
EFEKTIFITAS MEDIA BIOFILTRASI ANAEROB UNTUK MENDEGRADASI BAHAN ORGANIK PADA LIMBAH CAIR PENCUCIAN IKAN

Umi Hafilda Salamah dan Tuhu Agung Rahmanto

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: tekpro611@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan biofiltrasi anaerob dengan variasi jenis media dan waktu tinggal secara sistem batch. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektifitas reaktor biofilter anaerob dalam mendegradasi beban pencemar serta mencari variasi jenis media dan waktu tinggal terbaik untuk dilanjutkan ke sistem kontinyu. Dari penelitian ini hasil optimal yang didapatkan pada sistem batch adalah BOD 87,4%, COD 89,2%, TSS 87,5% dengan waktu tinggal 16 hari pada jenis media bioball. Namun, $\text{NH}_3\text{-N}$ tidak dapat dihilangkan dalam kondisi anaerob, sehingga $\text{NH}_3\text{-N}$ efektif di waktu tinggal 0 hari yaitu dengan efisiensi 34%. Persentase penyisihan pada sistem kontinyu bekerja stabil yaitu didapatkan efisiensi removal rata-rata BOD 85,8% COD 87,1%, dan TSS 75,8%.

Kata kunci: Biofilter Anaerob, Bahan Organik,, Limbah Pencucian Ikan

ABSTRACT

This research uses anaerobic biofiltration with various types of media and residence time in a batch system. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the anaerobic biofilter reactor in degrading the pollutant load and to find the variation of media type and the best residence time to be continued into a continuous system. From this study, the optimal results obtained in the batch system were BOD 87.4%, COD 89.2%, TSS 87.5% with a residence time of 16 days on the type of bioball media. However, $\text{NH}_3\text{-N}$ cannot be removed under anaerobic conditions, so $\text{NH}_3\text{-N}$ is effective at a residence time of 0 days with an efficiency of 34%. The percentage of removal in the continuous system is stable, that is, the average removal efficiency of BOD is 85.8%, COD is 87.1%, and TSS is 75.8%.

Keywords: Anaerobic Biofilter, Organic Material, Fish Washing Waste

PENDAHULUAN

Industri hasil perikanan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang cukup pesat, seperti di daerah pulau Jawa baik skala industri kecil sampai industri besar. Peningkatan hasil perikanan berbanding lurus dengan adanya aktivitas proses produksi industri menjadi sebuah produk dan limbah industri. Seperti pengolahan hasil perikanan menjadi petis ikan skala home industri di Kabupaten Sampang. Limbah cair industri perikanan salah satunya berasal dari hasil pencucian ikan yang tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang ke badan air sehingga menyebabkan bau yang tidak sedap di area lokasi tersebut. Salah satu solusi untuk mengurangi adanya pencemaran akibat limbah perikanan yaitu biofiltrasi anaerob.

Biofiltrasi anaerob dapat mengurai polutan organik menjadi gas karbon dioksida dan metana tanpa menggunakan blower serta mampu menghilangkan kandungan organik yang cukup tinggi. Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk meneliti penyisihan beban pencemar seperti BOD, COD, TSS, TDS dan Amonia-Nitrogen menggunakan Biofilter Anaerob. Biofilter merupakan reaktor yang dikembangkan dengan prinsip menumbuhkan dan mengembangkan mikroba pada media filter

Sebelum melalui proses Biofiltrasi Anaerob harus didahului dengan primary treatment yaitu Koagulasi-Flokulasi untuk meningkatkan efisiensi pengolahan dan menyisihkan TSS. Pada penelitian ini, akan menguji kemampuan dua media yang berbeda untuk mendapatkan variasi terbaik yaitu media bioball dan sarang tawon menggunakan sistem batch dengan variasi waktu tinggal dalam mendegradasi pencemar limbah cair pencucian ikan. Hasil terbaik dari sistem batch akan dilanjutkan ke sistem kontinu berdasarkan waktu sampling

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan reaktor biofiltrasi anaerob yang didahului proses koagulasi-flokulasi mulai bulan Maret-Juni 2021. Identifikasi penurunan diuji di Laboratorium Lingkungan jurusan Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur

A. Bahan yang digunakan pada penelitian ini :

- a. Limbah Cair Pencucian Ikan
- b. Bakteri Starter : EM4

- c. Koagulan *Poly Aluminium Chloride*
- d. Larutan gula

B. Desain Reaktor Biofilter Anaerob

1. Reaktor 1 = Media Bioball

Volume limbah = 40 liter

Dimensi reaktor

P X L X T = 52cm x 26cm x 30 cm

Fb = 3 cm

Jumlah media

- 1 liter = 143 gr = 53 bioball

- Volume ruang media

P x l x t = 14 x 26 x 18

= 10,3 liter

60% ruang media = 6 liter

Jumlah media = 310 bioball

2. Reaktor 2 = Media Sarang Tawon

Volume limbah = 40 liter

Dimensi reaktor

P X L X T = 52cm x 26cm x 30 cm

Fb = 3 cm

Jumlah media

- 60% ruang media

Media sarang tawon = 22 x 26 x 18

C. Kebutuhan Volume Koagulan

Dosis optimum koagulan = 200 ppm

Volume limbah pada bak koagulasi = 10 liter

Volume koagulan =

$$200 \text{ ppm} = \frac{\text{Vol. Koagulan}}{\text{Vol. Limbah}} \times \text{Larutan Koagulan}$$

$$200 \text{ ppm} = \frac{\text{Vol. Koagulan}}{10.000 \text{ mL}} \times \frac{3.000 \text{ mg}}{3 \text{ L}}$$

$$\text{Volume koagulan} = 2.000 \text{ mL} = 2 \text{ L}$$

D. Cara Kerja

Setelah mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian. Proses pertama dengan melakukan koagulasi-flokulasi, air olahan hasil koagulasi-flokulasi ditampung pada bak penampung awal lalu dipompa ke bak pengatur debit untuk dialirkan ke reaktor untuk proses *running*.

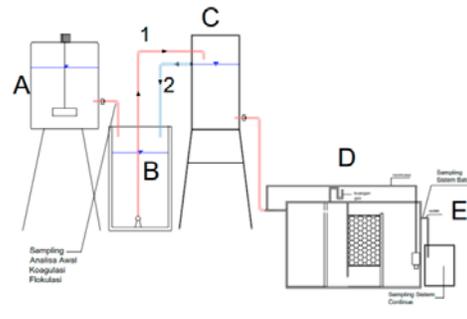
Sebelum *running* dilakukan *seeding* untuk menumbuh kembangkan bakteri pada media penyangga yang akan digunakan untuk mendegradasi beberapa parameter kandungan dalam limbah. Proses *seeding* sampai mikroorganisme tumbuh di media secara matang dan merata secara batch. Proses *seeding* dilakukan secara alami dengan menambahkan nutrisi. Pemantauan pertumbuhan biofilm dilakukan secara berkala sampai biofilm mulai menebal dan siap untuk diaklimatisasi.

Proses aklimatisasi dilakukan dengan tujuan agar didapatkannya kultur

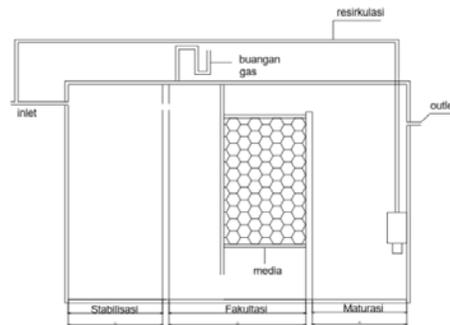
mikroorganisme yang stabil dan dapat beradaptasi dengan limbah cair yang diujikan. Lama proses seeding dan aklimatisasi sendiri memiliki tujuan untuk mendapatkan biofilm dalam kondisi yang *steady state*. Kondisi *steady state* adalah kondisi dimana penyisihan zat organik yang teremoval oleh mikroorganisme mendekati angka yang stabil atau konstan. Proses aklimatisasi dilakukan dengan cara mengalirkan limbah secara *continue* ke dalam reaktor dan mengganti secara bertahap air limbah penampungan hasil *seeding* dengan limbah air pencucian. Penggantian dilakukan dimulai dengan perbandingan 10 % secara bertahap sampai penggantian 100 %. Proses aklimatisasi diberhentikan pada saat efisiensi penyisihan COD telah stabil dan limbah yang tergantikan telah 100% air limbah cair pencucian ikan.

Setelah aklimatisasi selesai maka *running* penelitian dimulai, dengan menggunakan dua sistem yaitu sistem *batch* dan sistem *continue* tujuan dari sistem *batch* yaitu mencari variasi jenis media dan waktu tinggal terbaik. Hasil dari sistem *batch* dilanjutkan ke sistem *continue* untuk melihat kestabilan penurunan. Adapun parameter penelitian yang akan diteliti yaitu BOD, COD, Amonia-Nitrogen (NH₃-N), TSS dan TDS .

- *Running Batch*
 - a. Variabel tetap :
 - Limbah Cair Pencucian Ikan
 - Volume limbah : 40L
 - bakteri starter
 - Debit
 - b. Variabel bebas :
 - Jenis Media : Bioball dan Sarang tawon
 - Waktu tinggal : 0,4,8,12 dan 16 hari
 - c. Variabel Kontrol : pH = 5-8
- *Running Continue*
 - a. Variabel tetap :
 - Limbah Cair Pencucian Ikan
 - Volume limbah : 40L
 - bakteri starter
 - Debit : 2,5 L/hr
 - Variasi jenis dan waktu tinggal terbaik
 - b. Variabel bebas :
 - Waktu sampling : 0,12, 24, 36 dan 48 jam
 - c. Variabel Kontrol : pH = 5-8



Gambar -1. Ilustrasi Rancangan Peralatan Penelitian



Gambar -2. Ilustrasi Gambar reaktor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Kos Rungkut Asri Utara RL.3H No.29 Kecamatan Rungkut, Surabaya. Limbah cair yang digunakan adalah limbah pencucian ikan yang berada di Desa Juklanteng, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang. Limbah cair kemudian dilakukan analisis karakteristik limbah, setelah itu dilakukan dengan proses pendahuluan atau *primary-treatment* yaitu dengan proses koagulasi – flokulasi menggunakan koagulan berjenis *Poly Aluminium Chloride (PAC)*

Pertama yang dilakukan dalam penelitian pendahuluan adalah melakukan *jarrest*, untuk menentukan dosis optimum koagulan yang akan digunakan pada proses *primary-treatment*.

Tabel -1. Dosis Optimum Koagulan

No.	Dosis Koagulan (ppm)	%Removal TSS
1	100	46%
2	120	56%
3	150	77%
4	200	82%
5	250	18%

Berdasarkan tabel diatas maka didapatkan dosis koagulan yang digunakan dalam proses *primary-treatment* adalah 200 ppm. Berikut hasil analisa *primary-treatment* yang akan digunakan sebagai data awal penelitian utama.

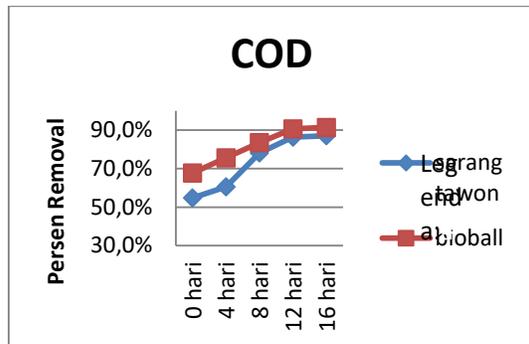
Tabel -2. Analisa *Primary-Treatment*

Parameter	Uji Awal (sebelum koflok)	Hasil Uji (mg/L) (Setelah koflok)	Efisiensi
TSS	474	96	80%
BOD ₅	809,67	497,36	39%
COD	2539,63	1116	56%
NH ₃ -N (Total)	80,7	75,6	6%
TDS	3914	1220	60%

A. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran untuk mengetahui kebutuhan oksigen dalam mendegradasi bahan organik didalam air secara kimia. Semakin tinggi kadar organik dalam limbah semakin banyak kebutuhan oksigen yang dibutuhkan. Akibatnya tumbuhan air dan hewan air tidak dalam melanjutkan hidupnya (Direstiyani, 2016)

Berdasarkan penelitian Indriyati (2002) menyebutkan bahwa Konsentrasi COD terlarut pada effluen semakin meningkat seiring dengan kenaikan waktu tinggal. Penyisihan COD terjadi karena mikroorganisme yang hidup didalam reaktor mengurai zat organik pada air limbah. Limbah hasil cucian ikan mengandung bahan organik berupa karbohidrat, protein, minyak dan lemak (Ibrahim, 2005)



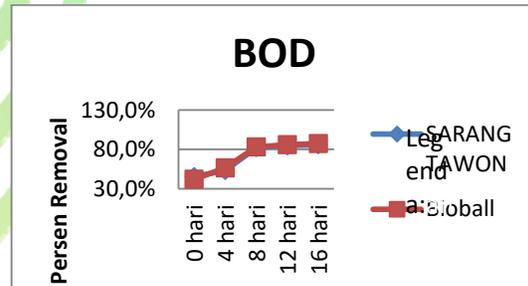
Grafik -1. Pengaruh waktu tinggal terhadap %Removal COD

Berdasarkan **Grafik 1** efisiensi terendah dalam meremoval COD yaitu pada jenis media sarang tawon sebesar 54,8% atau dengan nilai COD sebesar 504 mg/L pada waktu tinggal 0 hari. Sedangkan efisiensi tertinggi dalam meremoval COD pada jenis media bioball yaitu sebesar 89,2% dengan nilai COD sebesar 120 mg/L pada waktu tinggal 16 hari. Maka, pada sistem batch efisiensi terbaik dalam meremoval COD pada jenis media bioball dengan waktu tinggal 16 hari.

B. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan BOD

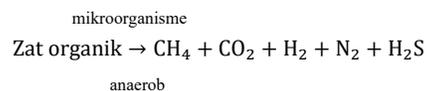
BOD dapat diartikan sebagai ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai (Indriyati, 2003).

Nilai kebutuhan oksigen biokimia dalam waktu 5 hari menyatakan bahwa apabila semakin tinggi maka akan menunjukkan semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan-bahan organik.



Grafik -2. Pengaruh waktu tinggal terhadap %Removal BOD

Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Degradasi secara mikrobiologi dalam lingkungan anaerob hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme yang dapat menggunakan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen. Sehingga pada proses anaerob akan menghasilkan gas metan (50-70%) CO₂ (25-40%), dan sedikit H₂S dengan rumus kimia sebagai berikut (Jaya, 2019):



Konversi substrat organik menjadi CO₂ dan CH₄ dibawah kondisi anaerob memerlukan kehadiran kelompok bakteri yang saling bergantung untuk menghasilkan fermentasi yang tetap. Hal ini selaras dengan penelitian ini, adanya gas methan yang dihasilkan dibuktikan dengan adanya gelembung yang terdapat pada reaktor. Pada media bioball dapat dilihat secara visual memiliki gelembung gas yang cukup banyak dibandingkan dengan media sarang tawon

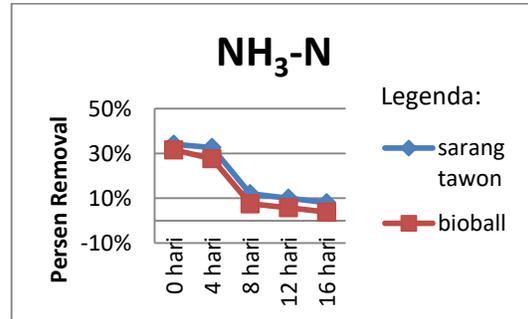
Berdasarkan pembahasan di atas, efisiensi terendah dalam meremoval BOD pada penelitian ini pada jenis media sarang tawon dengan waktu tinggal 0 hari yaitu sebesar 45,3% dengan nilai BOD 272 mg/L, Sedangkan pada media bioball mampu menyisihkan BOD sebesar 42,1% atau dengan nilai BOD sebesar 288 mg/L di waktu tinggal yang sama. Namun, media bioball mengalami peningkatan yang cukup cepat pada waktu tinggal 4 hari sehingga efisiensi tertinggi dalam meremoval BOD di media bioball dengan waktu tinggal 16 hari yaitu sebesar 87,4% atau dengan nilai BOD 62,6 mg/L.

C. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan NH₃-N

Parameter ammonia-nitrogen diproduksi dengan cara mendegradasi senyawa nitrogen secara biologis. Keberadaan ammonia pada proses anaerobik juga menjadi salah satu indikator terjadinya aktivitas mikroorganisme terutama pada proses degradasi senyawa protein (Direstiyani, 2016).

Berdasarkan penelitian Direstiyani (2016), menyebutkan bahwa konsentrasi ammonia-nitrogen meningkat seiring dengan terjadinya degradasi zat organik secara anaerobik. Hal ini disebabkan karena pada kondisi anaerobik tidak terjadi proses nitrifikasi sehingga ammonia-nitrogen yang terkandung pada limbah tidak terolah namun justru mengalami peningkatan. Konsentrasi ammonia dapat meningkat sejalan dengan kenaikan pH dan temperature.

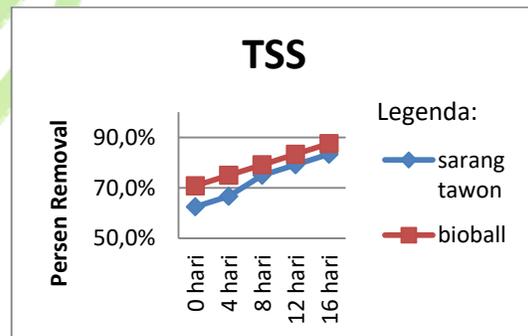
Proses nitrifikasi yaitu perubahan nitrogen organik menjadi nitrat dengan melibatkan mikroorganisme dalam kondisi aerobik Bentuk reaksi total oksidasi yang terjadi pada proses aerobik seperti berikut:



Grafik -3. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan NH₃-N

Hasil analisa menunjukkan bahwa sarang tawon memiliki nilai efisiensi tertinggi pada waktu tinggal 0 hari, sedangkan pada bioball hanya selisih 3% yaitu sebesar 31%. Pada saat waktu tinggal 4 hari jika dibandingkan bioball , sarang tawon lebih tinggi dalam meremoval NH₃-N yaitu sebesar 34% sedangkan bioball meremoval NH₃-N sebesar 32%. Namun, kedua jenis media menunjukkan konsentrasi NH₃-N terus meningkat seiring berjalannya waktu. Sehingga pada penelitian ini tidak bisa meremoval NH₃-N dengan baik dalam kondisi anaerob.

D. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan TSS



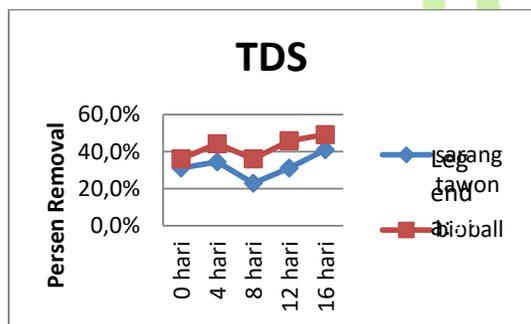
Grafik -4. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap %Removal TSS

Penyisihan TSS cenderung semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu kontak. Hal ini terjadi karena dari proses degradasi oleh mikroorganisme yang tersaring oleh media sehingga proses degradasi semakin baik. Selain itu, adanya *primary-treatment* membantu mengoptimalkan kinerja reaktor dalam mendegradasi sisa TSS yang tersaring ke reaktor, dengan model reaktor dengan beberapa kompartemen yang membantu proses terjadinya pengendapan.

Berdasarkan **Grafik 4**, menunjukkan hasil terendah dari penyisihan TSS adalah pada jenis media sarang tawon dengan waktu tinggal 0 hari lebih rendah yaitu sebesar 62,5% dibandingkan media bioball yang lebih tinggi sebesar 70,8%. Pada kedua jenis media saling menunjukkan efektifitas penyisihan kadar TSS yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu tinggal. Efektifitas tertinggi pada masing-masing media berada pada waktu tinggal ke 16 hari yaitu pada sarang tawon sebesar 83,3% dan bioball sebesar 87,5%, namun apabila dibandingkan jenis media bioball lebih unggul.

E. Pengaruh Waktu tinggal terhadap penyisihan TDS

Kadar *Total Dissolve Solid* (TDS) merupakan padatan terlarut yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi. Penurunan konsentrasi TDS terjadi karena pada reaktor terdapat proses biologis yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang terlarut. Kenaikan dan penurunan dari konsentrasi TDS ini beriringan dengan konsentrasi BOD (Wibowo, 2020).



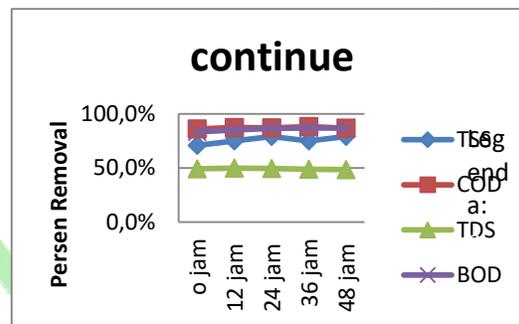
Grafik -5. Pengaruh waktu tinggal terhadap %Removal TDS

Dari hasil analisa yang dilakukan kedua jenis media menunjukkan bahwa masing-masing reaktor memiliki efektifitas penyisihan yang terus meningkat. efektifitas terendah dalam penyisihan kadar TDS pada jenis media sarang tawon yaitu sebesar 31,1% sedangkan pada jenis media bioball penyisihan TDS sebesar 36,1% . Namun, pada jenis media sarang tawon grafik data tidak terus naik. Pada waktu tinggal ke 8 hari terjadi penurunan efektifitas penyisihan yang sebelumnya pada waktu tinggal ke 4 hari sebesar 34,4% menjadi 23,0%, efektifitas kembali meningkat pada

waktu tinggal ke 12 dan 16 hari yaitu sebesar 31,1% dan 41,0%.

Sedangkan untuk bioball efektifitas penyisihan terus meningkat seiring berjalannya waktu sampai di waktu tinggal ke 16 hari yaitu sebesar 52,2%. Jika dibandingkan dengan jenis media sarang tawon yang grafik efisiensi penyisihan kadar TDS tidak stabil maka efektifitas terbaik dalam penyisihan TDS pada jenis media bioball di waktu tinggal 16 hari.

F. Biofiltrasi Anaerobik sistem kontinyu



Grafik -6. Pengaruh waktu sampling (jam) terhadap % removal BOD, COD, TSS, dan TDS

Hasil penelitian pada sistem kontinyu memiliki rata – rata penyisihan pencemar sebagai berikut, BOD 85,8%, COD 87,1%, TSS atau MLSS 75,8%, dan TDS 49,2%. Karena proses penyisihan pencemar dari semua waktu sampling yang cenderung stabil, maka menunjukkan mikroorganisme dalam proses anaerobik biofilter telah berjalan dengan baik. Parameter NH₃-N tidak diuji pada sistem kontinyu dikarenakan pada sistem batch parameter tersebut tidak berjalan efektif dalam kondisi anaerob.

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofiltrasi anaerob berjalan efektif untuk mendegradasi kadar BOD tertinggi sebesar 87,4%, COD sebesar 89,2%, TSS sebesar 87,5%, TDS sebesar 52,5% pada sistem *batch*, namun tidak efektif dalam menurunkan kadar NH₃-N dikarenakan proses nitrifikasi tidak berjalan efektif dalam kondisi anaerob. Sedangkan pada sistem *continue* efektifitas tertinggi dalam menurunkan BOD sebesar 87,0%, COD sebesar 88,3%, TSS sebesar 79,2% dan TDS sebesar 49,8%.

2. Pada sistem *batch* efisiensi penyisihan bahan organik dengan jenis media sarang tawon mampu meremoval kadar BOD sebesar 86,0%, COD sebesar 87,1%, TSS sebesar 83,3, dan TDS sebesar 41,0% pada waktu tinggal ke 16 hari, namun untuk NH₃-N mengalami efisiensi penyisihan hanya pada waktu tinggal ke 0 hari yaitu sebesar 34%, kadar NH₃-N terus meningkat seiring berjalannya waktu. Sedangkan untuk jenis media bioball mampu meremoval kadar BOD sebesar 87,4%, COD sebesar 89,2%, TSS sebesar 87,5%, dan TDS sebesar 52,5%, namun untuk NH₃-N mengalami efisiensi penyisihan hanya pada waktu tinggal ke 0 hari yaitu sebesar 32%. Sama halnya dengan jenis media sarang tawon NH₃-N terus mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu tinggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Direstiyani, L. C. (2016). *Kajian Kombinasi Anaerobic Baffled Reactor (ABR)-Anaerobic Biofilter (AF) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ibrahim, B. (2005). Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 8(1), 31–41.
- Indriyati. (2002). Degradasi Bahan Organik Limbah Cair Industri Permen dengan Variasi Waktu Tinggal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(1), 1–6.
- Indriyati. (2003). Proses Pembenuhan dan Aklimatisasi pada Reaktor Tipe Fixed Bed. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 4(2), 54–60.
- Jaya, W. M. (2019). *Pengolahan Limbah Domestik dengan Anaerobic Biofilter*. Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Wibowo, M. A. (2021). *Kombinasi Tangki Aerasi dan Upflow Biofilter dalam Mendegradasi Bahan Organik (BOD, TSS, dan TDS) Limbah Cair Industri Tempe*. Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.