

# Decrease of Ammonia and TSS Palm Oil Industry Using By Biosand Filter and Mangrove Charcoal for Fish Aquaculture Media Life

Wira Misfahani<sup>1)</sup>, M. Hasbi and Budijono<sup>2)</sup>

## Abstract

The research was conducted from Desember 2012 until March 2013 at palm oil mill industry of PT. PN V Sei. Galuh Tapung Districk Kampar Regency. Aimed to understand the effectiveness of biosand filter and mangrove charcoal in reducing ammonia and TSS content in liquid waste of palm oil mill for live media of fish aquacultur. Sampling of ammonia and TSS were taken in three point with interval every 2<sup>nd</sup> week for 5 times and analyzed in Laboratory of the Departement of public works and microbiology then compare with Kep-122/MENLH/2004. Liquid waste of palm oil mill processing by use of four reactor units biosand filter and two reactor mangroves charcoal have can reducing ammonia and TSS with decreased ammonia rate of 148,57 mg/l becomes 6,01 mg/l with effectivenesses 95,95 %. While that of TSS from 680 mg/l to 100 mg/l with effectivenesses 85,29 %. Percentage of survival rate for common carp 40%, tillapia 60%, and patin 77%. It's compliance with quality standard and as good as for patin life media.

*Keywords : Biosand Filter, Mangrove Charcoal, Liquid Waste of Palm Oil Mill, Aquaculture Fish Life Media.*

---

1) Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

2) Lecturers of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University

## I. PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau terus meningkat menjadi 2,6 juta hektar pada tahun 2010 atau setara dengan 35% luas pekebunan nasional yang mencapai 7,3 juta hektar (BPS Provinsi Riau, 2010). Bertambahnya luas areal perkebunan, diikuti dengan bertambahnya industri pengolahan kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) yang tercatat ±146 unit Industri Minyak Kelapa Sawit (IMKS) beroperasi di Riau (Disbun Provinsi

Riau, 2010). Salah satunya adalah PT Perusahaan Nusantara V Sei. Galuh Kabupaten Kampar. Perusahaan ini memiliki Unit Pengolahan Limbah Cair (UPLC) menggunakan sistem pengolahan biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai perombak bahan organik.

PT. PN V Sei. Galuh sudah menerapkan sistem *Land Application* untuk mengantisipasi pencemaran lingkungan. Limbah cair dari kolam terakhir/*outlet (land application pond)*

dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada lahan perkebunan kelapa sawit dengan sistem *Land Application* (LA). Namun belum semua IMKS menerapkan sistem LA karena faktor biaya yang dibutuhkan sangat besar. Sehingga limbah cair IMKS berpotensi mencemari lingkungan perairan.

Meskipun limbah cair sudah diolah dan sudah berada dalam kolam pengolahan terakhir, namun kadar amoniak dan padatan tersuspensi dalam limbah cair masih di atas baku mutu. Kadar amoniak dan TSS yang tinggi bisa menjadi racun dan menyebabkan kekeruhan yang membahayakan fisiologis biota perairan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan lagi terhadap limbah cair agar berada di bawah baku mutu, sehingga tidak mencemari perairan. Mengingat tingginya volume limbah cair yang dihasilkan per jamnya tidak sebanding dengan volume limbah yang dialirkan ke LA. Maka, untuk menuju pemanfaatan kembali (*reuse*) limbah cair IMKS dapat juga dimanfaatkan untuk bidang perikanan yaitu sebagai media hidup ikan budidaya seperti ikan Mas, Nila dan Patin. Namun, sebelumnya limbah cair pada kolam *outlet* harus diolah lagi, agar bisa

menurunkan kadar amoniak dan TSS sehingga dapat mendukung kehidupan ikan. Salah satu upaya untuk itu adalah dengan menggunakan teknologi pengolahan limbah cair sederhana, yaitu *biosand filter* dan arang bakau.

*Biosand filter* merupakan filter proses penyaringan secara fisik, kimia, dan biologis. Penguraian dilakukan secara mikrobiologi terhadap padatan tersuspensi serta unsur organik yang ada di dalam air (Herlambang, 2001). *Biosand filter* adalah suatu alat penyaringan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada media pasir dan pada media tersebut tumbuh lapisan bakteri sehingga terjadi proses biologis di dalamnya (Elliott *et al.*, 2008). Polutan organik dalam limbah cair dimanfaatkan bakteri sebagai bahan makanan untuk pertumbuhannya.

Arang bakau merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang bakau adalah hasil proses pirolisis primer yang mengaktivasi karbon sehingga arang menjadi media padat yang kaya akan karbon (Soemowidagdo dan Mujiyono, 2009). Penggunaan arang kayu bakau berdasarkan pada

sifatnya yang porous sehingga mempunyai luas permukaan kontak yang besar dan dapat digunakan sebagai adsorben/penyerap (Said dan Marsidi, 2004). Arang menghilangkan lebih banyak bahan pencemar dalam air daripada karbon biasa (Awaluddin, 2007). Jenis arang kayu bakau menghasilkan kadar karbon tinggi dan daya tahan yang lebih lama dibandingkan dengan arang kayu lainnya.

Aplikasi *biosand filter* telah dilakukan oleh Setiahadhi (2007) mampu menurunkan TSS 95,4% dan TDS 93% pada air selokan. Sari (2010) mampu menghilangkan polutan organik 99,99%, bakteri *E. coli* 99,6 %, dan besi 90% dalam air minum. Firmansyah (2011) pada limbah cair *laundry* menurunkan kadar BOD 57,4% dan COD 39,2%. Jefri (2012) pada air gambut mampu menurunkan kadar TSS 68,57%, warna 6,04%, dan H<sub>2</sub>S 88,23%. Yusmidar (2012) pada limbah cair IMKS menggunakan *biosand filter* sebanyak dua reaktor dan satu reaktor arang aktif, menurunkan kadar BOD 85,4%, COD 78,9% dan memberikan 30% tingkat kelulushidupan pada ikan Mas. Selanjutnya Yanie (2013) dengan sistem pengolahan dan air limbah yang sama dengan Yusmidar (2012) mampu

menurunkan TSS 78,87% dan amoniak 33,49%. Kinerja reaktor pengolahan Yanie (2013) cukup baik, namun kelulushidupan ikan Mas masih 0%.

Untuk itu, perlu upaya peningkatan pengolahan terutama dalam menurunkan kadar amoniak dan TSS dari hasil penelitian sebelumnya, yaitu dengan menambah unit reaktor *biosand filter* dan mengganti arang aktif dengan arang bakau. Mengingat kelemahan arang aktif yang bersifat temporal karena cepat mengalami kejenuhan dalam menyerap bahan pencemar, sehingga tidak dapat digunakan lagi jika tidak diaktifkan kembali. Pemanfaatan arang aktif dinilai tidak efektif dan terlalu mahal untuk diterapkan. Sedangkan arang bakau dinilai lebih ekonomis karena secara kimia arang bakau memiliki kadar karbon yang tinggi dibandingkan jenis arang lainnya dan bersifat porous.

Untuk membuktikan air limbah hasil olahan bisa dijadikan sebagai media hidup ikan, maka perlu dilakukan uji biologi dan pengukuran parameter pendukung kualitas air bagi kehidupan ikan selain amoniak dan TSS, seperti suhu, pH dan oksigen terlarut (DO). Selain itu, perlu juga dilakukan pengukuran total

bakteri/mikroorganisme (*total plate count*) dalam unit reaktor pengolahan, untuk melihat seberapa banyak bakteri yang menguraikan bahan atau padatan organik dalam limbah cair IMKS. Untuk keperluan uji biologi, ikan yang dipilih adalah ikan yang biasa dibudidayakan, bernilai ekonomis, mudah didapat, umum digunakan sebagai ikan uji dan mempunyai tingkat sensitifitas yang berbeda-beda yaitu ikan Mas (*Cyprinus carpio*), ikan Nila (*Oreochromus niloticus*) dan ikan Patin (*Pangasius pangasius*).

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2012 – Maret 2013. Bertempat di Unit Pengolahan Limbah (UPL) Industri Minyak Kelapa Sawit (IMKS) PT. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar. Analisis sampel limbah cair dilakukan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Pekanbaru dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.

### 2.2. Bahan dan Alat Limbah Cair

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair

yang berasal dari kolam *Land Application* (LA) PT. PN V Sei Galuh sebagai kolam pengolahan terakhir. Limbah cair ini dipompakan ke dalam drum penampung (*inlet*) berkapasitas 171 L dan terus dialirkan secara kontinyu. Debit air yang masuk ke drum penampung adalah 6 liter/menit. Jumlah air limbah yang terpakai selama penelitian adalah  $\pm 324.000$  L atau  $324 \text{ m}^3$ .

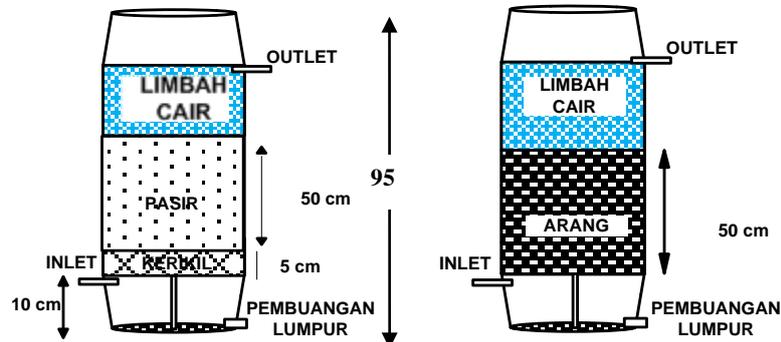
### Media Filter

Media filter yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kerikil, pasir dan arang bakau. Kerikil yang dipakai berukuran diameter 1-2 cm dengan ketebalan media kerikil adalah 5 cm. Pasir yang digunakan adalah pasir silika dengan diameter  $\pm 0,5$  mm dengan ketebalan media 50 cm. Sebelum digunakan, pasir tersebut dicuci bersih berkali-kali untuk menghilangkan berbagai kotoran, kemudian dijemur dibawah terik panas matahari hingga kering. Arang bakau yang digunakan berukuran tidak beraturan dengan perkiraan panjang rata-rata 2 cm dan diameter rata-rata 1 cm. Ketebalan media filter arang 50 cm.

### Unit Alat Pengolahan

Dalam reaktor *biosand filter* dan arang bakau selain terjadi proses filtrasi dan adsorpsi, juga akan terbentuk

*biofilm* untuk pertumbuhan mikroorganisme/bakteri pada media filternya. Adapun ketebalan media pada reaktor pengolahan ini merujuk pada



**Gambar 1. Reaktor Biosand Filter dan Arang Bakau**

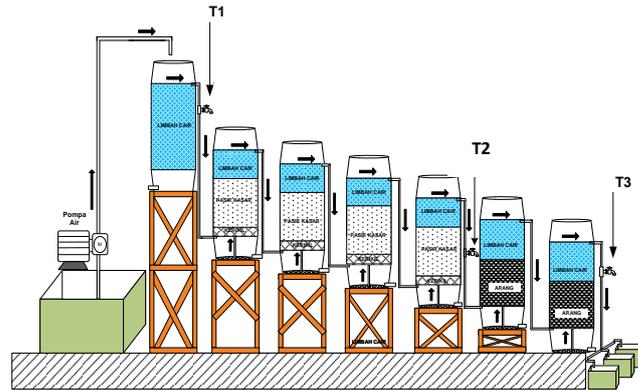
### Ikan Uji

Penggunaan ikan uji sebagai indikator biologis dalam penelitian ini adalah benih ikan Mas, ikan Nila dan ikan Patin sebanyak 150 ekor per jenisnya dengan kisaran ukuran 5-8 cm. Dalam satu kali pengamatan, jumlah ikan yang digunakan adalah 30 ekor/jenisnya.

### Pengukuran dan Pengambilan Sampel Limbah Cair

Pengukuran dan pengambilan sampel kualitas limbah cair dilakukan setelah reaktor dioperasikan secara kontinyu selama 1 bulan tersebut. Pengukuran dan pengambilan sampel ke-2, dilakukan 2 minggu setelah pengambilan sampel pertama. Interval waktu antara pengamatan 1 ke pengamatan berikutnya adalah 2

minggu. Pengukuran dan pengambilan sampel kualitas limbah cair IMKS dilakukan sebanyak 5 kali pada titik-titik sampling yang telah ditentukan (Gambar 2). Uji kelulushidupan ikan dilakukan dihari yang sama dengan hari dimana dilakukan pengukuran dan pengambilan sampel kualitas limbah cair. Pada waktu tersebut, air limbah hasil olahan 4 unit reaktor *biosand filter* dan 2 unit reaktor arang bakau, dialirkan ke dalam 3 unit akuarium secara kontinyu. Kemudian, masing-masing akuarium diisi dengan ikan Mas, Nila dan Patin sebanyak 10 ekor/jenisnya. Pengamatan kelulushidupan ikan tersebut dilakukan selama 4 hari tanpa diaerasi.



Keterangan :

T1 : Titik sampling 1 drum penampung (*inlet*)

T2 : Titik sampling 2 *outlet biosand filter* ke-4 (BSF IV)

T3 : Titik sampling 3 *outlet arang bakau* ke-2 (ARB II)

**Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel Limbah Cair**

### 2.3. Analisis Data

Data yang diukur dianalisis meliputi parameter amoniak dan TSS. Data-data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dan dibahas secara deskriptif dengan membandingkannya dengan KEP-122/MENLH/2004 tentang baku mutu atau kadar maksimum limbah cair Industri Minyak Kelapa Sawit (IMKS) yang boleh dibuang ke perairan dan literatur terkait. Parameter pendukung seperti DO, Suhu dan pH dibandingkan literatur kualitas air yang mendukung kehidupan ikan budidaya. Untuk mengetahui Efektifitas Pengolahan (EP) reaktor *biosand filter* dan reaktor arang bakau dalam menurunkan konsentrasi amoniak dan TSS dalam limbah cair IMKS digunakan persamaan Nurimaniwathy *et al.*, (dalam Syafrani *et al.*, 2006) yaitu:

$$EP = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

Keterangan:

EP : Efektifitas pengolahan reaktor dalam menurunkan bahan pencemar

$C_{in}$  : Konsentrasi amoniak / TSS limbah cair IMKS pada *inlet*

$C_{out}$  : Konsentrasi amoniak / TSS limbah cair IMKS pada *outlet biosand filter* dan arang bakau

Perhitungan Kelulushidupan ikan uji mengacu pada persamaan Effendie (1979), yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR : Kelulushidupan ikan uji (%).

$N_t$  : Jumlah ikan hidup setelah diuji (ekor)

$N_o$  : Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor)

Analisis total koloni bakteri merujuk pada SNI 01-2339-1991, yaitu:

$$TPC = N \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Keterangan:

TPC : Total Plate Count (CFU)

N : Jumlah koloni per cawan

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Amoniak ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ )

Konsentrasi amoniak pada kolam pengolahan limbah cair terakhir (*outlet*) yaitu kolam *land application* (LA) masih tergolong tinggi. Limbah cair dipompakan ke drum penampung (*inlet*) dengan konsentrasi berkisar

antara 119,7-153 mg/l. Sementara, menurut KepMenLH No. 122/2004 konsentrasi maksimum amoniak yang boleh dibuang ke perairan adalah 20 mg/l. Hasil pengukuran konsentrasi amoniak selama penelitian ini dan pada penelitian terdahulu Yanie (2013) disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Konsentrasi dan Efektifitas Pengolahan 4 Reaktor BSF dan 2 Reaktor ARB Serta Hasil Penelitian Terdahulu Dalam Menurunkan Amoniak**

4 Reaktor BSF + 2 Reaktor ARB						
Pengamatan	Amoniak (mg/l)			EP Amoniak (%)		
	T1	T2	T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3
1	119.7	37.24	15.25	68.89	59.05	87.26
2	153	22.8	6.669	80.52	77.62	95.64
3	148.57	27.93	6.01	81.2	78.48	95.95
4	121.03	24.95	6.43	79.39	74.23	94.69
5	138.3	39.7	10.91	71.29	72.52	92.11
2 Reaktor BSF + 1 Reaktor Arang Aktif (Yanie, 2013)						
1	30.96	28.61	25.09	7.59	12.3	18.95
2	29.01	26.7	21.1	7.89	19.57	27.26
3	28.51	25.4	18.96	10.9	25.39	33.49

Tingginya nilai efektifitas penurunan kadar amoniak pada penelitian ini berhubungan dengan pertambahan jumlah unit reaktor *biosand filter*, yang awalnya hanya 2 menjadi 4 unit. Semakin banyak unit reaktor *biosand filter* maka akan semakin besar juga kemampuan alat untuk menurunkan kadar amoniak, yang berarti pula semakin lama waktu kontak antara limbah cair dengan bakteri yang tumbuh pada celah-celah dan permukaan pasir (*biofilm*). Semakin lama proses pengolahan, maka semakin tebal dan luas pula *biofilm* yang

terbentuk. Bakteri tersebut mampu mengubah amoniak menjadi senyawa yang lebih stabil seperti nitrit dan nitrat. Titiresmi dan Sopiah (2006), menyatakan bahwa pada awalnya tingkat efisiensi penjernihan rendah yang kemudian akan mengalami peningkatan dengan terbentuknya *biofilm*. Tingginya efektifitas pengolahan reaktor *biosand filter* dalam menurunkan kadar amoniak bisa juga dikarenakan oleh padatan tersuspensi yang tidak tersaring oleh pasir. Padatan tersuspensi ini mampu menyerap amoniak. Hal ini sesuai dengan

pendapat Effendi (2003), yang menyatakan bahwa amoniak juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Selain itu, ketika suhu meningkat, maka amoniak pun dapat menguap ke atmosfer. Adapun total bakteri yang terdapat di atas permukaan media pasir berkisar  $7,8 \times 10^4$  -  $6,5 \times 10^6$  CFU. Sementara di *inlet* hanya berkisar  $1,0 \times 10^4$  -  $1,5 \times 10^5$  CFU. Terbukti bahwa dengan adanya media filter menyebabkan peningkatan jumlah bakteri. Marsidi dan Herlambang (2002), yang menyatakan bahwa pengolahan limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dapat menyisihkan kadar amoniak. Prosesnya mengakibatkan terjadinya transformasi senyawa-senyawa kimia menjadi senyawa lain yang berbeda sifat dan karakternya dengan senyawa asalnya. Dalam hal ini amoniak diubah menjadi nitrit dan nitrat dengan cara oksidasi oleh bakteri yang disebut proses nitrifikasi.

Penyebab terjadinya penurunan efektifitas pada pengamatan keempat dikarenakan reaktor *biosand filter* sudah mengalami kejenuhan. Cepatnya kejenuhan yang dialami *biosand filter*

dikarenakan beratnya limbah cair IMKS yang banyak mengandung zat-zat organik dan padatan tersuspensi, terhadap filter pasir. Sehingga reaktor cepat mengalami *headloss* dan *clogging* yang ditandai dari tingginya muka air yang berada diatas permukaan media pasir dan berkurangnya tingkat kelulushidupan ikan budidaya yang diujikan terhadap air limbah hasil olahan alat tersebut.

Tingginya muka air di atas permukaan media pasir menyebabkan terjadinya penumpukan zat-zat organik pada permukaan media pasir sehingga terjadi penyumbatan pada *biosand filter* dan akhirnya *biosand filter* dianggap telah menunjukkan titik jenuh (Mangunwijaya, 1994). Menurut Wisjnupto dan Mohajit (1992), umur operasional saringan pasir adalah 20-90 hari. Atas dasar inilah, *backwash* sangat perlu dilakukan untuk kembali meningkatkan efektifitas alat. Tentunya *backwash* ini menyebabkan bakteri-bakteri yang masih hidup ikut terbuang bersama air limbah yang dikeluarkan dari reaktor tersebut. Sehingga terjadinya penurunan efektifitas pada pengamatan kelima. Dimana rentang waktu antara masing-masing pengamatan adalah 2 minggu.

Peningkatan EP reaktor arang bakau dikarenakan proses adsorpsi, dimana terjadi proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Pori-pori pada arang akan menyerap gas dan polutan

organik yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi amoniak. Total Suspended Solid (TSS)

Menurut KepMenLH No. 122/2004 konsentrasi maksimum TSS yang boleh dibuang ke perairan adalah 250 mg/l.

**Tabel 4. Konsentrasi dan Efektifitas Pengolahan 4 Reaktor BSF dan 2 Reaktor ARB Serta Hasil Penelitian Terdahulu Dalam Menurunkan TSS**

4 Reaktor BSF + 2 Reaktor ARB						
Pengamatan	TSS (mg/l)			EP TSS (%)		
	T1	T2	T3	T1-T2	T2-T3	T1-T3
1	580	290	220	50.00	24.14	62.07
2	560	170	100	69.64	41.18	82.14
3	680	215	100	68.38	53.49	85.29
4	700	235	110	66.43	53.19	84.29
5	750	340	170	54.67	50.00	77.33
2 Reaktor BSF + 1 Reaktor Arang Aktif (Yanie, 2013)						
1	3132	1868	1637	40.35	13.84	47.73
2	2133	973	742	54.38	23.20	65.21
3	1136	408	240	64.08	41.17	78.87

Tingginya penurunan konsentrasi TSS pada T2 disebabkan karena tertahan atau tersaringnya padatan/partikel tersuspensi di pori-pori butiran pasir, pengendapan partikel secara alami akibat tabrakan partikel tersuspensi dan proses penguraian partikel organik tersuspensi yang tersaring baik pada celah-celah pasir maupun yang mengendap pada permukaan media pasir oleh mikroorganisme. Adapun total bakteri pada T2 berkisar  $7,8 \times 10^4$  -  $6,5 \times 10^6$  CFU. Menurut Sukawati (2008), proses

penyaringan menghilangkan partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air limbah yang mengandung zat-zat organik melewati media pasir maka zat organik akan tertahan pada pori atau celah-celah pasir. Zat-zat organik yang telah tertahan pada pori atau celah pasir ini akan mengalami proses biologi, yaitu zat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme.

Bahan tersuspensi yang ukurannya kecil ditarik oleh permukaan adsorben arang dan diikat oleh gaya-

gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Padatan tersuspensi bisa juga tertahan di celah-celah tumpukan arang. Namun pori pada arang bakau tidak terlalu besar, karena arang yang dipakai bukanlah arang aktif. Sehingga pada bagian luar arang sangat banyak bagian yang memungkinkan untuk ditumbuhi bakteri yang menguraikan padatan organik tersuspensi. Jumlah bakteri yang terdapat di T3 berkisar  $6,0 \times 10^4$  –  $6,7 \times 10^6$  CFU. Proses biologis yang terjadi terjadi secara aerob dan anaerob. Proses aerob terjadi di lapisan atas permukaan pasir.

Penyebab peningkatan efektifitas pengolahan reaktor dalam menurunkan konsentrasi TSS dari pengamatan pertama hingga ketiga adalah karena semakin meningkatnya pertumbuhan bakteri dan kematangan *biofilm* menjadi optimal. Semakin lama waktu pengaliran air limbah ke dalam reaktor berisi media pasir ataupun arang bakau, maka akan semakin tebal dan

luas pula *biofilm* yang terbentuk sehingga semakin banyak mikroorganisme yang menguraikan padatan organik tersuspensi. Sedangkan yang menyebabkan terjadinya sedikit penurunan efektifitas pengolahan di reaktor *biosand filter* dan arang bakau adalah karena keadaan kedua jenis reaktor yang sudah mencapai titik jenuh akibat penyumbatan dan sedikit kematian bakteri-bakteri pada *biofilm*. Hal ini dibuktikan dengan data total bakteri yang telah diukur, dimana pada saat pengamatan keempat, total bakteri mengalami penurunan dari pengamatan ketiga. Total bakteri di *biosand filter* turun dari  $2,7 \times 10^6$  CFU menjadi  $3,2 \times 10^5$  CFU, sedangkan di arang bakau turun dari  $6,7 \times 10^6$  CFU menjadi  $1,7 \times 10^5$  CFU. Adapun yang menyebabkan penurunan drastis efektifitas kedua jenis alat pada pengamatan kelima adalah karena dilakukannya *backwash*.

### 3.2. Oksigen Terlarut (DO)

**Tabel 3. Konsentrasi DO Limbah Cair IMKS dalam Reaktor BSF dan ARB**

Pengamatan	DO (mg/l)			
	Inlet (T1)	BSF IV (T2)	ARB II (T3)	Rerata Akuarium
1	0,90	0,86	0,81	5,95
2	0,75	0,68	0,63	4,79
3	0,55	0,52	0,51	5,70
4	0,70	0,66	0,64	5,08
5	0,74	0,71	0,68	5,30

Sumber : Data Primer

Penurunan DO dalam reaktor pengolahan karena DO dimanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan padatan organik tersuspensi. Namun, di dalam akuarium erjadinya peningkatan konsentrasi DO menjadi 4,79-5,95 mg/l ini dikarenakan mengucurnya air hasil

olahan reaktor terakhir ke dalam akuarium, sehingga menambah jumlah oksigen terlarut. Selain itu juga karena penyerapan oksigen dari udara melalui kontak antara permukaan air akuarium dengan udara.

### 3.3. Derajat Keasaman (pH)

**Tabel 4. Nilai pH Limbah Cair IMKS pada Reaktor BSF dan ARB**

Pengamatan	pH		
	Inlet (T1)	BSF IV (T2)	ARB II (T3)
1	7	8	8
2	7	8	8
3	7	8	8
4	7	8	8
5	7	8	8

*Sumber : Data Primer*

Peningkatan pH pada reaktor *biosand filter* dan arang bakau dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme. Kondisi pH optimal untuk ikan ada pada rang 6.5-8.5. Nilai pH di atas 9.2 atau

kurang dari 4.8 bisa membunuh ikan dan pH di atas 10.8 dan kurang dari 5.0 akan berakibat fatal bagi ikan-ikan jenis tilapia (Udiputra, 2011).

### 3.4. Suhu

**Tabel 5. Nilai Suhu Limbah Cair IMKS pada Reaktor BSF dan ARB**

Pengamatan	Suhu (°C)		
	Inlet (T1)	BSF IV (T2)	ARB II (T3)
1	34	31	33
2	35	29	31
3	30,5	29,7	30
4	32,8	29,7	31,1
5	35	33	34

*Sumber : Data Primer*

Penurunan suhu dalam reaktor *biosand filter* terjadi karena perpindahan suhu atau energi panas dari limbah cair ke pipa-pipa penghubung dan butiran-butiran pasir yang terdapat pada ke empat reaktor *biosand filter*. Pasir dapat menyerap limbah cair

sehingga suhu limbah cair akan berpindah ke butiran pasir. Penurunan suhu sebenarnya juga terjadi pada reaktor arang bakau. Namun, karena drum arang bakau diposisikan di luar tanpa pelindung atap. Maka drum arang bakau langsung terpapar dengan suhu

lingkungan dan terjadi peningkatan suhu.

### 3.5. Pengujian Kelulushidupan Ikan Budidaya

**Tabel 6. Kelulushidupan Ikan Uji pada Akuarium yang Dialirkan Air Limbah Hasil Olahan Reaktor Biosand Filter dan Arang Bakau**

Jenis Ikan	Jumlah Ikan Awal	Waktu Pengamatan (per 2 Minggu)	Hari Pengamatan (Kelulushidupan Ikan)				Persentase Kelulushidupan Ikan (%)
			1	2	3	4	
Mas	30	1	0	0	0	0	0
	30	2	21	18	10	5	17
	30	3	26	21	18	12	<b>40</b>
	30	4	24	20	15	7	23
	30	5	10	6	3	1	3
Nila	30	1	0	0	0	0	0
	30	2	24	21	14	13	43
	30	3	28	25	23	18	<b>60</b>
	30	4	25	20	11	9	30
	30	5	15	10	3	2	7
Patin	30	1	0	0	0	0	0
	30	2	23	20	17	15	50
	30	3	27	26	23	23	<b>77</b>
	30	4	17	14	12	11	37
	30	5	15	10	10	9	30

*Sumber : Data Primer*

Kelulushidupan ikan meningkat seiring dengan meningkatnya kualitas air limbah hasil olahan alat. Perbedaan persentase kelulushidupan ikan sesuai dengan tingkat sensitifitas ikan terhadap kualitas air sebagai media hidupnya. Diantara ketiga jenis ikan tersebut ikan Patinlah yang paling banyak hidup. Ikan Patin memiliki daya tahan tubuh yang lebih kuat dari pada kedua jenis ikan lainnya.

Ikan Mas memiliki persentase kelulushidupan terendah. Hal ini disebabkan daya tahan tubuh ikan yang lebih sensitif. Kelangsungan hidup ikan Patin, Nila dan Mas juga didukung dengan suhu, pH, dan DO di dalam

akuarium. Ikan Mas tidak bisa mentolerin konsentrasi amoniak pada pengamatan ke-3 yaitu 6,01 mg/l, sehingga amoniak menjadi racun bagi ikan Mas. Walaupun konsentrasi amoniak yang didapat selama pengamatan adalah konsentrasi amoniak total (amoniak bebas dan amoniak terionisasi), namun amoniak bebas ini tidak dapat diukur langsung. Menurut Malone dan Burden (1988) Pada rang pH 7,0-8,0 amoniak yang dominan terbentuk adalah amoniak terionisasi yaitu ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Jenis amonium ini tidak bersifat racun. Adapun pH yang diperoleh selama penelitian adalah 7,0-8,0. Berdasarkan

golongan baku mutu limbah cair dalam KepMenLH No. 122/2004 Lampiran C, golongan II (dua) kadar amoniak bebas dalam limbah cair adalah 5 mg/l. Sementara dalam Lampiran A KepMenLH No. 122/2004, baku mutu limbah cair untuk amoniak bebas adalah 20 mg/l.

#### IV. KESIMPULAN

Pengolahan limbah cair IMKS menggunakan teknologi pengolahan gabungan 4 unit reaktor *biosand filter* dan 2 unit reaktor arang bakau, mampu menurunkan konsentrasi amoniak dengan efektifitas 95,95% dan TSS 85,29%. Sehingga konsentrasi berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pada KepMenLH No. 122 Tahun 2004. Pada penelitian sebelumnya, efektifitas alat hanya mampu menurunkan konsentrasi amoniak dengan efektifitas 33,49% dan TSS dengan efektifitas 78,87%.

Pengujian kelulushidupan ikan budidaya menggunakan air limbah hasil olahan reaktor *biosand filter* dan arang bakau, mampu mendukung kehidupan ikan Patin sebesar 77%, ikan Nila 60% dan ikan Mas 40%. Sehingga air limbah hasil olahan lebih sesuai sebagai media hidup ikan Patin.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin, N. 2007. Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum pada Skala Rumah Tangga. Peran Mahasiswa Dalam Aplikasi Keteknikan Menuju Globalisasi Teknologi. Jakarta, 17-18 Desember. Pekan Apresiasi Lem-FTSP UII.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2010. Riau dalam Angka 2010. BPS Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2010. Prospek Perkembangan Perkebunan Kelapa Sawit di Provinsi Riau. Makalah Seminar Temu Teknologi Pekanbaru.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Jakarta: Penerbit Gramedia Pustaka Utama.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Elliott, M. A., Stauber, C.E., Digiano, F.A., & Sobsey, M. D. 2008. Reductions of E. Coli, Echovirus Type 12 and Bacteriophages In An Intermittently Operated Household-Scale Slow Sand Filter. Water Research 42, 2662-2670.
- Firmansyah, A. 2011. Remediasi Limbah Cair Laundry Sebagai Media Hidup Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Proses Filtrasi. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Herlambang, A. 2001. Aplikasi Teknologi Sarpalam 100UF

- untuk Penyediaan Air Bersih di Dusun Dantar, Padang Cermin, Lampung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2 (2): 136-146.
- Jefri, R. 2012. Pengolahan Air Gambut dengan Sistem Aerofiltrasi dan Biosand Filter Sebagai Media Hidup Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Malone, R. F., & Burden, D. G. 1988. Design of Recirculating Blue Crab Shedding System. Louisiana Sea Grand College Program. Center for Wetland Resources Louisiana State University. Louisiana.
- Mangunwidjaja, D., & Suryani, A. 1994. *Teknologi Bioproses*. Jakarta: Swadaya.
- Marsidi, R., & A. Herlambang. 2002. Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Jakarta. 3(3): 195-204.
- MENLH. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 122/MENKLH/04 Tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-51/Menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Sari, N. M. 2010. Studi Kinerja Biosand Filter untuk Pengolahan Air Minum Ditinjau Terhadap Parameter Kekeruhan dan Besi. Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Surabaya.
- Setiahadi, W. 2007. Penurunan Konsentrasi TDS dan TSS pada Air Selokan Mataram Yogyakarta dengan Menggunakan Teknologi Biosand Filter - Activated Carbon. Jurusan Lingkungan. FTSP UII. Yogyakarta.
- Soemowidagdo, A.L., & Mujiyono. 2009. Meningkatkan Efektivitas Arang Bakau pada Proses Karburising Padat Baja Karbon Rendah Menggunakan Barium Karbonat. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. 12 (2):124-132. November 2009. UNY. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia-SNI. 01-2339-1991. Metode Pengujian Mikrobiologi Perikanan Penentuan Total Plate Count (TPC). Badan Standarisasi Nasional-BSN. Jakarta.
- Sukawati, T. A. 2008. Penurunan Konsentrasi COD pada Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter dengan Reaktor Activated Carbon. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan. UII. Yogyakarta.
- Titiresmi., & N. Sopiah. 2006. Teknologi Biofilter untuk Pengolahan Limbah Amoniak. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 7(2):173-179. Jakarta, Mei 2006. ISSN 1441-318X.
- Udi Putra, N. S. S. 2011. Manajemen Kualitas Air dalam Kegiatan Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan

- Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Disampaikan dalam Apresiasi Pengembangan Kapasitas Laboratorium 16-18 Maret 2011. Ambon.
- Wisjnuprato dan Mohajit. 1992. Prinsip Dasar Pengendalian Pencemaran Air. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. ITB. Bandung.
- Yanie, P. F. 2013. Reduksi TSS dan Amoniak dalam Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Biosand Filter dan Arang Aktif untuk Media Hidup Ikan Budidaya. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 94 Hal.
- Yusmidar. 2012. Degradasi Polutan Organik Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Biosand Filter dan Arang Aktif untuk Media Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linn*). Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru.