

# THE USE OF PROCESSOR COMPLETED WITH ZEOLITE AS BIOFILTER MEDIA TO IMPROVE THE QUALITY OF PALM OIL INDUSTRIAL LIQUID WASTE BASED AMMONIA AND TSS CONCENTRATION

By

Lilis Elizabet<sup>1</sup>), Budijono<sup>2</sup>), M. Hasbi<sup>2</sup>)

email: lilis.elizabet@yahoo.com

## Abstrak

The research was conducted from January until August 2015 at palm oil industry of PT. PN V Sei. Galuh Tapung District Kampar Regency. This study aims to improve the effectiveness of biofilter zeolite with 3 units of the anaerobic process - 2 units aerobic process in reducing the organic pollutants contained in palm oil industry wastewater as a media for aquaculture fish. During the study, sampling performed 5 times with intervals of taking for 2 weeks. Based on the results of the study, the biofilter reactor can reduce organic pollutants in wastewater viewed by a decrease in TSS value of 750 mg / L (inlet) to 26.7 mg / L (outlet) with effectiveness of 96.44% (already meet the standard quality standard) and the ammonia concentration of 138.3 mg / L (inlet) to 24.83 mg / L (outlet) with 82.05% effectiveness (not in accordance with the quality standards) with the survival percentage of 50% carp, tilapia 60% and catfish 80%.

*Key word* : Biofilter, TSS, Ammonia, zeolite, palm oil industry wastewater, aquaculture fish.

*1. Student in the Faculty of Fisheries and Marine Science, University Of Riau*

*2. Lecturer in the Faculty of Fisheries and Marine Science, University Of Riau*

## I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) di Provinsi Riau memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi, namun juga berdampak negatif terhadap lingkungan.

Dampak negatif yang ditimbulkan berasal dari buangan limbah cair yang mencapai 60% dari tiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menjadi *Crude Palm Oil* (CPO).

Pada umumnya PMKS memanfaatkan proses pengolahan secara biologis. Atas dasar tersebut, maka dicoba penggunaan biofilter yang merupakan salah satu cara dalam pengolahan secara biologis. Biofilter merupakan salah satu teknologi pengolahan limbah secara biologis yang memanfaatkan mikroorganisme (bakteri) yang melekat pada suatu media untuk mendegradasi polutan yang terkandung dalam limbah cair.

Sebelumnya Andrianti (2013) telah melakukan penelitian menggunakan biofilter bermedia zeolit secara anaerob dan aerob menggunakan 1 unit reaktor anaerob dan 1 unit aerob dengan efektivitas penurunan TSS 43,07-75,70% dan  $\text{NH}_3$  berkisar 14,40-32,83%. Nilai ini masih dianggap kurang optimal.

Oleh sebab itu, gagasan dalam penelitian lanjutan adalah dengan menambahkan jumlah unit reaktor anaerob-aerob sesuai dengan pernyataan Veenstra (2000) bahwa pengolahan secara anaerobik mampu menurunkan kadar polutan organik hingga 90%. Hal ini telah dilakukan oleh Saputra (2014) untuk parameter BOD dan COD dengan efektivitas penurunan BOD 47.7–70.1% dan COD 52.6–82.6% dibandingkan hasil penelitian Sari (2013) yang memperoleh efektivitas penurunan

BOD 39.0–52.6% dan COD 33.3–63.6% pada biofilter media zeolit dengan 1 unit reaktor anaerob dan 1 unit aerob.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas biofilter zeolit dengan 3 unit anaerob + 2 unit aerob dalam menurunkan kadar TSS dan amoniak yang terkandung didalam limbah cair PMKS dan untuk mengetahui tingkat kelulushidupan ikan budidaya dengan menggunakan limbah cair yang telah diolah sebagai media hidup.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Agustus 2015 bertempat di Pabrik Kelapa Sawit PT. PN V Sei Galuh Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar. Analisis parameter kualitas limbah cair yaitu TSS dan  $\text{NH}_3$  dilakukan di Laboratorium UPT Dinas PU Provinsi Riau, Pekanbaru dan analisis bakteri di Laboratorium Kimia FMIPA UR.

Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimen dengan menempatkan unit reaktor biofilter di lokasi PKS PT.PN V Sei Galuh. Reaktor biofilter yang digunakan berbentuk drum plastik dengan ketinggian 95 cm dan berdiameter 85 cm yang terdiri dari 1 unit bak penampung, 3 unit reaktor biofilter media zeolit proses anaerob, 3 unit reaktor

biofilter tanpa media zeolit proses anaerob, 2 unit reaktor biofilter media zeolit proses aerob dan 2 unit reaktor biofilter tanpa media zeolit proses aerob. Sedangkan Wadah ikan uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 70 cm (P) x 30 cm (L) x 30 cm (T) berbentuk persegi panjang dan terbuat dari kaca.

Media Biofilter yang digunakan dalam penelitian ini adalah media zeolit dan mikroorganisme yang secara alami terdapat dalam limbah cair PMKS. Penumbuhan mikroorganisme dilakukan dengan cara mengalirkan limbah cair secara kontinyu ke dalam media biofilter selama 30 hari.

Parameter yang diukur dan dianalisis adalah TSS, NH<sub>3</sub>, DO, pH, suhu dan total bakteri. Untuk analisis TSS dan NH<sub>3</sub> diambil pada titik yang telah ditetapkan yaitu: pada bak penampung (F1), outlet biofilter bermedia zeolit proses anaerob (F2), outlet biofilter media zeolit proses aerob (F3), outlet biofilter tanpa media zeolit proses anaerob (F4) dan outlet biofilter tanpa media zeolit proses aerob (F5) dan untuk keperluan analisis total bakteri (TPC) dilakukan pada limbah cair sebelum diolah (T1), di atas permukaan media zeolit proses (T2), di atas permukaan media zeolit proses aerob (T3), limbah cair di dalam reaktor biofilter tanpa media zeolit proses anaerob

(T4), dan limbah cair di dalam reaktor biofilter tanpa media zeolit proses aerob (T5) dengan banyaknya pengulangan sebanyak 5 kali.

Untuk mengetahui efektivitas pengolahan biofilter bermedia zeolit dan tanpa media menggunakan persamaan Saeni et al., (1988) dan Nurimaniwathy et al., (dalam Syafrani et al., 2006), yaitu:

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

Keterangan:

EP = Efektivitas pengolahan/penurunan bahan pencemar (%)

C<sub>in</sub> = Konsentrasi TSS atau NH<sub>3</sub> dalam limbah cair pada inlet (sebelum diolah)

C<sub>out</sub> = Konsentrasi TSS dan NH<sub>3</sub> dalam limbah cair yang keluar (outlet) atau limbah cair setelah diolah

Analisis terhadap tingkat kelulushidupan ikan uji dalam limbah cair yang telah diolah menggunakan persamaan Effendie (1979) dalam Yanie (2013), yaitu:  
% kelulushidupan ikan

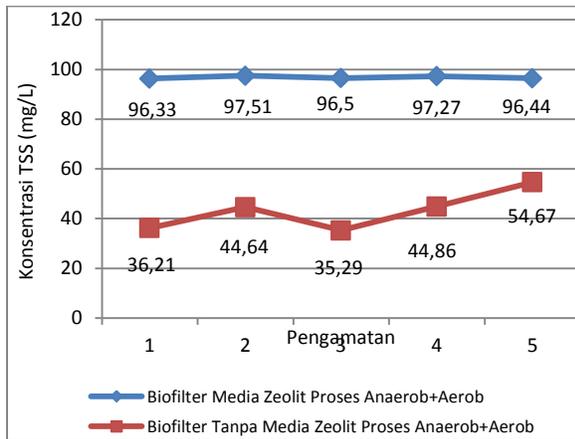
$$= \frac{\text{jumlah ikan hidup setelah diuji}}{\text{jumlah ikan keseluruhan}} \times 100\%$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Total Suspended Solid (TSS)

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi 3 unit biofilter media zeolit proses anaerob dan dilanjutkan dengan 2 unit biofilter media zeolit proses aerob lebih efektif dalam menurunkan TSS yang

terkandung dalam limbah cair dibandingkan kombinasi biofilter tanpa media zeolit baik proses anaerob – aerob. Secara keseluruhan, fluktuasi efektivitas penurunan TSS dengan kombinasi biofilter media zeolit dan tanpa media zeolit proses anaerob–aerob disajikan pada Gambar 1.



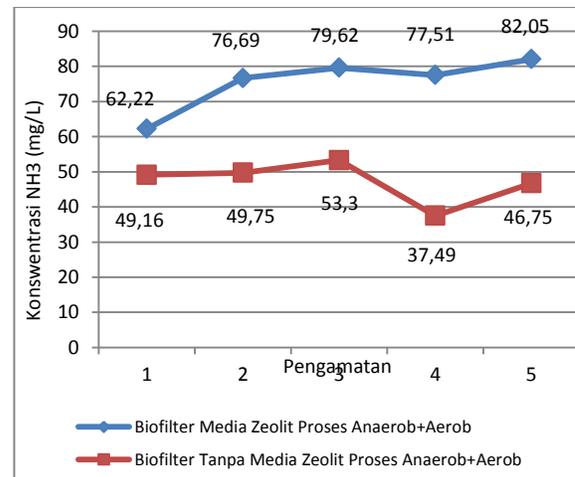
**Gambar 1. Fluktuasi Efektivitas Penurunan TSS pada Biofilter Media Zeolit dan Tanpa Media Zeolit Proses Anaerob-Aerob**

Dari Gambar 1 terlihat bahwa nilai TSS pada biofilter media zeolit proses anaerob–aerob memiliki efektivitas penurunan TSS berkisar 96.33–97.51% sehingga nilai TSS setelah diolah berkisar 13.94–26.7 mg/L dan sudah memenuhi baku mutu. Sementara nilai TSS pada biofilter tanpa media zeolit proses anaerob–aerob memiliki efektivitas penurunan TSS berkisar 35.29–54.67% dengan kisaran akhir TSS antara 560–750 mg/L dan belum memenuhi baku mutu.

Penggunaan kombinasi 3 unit biofilter media zeolit proses anaerob dan 2 unit biofilter media zeolit proses aerob lebih meningkatkan penurunan TSS dibandingkan hasil penelitian Andrianti (2013) yang menggunakan 1 unit reaktor biofilter media zeolit proses anaerob dan 1 unit biofilter media zeolit proses aerob, dimana efektivitas penurunan TSS berkisar 43.07–75.70%.

### 3.2. Amoniak

Secara keseluruhan, fluktuasi efektivitas penurunan NH<sub>3</sub> dengan kombinasi biofilter media zeolit dan tanpa media zeolit proses anaerob-aerob disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Fluktuasi Efektivitas Penurunan NH<sub>3</sub> pada Biofilter Media Zeolit dan Tanpa Media Zeolit Proses Anaerob-Aerob**

Dari Gambar 2, kombinasi biofilter media zeolit proses anaerob-aerob dalam penelitian ini mampu menurunkan

konsentrasi  $\text{NH}_3$  dari 119.1–153 mg/L (Inlet) menjadi kisaran 24.83–45 mg/L (Outlet) dengan efektivitas penurunan berkisar 62.22–82.05 % dan tanpa media zeolit dari kisaran 119.1–153 mg/L (Inlet) menjadi kisaran 60.55–76.88 mg/L (Outlet) dengan efektivitas penurunan berkisar 37.49–53.30 %.

Penggunaan kombinasi 3 unit biofilter media zeolit proses anaerob dan 2 unit biofilter media zeolit proses anaerob-aerob lebih meningkatkan penurunan  $\text{NH}_3$  dibandingkan hasil penelitian Andrianti (2013) dengan menggunakan 1 unit reaktor biofilter media zeolit proses anaerob dan 1 unit biofilter media zeolit proses aerob, dimana efektivitas penurunan TSS berkisar 14.40–32.83%.

### **3.3. Derajat Keasaman (pH)**

Selama penelitian dilakukan, kisaran nilai pH limbah cair PMKS pada kombinasi reaktor biofilter media zeolit proses anaerob-aerob berkisar 7–8. Menurut Darsono (2007), aktivitas mikroorganisme biofilter berlangsung cukup baik pada pH antara 6,5–8,3, dimana pada pH yang sangat kecil atau sangat besar, mikroorganisme tidak aktif bahkan akan mengalami kematian. Sedangkan menurut Wardoyo (1981), organisme perairan dapat hidup ideal jika pH berkisar 5–9 dan sudah

memenuhi baku mutu merujuk KepMen LH No. 122/2004 yang ditetapkan yaitu pH berkisar 6–9. Nilai pH ini relatif tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Andrianti (2013), yaitu pH 7.

### **3.4. Suhu**

Secara umum, kisaran suhu yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 29 – 32.5°C masih sesuai dan mendukung kehidupan bakteri untuk proses penguraian senyawa organik baik pada reaktor biofilter media zeolit maupun reaktor tanpa media zeolit proses anaerob-aerob dan telah memenuhi jika dibuang ke perairan. Menurut Salmin (2005), suhu optimum untuk perkembangan mikroorganisme (bakteri) dalam proses penguraian bahan organik berkisar 32–36°C. Suhu yang diperoleh ini lebih rendah tetapi memiliki efektivitas penurunan TSS dan  $\text{NH}_3$  relatif tinggi jika dibandingkan dari hasil penelitian Andrianti (2013) dengan kisaran 26–37°C, tetapi efektivitas penurunan TSS dan  $\text{NH}_3$ -nya rendah.

### **3.5. DO (Dissolved Oxygen)**

Dari Tabel di atas terlihat konsentrasi DO limbah cair sebelum diolah yaitu pada F1 berkisar 0.51–0.53 mg/L mengalami penurunan setelah melalui reaktor biofilter media zeolit maupun

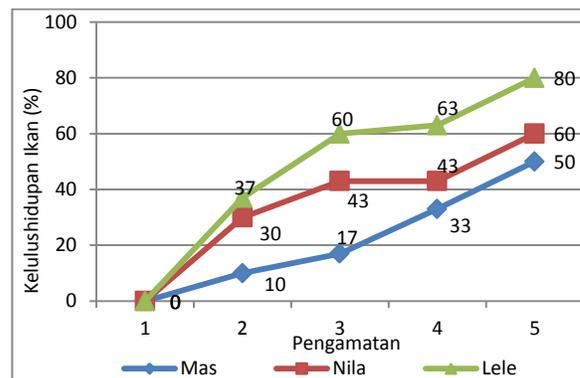
reaktor tanpa media proses anaerob. Kondisi ini menunjukkan bahwa mikroorganisme (bakteri) anaerob jelas tidak membutuhkan DO dalam proses degradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut. Selanjutnya konsentrasi DO mengalami peningkatan setelah melalui reaktor biofilter media zeolit proses aerob dengan kisaran DO 4.1–4.3 mg/L dan reaktor tanpa media zeolit proses aerob berkisar 0.5–0.84 mg/L. Peningkatan terjadi ini disebabkan sebelum limbah cair masuk kedalam unit reaktor biofilter bermedia zeolit/tanpa media zeolit proses aerob, limbah cair terlebih dahulu melewati drum aerasi sehingga disini limbah cair mendapat suplai udara yang mengandung oksigen dari proses tersebut melalui alat blower.

Konsentrasi nilai DO yang tinggi ditunjukkan pada F3 disebabkan oleh sebagian besar polutan organik telah mengalami penurunan baik disebabkan pengendapan atau dekomposisi melalui proses anaerob, sehingga beban organik baik terlarut maupun tersuspensi yang masuk ke unit reaktor biofilter media zeolit menjadi berkurang sehingga konsumsi DO oleh mikroorganisme (bakteri) pun menjadi rendah. Kondisi sebaliknya terjadi pada reaktor tanpa media zeolit proses anaerob-aerob karena masih tinggi kandungan

organik sehingga hampir seluruh DO yang tersedia digunakan oleh mikroorganisme (bakteri) untuk menguraikan senyawa organik tersebut. Dengan demikian, konsentrasi DO setelah melalui reaktor biofilter media zeolit proses aerob berkisar 4.1–4.3 mg/L masih mendukung kehidupan mikroorganisme merujuk pendapat Ryding dan Rast (dalam Krismono, 2003) yang menyatakan bahwa DO yang tidak mengganggu kehidupan mikroorganisme diperairan tidak boleh < dari 3 mg/L. konsentrasi DO yang diperoleh lebih tinggi dari hasil penelitian Andrianti (2013) dengan kisaran DO 1.39–1.42 mg/L.

### 3.6. Kelulushidupan Ikan Budidaya

Uji kelangsungan hidup ikan dilakukan setiap waktu pengamatan. Fluktuasi kelulushidupan ikan uji dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Fluktuasi Tingkat Kelulushidupan Ikan Uji**

Pada pengamatan awal, semua jenis ikan uji mengalami kematian. Kematian

ikan uji disebabkan karena kekurangan oksigen. Kondisi ini jelas terlihat pada respon ikan uji ketika dimasukkan kedalam limbah cair hasil olahan terlihat aktif pada mulanya, namun beberapa saat kemudian mulai menunjukkan gejala kekurangan oksigen, dimana ikan mulai bergerak naik-turun ke permukaan dan ke dasar dengan bukaan mulut yang lebih cepat, beberapa saat selanjutnya ikan mengalami kematian. Selain itu, hal ini terkait dengan kondisi NH<sub>3</sub> dan TSS yang tergolong tinggi. Tingginya kadar polutan seperti TSS dan amoniak menyebabkan kadungan oksigen terlarut menjadi berkurang karena sebagian besar telah dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk mendegradasi polutan organik.

Seiring bertambahnya waktu pengamatan, tingkat kelulushidupan ikan uji semakin tinggi, hal ini disebabkan semakin berkembangnya mikroorganisme (bakteri) yang melekat pada media zeolit membentuk lapisan biofilm. Biomassa mikroorganismenya yang bertambah banyak akan memberikan kesempatan besar terhadap polutan dalam limbah cair untuk diuraikan sehingga konsentrasi polutan menjadi rendah.

Berdasarkan jenis ikan uji menunjukkan bahwa tingkat kelulushidupan ikan lele dumbo (80%) > nila (60%) > mas

(50%). Lebih tingginya tingkat kelulushidupan ikan lele dumbo disebabkan ikan ini memiliki alat pernapasan tambahan yang dapat mengambil oksigen dari udara secara langsung ketika kondisi oksigen terlarut sangat rendah. Sebaliknya tingkat kelulushidupan terendah pada ikan mas yang diketahui tidak memiliki alat pernapasan tambahan dan biasanya menyukai hidup pada lingkungan yang relatif jernih dan beroksigen tinggi serta bersifat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Sementara faktor lingkungan seperti pH 7-8, suhu 28–32°C dan DO 4.1-4.3 mg/L dalam limbah cair yang telah diolah dengan biofilter media zeolit masih sesuai untuk mendukung kehidupan ikan uji. Hal ini merujuk dari pendapat Wardoyo (1981) menyatakan bahwa pH yang baik untuk mendukung kehidupan organisme akuatik secara ideal berkisar 5-9. Menurut Asmawi (1984), perairan yang mengandung pencemar kandungan DO < 2 mg/l. Menurut Kordi (1994) menyatakan bahwa kisaran oksigen yang optimal bagi kehidupan ikan dan udang adalah 5–7 mg/l dan bila oksigen sudah turun melewati 3 mg/l akan membahayakan organisme dalam perairan.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Pengolahan limbah PMKS dengan 3 unit reaktor biofilter media zeolit proses dan dilanjutkan dengan 2 unit reaktor biofilter media zeolit proses aerob meningkatkan penurunan TSS mencapai mencapai 13.94–26.7 mg/l dengan EP TSS berkisar 96.33–97.51% dan  $\text{NH}_3$  24.83–45 mg/l dengan EP  $\text{NH}_3$  berkisar 62.22–82.05% lebih tinggi dibandingkan tanpa media zeolit dengan tingkat kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*) 50%, nila (*Oreochromis niloticus*) 60% dan lele (*Clarias gariepinus*) 80%.

### 4.2. Saran

Disarankan untuk peningkatan efektivitas biofilter dalam penelitian lanjutan tentang ukuran batu zeolit yang sesuai, penambahan jumlah bakteri dan sumber bakteri dari luar sistem, memperpanjang waktu pengamatan. Disarankan juga dalam biofilter ini untuk melakukan kajian debit air dan penghitungan *sludge* yang terbentuk di dasar reaktor serta jenis dan ukuran ikan uji divariasikan dari jenis yang dilakukan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Andrianti, F. 2013. Reduksi TSS dan Amonia dalam Limbah Cair PMKS

dengan Biofilter Bermedia Zeolit dan Tanpa Media terhadap Ikan Budidaya. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.

Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan Ikan Dalam Keramba. PT. Gramedia, Jakarta. 82 hal.

Syafrani, S.R.P. Sitorus, M.S. Saeni dan S.D. Tarigan. 2006. Efektivitas Tumbuhan Air dan Media Penyaring Menurunkan Kandungan Bahan Pencemar Limbah Cair Buangan Akhir Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol. 1(2):8-15.

Yanie, P. F. 2013. Reduksi TSS dan Amoniak Dalam Limbah Cair PKS Menggunakan Biosand Filter dan Arang Aktif Untuk Media

Said, N.I. dan R. Marsidi. 2004. Proses Aerasi Kontak Menggunakan Media Arang Kayu Untuk Mengurangi Deterjen Dalam Air Baku. Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT. Vol. 5(2): 96-102.

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. Oseana, Volume 30 No. 3, 2005 : 21- 2