

**JURNAL**

**EFEKTIVITAS BIOFILTER DALAM MENURUNKAN KADAR TSS  
DAN AMONIA PADA LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT  
(*Elaeis* sp.)**

**OLEH**

**KELVIN SUHERMANTA SITEPU**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN  
UNIVERSITAS RIAU  
PEKANBARU  
2018**

# Efektivitas Biofilter Dalam Menurunkan Kadar Tss Dan Amonia Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Elaeis sp.*)

Oleh

Kelvin Suhermanta Sitepu <sup>1)</sup>, Sampe Harahap <sup>2)</sup>, Eko Purwanto <sup>3)</sup>

[kelvinsitepu@gmail.com](mailto:kelvinsitepu@gmail.com)

## Abstrak

Air limbah dari pabrik sagu kaya akan bahan organik seperti TSS dan amonia. Untuk menurunkan kadar TSS dan Amonia dapat digunakan alat biofilter yaitu biofilter anaerob, biofilter aerob dan fitoremediasi. Biofilter anaerob menggunakan media kerikil, pasir dan ijuk. Biofilter aerob menggunakan media arang dan ijuk. Sedangkan untuk fitoremediasi menggunakan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*). Penelitian dilaksanakan pada April sampai Mei 2018. Limbah cair pabrik kelapa sawit sebanyak 135 L dimasukkan ke dalam biofilter anaerob lalu didiamkan selama 10 hari. Selanjutnya dialirkan ke biofilter aerob dan didiamkan selama 10 hari. Setelah itu, dialirkan ke bak fitoremediasi lalu didiamkan selama 15 hari. Pada akhir penelitian, kadar TSS menurun dari 2.020 mg/L menjadi 237 mg/L (efektifitasnya sebesar 88,26 %), sementara kadar amonia menurun dari 31,14 mg/L menjadi 4,6 mg/L (efektifitasnya sebesar 85,22 %). Parameter kualitas air lainnya seperti pH, suhu, dan DO semakin meningkat. Limbah cair pabrik kelapa sawit yang sudah diolah telah diuji menggunakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Percobaan menunjukkan tingkat kelangsungan hidup relatif tinggi yaitu 100%. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa efektivitas dari kombinasi biofilter anaerob-aerob dan fitoremediasi dapat menurunkan kadar TSS dan Amonia pada limbah cair sagu.

Kata kunci: Air limbah, Limbah terkontaminasi, system non continue , manajemen limbah

---

1. Mahasiswa fakultas perikanan dan kelautan, Universitas Riau

2. Dosen fakultas perikanan dan kelautan, Universitas Riau

# The effectiveness of biofilter for reducing TSS and ammonia content in oil palm industry's liquid waste

By :

**Kelvin Suhermanta Sitepu<sup>1)</sup>, Sampe Harahap<sup>2)</sup>, Eko Purwanto<sup>3)</sup>**  
**Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau**  
**Email : [kelvinsitepu@gmail.com](mailto:kelvinsitepu@gmail.com)**

## Abstract

The oil palm liquid waste is rich in TSS and ammonia and thus need to be processed before being flown to environment. A study aims to reduce the TSS and ammonia in that waste has been conducted in April - May 2018. The palm oil liquid waste (135 L) was kept in an anaerob system (with gravel, sand and palm fiber media) for 10 days. The waste was then flown to an aerobic system (with charcoal and palm fiber media) for 10 days and finally the waste was treated in a phytoremediation pond that was completed by *Salvinia molesta* for 15 days. By the end of the experiment, the TSS reduced from 2,020 mg/L to 237 mg/L (the effectivity was 88.26%), while the ammonia reduced from 31.14 mg/L to 4.6 mg/L (the effectivity was 85.22% ). Other water quality parameters such as pH was normal (6-7) and DO was improved, from 0.42 mg/L to 2.18 mg/L. The treated waste was then used for rearing *Oreochromis niloticus* fingerlings for 96 hours and survival rate of the fish was 100%. Based on data obtained, it can be concluded that the combination of anaerob-aerob systems and phytoremediation using *Salvinia molesta* is effective to reduce the TSS and ammonia content in the oil palm industry liquid waste.

Keyword: waste water, contaminated waste, batch system, waste management

- 
- 1). *Students of the Fisheries and Marine Sciences Faculty, Riau University*
  - 2). *Lecture of the Fisheries and Marine Sciences Faculty, Riau University*

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Produksi minyak kelapa sawit Indonesia saat ini mencapai 6,5 juta ton pertahun. Provinsi Riau merupakan salah satu wilayah dengan perkebunan pabrik kelapa sawit terbesar di Indonesia.

Pabrik pengolahan minyak sawit yang beroperasi di provinsi Riau menghasilkan air limbah dari proses pengolahan minyak mentahnya di setiap stasiun pengumpul. Air limbah tersebut harus diinjeksikan kembali ke dalam tanah melalui sumur-sumur injeksi dan digunakan sebagai air umpan mesin pembangkit uap. Sehingga diusahakan tidak ada air yang terbuang ke badan sungai. Jika masih ada sisa air limbah dari kedua proses tersebut harus diolah dahulu sebelum dibuang ke badan sungai agar air limbah tersebut memenuhi standar parameter perlindungan lingkungan hidup yang ditetapkan oleh Pemerintah.

Kebanyakan pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit setelah diolah hanya di buang ke kolam-kolam penampungan yang merupakan sistem aerob. Oleh karena itu pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit kurang efektif disebabkan bakteri untuk mengolah limbah tersebut yang ada hanya bakteri aerob serta media hidup bakteri hanya di dinding-dinding dan dasar kolam penampungan. Dimana proses anaerob sangat dibutuhkan karena dalam proses ini limbah cair akan cepat diuraikan oleh mikroorganisme secara anaerob. Sehingga bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair pabrik kelapa sawit masih tinggi, tidak sesuai baku mutu yang ada.

Salah satu kandungan bahan pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit adalah TSS dan amonia. Menurut KEP-51MENLH/10/1995, kandungan TSS yang boleh dibuang ke perairan tidak lebih dari 300 mg/L. Selain TSS limbah cair kelapa sawit juga memiliki kandungan amonia yang tinggi dari penguraian protein dan lemak oleh mikroorganisme (bakteri). Kandungan organik yang sangat tinggi dalam limbah cair kelapa sawit pada suatu perairan akan didegradasi oleh mikroorganisme secara aerob dan anaerob yang dapat menyebabkan pencemaran air dan udara (bau busuk). Kandungan amonia bebas ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) yang boleh dibuang ke perairan tidak boleh lebih dari 20 mg/L, dengan adanya polutan organik seperti TSS dan amonia jika terus menerus tidak ada penanganan ataupun pengolahan maka akan mengganggu dan mencemari lingkungan disekitarnya.

Untuk menurunkan bahan-bahan organik yang tinggi pada limbah cair pabrik kelapa sawit perlu dilakukan pengolahan dengan biofilter. Biofilter adalah pengolahan limbah cair menggunakan filtrasi, fitoremediasi serta mikroorganisme yang melekat pada media untuk mengurangi kandungan bahan pencemar.

Sistem biofilter terbagi dua, batch dan continue. Dalam penelitian ini menggunakan sistem biofilter batch, dimana dalam proses ini air limbah didiamkan dalam suatu media dalam kurun waktu yang ditentukan untuk mereduksi kadar bahan pencemar melalui proses fisika, kimia dan biologi serta penambahan tumbuhan air (fitoremediasi). Bahan yang digunakan dalam biofilter ini adalah bahan-bahan sederhana yang mudah didapat dengan harga terjangkau seperti kerikil, pasir, ijuk, dan arang. Untuk lebih menyakinkan penggunaan biofilter

dapat menurunkan parameter pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit dapat diuji kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2018 di Jalan Naga Sakti Kota Pekanbaru.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif melihat efektivitas biofilter yang menggunakan sistem anaerob, aerob, dan kiambang secara parsial maupun secara keseluruhan untuk mereduksi TSS dan Amonia. Secara parsial, drum pertama terdiri dari dua buah drum sebagai biofilter sistem anaerob akan diisi dengan kerikil, pasir dan ijuk dengan masing-masing ketebalan 20 cm, sedangkan untuk drum kedua terdiri dari dua buah drum yaitu biofilter sistem aerob yang akan diisi arang dengan ketebalan 20 cm (Harahap, 2014). Kemudian dilanjutkan pada bak fitoremediasi dengan menggunakan kiambang (*Salvinia molesta*).

## PROSEDUR PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini, meliputi :

- a. Persiapan alat dan media serta pembuatan unit biofilter pompa air, aerator dan sistem pemipaan.
- b. Pengisian kerikil dengan ketebalan 20 cm, pasir 20 cm dan ijuk 20 cm, kemudian pengisian arang bakau dengan ketebalan 20 cm.
- c. Sampel pertama diambil sebelum limbah cair dimasukkan kedalam unit biofilter.
- d. Memasukkan limbah cair kedalam bak penampung dan dipompakan kedalam bak biofilter masing – masing 157,5 liter dan didiamkan selama 10 hari sampai tumbuhnya mikroorganisme ditandai dengan

licinnya permukaan disekitar bak biofilter ( Harahap, 2014). Unit ini dirancang dengan kondisi anaerob (tanpa udara).

- e. Mengambil sampel kedua.
- f. Setelah 10 hari, air limbah dari bak biofilter dialirkan menuju bak biofilter aerob dan didiamkan 10 hari diberi aerasi selama 12 jam/hari.
- g. Aklimatisasi tumbuhan air selama 1 minggu.
- h. Pengambilan sampel ketiga dilakukan pengukuran pada outlet dari biofilter sistem aerob.
- i. Kemudian air limbah dialirkan menuju bak fitoremediasi. Diisi air limbah sekitar 15 liter dengan berat basah tumbuhan air 400 gram.
- j. Pada hari ke 0 dan 15 hari ditimbang berat basah tumbuhan dan dilakukan pengambilan sampel pada bak fitoremediasi.
- k. Air dari bak fitoremediasi dialirkan menuju bak uji kelulusan hidup ikan nila dan diamati selama 4 hari.
- l. Kemudian dilakukan analisis data.

## ANALISIS DATA

Data yang dianalisis meliputi parameter TSS, dan Amonia disajikan dalam bentuk Tabel sedangkan suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO) disajikan dalam bentuk Histogram. Data-data tersebut dibahas secara deskriptif serta dibandingkan dengan baku mutu limbah sesuai dengan KEP-51MENLH/10/1995.

Efektifitas biofilter dilihat dengan menggunakan rumus ( Saeni, 1988):

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

Keterangan:

EP : Nilai efektifitas Biofilter

$C_{in}$  : Kadar awal TSS dan amonia di Inlet

$C_{out}$  : Kadar akhir TSS dan amonia di Outlet

Efektivitas pengolahan adalah besarnya penurunan kualitas air dari satu parameter limbah antara sebelum dilakukan pengolahan dan (*in let*) dengan dilakukan pengolahan (*out let*) yang dinyatakan persen. Untuk melihat jelas perubahan tersebut, data ditampilkan dalam bentuk tabel kemudian dilakukan perbandingan dengan standarisasi baku mutu limbah cair sesuai dengan KEP-51MENLH/10/1995.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kadar limbah cair pabrik kelapa sawit yang dilakukan selama penelitian meliputi TSS, amonia, suhu, pH, dan DO. Berikut hasil analisis kadar limbah cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan biofilter adalah sebagai berikut :

### TSS

Hasil analisis kadar TSS yang dilakukan selama penelitian mengalami penurunan setelah melalui biofilter dengan sistem anaerob, aerob dan Kiambang (*Salvinia molesta*). Penurunan kadar TSS pada biofilter dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran TSS

Pengamatan	Kadar TSS (mg/L)	Penurunan (mg/L)
Kadar awal	2.020	-
Sistem anaerob	946	1.074
Sistem aerob	570	504
Kiambang 15 hari	237	267

Berdasarkan pada Tabel , nilai nitrat awal (*inlet*) sebesar 2.020 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan secara anaerob dimana limbah cair diolah tanpa menggunakan oksigen selama 10 hari dengan media kerikil, pasir dan ijuk kadarnya turun menjadi 946 mg/L sehingga penurunannya sebesar 1.074 mg/L. Sedangkan setelah diolah dengan proses aerob selama 10 hari dengan diberi aerator dimana limbah cair diolah menggunakan oksigen dengan media arang bakau terjadi penurunan nilai tss sebesar 504 mg/L dari 946 mg/L menjadi 570 mg/L. Kadar TSS pada proses fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*) adalah pada hari 15, mengalami penurunan sebesar 267 mg/L dari 570 mg/L menjadi 237 mg/L. Menurut Sitanggang (2012) jika air limbah yang mengandung padatan tersuspensi tinggi dibuang ke perairan akan berdampak pada biota akuatik. Dengan tinggi nya kadar TSS maka kurangnya penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga kurangnya ketersediaan oksigen terlarut, mengurangi tingkat pertumbuhan dan bisa menyebabkan ikan akan mati.

Menurut KEP51MENLH/10/1995 kandungan TSS yang boleh dibuang ke perairan tidak lebih dari 300 mg/L. Berdasarkan peraturan tersebut, kadar TSS pada limbah cair pabrik kelapa sawit sebelum diolah sudah melebihi batas baku mutu. Setelah melihat data Tabel 1 diatas, pada limbah cair pabrik kelapa sawit ini telah mengalami penurunan yang baik.

### Amonia

Hasil pengukuran kadar amonia yang dilakukan selama penelitian mengalami penurunan setelah melalui

peroses biofilter. Selama penelitian seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil pengukuran amonia

Pengamatan	Kadar amonia (mg/L)	Penurunan
Kadar awal	31,14	-
Sistem anaerob	21,22	9,92
Sistem aerob	8,70	12,52
Kiambang 15 hari	4,6	4,1

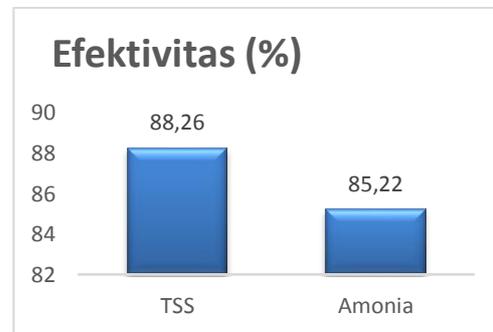
Berdasarkan Tabel diketahui bahwa kadar awal amonia (*inlet*) sebesar 31,14 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan biofilter dengan media kerikil, pasir dan ijuk dalam kondisi anaerob selama 10 hari menjadi 21,22 mg/L, sehingga terjadi penurunan sebesar 9,92 mg/L. Sedangkan dalam kondisi aerob dengan media arang bakau dan diberi aerasi selama 10 hari diperoleh kadar amonia yaitu dari 8,70 mg/L sehingga terjadi penurunan sebesar 12,52 mg/L. Kadar amonia pada proses fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*) adalah sebesar 4,6 mg/L mengalami penurunan sebesar 4,1 mg/L. Menurut Kep-51/MENLH/10/1995 kandungan amonia yang boleh dibuang ke perairan tidak lebih dari 20 mg/L. Berdasarkan peraturan tersebut, konsentrasi amonia pada limbah cair pabrik kelapa sawit sebelum diolah sudah melebihi batas baku mutu

#### Hasil efektifitas penurunan kadar TSS dan amonia pada biofilter

Limbah cair pabrik kelapa sawit setelah diolah melalui biofilter mengalami penurunan kadar TSS dan amonia yang baik. Secara keseluruhan peningkatan efektifitas penurunan

kadar TSS dan amonia pada unit biofilter dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Hasil pengukuran Efektivitas TSS dan amonia pada biofilter



Berdasarkan Gambar 1 diatas hasil dari pengukuran kadar TSS, amonia limbah cair pabrik kelapa sawit sebelum diolah jauh diatas baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kep-51/MENLH/10/1995. Namun setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan biofilter dengan sistem anaerob, aerob dan kiambang dikategorikan efektif berada dibawah standar baku mutu. Gambar menunjukan bahwa biofilter memiliki nilai efektifitas penurunan kadar TSS, amonia sangat baik. Nilai efektifitas penurunan kadar TSS mencapai 88,26% dan kadar amonia mencapai 85,22%.

#### Biomassa tumbuhan kiambang

Tumbuhan kiambang pada bak fitoremediasi ditimbang berat basahnya dan dihitung jumlah bongkol serta daunnya. Hasil biomassa tumbuhan kiambang selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Biomassa tumbuhan kiambang

Tumbuhan Kiambang	Bak		
	BM	JB	JD
Hari ke -0	350	28	436
Hari ke -15	378	39	528

Keterangan:

BM= Biomassa

JB = Jumlah bongkol

JD = Jumlah daun

Berdasarkan data diatas, biomassa, jumlah bongkol dan jumlah daun tumbuhan kiambang meningkat mulai dari hari ke 0 hingga hari ke 15. Peningkatan jumlah biomassa, jumlah bongkol dan jumlah daun ini terjadi karena kiambang dapat menyerap bahan-bahan organik dan anorganik yang diperlukan untuk pertumbuhan. Penyerapan bahan-bahan tersebut dilakukan oleh akar tumbuhan kiambang.

Menurut Sriyana (2006), Penyerapan unsur - unsur hara oleh kiambang dilakukan oleh bulu - bulu akar. Kiambang dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air. Kemampuan tumbuhan inilah yang banyak digunakan untuk mengolah air buangan karena dengan aktivitas tumbuhan ini mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

### **Kelulushidupan ikan uji**

Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung kadar TSS dan amonia yang tinggi. Jika limbah cair pabrik kelapa sawit dibuang langsung ke lingkungan perairan, maka akan merusak ekosistem disekitar perairan tersebut dan menjadi akibat yang sangat fatal karena kematian pada organisme – organisme aquatik.

Perlunya dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menanggulangi dampak dari pembuangan limbah cair pabrik kelapa sawit ini. Agar menjadi aman dan tidak mengganggu organisme yang terdapat pada perairann tersebut. Pengujian hasil olahan limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan unit biofilter dengan media kerikil, pasir, ijuk dan arang

dengan proses anaerob-aerob serta fitoremediasi dengan memanfaatkan tumbuhan air kiambang terhadap kelangsungan hidup ikan uji sudah mendukung untuk kehidupan ikan nila.

Ikan uji yaitu ikan nila dapat hidup dalam limbah cair pabrik kelapa sawit yang sudah diolah dengan Persentase kelulushidupan ikan nila selama pengamatan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair yang sudah melewati atau diolah menggunakan unit biofilter kerikil, pasir dan ijuk dalam kondisi anaerob, unit biofilter arang dalam kondisi aerob dan fitoremediasi menggunakan tumbuhan air kiambang selama 15 hari sudah aman jika langsung dibuang ke perairan dan memenuhi standar baku mutu menurut Kep-51/MENLH/10/1995.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, bahwa penggunaan unit biofilter dengan sistem anaerob, aerob dan kiambang sudah efektif dalam menurunkan kadar TSS dan amonia pada limbah cair pabrik kelapa sawit.

Adapun persen penurunan efektifitas total pada TSS mencapai 88,26% dan amonia mencapai 77,90%. Untuk tingkat kelulushidupan ikan uji adalah 100% dan telah menunjukkan limbah cair pabrik kelapa sawit aman jika dibuang ke lingkungan perairan. Jadi penggunaan biofilter dengan sistem anaerob, aerob serta tumbuhan air kiambang dalam menurunkan kadar TSS dan amonia pada limbah cair pabrik kelapa sawit telah memenuhi syarat Kep-51/MENLH/10/1995.

### **DAFTAR PUSTAKA**

BPMPD Provinsi Riau, 2014. Pengembangan Industri Hilir Kelapa Sawit.

<http://www.bpmpdriau.go.id/index.php?m-potensidet&id3>. Diakses 02 Maret 2018.

Harahap, S. 2014. Pengaruh Reaktor Biofilter Bermedia Zeolit Dan Arang Aktif Serta Tumbuhan Air Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Untuk Menurunkan Tingkat Pencemaran Perairan. Disertasi. Universitas Padjajaran, Bandung.

Kepmen LH No. Kep-51/MENLH/10/1995.

Sitanggang. 2012. Korelasi Antara Biological Oxygen Demand (BOD) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap pH, Total Suspended Solid (TSS), Alkalinity dan Minyak Lemak. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Saeni. 1987. Kemampuan Saringan pasir, ijuk, dan arang dalam meningkatkan kualitas fisika dan kimia air DAS Ciliwung. Jurusan Kimia. ITB. 35 hal

Sriyana, H. Y. 2006. Kemampuan Tumbuhan Air dalam Menurunkan Kadar Pb (II) dan Cr (VI) pada Limbah dengan Sistem Air Mengalir dan Sistem Air Menggenang, Tesis S2, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia UGM, Yogyakarta.