, dan panjang daun relatif tetap. Berikut tabel dan grafik gambaran kondisi tanaman Pickerel Rush :

Tabel 4.4 kondisi pertumbuhan tanaman Pickerel Rush

| Hari Pada Reaktor 4 | Kondisi dan jumlah komponen dari Pickerel Rush | | | |
|---------------------|--|--------------------------------|------|-------|
| | Batang | Daun | mati | hidup |
| hari ke - 0 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 24,5 cm, jumlah | 5 x 8 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |
| hari ke 4 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 25 cm, jumlah | 5 x 8 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |
| hari ke 8 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 25 cm, jumlah | 5 x 8 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |
| hari ke- 12 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 25 cm, jumlah | 5.25 x 8.25 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |
| hari ke 16 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 25 cm, jumlah | 5.25 x 8.25 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |
| hari ke 20 | segar (hijau), panjang | Segar hijau, luas daun | 0 | 2 |
| | rata-rata 25 cm, jumlah | 5.25 x 8.25 cm. Jumlah 5 helai | | |
| | 5 batang. | | | |



Grafik 4.14 Fisiologi Pickerel Rush



Gambar 4.15 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke-0

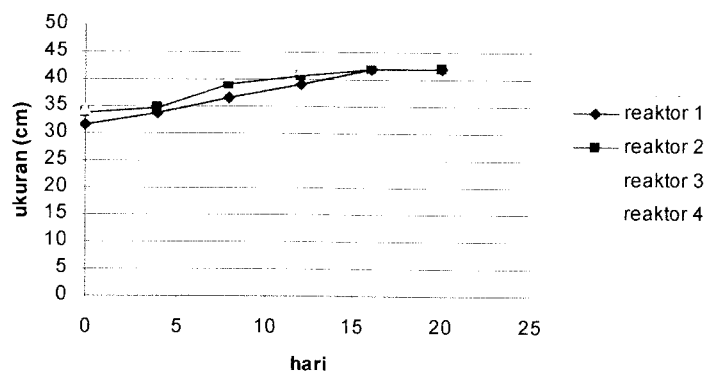


Gambar 4.16 Fisiologi Pertumbuhan Tanaman hari ke-20

4.2.5 Analisis antar Reaktor

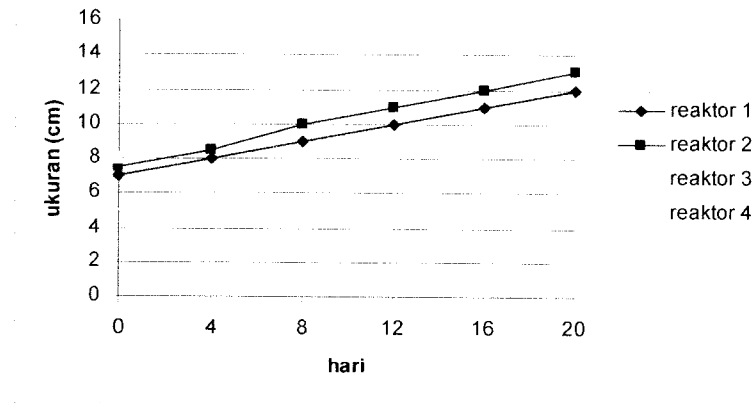
Dari data-data di atas di peroleh hasil yang paling baik yaitu pada reaktor 2 dengan ditanami 4 tanaman. Untuk melihat perbandingan fisiologi tanaman Pickerel Rush maka dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

a. Grafik tinggi tanaman



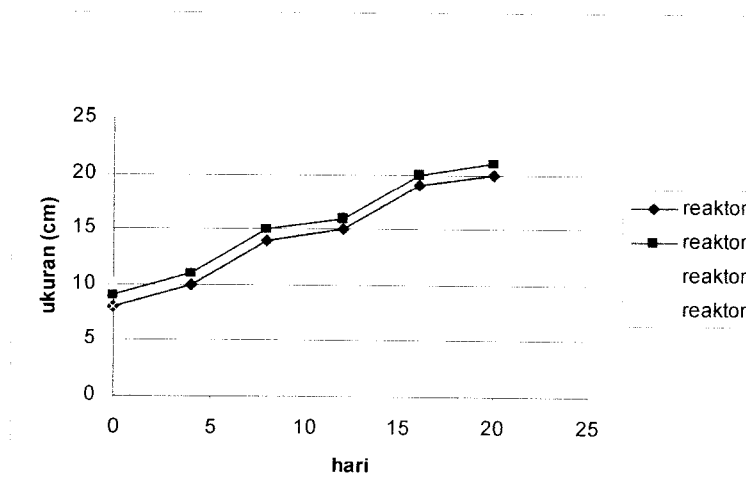
Gambar 4.17 Fisiologi Pickerel Rush

b Grafik lebar daun



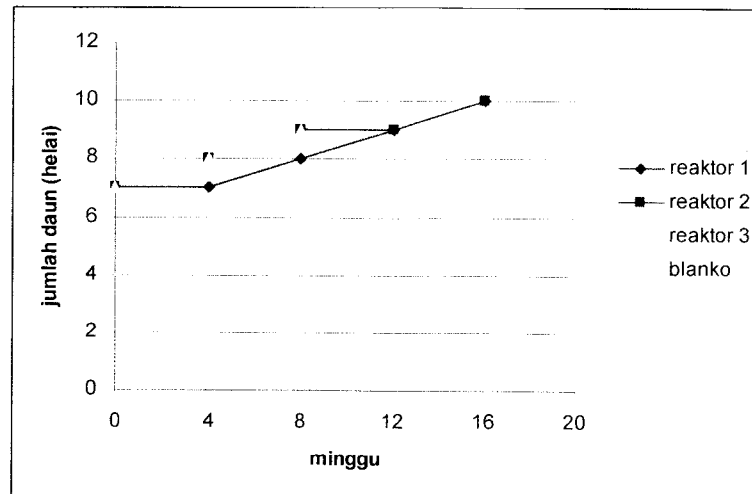
Gambar 4.18 Fisiologi Pickerel Rush

c Grafik panjang daun



Gambar 4.19 Fisiologi Pickerel Rush

d. Grafik jumlah daun



Gambar 4.20 Fisiologi Pickerel Rush

Dari 4 reaktor di atas, dapat dilihat dengan jelas bahwa pertumbuhan dengan menggunakan effluent septic tank meningkat dengan sangat cepat jika dibandingkan dengan reaktor blanko yang menggunakan 2 tanaman pickerel rush dalam air biasa. Hal ini bisa dilihat dari tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, dan panjang daunnya. Hal itu bisa terjadi dikarenakan adanya penyerapan yang baik oleh akar tanaman pickerel rush dan di dalam reaktor terdapat nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Di antara reaktor yang menggunakan air limbah yang pertumbuhannya paling baik adalah pada reaktor 3, karena dengan jumlah nutrisi yang ada di dalam reaktor yang berukuran 60 cm x 30 cm di tanami 2 tanaman, jadi kedua tanaman ini menyerap nutrisi yang ada lebih baik dan jarak antar tanaman juga mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman pickerel Rush itu sendiri, jarak yang tidak terlalu jauh ataupun tidak terlalu dekat membuat tanaman dapat berkembang. sehingga secara fisiologis dari tinggi tanaman, lebar daun, dan

panjang daun, ukurannya lebih besar dan memiliki jumlah daun yang lebih rimbun dibandingkan dengan reaktor 1 dan reaktor 2 dengan luasan yang sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Sistem pengolahan *Aquatic Plant Treatment* dari effluent *septic tank* efektif dapat menurunkan konsentrasi COD, TSS dan TKN. Akan tetapi pada konsentrasi Total P terjadi peningkatan, hal ini mengindikasikan tidak efektifnya *effluent septic tank* dalam menurunkan kadar Total P. Dengan nilai efisiensi parameter yang diteliti untuk COD 16.32% sampai 54,57 %; untuk TSS 42,59%, sampai 71.37 %; dan TKN 25.01 % sampai 38,85 %.
2. Sistem *Aquatic Treatment* meningkatkan pertumbuhan Pickerel Rush, karena bahan organik dan unsur lainnya yang terdapat di dalam *effluent septic tank* dimanfaatkan oleh tanaman Pickerel Rush. Hal itu dapat dilihat dari tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun serta warna daun yang terlihat lebih hijau.

5.2 Saran

1. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk konsentrasi nitrogen dan fosfat pada sistem pengolahan *Aquatic plant treatment*.
2. Variasi tanaman lebih banyak agar dapat mengetahui seberapa besar kemampuan tanaman untuk menyerap nutrisi yang ada pada *effluent septic tank* dan lebih terlihat perbedaannya antara satu dengan yang lain.

3. Sebaiknya menggunakan jenis tanaman yang bersifat terapung dan tahan terhadap air *effluent septic tank* sehingga tidak memerlukan media tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmat Rukaesih, 2004, *Kimia Lingkungan*, Andi, Jogjakarta
- Benfield, L.D., and Randall C.W, 1980, *Biological Process Design For Wastewater Treatment*, dalam Kumalasari. N, 2005 *Penurunan Konsentrasi BOD, COD, TSS dan CN Limbah Cair Tapioka dengan Constructed Wetlands Menggunakan Kangkung Air (Ipomoea Aquatica)*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.
- Hammer, 1986, *Water and Wastewater Technology* 2nd edition, Prentice Hall Englewood, New Jersey
- Herskowitz, J., S. Black, and W. Lewandowski. *Listowel Artificial Marsh Treatment Project*. In: *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery. Proceedings of the Conference on*.
- Kadlec, R.H., and R.L. Knight, 1996, *Treatment Wetlands*, dalam Kumalasari. N, 2005 *Penurunan Konsentrasi BOD, COD, TSS dan CN Limbah Cair Tapioka dengan Constructed Wetlands Menggunakan Kangkung Air (Ipomoea Aquatica)*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.
- Mariato Lukito Adi, 2002, *Tanaman Air*, AgroMedia Pustaka, Jakarta
- Mayung Simpson – Hebert *Ecological Sanitation*, 2004, Stockholm Environment Institute.
- Merz, S.K., 2000, *Using Free Water Surface Constructed Wetlands To Treat Municipal Sewage*, dalam Saputra, A, 2004 *Penurunan Konsentrasi BOD₅, COD, TSS dan TN Limbah Cair Domestik dengan Constructed Wetlands*

- Menggunakan Tanaman Padi (Oriza Sativa, L) IR-64*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.
- Metcalf and Eddy, 1991, "*Wastewater and Engineering*" 3rd ed, McGraw Hill International Engineering, Singapore
- R.B. Brown, *Soil and Water Science Department*; M.V. Peart, associate professor, retired, Home Economics Department (renamed Family, Youth and Community Services Department); Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville FL 32611.
- Reed, S.C.E.J, Middlebrooks, and R.W Crites, 1987, *Natural Systems For Waste Management and Treatment* In U.S, Enviromental Protection Agency, Desain Manual : Constructed Wetlands and Aquatic Palant System For Municipal Wastewater Treatment, EPA/625/1-88/022, Center For Enviromental
- Reed, S.C.E.J, Middlebrooks, and R.W Crites, 1995, *Natural Systems For Waste Management and Treatment*, dalam Saputra, A, 2004 *Penurunan Konsentrasi BOD₅, COD, TSS dan TN Limbah Cair Domestik dengan Constructed Wetlands Menggunakan Tanaman Padi (Oriza Sativa, L) IR-64*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.
- Scoot, N., 2004, *Algae, Cyanobacteria and Water Quality*, dalam Saputra, A, 2004 *Penurunan Konsentrasi BOD₅, COD, TSS dan TN Limbah Cair Domestik dengan Constructed Wetlands Menggunakan Tanaman Padi (Oriza Sativa, L) IR-64*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.
- Steenis, van, G.G.G.J, *Flora*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1988

Stephenson, M.Et. Al. October 1980 "*The Use and Potential Aquatic Species For Wastewater Treatment*", Appendix A. The Environmental Requirement of Aquatic Plant SWRCB publication No. 65 Sacramento, CA

Tchobanoglous, G. *Aquatic Plant Systems for Wastewater Treatment: Engineering Considerations*. 1987. In: *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*. Magnolia Publishing, Inc., Orlando, FL, pp. 27-48, 1987.

Anonim, 2005 *aquatic plant system*. <http://www.google.com>, diakses tanggal 10 Mei 2005.

<http://www.Kompas.co-cetak>, diakses tanggal 3 juli 2006

[http://www.Pikiran Rakyat .co-cetak](http://www.PikiranRakyat.co-cetak), diakses tanggal 7 juli 2006

L
A
M
P
I
R
A
N

COD

| IN - OUT | Minggu | | | | |
|------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | I | II | III | IV | V |
| Konsentrasi (mg / l) | | | | | |
| INLET | 209,39 | 235,867 | 317,073 | 266,372 | 410,165 |
| REAKTOR I | 105,81 | 190,91 | 206,18 | 50,68 | 78,66 |
| REAKTOR II | 135,82 | 184,81 | 178,71 | 60,69 | 103,59 |
| REAKTOR III | 205,77 | 159,38 | 164,12 | 54,92 | 64,76 |
| BLANKO | 621,38 | 187,69 | 225,167 | 45,26 | 124,44 |
| % efisiensi | | | | | |
| | 49,47% | 21,65% | 48,24% | 80,97% | 83,01% |
| % efisiensi | | | | | |
| | 35,14% | 32,43% | 79,38% | 77,22% | 84,21% |
| % efisiensi | | | | | |
| | 1,73% | 20,43% | 28,99% | 83,01% | 69,66% |

TKN

| IN - OUT | Minggu | | | | |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| Konsentrasi (mg / l) | | | | | |
| INLET | 40,8 | 40,85 | 77 | 92,43 | 63,07 |
| REAKTOR I | 23,47 | 41,19 | 46,4 | 39,89 | 41,14 |
| REAKTOR II | 42,35 | 48,65 | 20,39 | 25,08 | 63,71 |
| REAKTOR III | 56,27 | 29,19 | 21,57 | 32,67 | 69,05 |
| BLANKO | 41,33 | 34,77 | 41,11 | 26,63 | 63,19 |
| % efisiensi | | | | | |
| | 42,48% | -0,83% | 73,51% | 56,84% | 34,77% |
| % efisiensi | | | | | |
| | -0,04% | 28,54% | 72,86% | 64,65% | -1,01% |
| % efisiensi | | | | | |
| | -37,92% | 14,88% | 71,19% | 71,99% | -9,48% |
| % efisiensi | | | | | |
| | -1,30% | 46,61% | 71,19% | 71,19% | -0,19% |

TSS

| Minggu IN - OUT | Konsentrasi (mg / l) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| | I | % efisiensi | II | % efisiensi | III | % efisiensi | IV | % efisiensi | V | % efisiensi |
| INLET | 391 | | 247 | | 116 | | 308 | | 206 | |
| REAKTOR I | 58 | 85,10% | 239 | 3,23% | 53 | 54,30% | 260 | 15,58% | 50 | 75,70% |
| REAKTOR II | 223 | 42,90% | 36 | 85,40% | 107 | 7,75% | 210 | 31,80% | 152 | 26,21% |
| REAKTOR III | 186 | 52% | 127 | 48,50% | 97 | 16,37% | 284 | 7,79% | 18 | 91,26% |
| BLANKO | 75 | 80,80% | 151 | 38,80% | 47 | 59,48% | 74 | 75,95% | 16 | 92,23% |

TOTAL P

| Minggu IN - OUT | Konsentrasi (mg / l) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| | I | % efisiensi | II | % efisiensi | III | % efisiensi | IV | % efisiensi | V | % efisiensi |
| INLET | 2,33 | | 1,47 | | 0,98 | | 1,42 | | 1,02 | |
| REAKTOR I | 4,6 | -97,42% | 3,6 | -144,89% | 1,75 | -78,57% | 5,74 | -304,23% | 4 | -292,16% |
| REAKTOR II | 6,57 | -181,97% | 4,72 | -221,09% | 3,09 | -215,31% | 2,41 | -69,72% | 1,37 | -34,31% |
| REAKTOR III | 6,36 | -172,96% | 4,85 | -229,93% | 3,23 | -229,59% | 2,81 | -97,89% | 1,66 | -62,75% |
| BLANKO | 7,71 | -230,90% | 5,75 | -291,16% | 3,94 | -302,04% | 4,51 | -271,61% | 3,02 | -196,08% |

TABEL FISILOGI TANAMAN

| Reaktor | data tanaman | | tinggi tanaman (cm) | | | | | jumlah daun (cm) | | | | | lebar daun (cm) | | | | | panjang daun (cm) | | | | |
|-------------|--------------|------|---------------------|----|----|------|---|------------------|------|------|-------|-----|-----------------|-----|------|------|-----|-------------------|------|------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Reaktor I | 1 | 35 | 38,5 | 43 | 44 | 46 | 6 | 7 | 7(1) | 7(1) | 9(1) | 6 | 8,5 | 9 | 10 | 12,5 | 8,5 | 10 | 15 | 20 | | |
| | 2 | 25 | 27 | 30 | 33 | 35 | 8 | 7 | 9 | 9 | 12(1) | 8 | 10 | 8 | 9 | 11 | 7 | 9 | 10 | 18 | | |
| | 3 | 35 | 38 | 38 | 40 | 43 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9,5 | 11 | 12 | 8,5 | 11 | 17 | 21 | | |
| | 4 | 25 | 27 | 28 | 30 | 35 | 7 | 7 | 11 | 11 | 10(1) | 4 | 5 | 8 | 8,5 | 9 | 7 | 7,5 | 12 | 15 | | |
| | 5 | 34 | 36 | 45 | 47 | 49,5 | 7 | 7 | 7(1) | 7 | 9(1) | 8 | 10 | 10 | 11,5 | 13 | 10 | 13 | 17 | 18 | | |
| | 6 | 35 | 36 | 36 | 40 | 42 | 5 | 6 | 12 | 12 | 13(1) | 7 | 9 | 11 | 11,5 | 12,5 | 8 | 12 | 17,5 | 20 | | |
| Reaktor II | 1 | 30 | 31 | 35 | 37 | 37 | 7 | 8 | 7(1) | 7(1) | 8(1) | 7 | 8 | 8 | 8,5 | 10 | 8,5 | 9 | 12 | 17 | | |
| | 2 | 35 | 35 | 39 | 40 | 40 | 6 | 6 | 7(1) | 7(1) | 9 | 8 | 8 | 10 | 11,5 | 12 | 11 | 12 | 16 | 18,5 | | |
| | 3 | 36,5 | 38 | 40 | 42 | 45 | 6 | 6 | 10 | 9(1) | 9 | 9 | 9 | 10 | 11,5 | 13 | 12 | 13,5 | 17 | 19 | | |
| | 4 | 33 | 34,5 | 42 | 44 | 45 | 6 | 6 | 8 | 7(1) | 8(1) | 7,5 | 9 | 9 | 10 | 12 | 8 | 10 | 16 | 18,5 | | |
| Reaktor III | 1 | 35 | 38 | 41 | 42 | 44,5 | 7 | 7 | 8(1) | 8(1) | 9(1) | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 10 | 12 | 16 | 21 | | |
| | 2 | 34 | 38 | 40 | 42 | 43 | 7 | 8 | 8(1) | 8(1) | 10 | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 10 | 12 | 16 | 21 | | |
| Reaktor IV | 1 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5,5 | 5,5 | 8 | 8 | 8 | 8 | | |
| | 2 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 5 | 5 | 5 | 5(1) | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 | 8,5 | | |



Kondisi pada hari ke 0 reaktor 1



Kondisi pada hari ke 4 reaktor 1



Kondisi pada hari ke 8 reaktor 1



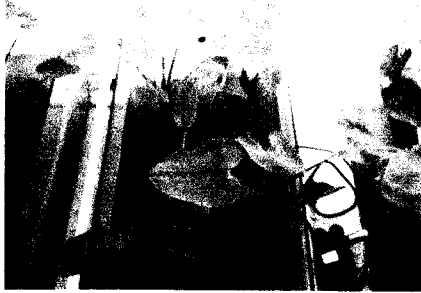
Kondisi pada hari ke 12 reaktor 1



Kondisi pada hari ke 16 reaktor 1



Kondisi pada hari ke 20 reaktor 1



Kondisi pada hari ke 0 reaktor 2



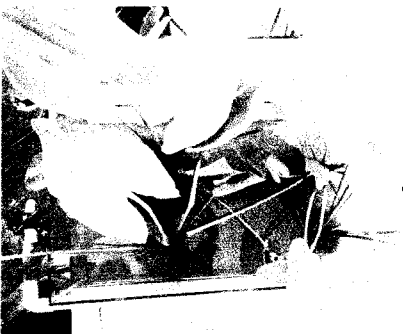
Kondisi pada hari ke 4 reaktor 2



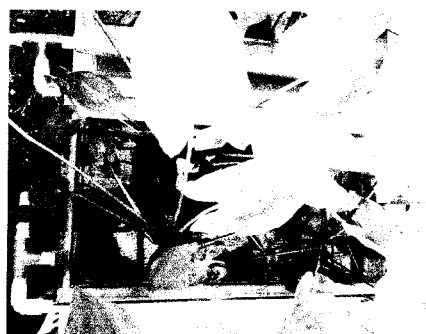
Kondisi pada hari ke 8 reaktor 2



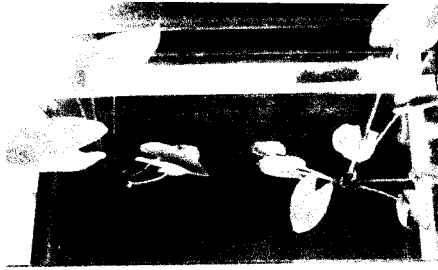
Kondisi pada hari ke 12 reaktor 2



Kondisi pada hari ke 16 reaktor 2



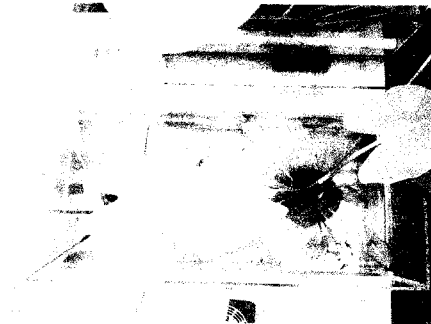
Kondisi pada hari ke 20 reaktor 2



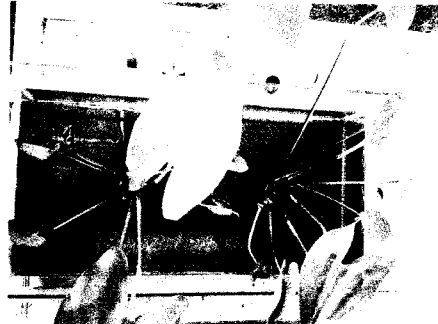
Kondisi pada hari ke 0 reaktor 3



Kondisi pada hari ke 4 reaktor 3



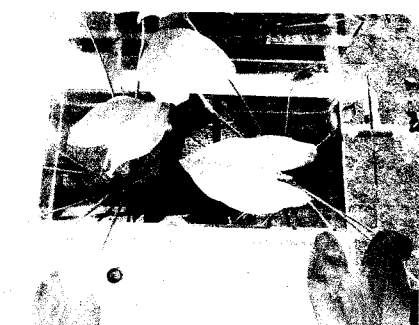
Kondisi pada hari ke 8 reaktor 3



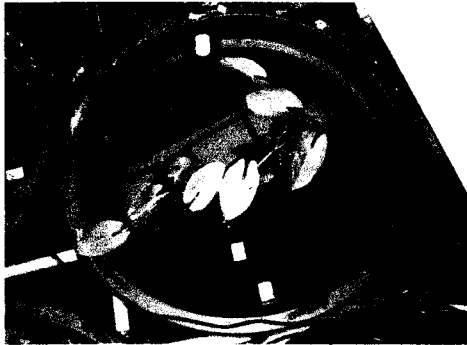
Kondisi pada hari ke 12 reaktor 3



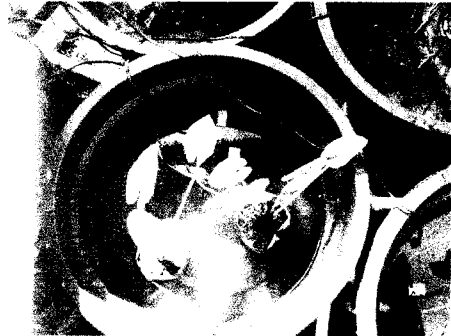
Kondisi pada hari ke 16 reaktor 3



Kondisi pada hari ke 20 reaktor 3



Kondisi pada hari ke 0 reaktor blanko



Kondisi pada hari ke 4 reaktor blanko



Kondisi pada hari ke 8 reaktor blanko



Kondisi pada hari ke 12 reaktor blanko



Kondisi pada hari ke 16 reaktor blanko



Kondisi pada hari ke 20 reaktor blanko

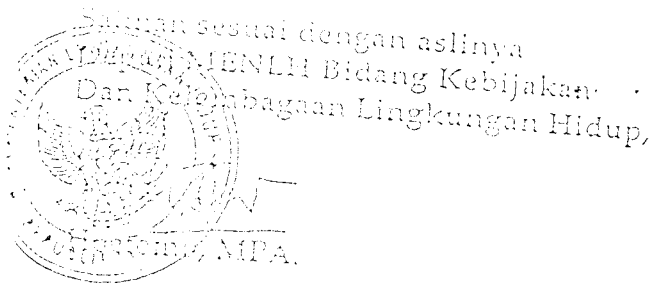
Lampiran
Keputusan Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
Nomor : 112 Tahun 2003
Tanggal : 10 Juli 2003

| BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK | | |
|-------------------------------|--------|----------------|
| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
| BH | | |
| BOD | mg/l | 6 - 9 |
| TSS | mg/l | 100 |
| Amilak dan Lemak | mg/l | 100 |
| | | 10 |

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

td

Nabiel Makarim, MPA, MSM.



Fasal 15

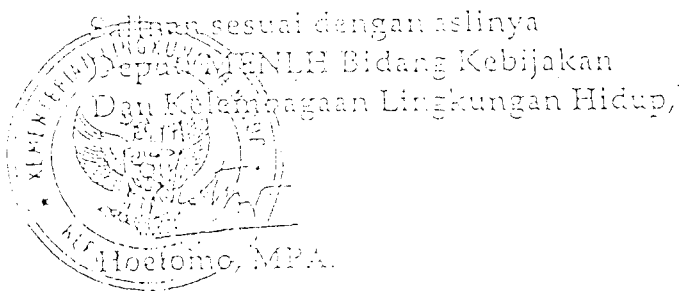
Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di: Jakarta
pada tanggal: 10 Juli 2003

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ltd

Nabiel Makarim, MPA, MSM



Pasal 9

- (1) Pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 dapat dilakukan secara bersama-sama (kolektif) melalui pengolahan limbah domestik terpadu.
- (2) Pengolahan air limbah domestik terpadu harus memenuhi baku mutu limbah domestik yang berlaku

Pasal 10

- (1) Pengolahan air limbah domestik terpadu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 menjadi tanggung jawab pengelola.
- (2) Apabila pengolahan air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak menunjuk pengelola tertentu, maka tanggung jawab pengolahannya berada pada masing-masing penanggung jawab kegiatan

Pasal 11

Bupati/Walikota wajib mencantumkan persyaratan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dalam izin pembuangan air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Pasal 12

Menteri meninjau kembali baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun.

Pasal 13

Apabila baku mutu air limbah domestik daerah telah ditetapkan sebelum keputusan ini:

- a. lebih ketat atau sama dengan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut tetap berlaku;
- b. lebih longgar dari baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan ini, maka baku mutu air limbah domestik tersebut wajib disesuaikan dengan Keputusan ini selambat-lambatnya 1 (satu) tahun setelah ditetapkannya Keputusan ini.

Pasal 14

Pada saat berlakunya Keputusan ini semua peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan baku mutu air limbah domestik bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama yang telah ada, tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Keputusan ini.

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi:

- a. semua kawasan permukiman (real estate), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan, dan apartemen;
- b. rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 meter persegi; dan
- c. asrama yang berpenghuni 100 (seratus) orang atau lebih.

Pasal 5

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang dilah secara individu akan ditentukan kemudian.

Pasal 6

- (1) Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dari ketentuan sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.
- (2) Apabila baku mutu air limbah domestik daerah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik sebagaimana tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.

Pasal 7

Apabila hasil kajian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau hasil kajian Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan dari usaha dan atau kegiatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 mensyaratkan baku mutu air limbah domestik lebih ketat, maka diberlakukan baku mutu air limbah domestik sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup atau Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan.

Pasal 8

Setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan permukiman (real estate), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama wajib:

- a. melakukan pengolahan air limbah domestik sehingga mutu air limbah domestik yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui baku mutu air limbah domestik yang telah ditetapkan;
- b. membuat saluran pembuangan air limbah domestik tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan.
- c. membuat sarana pengambilan sample pada outlet unit pengolahan air limbah.

- Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan: KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK.

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan:

- Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama;
- Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
- Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang diakukan secara bersama-sama (kollektif) sebelum dibuang ke air permukaan;
- Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

- Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restauran*), perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama.
- Baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) berlaku untuk pengolahan air limbah domestik terpadu.

Pasal 3

Baku mutu air limbah domestik adalah sebagaimana tercantum dalam lampiran Keputusan ini.