



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (*GREY WATER*) DENGAN SISTEM BIOFILTER UNTUK ECOTECH FARM

BIDANG KEGIATAN PKM GAGASAN TERTULIS

Diusulkan oleh :

- | | | |
|--------------------------|-----------|------|
| 1. Yoshita Khurun Ain | G84070080 | 2007 |
| 2. Tatied Elysa Herwanti | A24070114 | 2007 |
| 3. Tati Husniyati | G84080045 | 2008 |

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2010

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (*GREY WATER*) DENGAN SISTEM BIOFILTER UNTUK ECOTECH FARM
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI (✓) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Yoshita Khurun Ain
 - b. NIM : G84070080
 - c. Jurusan : Biokimia
 - d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor

Menyetujui,
Ketua Departemen Biokimia

Bogor, 24 Maret 2010
Ketua Pelaksana Kegiatan,

Dr. I Made Artika, M.Sc,App.
NIP. 19630117 198903 1 001

Yoshita Khurun Ain
NIM.G84070080

Wakil Rektor
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

Prof.Dr.Ir Yonny Koesmaryono
NIP. 19581228 198503 1 003 002

Dr. Laksmi Ambarsari, MS.
NIP. 19601118 199403 2 001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya karya ilmiah ini yang berjudul **“PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (GREY WATER) DENGAN SISTEM BIOFILTER UNTUK ECOTECH FARM”**. Dalam penulisan dan penyusunan karya ilmiah ini kami mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu kami menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Laksmi Ambarsari, MS. selaku dosen pendamping PKM GT.
2. Serta seluruh pihak yang turut berperan serta hingga terselesaikannya karya ilmiah ini dengan baik.

Meskipun telah berusaha dengan segenap kemampuan, namun kami menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami menerima adanya kritik dan saran yang membangun dari pihak manapun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata kami ucapan selamat membaca. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Bogor, 24 Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel	v
Ringkasan.....	vi
Pendahuluan	1
Latar Belakang	1
Tujuan.....	2
Manfaat.....	2
Gagasan	2
<i>Grey Water</i>	2
Dampak <i>Grey Water</i>	3
<i>Ecotech Farm</i>	3
Biofilter <i>Ecotech Farm</i>	4
Keunggulan Komponen Bahan Media Biofilter <i>Ecotech Farm</i>	4
Pemodelan yang Cukup Ideal untuk Biofilter <i>Ecotech Farm</i>	6
Pemanfaatan Hasil Olahan Limbah Cair Rumah Tangga untuk Budidaya Cacing Sutra	7
Kesimpulan	8
Daftar Pustaka.....	8
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Kerugian Kandungan Kimia Berlebih pada Air Limbah	3
Efisiensi Biofilter dengan Berbagai Variasi Volume.....	7

RINGKASAN

Grey Water merupakan air limbah rumah tangga nonkakus berupa buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur (mengandung sisa makanan), dan tempat cuci. Kandungan bahan organik air limbah terdiri dari protein (40-60%), karbohidrat (25-50%), lemak atau minyak (10%), urea, bahan organik (kesadahan, klorida, nitrogen, fosfor dalam bentuk P_2O_5 , dan belerang), gas (pembusukan gas hidrogen sulfida, pembusukan gas metana), potassium dalam bentuk K_2O , karbon, dan kalsium. Namun, seiring dengan kemajuan bioteknologi, muncul bahan biologi jenis lain, seperti surfaktan, *organic priority pollutant*, dan *volatile organic* (Hindarko 2003).

Pada umumnya *grey water* yang dihasilkan dibuang ke selokan tanpa diolah. Pelayanan terhadap pengolahan *grey water* di Indonesia masih terbatas, yaitu sekitar 1,1 %. Pelayanan tersebut hanya terdapat di 11 kota besar dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik terpusat (Balitbang 2009).

Kerugian *grey water* dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, baik kesehatan, lingkungan, maupun estetika. Bahan organik, anorganik, maupun gas yang terkandung di dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan serta menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu, sebagian bahan tersebut diurai oleh mikroorganisme menjadi suatu senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap (Hindarko, 2003).

Ecotech farm merupakan salah satu inovasi teknologi alternatif pengolahan limbah rumah tangga dengan menggunakan konsep sistem biofilter berbahan alam. Komponen bahan yang digunakan untuk sistem biofilter ini antara lain ijuk, kerikil, dan arang aktif sebagai media hidup mikroorganisme lokal pendegradasi limbah.

Keunggulan dari *Ecotech farm*, yaitu komponen bahan yang digunakan untuk biofilter berbahan alam, tepat manfaat, sederhana dan ekonomis (terdiri dari arang akif, kerikil dan ijuk). Oleh karena itu setiap rumah tangga atau kompleks perumahan dapat menerapkannya. Selain itu hasil olahan limbah dapat digunakan untuk budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.) sehingga meningkatkan pendapatan masyarakat. Hal tersebut karena biofilter ni dapat meningkatkan BOD dan efisiensi biofilter volume 25 cm x 25 cm x 25 cm mencapai 93,79%.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Grey Water merupakan air limbah rumah tangga nonkakus berupa buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur (mengandung sisa makanan), dan tempat cuci. Kandungan bahan organik air limbah terdiri dari protein (40-60%), karbohidrat (25-50%), lemak atau minyak (10%), urea, bahan organik (kesadahan, klorida, nitrogen, fosfor dalam bentuk P_2O_5 , dan belerang), gas (pembusukan gas hidrogen sulfida, pembusukan gas metana), potassium dalam bentuk K_2O , karbon, dan kalsium. Namun, seiring dengan kemajuan bioteknologi, muncul bahan biologi jenis lain, seperti surfaktan, *organic priority pollutant*, dan *volatile organic* (Hindarko 2003).

Pada umumnya *grey water* yang dihasilkan dibuang ke selokan tanpa diolah. Pelayanan terhadap pengolahan *grey water* di Indonesia masih terbatas, yaitu sekitar 1,1 %. Pelayanan tersebut hanya terdapat di 11 kota besar dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik terpusat (Balitbang 2009).

Menurut Hindarko (2003), dampak limbah rumah tangga tidak dikelola dengan baik antara lain gangguan terhadap kesehatan, kehidupan biotik, psikologis, keindahan, dan ekonomi. Ditinjau dari segi kesehatan, air limbah sebagai media pembawa penyakit seperti kolera dan disentri. Segi kehidupan biotik, kematian biota air karena penurunan kadar oksigen yang disebabkan oleh banyaknya zat pencemar dalam air limbah (Sugiharto 1987). Dampak lingkungannya, yaitu bau tidak sedap dari limbah rumah tangga yang berasal dari selokan-selokan, membuat keadaan tidak nyaman.

Selama ini pengolahan limbah yang ada di Indonesia metodenya belum dapat diterapkan oleh semua kalangan masyarakat. Hal ini disebabkan oleh alat dan teknologi yang relatif mahal dan rumit untuk dibuat sendiri oleh setiap warga. Misalnya, *bioscrubber* yang biaya pengoperasiannya tinggi dan *trickling filter* yang rumit untuk dibuat sendiri dalam skala rumah tangga.

Inovasi teknologi lingkungan berupa model volume instalasi biofilter menjadi salah satu alternatif yang mudah diaplikasikan oleh setiap rumah tangga. Biofilter merupakan instalasi atau alat yang berisi materi organik yang mengandung populasi mikroorganisme (McNevin & Barford 2000). Biofilter sederhana ini menerapkan prinsip penggunaan mikroorganisme untuk pengolahan limbah.

Komponen biofilter terdiri dari beberapa lapisan, antara lain ijuk, kerikil, dan arang. Pemilihan komponen atau konstruksi bahan media dalam pendesainan sistem biofilter ini memperhatikan kemampuan menyerap air dalam menjaga kelembaban. Penerapan sistem biofilter sederhana yang dapat dibuat sendiri dengan harga yang relatif terjangkau oleh semua kalangan masyarakat dengan komponen bahan yang mudah diperoleh.

Biofilter ini tersusun dari ijuk yang menyaring partikel besar, arang aktif yang akan menyerap bau tidak sedap, dan kerikil sebagai media pertumbuhan mikroorganisme yang akan mendegradasi bau. Hasil yang diperoleh dari susunan sederhana ini mampu menjernihkan air limbah yang kotor dan mereduksi bau tidak sedap hasil penguraian protein.

Limbah cair rumah tangga yang sudah diolah dengan biofilter sederhana dapat dimanfaatkan untuk budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.). Cacing sutra atau cacing rambut termasuk ke dalam kelompok cacing-cacingan. Cacing sutra memiliki warna tubuh yang dominan kemerah-merahan. Ukuran tubuhnya sangat ramping dan halus dengan panjang 1-2 cm. Cacing ini sangat senang hidup berkelompok atau bergerombol karena masing-masing individu berkumpul menjadi koloni yang sulit diurai dan saling berkaitan satu sama lainnya. Dasar perairan yang banyak mengandung bahan-bahan organik terlarut merupakan habitat kesukaannya (Khairuman & Amri 2008). Pemeliharaan cacing sutra relatif mudah. Cacing sutra dapat tumbuh di air yang sedikit keruh dengan pH air 5.5 – 8, suhu air berkisar 25 - 28°C dan kadar amonia kurang dari 3.6.

Sampai saat ini, sebagian besar permintaan pasar terhadap cacing sutra dipasok dari hasil tangkapan alam. Pada saat tertentu, jumlah cacing yang dijual di pasaran sangat banyak, tetapi di lain waktu, jumlahnya sangat sedikit. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan cacing sutra (Khairuman & Amri 2008).

Prinsip pengolahan limbah rumah tangga dengan biofilter beserta pemanfaatan air olahannya untuk budidaya cacing sutra disebut *Ecotech Farm*. *Ecotech Farm* mempunyai dua sudut pandang yang berkesinambungan, yaitu *pertama* sebagai kultur aktif organisme hidup pada instalasi sistem biofilter berbahan alam. *Kedua*, *Ecotech Farm* merupakan teknologi berbasis lingkungan mendegradasi *grey water* sehingga air hasil olahan limbah rumah tangga dapat dimanfaatkan untuk budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.). Pengelolaan air buangan limbah rumah tangga tersebut membuka peluang usaha baru yang dapat menyerap tenaga kerja dan penghasilan bagi kas suatu daerah.

Tujuan

Ecotech Farm bertujuan mendegradasi bahan organik yang terkandung di dalam air limbah rumah tangga sekaligus menambah nilai ekonomi (budidaya cacing sutra) dari hasil olahan limbah cair rumah tangga.

Manfaat

Penyusunan karya tulis ini memberikan alternatif dan solusi pengolahan limbah cair rumah tangga. Realisasi *Ecotech farm* mampu mengurangi pencemaran yang ditimbulkan oleh air limbah rumah tangga sehingga dapat tercipta lingkungan yang sehat. Selain itu, air olahannya dapat dimanfaatkan untuk budidaya cacing sutra.

GAGASAN

Grey Water

Grey water merupakan air limbah rumah tangga nonkakus berupa buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur (mengandung sisa makanan), dan tempat

cuci. Menurut Hindarko (2003), bahan organik dari air limbah jumlahnya cukup dominan, karena 75% dari zat padat tersuspensi dan 40% dari zat padat tersaring merupakan bahan organik. Bahan organik tersusun dari senyawa karbon, hidrogen, oksigen, dan ada juga yang mengandung nitrogen. Selanjutnya bahan organik ini dapat dikelompokkan atas: protein (40-60%), karbohidrat (25-50%), lemak atau minyak (10%), dan urea. Namun, seiring dengan kemajuan bioteknologi, muncul bahan biologi jenis lain, seperti surfaktan, *organic priority pollutant, volatile organic*.

Dampak Grey water

Tabel 1 Kerugian Kandungan Kimia Berlebih pada Air Limbah

Unsur Organik	Standar	Kerugian
Nitrat	45 mg/L	Berbahaya untuk bayi, bisa menyebabkan methemoglobinemia.
Phosphor	4-15 mg/L	Dapat mengganggu kegiatan biota air, karena phosphor merupakan nutrient bagi pertumbuhan enceng gondok, ganggang, dan lain-lain.
Belerang (gas H ₂ S bercampur dengan gas CH ₄ dan gas CO ₂)	200 mg/L	Menyebabkan bau seperti telur busuk.

Sumber: Hindarko (2003)

Kerugian *grey water* dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, baik kesehatan, lingkungan, maupun estetika. Bahan organik, anorganik, maupun gas yang terkandung di dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan serta menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu, sebagian bahan tersebut diurai oleh mikroorganisme menjadi suatu senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap. Contoh bahan yang dapat diurai oleh mikroorganisme yaitu protein. Protein mengandung 16% unsur nitrogen. Bersama dengan urea, protein menjadi sumber nitrogen dalam air limbah. Dekomposisi bakteri atau hidrolisis di dalam tubuh makhluk hidup, terurailah bahan organik tersebut menjadi ammonia nitrogen. Proses penguraian protein menimbulkan bau busuk. Di dalam standar kualitas buangan, kandungan nitrat dalam buangan air limbah tidak boleh lebih dari 45 mg/liter (Hindarko, 2003).

Ecotech Farm

Prinsip pengolahan limbah rumah tangga dengan biofilter beserta pemanfaatan air olahannya untuk budidaya cacing sutra disebut *Ecotech Farm*. *Ecotech Farm* mempunyai dua sudut pandang yang berkesinambungan, yaitu *pertama* sebagai kultur aktif organisme hidup pada instalansi sistem biofilter berbahan alam. *Kedua, Ecotech Farm* merupakan teknologi berbasis lingkungan pendekrasi *grey water* sehingga air hasil olahan limbah rumah tangga dapat dimanfaatkan untuk budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.).

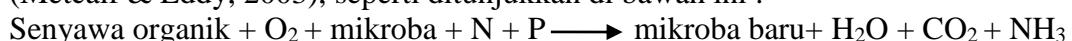
Biofilter Ecotech Farm

Biofilter merupakan instalasi atau alat yang berisi materi organik, yang mengandung populasi mikroorganisme (Mc Nevin & Barford 2000). Mekanisme dari proses biofiltrasi adalah kombinasi proses adsorbsi-absorbsi dan degradasi oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang terdapat dalam lapisan biologis secara terus menerus mencerna polutan dan merubahnya menjadi air, karbondioksida, dan biomassa (Jorio *et al* 2000). Beberapa keuntungan biofilter antara lain pengoperasiannya sederhana, modal sedikit, biaya pengoperasian rendah, penurunan polutan terlarut dalam air rendah, dan dapat mengurangi polusi bau (Yuwono 2003). Pengolahan air limbah rumah tangga dengan biofilter menggabungkan dua prinsip sistem pengolahan limbah, yaitu pengolahan secara fisik dan biologi.

Pengolahan limbah secara fisik melalui proses filtrasi. Filtrasi merupakan proses penyaringan bahan padat yang ada di dalam air limbah dengan menggunakan butiran pasir atau kerikil (Hindarko, 2003). Filtrasi dipakai untuk menghilangkan residu gumpalan biologis, menghilangkan residu garam metal yang diendapkan, atau endapan kapur dari fosfat.

Penghilangan kandungan zat berbahaya atau pencemar yang berasal dari limbah cair, selain menggunakan proses pengolahan fisik, juga dapat menggunakan proses biologis. Berbagai penelitian yang dilakukan oleh para peneliti membuktikan bahwa sistem penanganan biologis ini mempunyai keefektifan lebih dari 90%. Yani *et al.* (1998) menggunakan amonia, mampu mendegradasi sampai dengan 95% dengan media gambut. Selain lebih efektif, pengolahan limbah secara biologi juga relatif murah untuk konsentrasi rendah dalam jumlah besar.

Penguraian limbah yang mengandung pencemar organik dilakukan bersama-sama oleh bakteri aerob dan anaerob. Bakteri pengurai (dekomposer) memerlukan oksigen, nitrogen, dan fosfor untuk melakukan kegiatannya. Bahan-bahan tersebut diambil oleh bakteri dari lingkungan dan bahan mentah yang mengandung unsur-unsur tersebut dalam berbagai bentuk persenyawaan seperti amonium, nitrat, dan fosfat. Proses biokimia terjadi akibat adanya penguraian mikroba/bakteri aaerob yang menggunakan oksigen untuk mengurai pencemar (Metcalf & Eddy, 2003), seperti ditunjukkan di bawah ini :



Keunggulan Komponen Bahan Media Biofilter Ecotech Farm

Bahan untuk media biofilter biasanya berasal dari bahan alami atau sisa industri biologis, seperti kompos, tanah, kulit pohon, jerami atau kayu, dan ijuk. Sedangkan untuk mengurangi kerapatan dan kepadatan, media bisa dicampur dengan bahan lain seperti tanah liat berpasir, keramik, gelas, pasir, butiran polistirena, karbon aktif, kerikil, dan tanah diatom (Liang *et al* 2000).

Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan bahan media biofilter sebagai berikut (Anit & Artuz 2004), antara lain kemampuan menyerap air untuk menjaga kelembaban lapisan biologis, daerah permukaan sentuh yang luas untuk absorbsi kontaminan dan mikroba, kemampuan untuk mencapai nutrisi dan menyuplai ketika dibutuhkan oleh mikroba, kemampuan untuk menahan

penurunan tekanan, dan karakteristik fisik, contohnya bentuk bahan (butiran, serpihan, keping).

Menurut Anit & Artuz (2004) dalam pendesainan biofilter diperlukan perhatian tentang ruang (diperlukan ruang terbuka yang berhubungan langsung dengan udara luar), analisis kimia dan kosentrasi, menentukan keefektifan biofilter dalam mendegradasi limbah bau. *Residence time*, menunjukkan waktu yang diperlukan polutan melewati media biofilter. Kelembaban (RH), kelembaban aliran udara penting untuk menjaga kelembaban media biofilter. Media biofilter, kadar air dalam media biofilter harus dijaga antara 20-60% untuk menopang populasi mikroba.

Proses degradasi polutan berlangsung karena terjadinya adsorbsi yang menuju ke lapisan tipis aktif. Syarat mutlak untuk media biofilter yaitu dalam kondisi lembab, karena akan digunakan sebagai tempat untuk transfer polutan dari udara menuju fase air pada lapisan biofilm sehingga terjadi biodegradasi polutan. Pematangan lapisan biofilter membutuhkan periode satu hingga tiga minggu. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan kerikil. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan juga bisa membutuhkan waktu yang lama, sampai beberapa minggu, bergantung pada temperatur air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam air dapat memacu pematangan lapisan biologis (Ngai & Sophie 2003).

Biofilter *Ecotech Farm* menerapkan prinsip biofilter pada umumnya, yaitu menggunakan mikroorganisme untuk pengolahan limbah. Biofilter terdiri atas beberapa lapisan, antara lain ijuk, kerikil, arang, dan ijuk. Pemilihan komponen atau konstruksi bahan media dalam pendesainan biofilter ini memperhatikan kemampuan menyerap air dalam menjaga kelembaban. Selain itu, manfaat dari pemilihan ijuk adalah sebagai penyaringan bahan padat yang terkandung dalam air limbah, sebagai filtrasi fisika dan hanya meloloskan air limbah ukuran tertentu. Ijuk juga dapat dengan mudah didapatkan di lingkungan sekitar. Ijuk dapat bertahan lama dan harganya relatif murah.

Luas permukaan sentuh media biofilter dengan media biofilter mempengaruhi hasil degradasi limbah. Semakin luas permukaan sentuh, semakin banyak pula bahan pencemar yang dapat didegradasi. Kerikil dapat digunakan untuk meningkatkan luas permukaan media biofilter. Selain itu, kerikil juga menjadi media tumbuh mikroorganisme. Air limbah yang diguyurkan ke permukaan saringan, dalam *Residence time* (waktu yang diperlukan senyawa berbau/polutan melewati media biofilter) 30 - 60 detik, dapat merembes ke dalam saringan, dan menyelimuti bakteri dalam suatu lapisan air yang tipis. Disini bakteri mendapatkan makanan berupa bahan organik dari air limbah (Metcalf & Eddy 2003).

Karbon aktif merupakan karbon yang memiliki permukaan dalam (*internal surface*), yang mengakibatkan daya serapnya lebih baik. Keaktifan menyerap dari karbon aktif ini bergantung pada jumlah senyawa karbonnya, yang berkisar antara 85-95% karbon bebas. Karbon aktif berfungsi sebagai filter kimia karena dapat menyerap bau tidak sedap. Pada penjernihan air limbah dipergunakan untuk mengurangi pengotoran bahan organik, termasuk benda yang tidak dapat teruraikan (*nonbiodegradable*) ataupun gabungan antara bau, warna, dan rasa.

Efisiensi karbon aktif dalam menyerap polutan dipengaruhi oleh pH. Zor (2003) menyimpulkan berdasarkan hasil penelitiannya bahwa pada kondisi nilai pH 3 atau pH rendah, karbon aktif dapat memindahkan surfaktan anionik sebesar 91.48%. Menurut Slamet (2006), Culp RL & Culp GL (1986) menyatakan bahwa pada pH rendah jumlah ion H^+ lebih besar, dimana ion H^+ akan menetralisir permukaan karbon aktif yang bermuatan negatif, sehingga dapat mengurangi halangan untuk terjadinya difusi organik pada pH yang lebih tinggi. Pengolahan air limbah dengan menggunakan karbon aktif biasanya dipergunakan sebagai proses kelanjutan dari pengolahan secara biologis (Tamamushi 1983).

Karbon aktif menurut bentuknya dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu bubuk dan granular. Karbon bentuk bubuk digunakan untuk adsorbsi dalam larutan, sedangkan karbon dalam bentuk granular digunakan untuk absorbsi gas dan uap. Selain itu, karbon bentuk granular juga dapat digunakan di dalam media larutan, khususnya untuk deklorinasi air dan untuk penghilang warna dalam larutan serta pemisahan komponen-komponen dalam suatu sistem yang mengalir.

Karbon aktif berbentuk granular dipakai untuk memisahkan kontaminan dalam air buangan seperti fenol, insektisida, trinitrotolune (TNT), deterjen, warna, dan logam berat lainnya. Karbon aktif berbentuk granular mempunyai kelebihan yaitu pengoperasianya mudah, proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar, karbon aktif tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat mudah diregenerasi dengan sebatas pencucian kembali.

Kemampuan untuk menahan penurunan tekanan diperhatikan dalam pemilihan bahan media. Tekanan berhubungan langsung dengan ukuran pori-pori media. Semakin menurunnya ukuran pori-pori media maka makin besar kenaikan tekanan. Pemodelan biofilter sederhana ini dapat memenuhi syarat tersebut, karena susunan komponen/konstruksi dari bahan media yang digunakan dari berbagai bahan (ijuk, kerikil, arang aktif, dan ijuk). Selain itu juga, perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis ukuran kerikil dan susunannya di dalam biofilter. Stratifikasi butiran partikel filtrasi menggunakan bentuk saringan ganda, terdiri dari butiran kerikil kecil sampai sedang. Penempatan butiran kerikil dari atas ke bawah mengikuti ukuran butiran dengan ukuran butiran dari besar ke kecil (Hindarko 2003).

Pemodelan yang Cukup Ideal untuk Biofilter Ecotech Farm

Keuntungan dari penyusunan butiran kerikil ini, untuk menciptakan pori-pori yang besar, guna meminimalisir kenaikan tekanan agar tercapai kondisi bahan biofilter yang ideal. Hal ini tercapai karena tidak ada penyumbatan yang dilakukan oleh kerikil ukuran kecil terhadap kerikil ukuran besar, berupa penyumbatan. Kemungkinan besar penyumbatan terjadi, apabila penyusunan stratifikasi butiran partikel disusun terbalik, di mana partikel ukuran kecil berada di bagian paling atas, sehingga kemungkinan penyatuhan kerikil kecil dengan kerikil besar semakin besar, yang mengakibatkan pori-pori makin kecil.

Penyusunan butiran partikel ini juga bermanfaat untuk mengurangi kecepatan aliran air limbah, sehingga efektif dalam pendegradasi limbah cair oleh mikroorganisme yang hidup di media kerikil tersebut. Perbandingan komposisi jumlah, antara butiran partikel kerikil sedang dengan butiran partikel

kerikil kecil adalah 2:1. Hal ini disebabkan oleh semakin kecil ukuran partikel kerikil, maka luas permukaan untuk media tumbuh semakin besar.

Pemodelan biofilter ini cukup ideal untuk menopang populasi mikroorganisme susunan komponen bahan media yang berlapis-lapis (ijuk, kerikil, arang aktif, ijuk) menciptakan guyuran air limbah tidak langsung hilang, melainkan tersaring oleh media yang berlapis-lapis. Sehingga kadar air 20-60% tercapai, sebagai syarat menopang populasi media biofilter terpenuhi (SNI 08-7070-2005).

Langkah-langkah dalam menentukan efektivitas biofilter, yaitu pertama mencari BOD per rumah tangga, kedua menentukan selisih BOD_5 effluent pada berbagai susunan ketinggian struktur bahan-bahan biofilter, sebagai indikator parameter keberhasilan biofilter.

Berdasarkan data yang diperoleh dari buku karangan Hindarko (2003), setiap orang menghasilkan air limbah sebanyak 80-90% gram/hari. Sebuah kota kecil berpenduduk 15.375 orang, mampu menghasilkan aliran limbah sebesar 15 liter/detik, yang berarti setiap orang menyumbangkan rata-rata sebesar $9,76 \times 10^{-4}$ liter/detik. Debit puncak air limbah suatu rumah tangga dapat mencapai 2,53 liter/detik.

Nilai BOD dan efisiensi biofilter dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

- $BOD = \frac{\text{Kontribusi Penduduk}}{\text{Volume Air Limbah yang Masuk pada Biofilter}}$
- Mencari BOD_5 effluent. Kemudian Menentukan Selisih BOD_5 influent dengan BOD_5 effluent, yang merupakan besar efisiensi biofilter.

$$\frac{C_1 - C_e}{C_1} = \frac{1}{1 + 0,532 \sqrt{\left(\frac{C_1}{V}\right)}} ; \text{ Volume (V)} = (A) * (X)$$

Sesuai hasil perhitungan, diperoleh BOD_5 sebesar 0,95 gram/liter. Nilai BOD_5 yang dikandung air limbah mengalami penurunan setelah melewati biofilter, yaitu sebesar 0,28 gram/liter untuk biofilter berukuran 20x20x10 cm.

Efisiensi biofilter dengan berbagai variasi volume dapat dilihat pada tabel 2. Biofilter yang memiliki volume lebih besar, memiliki kemampuan mendegradasi air limbah lebih tinggi, yang ditandai dengan penurunan nilai BOD_5 .

Tabel 2 Efisiensi Biofilter dengan Berbagai Variasi Volume

Ukuran Biofilter (cm)			Volume Biofilter (liter)	BOD_5 Influent (gram/liter)	BOD_5 Effluent (gram/liter)	Efisiensi Biofilter (%)
Panjang	Lebar	Tinggi				
20	20	10	4,000	0,95	0,280	70,52
25	25	10	6,250	0,95	0,240	74,74
25	25	25	15,625	0,95	0,059	93,79

Pemanfaatan Hasil Olahan Limbah Cair Rumah Tangga untuk Budidaya Cacing Sutra

Pemeliharaan cacing sutra (*Tubifex* sp.) relatif mudah. Proses perkembangbiakan cacing sutra tegolong cepat. Media penting yang menjadi tempat hidup cacing sutera adalah media berlumpur yang mengandung bahan

organik. Saluran pembuangan limbah sumur atau limbah rumah tangga umumnya kaya akan bahan organik. Ini merupakan suplai makanan tereser bagi cacing sutra (Khairuman & Amri 2008).

Budidaya cacing sutra mempunyai prospek yang besar. Permintaan akan cacing sutra cukup banyak bagi para pelaku usaha ikan hias dan usaha pembenihan. Cacing *tubifex* dapat dipanen setelah 2-4 minggu pemeliharaan. Menurut Khairuman (2008) menyatakan bahwa Cacing sutra memiliki harga jual yang cukup menggiurkan. Harga cacing sutra di Jakarta mencapai Rp 15.000 – Rp 20.000/liter.

KESIMPULAN

Ecotech Farm merupakan alternatif solusi dalam mendegradasi bahan organik yang terkandung di dalam air limbah rumah tangga sekaligus menambah nilai ekonomi (budidaya cacing sutra). Komponen media biofilter yang mudah didapatkan dan konstruksi komponennya tidak rumit serta pemanfaatan mikroorganisme yang digunakan alami tanpa inokulasi, menjadi keunggulan sistem biofilter ini. Adanya tambahan nilai ekonomi dari pemanfaatan olahan limbah cair untuk budidaya cacing sutra (*Tubifex sp.*) berkontribusi dalam meningkatkan pendapatan masyarakat setempat.

Air limbah yang telah melewati biofilter mengalami penurunan baik kandungan fisik (misal: bau) maupun kandungan kimia serta organo-biologis (patogenitas). Sehingga sesuai untuk syarat tumbuh budidaya cacing sutra (*Tubifex*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anit S. B. And Artuz R. J. 2004. *Biofiltration of air*. www.rpi.edu
- Devinny J. S., Deshusses M.A., Webster T. S. 1999. *Biofiltration for Air Pollution Control*. Boca Raton. New York. USA.
- Djarijah Abbas Siregar. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Yogyakarta : Kanisius.
- Jorio H., Bibeau L., Viel G., Heitz M. 2000. Effects of gas flow rate and inlet concentration on xylene vapors biofiltration performance. *Chemical Enginnering Journal* (76) 209-221.
- Hadi Sutrisno. 1986. Metodologi Reseach. Yogyakarta: YP Fakultas Psikologi UGM.
- Hard Harold, Craine Leslie F, Hard David J. 2003. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*. Achmadi Suminar Setiati, penerjemah. Jakarta : Erlangga. Terjemahan dari : *Organic Chemistry*.
- Hindarko S. 2003. *Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. Jakarta: Esha.

- Huisman L. 1974. *Slow Sand Filtration*. World Health Organization. Geneva.
- Khairuman, Amri K. 2008. *Peluang Usaha Budi Daya Cacing Sutra Pakan Alami Bergizi untuk Ikan Hias*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Liang Y., Quan X., Chen J., Chung J. S., Sung J. Y., Chen S., Xue D., and Zhao Y. 2000. *Long term result of ammonia removal and transformation by biofiltration*. Journal of Hazardous Materials (B80) 250-269.
- Manahan, S. 2000. *Environmental Chemistry 7th edition*. Lewis Publisher CRC. Florida.
- McNevin D, Barford J. 2000. Biofiltration as an odour abatement strategy. *Biochemical Engineering Journal* (5) 231-342.
- Sastra Wijaya Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Slamet M. 2006. *Penurunan Konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Laboratorium Dengan Menggunakan Karbon Aktif*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : UI-Press.
- Tammushi B. 1983. *Adsorption From Solutions*. Departement of Civil Engineering, University of Birmingham. England.
- Peltzar M, Chan ECS. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi II*. Penerjemah : Hadjoetomo RS, et al. Jakarta : UI- Press. Terjemahan dari : *Elements of Microbiology*.
- Purwati. 2005. Rancang Bangun Model Biofilter Pendegradasi Limbah Bau. [skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Yuwono A.S, Gardjito. 2005. Laporan Hasil Penelitian Program Due-like Institut Pertanian Bogor.
- Zor, S. 2003. Investigation of The Adsorption of Anionic Surfactants at Different pH Values by Means of active Carbon and The Kinetics of Adsorption. *Journal.Serb.Chem.Soc.* 69 (1) 25-32 (2004), JSCS – 3126. Kocaeli University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry. Turkey.

LAMPIRAN

NAMA DAN BIODATA KETUA SERTA ANGGOTA

- 1.Ketua Pelaksana Kegiatan :
a. Nama Lengkap : Yoshita Khurun Ain
b. NRP : G84070080
c. Fakultas /Program Studi : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biokimia
d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
e. Tempat/Tanggal Lahir : Nganjuk/ 02 Juni 1988
- 2.Anggota Pelaksana Kegiatan :
a. Nama Lengkap : Tatied Elysa Herwanti
b. NRP : A24070114
c. Fakultas/Program Studi : Pertanian/ Agronomi dan Holtikultura
d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
e. Tempat/ Tanggal Lahir : Grobogan/ 29 September 1989
- 3.Anggota Pelaksana Kegiatan :
a. Nama Lengkap : Tati Husniyati
b. NRP : G84080045
c. Fakultas /Program Studi : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biokimia
d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
e. Tempat/Tanggal Lahir : Serang/ 28 Januari 1990

NAMA DAN BIODATA DOSEN PEMBIMBING

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Laksmi Ambarsari, MS.
b. NIP : 19601118 199403 2 001
c. Jabatan Fungsional : Lektor/ III C
d. Fakultas/Departemen : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Biokimia
e. Bidang Keahlian : Biologi Molekuler