

JURNAL

**EFEKTIVITAS BIOFILTER BERMEDIA BOTOL PLASTIK DENGAN
LUAS PERMUKAAN BERBEDA DALAM MENURUNKAN KADAR
MBAS (*Methylen Blue Active Substance*) DAN FOSFAT PADA LIMBAH
CAIR LAUNDRY**

**OLEH
FIRMAN SYAH**



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

Efektivitas Biofilter Bermedia Botol Plastik dengan Luas Permukaan Berbeda dalam Menurunkan Kadar MBAS (*Methylen Blue Active Substance*) dan Fosfat pada Limbah Cair *Laundry*

Oleh :

Firman Syah¹⁾, M.Hasbi²⁾, 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

Koresponden:fsyah2327@gmail.com

Abstrat

Botol plastik bekas dapat digunakan untuk media biofilter karena mikroorganisme dapat menempel di permukaan botol. Untuk mengetahui Pengaruh biofilter bermedia botol plastik bekas dengan jumlah berbeda dalam menurunkan kadar MBAS dan fosfat pada limbah cair *laundry*, Sebuah penelitian telah dilaksanakan pada Oktober-Desember 2019. Ada 3 perlakuan, yaitu jumlah botol 25 dengan luas permukaan 11.540 cm², 50 dengan luas permukaan 23.080 cm² dan 75 dengan luas permukaan 34.619 cm², masing-masing 3 kali ulangan. Untuk menumbuhkan biofilm maka air dialirkan secara kontinyu selama 25 hari. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas MBAS masing masing adalah 56.3%, 73.7% dan 80.9%. Sedangkan efektivitas dari fosfat masing masing adalah 54.9%, 73.3% and 85.0%. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa biofilter bermedia botol plastik dengan luas permukaan berbeda dapat menurunkan konsentrasi MBAS dan fosfat dalam limbah cair *laundry* dan hasil dari P3 memberikan hasil yang terbaik.

Kata kunci: *anaerob, bakteri, manajemen limbah, penggunaan botol plastik bekas*

The effectiveness of used plastic bottles as media in the biofilter for reducing MBAS and phosphate in the laundry liquid waste

By:

Firman Syah¹⁾, M.Hasbi²⁾, 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

Koresponden:fsyah2327@gmail.com

Abstract

Used plastic bottles can be used for biofilter media as microorganism may attach in the bottle surface. To understand the effectiveness of the number of plastic bottles in the anaerob tank in reducing MBAS and phosphate in laundry waste, a research has been done in October-December 2019. This research uses used plastic bottles with 11 cm height and 6 cm diameter. There were 3 treatments applied, namely P₁ (25 bottles) with surface area 11.540 cm², P₂ (50 bottles) with surface area 23.080 cm² and P₃ (75 bottles) with surface area 34.619 cm², 3 replications in each treatments. The seeding time of the biofilm was 25 days. The effectiveness of MBAS decrement was 56.3%, 73.7% and 80.9% in P₁, P₂, and P₃ respectively. While the effectiveness of phosphate decrement was 54.9%, 73.3% and 85.0% in P₁, P₂, and P₃ respectively. Based on data obtained, it can be concluded that the biofilter that was completed with plastic bottles was able to reduce the MBAS and phosphate in the laundry liquid waste and P₃ provided the best result.

Keywords: anaerob, bacteri, waste management, plastic bottle re-use

PENDAHULUAN

Jasa *laundry* banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pencuci di karenakan deterjen mempunyai sifat-sifat pembersih yang efektif di bandingkan dengan sabun biasa. Zat utama yang terkandung dalam deterjen adalah senyawa ionik berupa natrium tripolifospat yang berfungsi sebagai builder dan surfaktan (Wardhana *et al.*, 2009). Munculnya banyak usaha *laundry* di Kota Pekanbaru memberi peran yang besar terhadap pencemaran badan air di Kota Pekanbaru dan sekitarnya. Jika tidak ditangani dengan baik, masalah limbah *laundry* dapat menjadi ancaman yang serius bagi perairan.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan di An-Nisa *laundry* yang menjadi tempat penelitian didapatkan data bahwa usaha tersebut rata-rata mencuci kain ± 60 kg/hari dan penggunaan deterjen $\pm 1,5$ kg/hari, dimana air yang digunakan untuk pencucian kain berasal dari sumur bor, dalam waktu 1 hari rata-rata penggunaan air sekitar ± 1500 L. apabila dikaji dalam perbulannya, maka total pakaian yang dicuci oleh An-Nisa *laundry* sebanyak ± 1.800 kg/bulan dan deterjen 45 kg, sedangkan air 45.000 liter.

Pada kenyataannya limbah cair dari hasil pencucian dibuang langsung kelingkungan tanpa di proses terlebih dahulu. Mungkin saat ini dampaknya belum terasa, tetapi dalam jangka panjang akan menimbulkan berdampak yang serius. Salah satu dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh limbah cair *laundry* antara lain dapat menyebabkan diare, penyakit kulit seperti gatal-gatal, kudis dan kurap akibat iritasi kulit sedangkan bagi lingkungan dapat mencemari tanah,

mencemari air, menyebabkan bau yang tidak sedap, serta dapat menyebabkan kerusakan ekosistem lingkungan terutama pada lingkungan perairan (Hidayati, 2014).

Kadar fosfat yang terdapat di dalam limbah cair *laundry* memiliki konsentrasi yang sangat tinggi melebihi batas baku mutu air limbah yaitu mencapai 253,03 mg/L (Puspitahati, 2012). Bila keberadaan unsur fosfat berlebihan di suatu perairan akan mengakibatkan terjadinya proses eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan pengkayaan unsur hara yang tinggi menyebabkan air menjadi keruh dan berbau, akibat dari pembusukan tumbuhan (Widiyanti, 2010)

Selain fosfat limbah cair *laundry* juga mengandung kandungan MBAS (*surfaktan*) yang dapat membahayakan lingkungan perairan. Keberadaan busa-busa di permukaan air diduga menyebabkan menurunnya oksigen terlarut dalam air tidak bisa bertambah karena hubungan dengan udara bebas terhambat. Dengan demikian organisme dalam badan air akan mati bukan karena keracunan namun karena kombinasi kerusakan organ pernapasan dan kekurangan oksigen. Selain merusak insang dan organ pernapasan ikan yang pada gilirannya dapat menyebabkan kematian ikan tersebut (Tugiyono, 2009)

Mengingat dari berbahayanya kandungan limbah cair *laundry* tersebut, maka sudah seharusnya limbah *laundry* ini diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan menggunakan biofilter merupakan salah satu alternatif usaha untuk menanggulangi dampak negatif dari

limbah cair *laundry* tersebut. Biofilter yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan sistem kontinyu yaitu dengan memakai suatu reaktor biologis *film*-tetap (*fixedfilm*) yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai pereduksi bahan organik, anorganik pada limbah cair *laundry* dan menggunakan media dari botol plastik yang berfungsi sebagai tempat media tumbuhnya mikroorganisme.

Menurut Silalahi (2012) botol plastik bekas merupakan bahan anorganik yang mempunyai sifat sesuai dengan syarat media filter yang ideal yaitu keras, kuat dan tahan lama. Selain itu botol plastik bekas memiliki bentuk permukaan yang kasar, dimana media dengan permukaan yang kasar memberikan peluang lebih cepat untuk melekatnya bakteri. Oleh karena itu plastik bekas minuman menjadi salah satu bahan yang bisa dijadikan sebagai media dalam pengolahan limbah cair.

Biofilm merupakan salah satu bentuk teknologi pengolahan limbah cair. Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselubungi oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri (Metcalf dan Eddy, dalam Saputra, 2013). Dengan adanya biofilter yang terdiri dari campuran serat plastik, diharapkan akan terbentuk biofilm dan membantu dalam menurunkan kandungan MBAS dan fosfat dalam air limbah.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang

terdiri dari 3 taraf perlakuan dan 3 ulangan. Penelitian ini memiliki suatu percobaan yaitu biofilter anaerob dengan media botol plastik yang terdiri 3 taraf perlakuan variasi jumlah botol plastik yaitu 25 botol plastik (P1) dengan luas permukaan 11.540 cm^2 , 50 botol plastik (P2) dengan luas permukaan 23.080 cm^2 dan 75 botol plastik (P3) dengan luas permukaan 34.619 cm^2 . Setiap perlakuan pada masing-masing botol plastik dilakukan 3x ulangan dan satu kontrol, sehingga unit percobaan berjumlah 10 unit. Hasil dari analisis MBAS dan fosfat yang terkandung dalam limbah *laundry* dibandingkan dengan literatur terkait dan disamping itu disimpulkan juga data primer yang didapat dilapangan.

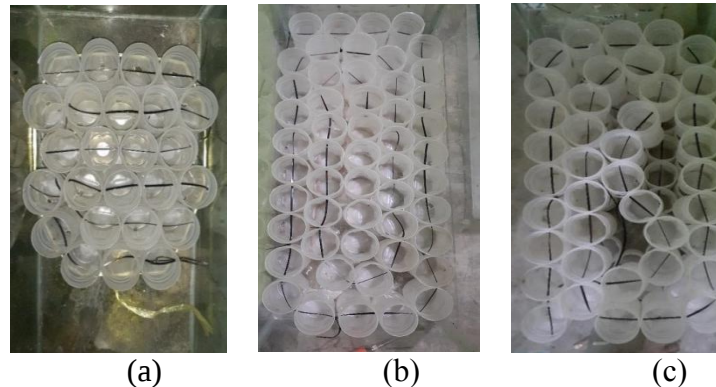
Prosedur Penelitian

Media yang digunakan dalam pembuatan biofilter adalah botol plastik bekas minuman soya kedelai. Pertama botol dicuci hingga bersih, kemudian bagian atas botol di potong dan untuk bagian sisi botol dilubangi menggunakan solder dengan diameter 1cm sebanyak 6 titik. Melubangi ini bertujuan agar limbah dapat mengalir dengan lancar. Botol dirangkai menggunakan *cable tie*, ini bertujuan agar botol rapi dan tidak terpisah-pisah. Jumlah botol yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 450 buah botol. Penelitian ini terdiri dari tiga rangkaian botol yang berbeda, yaitu rangkaian botol plastik 25 buah, rangkaian botol plastik 50 buah, rangkaian botol plastik 75 buah.

Botol soya memiliki tinggi 11 cm dan diameter 6 cm sehingga memiliki luas permukaan $461,58 \text{ cm}^2$, sehingga luas permukaan perlakuan 25 buah botol plastik yaitu 11.540 cm^2 , 50 buah botol plastik

yaitu 23.080 cm² dan 75 buah botol plastik yaitu 34.619 cm². Jumlah botol plastik ini ditentukan berdasarkan luas aquarium. Aquarium yang digunakan pada penelitian ini berukuran 60x30x25 cm dengan kapasitas 54 L. Rangkaian botol plastik yang sudah

dibuat kemudian dimasukkan kedalam aquarium. Pada bagian atas rangkaian botol plastik diberi pemberat dari batu yang dibungkus dengan plastik yang berfungsi menahan rangkaian agar tidak mengambang.



Gambar 1. (a) Rangkaian botol plastik 25 buah, (b) Rangkaian botol plastik 50 buah, (c) Rangkaian botol plastik 75 buah

Proses pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan biofilter terlebih dahulu air limbah *laundry* dimasukan ke dalam bak penampung sebanyak 2 buah. Air limbah tersebut kemudian dialikan ke setiap aquarium secara kontinyu dengan arah aliran dari bawah ke atas (*up flow*).

Analisis Data

Data konsentrasi MBAS dan fosfat yang diperoleh disajikan dalam bentuk gambar kemudian dibandingkan dengan baku mutu air (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014). Untuk melihat perbedaan penurunan kadar MBAS dan fosfat antar perlakuan, dilakukan dengan uji one way anova dengan bantuan software SPSS versi 22. Untuk mengetahui efektifitas penurunan MBAS dan fosfat mengacu pada persamaan Nurimaniwathy et al, (2004), yaitu:

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

Keterangan :

EP : nilai efektifitas biofilter

C_{in} : kadar awal MBAS dan fosfat

C_{out} : kadar akhir MBAS dan fosfat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penurunan Konsentrasi MBAS (*Methylen Blue Active Substance*)

Kadar MBAS pada kontrol yaitu 11,56 mg/L. Baku mutu untuk kadar MBAS menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 yaitu 3 mg/L. Hasil yang didapat pada kontrol tergolong tinggi karena melebihi batas baku mutu. kandungan MBAS yang tinggi dapat membahayakan lingkungan perairan. Keberadaan busa-busa dipermukaan air diduga menyebabkan menurunnya oksigen terlarut dalam air tidak bisa bertambah karena hubungan dengan udara bebas terhambat. Dengan

demikian organisme dalam badan air akan mati bukan karena keracunan namun karena kombinasi kerusakan organ pernapasan dan kekurangan oksigen. Selain merusak insang dan organ pernapasan ikan yang pada gilirannya dapat menyebabkan kematian ikan tersebut (Tugiyono, 2009).

Hasil analisis pengukuran konsentrasi MBAS pada limbah *laundry* setelah melalui proses pengolahan secara anaerob terjadi penurunan kadar MBAS. Hasil analisis limbah cair *laundry* berdasarkan parameter MBAS dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar MBAS

Perlakuan	Ulangan	Intlet	Outlet	Penurunan	Efektifitas (%)
Kontrol		11,56	9,67	1,89	16,34
P1	1	11,50	5,21	6,29	54,69
	2	11,74	4,95	6,79	57,83
	3	11,47	5,01	6,46	56,32
Rata-rata		11,57	5,50	6,51	56,28
P2	1	11,13	3,02	8,11	72,86
	2	11,75	3,15	8,60	73,19
	3	11,54	2,86	8,68	75,21
Rata-rata		11,47	3,01	8,46	73,75
P3	1	11,23	2,12	9,11	81,12
	2	11,56	2,35	9,21	79,67
	3	11,77	2,11	9,66	82,07
Rata-rata		11,52	2,19	9,32	80,95

Berdasarkan tabel 1, setelah melewati biofilter (outlet) kadar MBAS turun menjadi 2,11 – 5,21 mg/L dan sudah berada dibawah baku mutu. Rata-rata penurunan MBAS berkisar antara 6,44 – 8,94 mg/L dengan rata-rata efektivitas penurunan sebesar 56,28 -80,95 %. Penurunan ini diduga karena adanya peranan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah cair *laundry*

Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Gabriel Bitton dalam Herlambang (2005) yaitu bakteri merupakan mikroorganisme paling dominan di dalam proses pengolahan secara anaerob maupun aerob. Semakin banyak jumlah dan jenis mikroorganisme maka akan lebih

efektif di dalam menurunkan kandungan zat organik maupun anorganik pada limbah cair *laundry*.

Pada proses biologis akan membentuk lapisan *biofilm* yang melekat pada media biofilter sebagai oksidator yang akan menyebabkan bahan organik terlarut mengalami reaksi, oksidasi dan reduksi dengan bantuan mikroorganisme, hal ini akan membantu proses penurunan kandungan deterjen dengan cara memanfaatkan bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam limbah *laundry* pada saat limbah cair melewati unit biofilter (Miawan, 2010).

Selanjutnya untuk melihat apakah ada pengaruh luas permukaan botol plastik yang berbeda pada pengolahan limbah cair *laundry*

untuk menurunkan kadar MBAS, maka dilakukan uji ANOVA. Berdasarkan uji ANOVA didapatkan nilai $F_{hitung}(2317,913) > F_{tabel} 5\%$ (4,07) yang berarti H_1 diterima dan H_0 ditolak. Ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh luas permukaan botol plastik yang berbeda pada pengolahan limbah cair *laundry* terhadap penurunan kadar MBAS.

Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (lampiran 12) menunjukkan bahwa kontrol berbeda nyata terhadap P1, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 95%. Pada P1 berbeda nyata dengan kontrol, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 95%. P2 menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, P1 dan P3 pada tingkat kepercayaan 95%. P3 berbeda nyata dengan kontrol, P1 dan P2 pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil Penurunan Konsentrasi Fosfat

Kadar fosfat pada kontrol yaitu 10,21 mg/L. Baku mutu untuk kadar
Tabel 2. Hasil Pengukuran Kadar Fosfat

Perlakuan	Ulangan	Intlet	Outlet	Penurunan	Efektifitas (%)
Kontrol		10,21	8,78	1,43	14,00
P1	1	10,37	4,56	5,81	56,02
	2	10,22	5,13	5,09	49,80
	3	10,28	4,22	6,06	58,94
Rata-rata		10,29	4,63	5,65	54,92
P2	1	10,22	2,78	7,44	72,79
	2	10,12	2,31	7,81	77,17
	3	10,45	3,15	7,30	69,85
Rata-rata		10,26	2,74	7,51	73,27
P3	1	10,29	1,53	8,76	85,13
	2	10,46	1,77	8,69	83,07
	3	10,27	1,34	8,93	86,95
Rata-rata		11,34	1,54	8,79	85,05

Berdasarkan tabel 2, setelah melewati biofilter (outlet) kadar

fosfat menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 yaitu 2 mg/L. Hasil yang didapat pada kontrol tergolong tinggi karena melebihi batas baku mutu. Fosfat memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai softener air. Bahan ini mampu menurunkan kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium. Softener dapat meningkatkan kemampuan dari daya cuci deterjen. Masuknya fosfat yang tinggi kedalam perairan akan menyebabkan pengkayaan unsur fosfat sehingga menyebabkan pertumbuhan jumlah organisme tertentu yang dominan akan terjadi serta membahayakan organisme lain (Rahmawati, 2008).

Hasil analisis pengukuran konsentrasi fosfat pada limbah *laundry* setelah melalui proses pengolahan secara anaerob erjadi penurunan kadar fosfat. Hasil analisis limbah cair *laundry* berdasarkan parameter fosfat dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

fosfat turun menjadi 1,34 – 5,13 mg/L dan sudah berada dibawah

baku mutu. Rata-rata penurunan fosfat berkisar antara 5,65 – 8,79 mg/L dengan rata-rata efektivitas penurunan sebesar 54,92 – 85,05%. Penurunan fosfat disebabkan karena adanya proses biologi dengan memanfaatkan mikroorganisme yang menempel atau melekat pada dinding botol plastik.

Penurunan fosfat sama dengan proses penurunan MBAS. Penurunan fosfat dengan memanfaatkan aktifitas metabolisme bakteri anaerob. Proses penguraian bahan organik yang terlarut dalam limbah cair laundry dimanfaatkan oleh bakteri sebagai energi (bahan nutrisi) dalam pertumbuhan dan keberlangsungan hidupnya. Sesuai dengan pendapat Ginting (2007) bahwa bahan-bahan organik dalam air limbah dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energinya.

Seperti pada penurunan MBAS, bakteri yang melakukan proses penguraian bahan organik dalam limbah cair laundry adalah bakteri yang melekat atau menempel pada dinding botol plastik. Bakteri yang melekat pada dinding botol akan berkembangbiak sehingga membentuk lapisan biofilm pada media dan melakukan proses penguraian terhadap senyawa organik yang terlarut. Agar proses penguraian terjadi, senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair laundry harus dapat berdifusi kedalam lapisan biofilm, jika tidak maka senyawa organik tersebut akan terbawa aliran air dalam reaktor biofilter. Sesuai dengan pendapat Saputra (2013) yang menyatakan senyawa organik dalam bentuk yang terlarut berdifusi kedalam lapisan biofilm dan mengalami penguraian.

Bakteri yang ada dalam limbah cair laundry melekat pada media

biofilter akibat aliran air dalam reaktor biofilter, aliran air mengalir secara kontinyu sehingga membentuk biofilm. Bakteri yang menempel pada media akan terus tumbuh seiring dengan tersedianya nutrisi dari bahan organik yang berdifusi kedalam biofilm sehingga kandungan bahan organik juga akan berkurang. Selain itu bakteri bakteri akan menguraikan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang lebih sederhana akan lebih mudah digunakan bakteri sebagai nutrisi bagi berlangsungnya metabolisme bakteri. Suwahdendi (2016) menyatakan selama proses pengolahan limbah, bakteri akan melakukan aktifitas metabolisme untuk tumbuh dan berkembangbiak. Bakteri menggunakan enzim ekstraseluler dalam pemecahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Selanjutnya untuk melihat apakah ada pengaruh luas permukaan botol plastik yang berbeda pada pengolahan limbah cair laundry untuk menurunkan kadar fosfat, maka dilakukan uji ANOVA. Berdasarkan uji ANOVA didapatkan nilai $F_{hitung}(276,832) > F_{tabel} 5\% (4,07)$ yang berarti H_1 diterima dan H_0 ditolak. Ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh luas permukaan botol plastik yang berbeda pada pengolahan limbah cair laundry terhadap penurunan kadar fosfat.

Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (lampiran 12) menunjukkan bahwa kontrol berbeda nyata terhadap P1, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 95%. Pada P1 berbeda nyata dengan kontrol, P2 dan P3 pada tingkat kepercayaan 95%. P2 menunjukkan berbeda nyata dengan kontrol, P1 dan P3 pada tingkat

kepercayaan 95%.P3 berbeda nyata dengan kontrol, P1 dan P2 pada tingkat kepercayaan 95%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang didasarkan pada tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- Penggunaan biofilter bermedia botol plastik bekas dengan luas permukaan yang berbeda memberikan efektif yang nyata terhadap penurunan kadar MBAS dan fosfat dibawah baku mutu.
- Perlakuan yang terbaik pada penelitian ini terdapat pada perlakuan ketiga dengan luas permukaan 1384.74 cm² (75 botol) dengan rata-rata efektivitas MBAS 80,95% dan fosfat 85,05%.

Saran

Penelitian ini menggunakan biofilter sistem anaerob, dimana sistem anaerob menghasilkan gas beracun seperti *hidrogen sulfida* dan *amoniak*, sehingga memberikan racun terhadap perairan tersebut. Dan untuk menyempurnakannya perlu dilakukan biofilter gabungan anaerob dan aerob agar hasilnya lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi. 2012. Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing : Yogyakarta.
- Apriyani, N. 2007. Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Cair *Laundry*. Media Ilmu Teknik Lingkungan. 2(1) Februari 2017:37-34.
- Ayuningtyas, 2009. Proses Pengolahan Limbah Cair di RSUD Dr. Moewardi, Surakarta.Laporan Khusus, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 10-11.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 54 hal...
- Fardiaz. 2008. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. hal 23 hal.
- Ginting, P. 1995. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Hadiwidodo, M. 2012. Pengolahan Air Lindi dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland. Jurnal Presipitasi. 9 (2): 84-95
- Herlambang, A. 2002. Pengaruh Pemakaian Biofilter Struktur Sarang Tawon Pada Pengolahan Limbah Organik Sistim Kombinasi Anaerobik-Aerobik (Studi Kasus Limbah Tahu dan Tempe). Disertasi Intitut Pertanian Bogor, 304 hal
- Hidayati, R. 2014. Efektivitas Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor-Aanaerobic Filter (ABR-AF) Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair PT XXX. Skripsi.Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Hudori. 2008. Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Elektrokoagulasi. Skripsi.Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Indriyati. 2005. Proses Pembenihan dan Aklimatisasi pada Reaktor Tipe Fixed Bed. Penelitian di

- Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penrapar Teknologi. Jakarta
- Mardiana, M. Y. A. 2007. Pengolahan yang Tepat bagi Limbah Cair.
- Miawan. B. H. 2010. Efektivitas Saringan Pasir dan Tumbuhan Air Alang-Alang serta Kiambang Untuk Menurunkan Konsentarsi Amoniak dan BOD dalam Limbah Cair Industri Tahu. Skripsi. Universitas Riau.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah
- Puspitahati. 2012. Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat. Surabaya.
- Rahmawati, D. I. 2008. Penurunan Kandungan Fosfat pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu: Studi Kasus Limbah Cair Industri *Laundry* Lumintu Tembalang, Semarang. Jurnal Teknik. Vol. 30. No.2.
- Said, N. I. 2005. Penggunaan Serat Plastik Pada Proses Biofilter Tercelup untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Non Toilet. Jurnal Agronomi Indonesia. 1 (2): 143-156.
- Saputra, A. 2013. Efektivitas Biofilter Anaerob Aerob untuk Menurunkan Kadar TSS Pada Limbah Cair RPH. Universitas Riau. Pekanbaru
- Silalahi, 2012 dalam Mardiana, 2013. Penggunaan Biofilter dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Penurunan Nitrat dan Fosfat dalam Limbah Cair Tahu untuk Media Hidup Ikan. Skripsi. Universitas Riau.
- Suwahdendi, M. P. 2016. Efektifitas Batu Vulkanik dan Arang Sebagai Media Filter Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Sistem Pengolahan Constructed Wetland. Universitas Udayana. Denpasar
- Tugiyono 2009. Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Madu Plantation Lampung Dengan Analisis Biomarker: Indeks Fisiologi Dan Perubahan Histologi Hati Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) J.Sains MIPA, 15: 42-50.
- Wardhana, I. W, D. S. Handayanai dan D. I. Rachmawati. 2009. Penurunan Kandungan Phosphate pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu: Studi Kasus Limbah Cair Industri Laundry Lumintu Tembalang, Semarang. Jurnal teknik 3(30): 36-51.
- Widiyanti, A. 2009. Dampak dan Pengolahan Limbah Detergen, Program Studi Kesehatan Masyarakat Veterener, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor