

JURNAL

**PENGARUH PEMBERIAN EM4 DALAM BIOFILTER UNTUK
MENURUNKAN KADAR MINYAK DAN LEMAK LIMBAH CAIR RUMAH
MAKAN**

**OLEH:
ANGGI ADE FIRNANDITO**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2020**

Pengaruh Pemberian EM4 dalam Biofilter untuk Menurunkan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Rumah Makan

Oleh:

Anggi Ade Firnandito¹⁾, Sampe Harahap²⁾, Eko Purwanto²⁾

1. Program Sarjana Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
2. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

Email: anggiadefirnandito11@gmail.com

Abstrak

Limbah cair rumah makan berpeluang untuk mencemari lingkungan perairan karena kandungan minyak dan lemak yang tinggi. Sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kadar minyak dan lemak yang terkandung dalam limbah cair tersebut dengan menggunakan biofilter yang diberi EM4. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2020 bertempat di Jalan Naga Sakti No. 18, Gang Al Ma'ruf, Pekanbaru. Rancangan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan terdiri dari P0 (Tanpa EM4), P1 (EM4 7,5 ml), P2 (EM4 10 ml) dan P3 (EM4 12,5 ml) dan 3 ulangan. Limbah cair rumah makan dibiakkan dalam drum biofilter selama 6 hari (3 hari di anaerob dan 3 hari di drum aerob) dan kemudian minyak dan lemak dianalisis. Hasil penelitian yang paling baik didapatkan, yaitu pada perlakuan EM4 7,5 ml (P1), minyak dan lemak menurun dari 16,20 mg/L menjadi 2,67 mg/L. Kemudian limbah cair yang sudah diolah diujikan untuk media hidup ikan patin (*Pangasius* sp.) berukuran 4 – 5 cm selama 96 jam dan tingkat kelulushidupan ikan mencapai 100%. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian EM4 dalam biofilter dapat menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah cair rumah makan.

Kata Kunci : *Effective Microorganism-4, Drum Anaerob, Drum Aerob, Pangasius sp.*

The effectiveness of EM4 addition in the biofilter to reduce oil and fat content in the restaurant liquid waste

By :

Anggi Ade Firnandito¹⁾, Sampe Harahap²⁾, Eko Purwanto²⁾

1. Program Sarjana Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
2. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

Email: anggiadefirnandito11@gmail.com

Abstract

Restaurant liquid waste may pollute aquatic environment as it has high oil and fat content. It should be processed before being flown to environment. This study aims to understand the effectiveness of EM4 addition in reducing oil or fat content in the restaurant liquid waste. This research was carried out in February 2020 at the Naga Sakti street No. 18, Al Ma'ruf alley, Pekanbaru. A Completely Randomized Design (CRD) was applied with 3 treatments, namely P0 (without EM4), P1 (7.5 ml EM4), P2 (10 ml EM4), P3 (12.5 ml EM4) and 3 replications. The restaurant liquid waste was kept in the biofilter tank for 6 days (3 days in the anaerob and 3 days in the aerob tanks) and then oil and fat were analyzed. The best result was obtained in the P1 (7.5 ml EM4). In that treatment oil and fat decreased from 16.20 mg/L into 2.67 mg/L. The treated liquid waste was then use for rearing Pangasius sp. sized 4-5 cm for 96 hours. The survival rate of the fish was 100%. Data obtained shown that the addition of EM4 to the biofilter tanks was able to reduce the fat content in the restaurant liquid waste.

Keywords : *Effective Microorganism-4, Anaerob tanks, Aerob tanks, Pangasius sp.*

PENDAHULUAN

Usaha rumah makan belakangan ini berkembang cukup pesat di setiap daerah khususnya di Pekanbaru. Semakin banyaknya usaha rumah makan, maka semakin banyak pula limbah cair yang dibuang ke perairan. Yulanda (2020) menyatakan bahwa pada saat sekarang ini disalah satu rumah makan limbah cair yang dibuang langsung mencapai 2000-3000 liter/hari. Kebanyakan rumah makan tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair dan hanya mengalirkan limbah cair ke tempat penampungan sementara, seperti parit dan kolam kolam kecil, dan banyak juga yang langsung dibuang ke perairan.

Limbah cair rumah makan yang dibiarkan di tempat penampungan sementara secara alami belum memenuhi syarat pengolahan dan juga memerlukan waktu yang lama untuk proses pengolahannya, sehingga menyebabkan bahan-bahan organik yang terkandung di dalamnya masih tinggi dan belum sesuai baku mutu. yang dapat mengganggu bahkan menyebabkan kematian pada biota air, seperti ikan. Kematian ikan dapat terjadi karena besarnya beban pencemar, salah satunya berupa minyak dan lemak yang terkandung dalam limbah cair rumah makan.

Berdasarkan uji pendahuluan, kadar awal minyak dan lemak yang terkandung dalam limbah cair rumah makan adalah 17,5 mg/L. Berdasarkan Permen LH Nomor 68 Tahun 2016

tentang baku mutu air limbah domestik, kadar minyak dan lemak yang diperbolehkan adalah 5 mg/L. Kandungan minyak dan lemak yang berlebih di perairan dapat menyebabkan perairan kekurangan oksigen terlarut dan kekurangan cahaya matahari, karena minyak (lemak) di permukaan air akan menghalangi sinar matahari masuk ke dasar perairan, hal tersebut juga dapat mengganggu proses fotosintesis yang terjadi di dalam air yang menyebabkan semakin sedikitnya suplai oksigen di air, dan tentunya akan mengganggu kelangsungan hidup ikan. Untuk mengolah limbah yang mengandung senyawa organik umumnya digunakan teknologi pengolahan limbah secara biologis baik pada kondisi anaerob maupun aerob atau kombinasi keduanya dengan penambahan media, seperti biofilter.

Biofilter adalah bagian dari sistem perlakuan (*treatment*) terhadap air secara biologis. Prinsip kerja biofilter adalah memproses air yang keruh menjadi air yang jernih, yang diproses dengan cara menyaring kotoran yang terdapat pada air dengan menggunakan makhluk hidup sebagai penyaring. Namun proses biofilter cenderung memakan waktu yang cukup lama karena harus menunggu bakteri dari alam berkembang dan melekat pada media yang ditandai dengan adanya lapisan biofilm, sehingga diperlukan upaya untuk mempercepat pengolahan limbah.

Salah satu upaya untuk mempercepat proses pengolahan limbah adalah dengan penambahan bakteri. Diantara bakteri yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan pencemar di perairan adalah EM4.

EM4 (*Effective Microorganism 4*) adalah mikroorganisme yang efektif yang merupakan kultur campuran mikroorganisme yang bersifat fermentatif (peragian) terdiri dari bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), jamur fermentasi (*Saccharomyces sp.*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), *Actinomycetes*, ragi/yeast yang berfungsi untuk menurunkan parameter pencemar dan meningkatkan unsur hara (Munawaroh *et al*, 2013).

Minyak dan lemak pada limbah cair rumah makan diduga dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme yang ada pada EM4. Ramlan (2017), menyatakan bahwa mikroorganisme di dalam EM4 memerlukan bahan organik untuk mempertahankan hidupnya seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian EM4 pada biofilter dan mengetahui kadar EM4 yang tepat dalam biofilter untuk menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah cair rumah makan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2020 di

lapangan yang berlokasi di Jalan Naga Sakti No. 18, Gang Al Ma'ruf, Kota Pekanbaru.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini memiliki 12 unit percobaan, dimana 1 unit percobaan terdiri dari 1 rangkaian biofilter anaerob dan biofilter aerob. Pada penelitian ini terdapat tiga perlakuan yaitu P1(7,5 ml), P2(10 ml), dan P3(12,5), dengan tiga kali ulangan dan satu kontrol.

Prosedur

Uji Pendahuluan

1. Persiapan alat-alat, pembuatan media biofilter, dan tower air secara lengkap beserta sistem perpipaannya.
2. Melakukan penyiapan pasir, kerikil, ijuk dan arang yang akan digunakan sebagai media penyaring. Lalu dilakukan pengisian media kedalam drum yang akan digunakan, dengan ketebalan masing masing media 15 cm.
3. Pengambilan dan pengangkutan limbah cair rumah makan
4. Pengambilan sampel limbah cair dan dilakukan pengukuran suhu dan pH di lapangan, dan pengukuran DO dan minyak dan lemak di laboratorium untuk mengetahui kadar awalnya.

5. Kemudian dilakukan pengolahan dengan biofilter yang diberi EM4, untuk menentukan kadar EM4 yang paling optimal dalam menurunkan kadar minyak dan lemak, yang digunakan pada penelitian utama.
6. Kadar EM4 yang digunakan pada uji pendahuluan adalah 0,05 ml/L, 0,1 ml/L, 0,15 ml/L, 0,2 ml/L. Dengan penggunaan setiap kadar dibagi 2, pada biofilter anaerob 50% pada biofilter aerob 50%.
7. Uji pendahuluan ini dilakukan selama 6 hari, 3 hari pada proses anaerob dan 3 hari pada proses aerob. Dengan 2 kali pengamatan, pengamatan pertama dilakukan pada hari pertama (kadar awal), pengamatan kedua dilakukan pada hari ke enam (kadar akhir).
8. Selanjutnya data hasil uji pendahuluan akan dibandingkan dengan Permen LH No. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, dan dijadikan acuan pelaksanaan penelitian utama. Adapun data hasil uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan Minyak (lemak)

No	Parameter	Kadar Awal (mg/L)	Konsentrasi EM4 (ml/L)				Baku Mutu (mg/L)
			0,05	0,1	0,15	0,2	
1.	Minyak (lemak)	17,5	11	5,5	7	9	5

Penelitian Utama

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan software SPSS versi 23 dan dibahas secara deskriptif serta dibandingkan dengan baku mutu Permen LH No. 68 Tahun 2016. Untuk mengetahui nilai

1. Dilakukan pengacakan perlakuan dan pengulangan dengan cara mengundi angka perlakuan dan pengulangan nya.

2. Dilakukan pengambilan limbah cair dan dilakukan pengukuran kadar awal.
3. Selanjutnya limbah cair dimasukkan ke dalam drum pertama yaitu pada unit biofilter anaerob dan ditambahkan EM4, dengan waktu tinggal selama 3 hari.
4. Setelah 3 hari, limbah cair dialirkan ke drum aerob, ditambahkan EM4 dan diaerasi

- dengan aerator, kemudian didiamkan selama 3 hari.
5. Setelah 3 hari, diambil sampel limbah cair dari outlet biofilter aerob untuk dianalisis dan diukur parameter pencemarnya.
 6. Kemudian limbah dialirkan ke ember uji biologis, dan dilakukan uji kelulushidupan ikan.
 7. Setelah uji kelulushidupan ikan selesai, data hasil pengukuran kualitas air dan data uji biologis dikumpulkan dan dilakukan penulisan laporan.

Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan software

SPSS versi 23 dan kemudian data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan histogram dan dibahas secara deskriptif serta dibandingkan dengan baku mutu Permen LH No. 68 Tahun 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kadar Minyak dan lemak

Berdasarkan hasil pengukuran, kadar minyak dan lemak mengalami penurunan pada tiap perlakuan. Kadar minyak dan lemak terendah terdapat pada perlakuan 1 sebesar 2,67 mg/L, sementara kadar minyak dan lemak tertinggi terdapat pada kontrol sebesar 11,00 mg/L (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Analisis Parameter Minyak(lemak)

Perlakuan	Kadar Minyak dan lemak (mg/L)		Penurunan (mg/L)	EP %
	Awal	Akhir		
Kontrol	16,20	11,00	5,20	32,10%
1	16,20	2,67	13,53	83,54%
2	16,20	4,67	11,53	71,19%
3	16,20	5,33	10,87	67,08%

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa, pada kontrol (tanpa pemberian EM4) terjadi penurunan kadar minyak dan lemak sebesar 5,20 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 32,10%, penurunan kadar minyak dan lemak diduga terjadi karena adanya proses filtrasi yang dilakukan biofilter. Winata *et al* (2012) menyatakan adanya air buangan yang melalui media kerikil yang terdapat

pada media biofilter mengakibatkan timbulnya lapisan lendir yang menyelimuti kerikil atau yang disebut juga biological film, limbah cair yang masih mengandung zat organik yang belum teruraikan pada bak pengendap bila melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis.

Sedangkan pada biofilter yang diberikan perlakuan (pemberian EM4)

terjadi penurunan kadar minyak dan lemak sebesar P1 : 13,53 mg/L, P2 : 11,53 mg/L, P3 : 10,87 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 67-83%, dengan adanya pemberian EM4 pada biofilter terbukti dapat mempercepat proses penurunan kadar minyak dan lemak. Ardiningtyas (2013) menyatakan bahwa bahan-bahan organik dapat difermentasikan dalam waktu yang singkat oleh EM4. Hal ini diduga karena EM4 sudah menyediakan mikroorganisme pendegradasi limbah yang dapat mempercepat pengolahan. Lisva (2019) menyatakan bahwa EM4 bersifat fermentatif dan sintetik terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu, bakteri fotosintetik, jamur

fermentasi, *Lactobacillus* sp, *Actinomycetes* dan ragi. Biofilter sudah bisa langsung mengolah limbah cair rumah makan, dan tidak menunggu mikroorganisme tumbuh secara alami pada biofilter. EM4 lebih mampu mendegradasi senyawa-senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair dan lebih cepat dari pada hanya menggunakan mikroorganisme alami yang terdapat didalam limbah cair tersebut (Lisva, 2019).

Untuk membuktikan adanya pengaruh penggunaan EM4 pada biofilter maka dilakukan uji ANOVA. Hasil uji ANOVA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. ANAVA Parameter Minyak dan lemak

Minyak dan Lemak	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F Hit	$\frac{F \text{ Tabel}}{0,05}$
Perlakuan	114,917	3	38,306	11,786	4,07
Galat	26,000	8	3,250		
Total	140,917	11			

Berdasarkan uji tersebut dapat dilihat F Hitung $11,786 > F \text{ Tabel } 4,07$, yang artinya penggunaan EM4 berpengaruh nyata dalam menurunkan kadar minyak dan lemak. Selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan signifikan antarperlakuan.

Berdasarkan analisis uji lanjut (Tabel 4), tidak ada perbedaan yang signifikan antarperlakuan, namun perbedaan signifikan terdapat pada kontrol dengan P1, kontrol dengan P2, dan kontrol dengan P3.

Tabel 4. Hasil uji BNT Minyak dan lemak

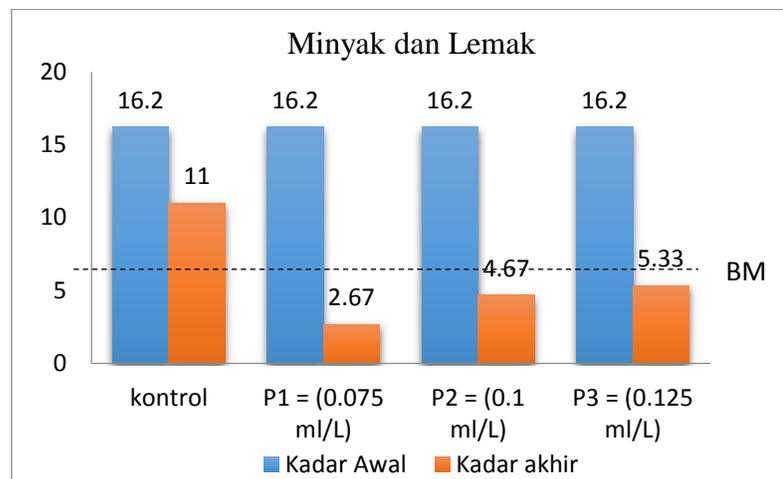
Perlakuan	Nilai Perbedaan Nyata	Sig.	Keterangan	
Kontrol	P1	8.33333*	0.000	Berbeda signifikan
	P2	6.33333*	0.003	Berbeda signifikan
	P3	5.66667*	0.005	Berbeda signifikan
P1	Kontrol	-8.33333*	0.000	Berbeda signifikan
	P2	-2.00000	0.211	Tidak berbeda signifikan
	P3	-2.66667	0.108	Tidak berbeda signifikan
P2	Kontrol	-6.33333*	0.003	Berbeda signifikan
	P1	2.00000	0.211	Tidak berbeda signifikan
	P3	-0.66667	0.663	Tidak berbeda signifikan
P3	Kontrol	-5.66667*	0.005	Berbeda signifikan
	P1	2.66667	0.108	Tidak berbeda signifikan
	P2	0.66667	0.663	Tidak berbeda signifikan

Tanda bintang(*) pada kolom Nilai Perbedaan Nyata menunjukkan perbedaan signifikan

Tidak adanya perbedaan signifikan antarperlakuan diduga karena kadar/dosis EM4 yang digunakan pada P1, P2, dan P3 tidak jauh berbeda yaitu 0.075, 0.1, dan 0.125 ml/L. Setelah dilakukan uji lanjut diketahui bahwa perlakuan

terbaik adalah P1 dengan kadar EM4 0,075 ml/L, yang memiliki nilai signifikan terendah yaitu 0,000.

Penurunan kadar minyak dan lemak dari setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar 1.

**Gambar 1.** Histogram Hasil Analisis Parameter Minyak dan lemak

Penurunan minyak dan lemak ini diduga terjadi karena adanya pemanfaatan minyak dan lemak yang dilakukan oleh mikroorganisme yang ada pada EM4. Ramlan (2017), menyatakan mikroorganisme di dalam EM4 memerlukan bahan organik untuk mempertahankan hidupnya seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral lainnya. Penurunan minyak dan lemak juga diduga karena adanya bakteri yang mampu menghidrolisis minyak dan lemak ini menjadi senyawa yang lebih sederhana. Purwanti (2018) menyatakan dalam reaksi hidrolisa minyak dan lemak akan dirubah menjadi asam lemak bebas gliserol. Menurut Retnosari dan Maya (2013), mikroorganisme menguraikan limbah organik menjadi senyawa organik sederhana dengan mengkonversinya menjadi bentuk gas karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), hidrogen (H₂) dan hidrogen sulfida (H₂S), serta air (H₂O).

Menurut Lisva (2019) pada proses pengolahan anaerob zat organik kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein mengalami dekomposisi sehingga menghasilkan gas metan dan karbondioksida, sebagai berikut :

Senyawa Organik --Mikroba-->
 $CH_4 + CO_2 + H_2 + NH_3 + H_2S$

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, mikroba aerob sangat berperan dalam melakukan proses oksidasi. Pertumbuhan mikroba yang bersifat aerob disebabkan oleh penambahan EM4. Proses oksidasi sempurna oleh mikroba terhadap bahan organik dalam limbah akan menghasilkan CO₂, H₂O, dan energi. Menurut Lisva (2019) proses oksidasi menyebabkan terjadinya penguraian amonia dan untuk meningkatkan kadar oksigen yang rendah.

Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

Uji kelulushidupan ikan berguna sebagai uji kualitas limbah cair rumah makan terhadap ikan, sehingga dapat dialirkan keperairan umum. Hasil pengolahan limbah cair rumah makan menggunakan EM4 dalam biofilter yang diujikan pada ikan patin (*Pangasius sp.*) sudah mendukung untuk kehidupan ikan. Hal ini diketahui dari uji biologis yang dilakukan menunjukkan hasil persentase kelulushidupan ikan patin (*Pangasius sp.*) selama pengamatan berada diatas 50%. Berikut data persentase kelulushidupan ikan patin yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Persentase Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

Tabel 8. Hasil Persentase Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius sp.*)

Perlakuan	Ikan awal (ekor)	Ikan mati hari ke-					Ikan hidup (ekor)	Persentase kelulushidupan ikan (%)
		1	2	3	4	total		
Kontrol	15	-	-	-	-	0	15	100,00
P1	15	-	-	-	-	0	15	100,00
P2	15	-	-	-	-	0	15	100,00
P3	15	-	-	-	-	0	15	100,00

Berdasarkan Tabel 8, persentase kelulushidupan ikan patin pada kontrol dan semua perlakuan adalah 100%. Hal ini terjadi diduga karena hasil pengolahan limbah cair menggunakan kombinasi biofilter anaerob-aerob sudah cukup baik dalam mengurangi / mereduksi bahan pencemar pada limbah, mengacu pada hasil pengukuran kualitas air dan juga pada penelitian penelitian sebelumnya. DO dengan kadar sebesar 3,35-6,82 mg/L, suhu dengan kadar sebesar 27,6-29,6 °C, dan pH dengan kadar sebesar 6,3-7,3 yang mana sudah mendukung untuk kehidupan ikan. Kordi (2005) menyatakan bahwa air yang digunakan untuk pemeliharaan ikan patin harus dalam keadaan baik, yaitu suhu air berkisar antara 25 – 33 °C, pH air 6,5 – 9,0, dan Oksigen terlarut (DO) antara 3 - 7 mg/L. Manurung *et al* (2018) menyatakan dengan menggunakan kombinasi biofilter anaerob-aerob dalam mengolah limbah cair sagu, didapatkan presentase kelulushidupan ikan mas adalah sebesar 93,3%. Sitepu *et al* (2018) juga menyatakan ikan nila dapat hidup dalam limbah cair pabrik

kelapa sawit yang sudah diolah dengan biofilter anaerob - aerob, dengan presentase kelulushidupan ikan selama pengamatan adalah 100%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengolahan limbah cair rumah makan dengan pemberian EM4 pada biofilter mampu menurunkan kadar minyak dan lemak lebih cepat dibandingkan tanpa pemberian EM4. Kadar EM4 yang paling optimal dalam menurunkan kadar minyak dan lemak adalah 0,075 ml/L, yang mampu menurunkan minyak dan lemak dari 16,20 mg/L sampai 2,67 mg/L dengan efektivitas penurunan mencapai 83,54%.

Saran

Pada penelitian ini tidak dilakukan penelitian lebih lanjut atau analisis tentang kandungan bakteri yang terdapat pada limbah cair rumah makan, apakah pada limbah cair rumah makan banyak mengandung bakteri baik atau justru banyak mengandung

bakteri yang buruk untuk kelangsungan hidup organisme perairan lainnya. Maka dari itu disarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan bakteri tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiningtyas, T. R. 2013. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganism 4 (Em4)* Dan Molase Terhadap Kualitas Kompos Dalam Pengomposan Sampah Organik Rsud Dr. R. Soetrasno Rembang. Skripsi. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Kordi K, M. G. H. 2005. Budidaya Ikan Patin. Biologi. Pembelian dan Pembesaran. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Lisva, A. T., S. Harahap., dan E. Purwanto. 2019. Pengaruh Penggunaan *Effective Microorganisms 4 (EM4)* pada Biofilter untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Fosfat Limbah Cair Industri Sagu. Jurnal Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Manurung, E. I., S. Harahap., dan E. Purwanto. 2018. *The Effectiveness of combined anaerob-aerob biofilters and phytoremediation using Pistia stratiotes for reducing TSS and Ammonia content in Sago Industrial Liquid Waste*. Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Munawaroh, U., M. Sutisna., dan K. Pharmawati. 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM4) serta Pemanfaatannya. Jurnal Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Purwanti, Y. I., M. M. Fuzie, dan Haryono. 2018. Pengaruh Komposisi Campuran Perasan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) terhadap Kadar Minyak dan Lemak pada Limbah Cair Dapur. Tesis. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan. Yogyakarta.
- Ramlan, M. 2017. Keefektifan EM-4 (*Effective Microorganism-4*) dalam Menurunkan *Chemical Oxygen Demand (COD)* Limbah Cair Industri Batik. Program Studi Kesehatan

- Masyarakat. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Retnosari, A. dan Maya, S. 2013. Kemampuan Isolat *Bacillus* sp. Dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni POMTS.*, 2(1) ; 7-11 Hal.
- Sitepu, K. S., S. Harahap., dan E. Purwanto. 2018. Efektivitas Biofilter dalam Menurunkan Kadar TSS dan Amonia Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.*
- Winata, C., B. Sugito, dan M. A. Hendrawan. 2012. Analisa Komposit Arang Kayu dan Arang Sekam Padi pada Rekayasa Filter Air. *Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Yulanda, F., S. Harahap., dan E. Purwanto. 2020. Pengaruh *Effective Microorganism-4* (EM4) dalam Biofilter untuk Menurunkan Kadar TSS dan Amoniak pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan. *Jurnal Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.*