

**JURNAL**

**PENGARUH PENGGUNAAN *EFFECTIVE MICROORGANISMS 4* (EM4)  
PADA BIOFILTER UNTUK MENURUNKAN KADAR NITRAT DAN  
FOSFAT LIMBAH CAIR INDUSTRI SAGU**

**OLEH**

**ASRA TRIGANA LISVA  
1504122264**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN  
UNIVERSITAS RIAU  
PEKANBARU  
2019**

## The effectiveness of EM<sub>4</sub> addition in the biofilter tanks to reduce the nitrate and phosphate concentration in the Sago Industrial Liquid Waste

By

Asra Trigana Lisva <sup>1)</sup>, Sampe Harahap <sup>2)</sup>, Eko Purwanto <sup>2)</sup>  
Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University  
[triganalisva@gmail.com](mailto:triganalisva@gmail.com)

### Abstract

The sago industrial liquid waste is rich in Nitrate and Phosphate and thus need to be processed before being flown to environment. A study aims to reduce the nitrate and phosphate in that sago liquid waste by using biofilter that was added with *Effective Microorganisms-4* has been conducted in April-May 2019. There were 3 treatments applied, namely the addition of 17 mL, 20 mL, and 23 mL EM<sub>4</sub> in the anaerob tank and aerob tank. The waste was settled for 3 days in the anaerob tank and 3 days in the aerob tank. The treated waste was then tested for Nitrate and Phosphate concentrations. The treated waste was also used for rearing *Osphronemus gouramy* seedlings. Results shown that the Nitrate levels were reduced from 44.47 mg/L to 13.53 mg/L and the Phosphate levels were reduced from 1.0951 mg/L to 0.1372 mg/L. The best treatment to reduce the nitrate and phosphate concentrations was the addition of 20 mL EM<sub>4</sub> and the survival rate of *O.gouramy* seedlings was 73%. It can be concluded that the addition of EM<sub>4</sub> in the biofilter tanks was able to reduce the Nitrate and Phosphate concentration in the sago industrial liquid waste.

Keyword : *Effective Microorganisms-4, Osphronemus gouramy, Biofilters, Aerob tank, Anaerob tank*

---

<sup>1)</sup>. Student of the Fishery and Marine Science Faculty, Riau University

<sup>2)</sup>. Lecturers of the Fishery and Marine Science Faculty, Riau University

## **Pengaruh Penggunaan EM<sub>4</sub> pada Biofilter untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Fosfat Limbah Cair Industri Sagu**

**Oleh**

**Asra Trigana Lisva <sup>1)</sup>, Sampe Harahap <sup>2)</sup>, Eko Purwanto <sup>2)</sup>  
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau  
[triganalisva@gmail.com](mailto:triganalisva@gmail.com)**

### **Abstrak**

Limbah cair industri sagu mengandung kadar Nitrat dan Fosfat yang tinggi sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan EM<sub>4</sub> pada biofilter untuk menurunkan kadar Nitrat dan Fosfat limbah cair sagu yang telah dilakukan pada April-Mei 2019. Ada 3 perlakuan yang diterapkan, yaitu penambahan 17 mL, 20 mL, dan 23 mL EM<sub>4</sub> dalam tangki anaerob dan tangki aerob. Limbah didiamkan selama 3 hari ditangki anaerob dan 3 hari di tangki aerob. Limbah yang diolah kemudian diuji konsentrasi Nitrat dan Fosfat. Limbah yang diolah juga digunakan sebagai media hidup ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). Hasil menunjukkan bahwa kadar Nitrat berkurang dari 44,47 mg/L menjadi 13,53 mg/L dan kadar Fosfat menurun dari 1,0951 mg/L menjadi 0,1372 mg/L. Perlakuan terbaik untuk mengurangi konsentrasi Nitrat dan Fosfat adalah penambahan 20 mL EM<sub>4</sub> dan tingkat kelangsungan hidup ikan gurami yang adalah 73,3 %. Dapat disimpulkan bahwa penambahan EM<sub>4</sub> pada biofilter dapat menurunkan kadar Nitrat dan Fosfat dalam limbah cair industri sagu.

Kata kunci : *Effective Microorganisms-4*, *Osphronemus gouramy*, Biofilter, Tangki aerob, Tangki anaerob

---

<sup>1)</sup>. Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

<sup>2)</sup>. Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

## PENDAHULUAN

Pada umumnya industri pengolahan sagu berada di bantaran sungai. Industri pengolahan sagu menghasilkan limbah cair dari proses ekstraksi pati sagu. Limbah cair yang dihasilkan biasanya langsung dibuang keperairan umum.

Limbah cair sagu mengandung bahan organik diantaranya nitrat dan fosfat. Berdasarkan uji pendahuluan didapatkan bahwa limbah cair sagu mengandung Nitrat 32,35 mg/L dan Fosfat 0,62 mg/L. Kadar nitrat dan fosfat masih berada diatas baku mutu sesuai PerMen LH No. 5 Tahun 2014 dan PerMen LH No. 82 Tahun 2001 sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang keperairan.

Pengolahan limbah cair industri pada hakikatnya adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum dibuang ke perairan umum. Untuk dapat menentukan cara yang tepat dalam mengolah limbah tersebut, perlu diketahui karakteristik limbah melalui penetapan parameter untuk mengetahui macam dan jenis komponen pencemar serta sifat-sifatnya (Sani, 2006).

Biofilter merupakan suatu sistem pengolahan limbah cair yang dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang di isi dengan media filter untuk mengembangbiakkan mikroba pengurai bahan pencemar yang bersifat organik yang terkandung di dalam limbah cair dengan menggunakan proses aerai ataupun tanpa proses aerasi (Filliazati et al., 2013 dalam Marza, 2017).

Penggunaan EM4 pada biofilter diharapkan mampu mempercepat

dekomposisi limbah dan bahan organik serta menekan aktivitas mikroorganismen patogen. Sebagian besar mikroorganismen yang terkandung dalam EM4 adalah bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), ragi dan Actinomycetes sp. (Indriani, 2011).

Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan menggunakan biofilter dan penggunaan mikroorganismen EM4 diharapkan mampu mempersingkat *retention time* pada biofilter serta menurunkan kadar nitrat dan fosfat sesuai baku mutu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan mikroorganismen EM4 pada biofilter dalam menurunkan kadar Nitrat dan Fosfat limbah cair industri sagu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Mei 2019 yang berlokasi di Lahan Perkebunan Perumahan Naga Mas Residence, Jalan Naga Sakti, Tampan, Pekanbaru. Analisis kadar nitrat dan fosfat dilaksanakan di Laboratorium Kimia Laut, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau sedangkan parameter pendukung lainnya diukur secara langsung di lapangan.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga taraf perlakuan, yaitu P1 : EM4 17 mL, P2 : EM4 20 mL, dan P3 : EM4 23 mL. Dari ketiga perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan sehingga keseluruhan diperoleh 9 satuan percobaan.

Adapun model linier dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Sastrosupadi (2000) dapat dilihat dibawah ini.

$$Y_{ij} = \mu + c_i + e_{ij}$$

- $Y_{ij}$  = Variabel yang di ukur  
 $\mu$  = Efek rata-rata  
 $c_i$  = Efek perlakuan ke-i yang sebenarnya  
 $e_{ij}$  = Efek kesalahan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j  
 $I$  = Taraf Perlakuan  
 $J$  = 1, 2, 3 (Ulangan)

Berdasarkan data yang diperoleh maka nilai F-hitung dibandingkan dengan F-tabel. Apabila terdapat perbedaan nyata atau sangat nyata maka dapat dilanjutkan dengan uji BNT (Sudjana, 1996). Uji BNT dilakukan untuk melihat perbedaan signifikan antara setiap perlakuan P1 : P2 : P3.

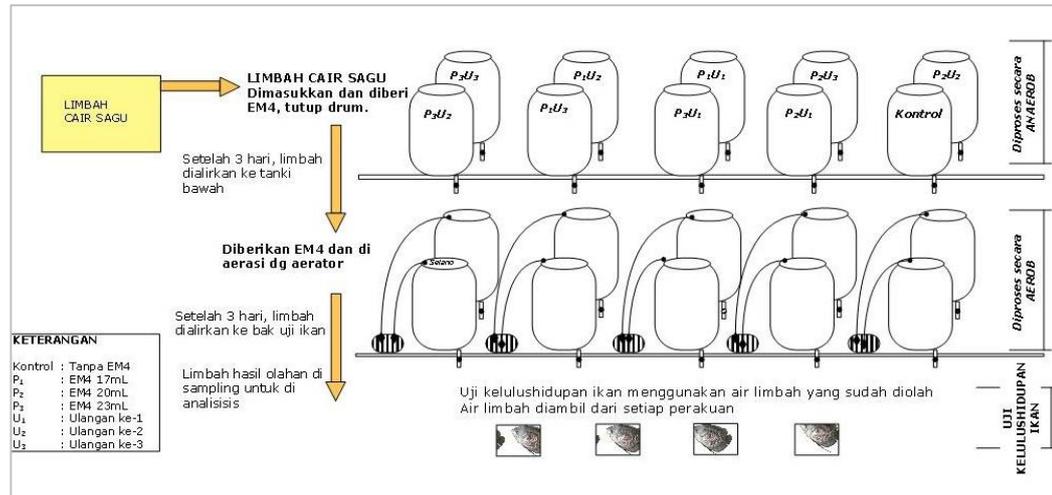
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tanki biofilter anaerob-aerob, aerator, Spektrofotometer, thermometer, kertas pH, botol DO, dan botol sampel. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah cair sagu, benih ikan uji, EM4, dan bahan kimia yang digunakan untuk analisis kadar Nitrat, fosfat, dan DO.

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas konsentrasi EM4 yang akan digunakan pada uji utama. Pada uji pendahuluan dilakukan dengan 5 konsentrasi EM4 yang berbeda tanpa melakukan ulangan. Volume limbah yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah sebanyak 500 L. Sedangkan konsentrasi EM4 yang di ujikan adalah 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL, dan 25 mL.

Dari hasil uji pendahuluan maka untuk nitrat dan fosfat diambil 3 konsentrasi optimal dan konstan penurunannya yaitu 15 mL, 20 mL, dan 25 mL. Maka pada uji utama akan digunakan konsentrasi EM4 yang diambil dari *range* ketiga kosentrasi tersebut. Konsentrasi yang digunakan adalah P1 : 17 mL, P2 : 20 mL, P3 : 23 mL, dan Kontrol : 0 mL.

Pengolahan limbah cair sagu diawali dengan memasukkan air limbah kedalam tanki biofilter anaerob dan diberikan perlakuan dengan memberikan EM4. Pada tahap ini proses berlangsung selama 3 hari dengan kondisi drum ditutup rapat. Setelah proses anaerob selesai maka keran dibuka dan dialirkan ke biofilter aerob. Berikan EM4 dengan konsentrasi yang sama seperti pada anaerob. Air limbah dibiarkan selama 3 hari dan di aerasi menggunakan aerator.

Konsentrasi EM4 pada proses anaerob dan aerob, masing-masing akan diberikan setengah dari konsentrasi yang didapat dari uji pendahuluan. Hal ini dikarenakan pada tanki anaerob bakteri yang tumbuh adalah bakteri anaerob begitu juga sebaliknya dengan tanki aerob, sehingga agar bakteri anaerob dan aerob dapat berkembang dengan optimal maka diberikan EM4 pada kedua tanki biofilter. Tetapi proses yang berlangsung secara anaerob dan aerob merupakan satu kesatuan dalam penelitian ini. Setelah pengolahan selesai maka dilanjutkan dengan mengalirkan air limbah hasil olahan kedalam wadah uji kelulushidupan ikan gurami. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Alur Pengolahan Limbah Cair Sagu

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan EM4 pada biofilter dalam mengolah limbah cair sagu maka dilakukan uji Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang telah diperoleh kemudian ditabulasi menggunakan Ms.Office Excell. Kemudian program SPSS digunakan untuk uji Analisis Ragam (ANOVA) dengan uji F pada selang kepercayaan 99%. Selanjutnya bandingkan F-hitung dengan F-tabel untuk mengetahui  $H_1$  diterima atau ditolak. Kemudian data yang didapat

**Tabel 1.** Hasil Analisis Kadar Nitrat (mg/L)

Perlakuan	Kadar Nitrat (mg/L)	
	Kadar Awal	Kadar Akhir
Kontrol	44,4708	26,3458
P1 : 17 mL	44,4708	17,5611
P2 : 20 mL	44,4708	15,5333
P3 : 23 mL	44,4708	16,1028

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar awal Nitrat sebelum limbah sagu diolah pada biofilter adalah 44,4708 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan dengan biofilter selama 6 hari, maka kadar nitrat pada Kontrol adalah 26,35 mg/L. Sedangkan untuk setiap unit

disajikan dalam bentuk Tabel dan Histogram serta dibahas secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu PerMen LH No. 5 Tahun 2014 dan PerMen LH No. 82 Tahun 2001.

#### HASIL PENELITIAN

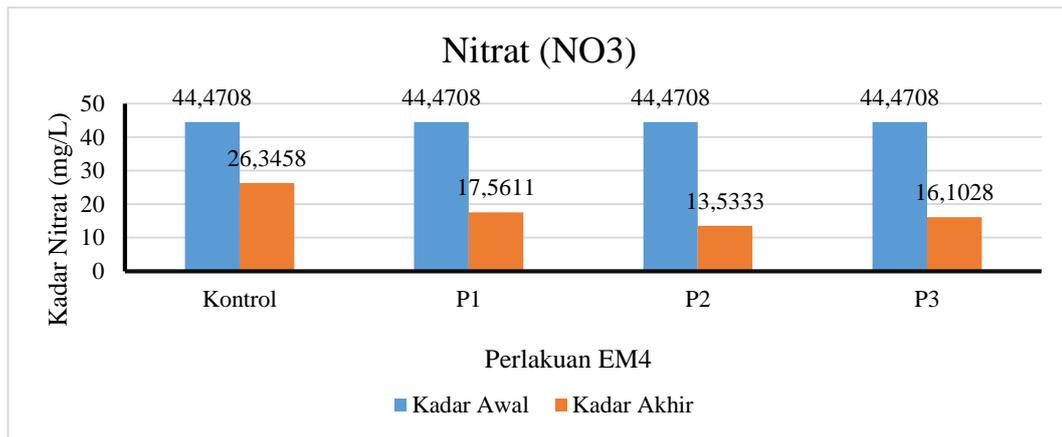
Hasil analisis kandungan nitrat pada limbah cair sagu sebelum dan sesudah proses pengolahan menggunakan biofilter yang memanfaatkan EM4 dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

biofilter yang ditambahkan EM4 kadar akhir yaitu P1 : 17,5611 mg/L, P2 : 13,5333 mg/L, dan P3 : 16,1028 mg/L. Jika dibandingkan dengan baku mutu yaitu 20 mg/L berdasarkan PerMen LH No.51 Tahun 2014, maka Kontrol masih berada diatas baku mutu sedangkan untuk P1, P2, dan P3

sudah sesuai baku mutu. Berdasarkan penelitian Marza (2017) waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar Nitrat dengan media biofilter yang sama adalah 15-20hari. Maka penurunan kadar nitrat pada Kontrol memerlukan waktu yang lebih lama

dibandingkan dengan biofilter yang ditambahkan EM4 yang hanya memerlukan waktu selama 6 hari.

Untuk menggambarkan penurunan kadar Nitrat (mg/L) dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Histogram Nitrat

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan EM4 pada biofilter maka dilakukan uji ANOVA .

Berikut adalah hasil uji Anova dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Anova Nitrat

Nitrat (mg/L)	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F Hit	Sig.	F Tabel	
						0,05	0,01
Perlakuan	278,401	3	92,800	40,889	0,000	4,07	7,59
Galat	18,156	8	2,270				
Total	296,558	11					

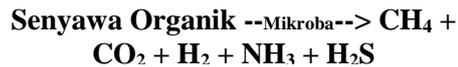
Berdasarkan uji Anova diperoleh hasil F Hitung  $40,889 > F$  Tabel 7,59 berarti  $H_1$  diterima. Ini membuktikan bahwa penggunaan EM4 berpengaruh sangat nyata dalam menurunkan kadar Nitrat. Jika  $H_1$  diterima maka dapat dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan terutama membandingkan Kontrol dengan P1, P2, dan P3. Jika  $H_1$  diterima maka dapat dilakukan uji lanjut untuk

mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan terutama membandingkan Kontrol dengan P1, P2, dan P3

Dari hasil uji BNT didapatkan hasil bahwa antara Kontrol dengan P1, P2, dan P3 berbeda secara signifikan. Perbedaan pengaruh yang signifikan antara Kontrol dengan P1, P2, dan P3 semakin menjelaskan bahwa dengan penggunaan EM4 pada biofilter dapat mempengaruhi

penurunan kadar nitrat limbah cair sagu.

Pada proses pengolahan anaerob zat organik kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein mengalami dekomposisi sehingga menghasilkan gas metan dan karbondioksida, sebagai berikut :

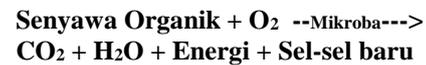


Proses reduksi bahan organik dilanjutkan pada pengolahan secara aerob, bahan organik dan sisa nutrient pada pengolahan anaerob akan diuraikan sehingga proses pengolahan aerob biasanya ditempatkan setelah pengolahan anaerob.

Pada proses ini juga berlangsung proses nitrifikasi (Nurdijanto *et al.*, 2011). Kadar amonia dalam limbah maupun efluen dapat diturunkan oleh aktifitas mikrobial yang bersifat aerob. Mikrobial aerob ini diperoleh dari cairan limbah batik yang sangat berperan dalam melakukan proses oksidasi. Proses oksidasi sempurna oleh mikrobial terhadap bahan organik dalam limbah akan menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , amonia, hidrogen sulfida dan energi. Proses yang terjadi dalam lumpur aktif adanya peruraian amonia untuk meningkatkan nilai DO yang rendah. selanjutnya amonia secara

hayati dioksidasi menjadi nitrit, kemudian nitrit dioksidasi menjadi nitrat. Nitrat merupakan hasil oksidasi terakhir.

Pada proses nitrifikasi menghasilkan senyawa nitrat dan



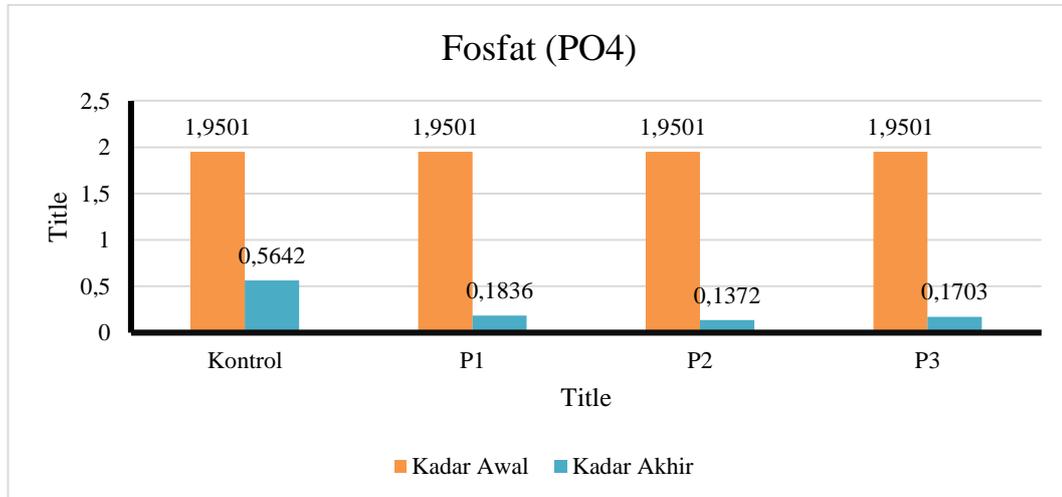
nitrit. Kedua senyawa tersebut masih merupakan zat polutan, sehingga masih diperlukan suatu proses untuk menghilangkan kedua senyawa tersebut. Proses ini lebih pada upaya denitrifikasi sehingga penghilangan senyawa nitrogen air limbah tidak berhenti hanya pada bentuk nitrit atau nitrat (Nugroho, 2009). Oleh karena itu setelah proses nitrifikasi dilanjutkan dengan proses denitrifikasi dengan bantuan mikroorganisme. Proses denitrifikasi merupakan proses yang merubah unsur nitrit dan nitrat menjadi gas nitrogen. Gas nitrogen akan terbuang ke udara dengan kata lain akan terjadi penurunan kadar nitrat yang terkandung pada air limbah.

Hasil analisis kandungan Fosfat pada limbah cair sagu sebelum dan sesudah proses pengolahan menggunakan biofilter yang memanfaatkan EM4 dengan konsentrasi berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Analisis Kadar Fosfat (mg/L)

Perlakuan	Kadar Fosfat (mg/L)	
	Kadar Awal	Kadar Akhir
Kontrol	1,0951	0,5642
P1 : 17 mL	1,0951	0,1836
P2 : 20 mL	1,0951	0,1372
P3 : 23 mL	1,0951	0,1703

Untuk menggambarkan penurunan kadar Fosfat (mg/L) dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Histogram Fosfat

Untuk mengetahui apakah penambahan EM4 berpengaruh dalam menurunkan kadar nitrat maka dilakukan uji ANOVA. Berikut adalah hasil uji ANOVA untuk Fosfat dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji ANOVA Kadar Fosfat.

Nitrat (mg/L)	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F Hit	Sig.	F Tabel	
						0,05	0,01
Perlakuan	0,364	3	0,121	148,772	0,000	4,07	7,59
Galat	0,007	8	0,001				
Total	0,371	11					

Berdasarkan uji tersebut dapat dilihat F Hitung  $148,772 > F$  Tabel 7,59 berarti  $H_1$  diterima. Ini membuktikan bahwa penggunaan EM4 berpengaruh sangat nyata dalam menurunkan kadar Fosfat pada limbah cair sagu. Jika  $H_1$  diterima maka dapat dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara perlakuan terutama membandingkan Kontrol dengan P1, P2, dan P3.

Fosfor yang terdapat di alam terbagi kedalam dua bentuk yaitu fosfat organik dan fosfat anorganik. Senyawa fosfat organik terdapat pada tumbuhan atau hewan. Sedangkan

senyawa fosfat anorganik terdapat pada air dan tanah (Jeffries dan Mills, 1996). Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Pada limbah cair sagu terdapat dua sumber fosfat yaitu fosfat anorganik (berasal dari air) dan fosfat organik (berasal dari tanaman sagu).

Berdasarkan data yang diperoleh terjadi penurunan kandungan Fosfat pada limbah cair sagu. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Mikroba yang berperan dalam pelarutan fosfat adalah bakteri, jamur dan

aktinomisetes. Mikroorganisme selain merombak Fosfat organik menjadi Fosfat anorganik juga menggunakannya untuk aktivitas metabolisme hidupnya (Notohadiprawiro, 1999) sehingga kandungan Fosfat pada limbah cair sagu menurun.

Hasil pengukuran suhu adalah 30-33°C, pH adalah 6-7, dan Oksigen terlarut adalah 2,47- 2,83 mg/L. Dari ketiga parameter pendukung yang diukur sudah dapat menunjang kehidupan bakteri decomposer juga kehidupan ikan. Sehingga hasil paling optimum dari uji kelulushidupan ikan adalah 73%.

Berdasarkan BSNI (2000), suhu optimal untuk ikan gurami berada pada kisaran 25-30°C dan pH 6,5–8,5. Sedangkan oksigen terlarut menurut Irmawan (2016) menyatakan kisaran oksigen terlarut optimal untuk ikan gurami 3-8 mg/L.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan EM4 berpengaruh dalam menurunkan kadar nitrat dan fosfat limbah cair sagu. Penurunan kadar nitrat dan fosfat yang paling optimal yaitu menggunakan EM4 dengan konsentrasi 20 mL. Penggunaan EM4 dapat mempersingkat retention time pada biofilter menjadi 6 hari. Sedangkan untuk uji kelulushidupan ikan gurami berada pada kisaran 60-73 %. Maka limbah cair sagu yang sudah diolah dapat dikatakan aman bagi kelangsungan hidup ikan.

### **SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian disarankan agar melakukan

identifikasi jenis dan mengukur kelimpahan bakteri yang terdapat pada media biofilter.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI), 2000. Produksi Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) Kelas Benih Sebar. Badan Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Filliazati, M. I. Apriani dan Titin. A. Z. 2013. Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Biobal dan Tanaman Kiambang. Jurnal Penelitian. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Indriani, Y.H. 2011. Membuat kompos secara kilat. Penebar Swadaya, Jakarta
- Irmawan, A. 2016. Membongkar Rahasia Sukses Budidaya Ikan Lele, Nila, dan Gurame. Araska, Yogyakarta.
- Jeffries, M. dan Mills, D. (1996). Freshwater Ecology, principles and Application. UK : John Wiley and Sons, Chichester.
- Notohadiprawiro, T. (1999). Tanah dan Lingkungan. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nugroho, Rudi. 2009. Denitrifikasi Limbah Nitrat pada Berbagai Tingkat Keasaman dengan Memanfaatkan Mikroba Autotroph. JAI Vol. 1 No.1.

- Nurdijanto, Stephanus A dkk. 2011. Rancang Bangun dan Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia 11 (8) : 42-55.
- Marza, J. 2017. Efektivitas Biofilter bermedia Kerikil, Pasir, Ijuk, Arang dan Kiambang dalam menurunkan Kadar BOD5, COD dan Amoniak pada Limbah Cair Sagu. Skripsi Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan)
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Lembaran Negara RI Th 2014, No.1815. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.. Lembaran Negara RI Tahun 2014, No.1815. Sekretariat Negara. Jakarta
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Buku. Kanisius. Malang.