
KOMBINASI TANGKI AERASI DAN UPFLOW BIOFILTER DALAM MENDEGRADASI BAHAN ORGANIK (BOD, TSS, TDS) LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE

M Arif Wibowo dan Tuhu Agung R

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email: tuhuagung@gmail.com

ABSTRAK

Hampir di setiap kota di Indonesia banyak terdapat industri tempe skala rumahan. Industri-industri tersebut belum melakukan pengolahan limbahnya, sehingga mengakibatkan pencemaran air sungai. Keterbatasan dana menjadi kendala ketika pemilik industri membangun fasilitas pengolahan air limbah. Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah yang tepat dan murah akan sangat bermanfaat bagi mereka. Kombinasi reaktor aerobik dan media biofilter merupakan proses pengolahan air limbah secara biologis dengan menggunakan media filter. Penelitian ini menggunakan sistem aerobik dengan variasi yang digunakan adalah waktu detensi selama 24, 48, 72, 96, 120 jam dan kombinasi konsorsium mikroorganisme. Parameter yang dianalisis adalah BOD, TSS, dan TDS. Dari penelitian didapatkan hasil efisiensi penyisihan yang optimal dengan konsorsium mikroorganisme pada reaktor A dengan waktu sampling 120 jam dan hasil akhir BOD 95,58%, TSS 24,82%, dan TDS 48,95%.

Kata Kunci : Mikroorganisme Konsorsium, Biofilter, Limbah Cair Industri Tempe

ABSTRACT

Almost in every city in Indonesia there are many home-scale tempe industries. These industries have not yet treated their waste, which has resulted in river water pollution. Limited funding becomes an obstacle when industrial owners build wastewater treatment facilities. The construction of an appropriate and cheap wastewater treatment facility will be of great benefit to them. The combination of an aerobic reactor and biofilter media is a biological waste water treatment process using filter media. This study used an aerobic system with the variations used were detention time for 24, 48, 72, 96, 120 hours and a combination of a consortium of microorganisms. The parameters analyzed were BOD, TSS, and TDS. From the research, it was found that the optimal removal efficiency with a consortium of microorganisms in reactor A with a residence time of 120 hours and the final results were BOD 95.58%, TSS 24.82%, and TDS 48.95%.

Keywords: Consortium Microorganisms, Biofilter, Tempe Industry Liquid Waste

PENDAHULUAN

Hampir disetiap kota di Indonesia khususnya di Pulau Jawa, banyak dijumpai industri tempe. Umumnya industri pengolahan tempe termasuk ke dalam industri kecil skala rumah yang dikelola oleh masyarakat. Proses pembuatan tempe masih sangat tradisional dan mayoritas industri ini langsung air limbahnya ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Dalam upaya penanggulangan pencemaran lingkungan oleh limbah industri pengolahan tempe, salah satunya ialah dengan kombinasi tangki aerasi dan upflow biofilter. Pada kombinasi reaktor tersebut menggunakan mikroorganisme melekat dan tersuspensi yang menjadi komposisi pada konsorsium mikroorganisme. Berdasarkan cara pertumbuhannya mikroorganisme di bedakan menjadi dua yaitu cara tumbuh mikroorganisme secara melekat dan cara tumbuh mikroorganisme secara tersuspensi (Metcalf and Eddy, 2003). Proses biofilter tersebut memerlukan media bagi mikroorganisme dengan pertumbuhan secara melekat. Dengan luas permukaan spesifik yang besar serta porositas yang besar pada media filter, sehingga diharapkan dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dengan resiko kebuntuan yang sangat kecil. Dengan demikian memungkinkan untuk pengolahan air limbah dengan beban konsentrasi yang tinggi serta efisiensi pengolahan yang cukup besar

Konsorsium mikroorganisme merupakan suatu campuran populasi mikroorganisme dalam bentuk komunitas yang mempunyai hubungan kooperatif dan mutualistik. Kumpulan atau campuran mikroorganisme ini lebih efektif mendegradasi suatu beban pencemar jika dibandingkan dengan dikerjakan oleh masing-masing mikroorganisme. Hubungan antar mikroorganisme konsorsium dalam mendegradasi keadaan substrat yang tidak akan saling mengganggu, tetapi saling bersinergi sehingga menghasilkan efisiensi pemecahan suatu substrat yang lebih tinggi selama proses pengolahan. Interaksi antara konsorsium mikroorganisme dengan

lingkungan menyebabkan terjadinya proses degradasi bahan pencemar organik di dalam limbah. Proses skrining terhadap isolat mikroorganisme harus disesuaikan dengan lingkungan bakteri tersebut. Karakteristik potensi isolat dari limbah cair industri harus dipilih yang memiliki kemampuan lengkap, yakni kemampuan mendegradasi senyawa organik, bertentangan terhadap patogen, dan tidak saling menghalangi satu spesies dengan spesies lainnya (Waluyo, dkk 2016). Konsorsium mikroorganisme dapat memacu perbesaran flock sehingga proses pengendapan menjadi lebih baik (Novarina, 2015).

Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini berisi tentang pengolahan limbah cair industri tempe menggunakan kombinasi tangki aerasi dan upflow biofilter skala laboratorium dengan sistem batch untuk mendegradasi pencemar. Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui efektifitas kinerja reaktor dengan dan pertumbuhan bakteri konsorsium dalam meremoval kadar BOD, TSS, dan TDS.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dalam skala laboratorium yang dilakukan dengan 1 kali pengulangan dan pengambilan sampel air limbah sebanyak satu kali.

Alat dan Bahan

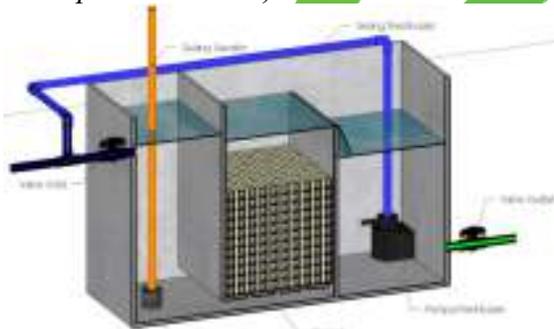
Alat:

1. Reaktor Biofilter Aerob
2. pH meter
3. TDS meter
4. Aerator
5. Pompa submersible

Bahan:

1. Limbah cair industri tempe
2. Konsorsium mikroorganisme, antara lain:
 - A. Konsorsium reaktor A (*lactobacillus sp*, *streptomyces sp*, *actinomyces sp*, *saccharomyces sp*, jamur fermentasi, dan ragi)

- B. Konsorsium reaktor B
(*nitrosomonas sp*, *nitrobacter sp*, dan *bacillus sp*.)
- C. Konsorsium reaktor C
(*azotobacter*, *azospirillum*, *pseudomonas fluorescens*, *nitrosomonas sp*, *nitrobacter sp*, *beggiatoa alba*, dan *bacillus pseudomonas*.)
- D. Konsorsium reaktor D
(*lactobacillus sp*, *streptomyces sp*, *actinomyces sp*, *saccharomyces sp*, jamur fermentasi, ragi, *nitrosomonas sp*, *nitrobacter sp*, dan *bacillus sp.*, *azotobacter*, *azospirillum*, *pseudomonas fluorescens*, *nitrosomonas sp*, *beggiatoa alba*, dan *bacillus pseudomonas*.)



Gambar -1: Isometri dan Potongan Bentuk Reaktor.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan seeding serta aklimatisasi mikroorganisme konsorsium dan tahap penelitian utama dengan kombinasi tangki aerasi dan upflow biofilter menggunakan sistem batch. Variabel penelitian ini terdiri dari variabel perlakuan, variabel ketetapan, variabel kontrol, dan parameter uji.

Tahap diawali dari seeding, aklimatisasi, dan running. Running dilakukan menggunakan sistem batch berdasarkan variabel yang telah ditetapkan.

1. Variabel perlakuan

- A. Waktu kontak (jam) : 24, 48, 72, 96, 120

- B. Jenis Konsorsium Mikroorganisme, antara lain: A, B, C, D
2. Variabel ketetapan
A. Volume limbah 40 L
B. Kecepatan aliran 0,015 l/s
3. Variabel kontrol
A. pH 6,5 - 8

Analisa Data

Analisis data parameter yang diuji antara lain BOD, TSS, dan TDS pada penelitian degradasi beban organik pada limbah cair industri tempe yaitu dengan menggambarkan atau menjelaskan hasil yang didapatkan selama penelitian uji parameter BOD, TSS, dan TDS. Hasil penelitian secara langsung dibandingkan dengan baku mutu limbah industri kedelai menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Awal Limbah Cair Tempe

Hasil analisa pada limbah cair industri tempe adalah sebagai berikut:

Tabel -1: Hasil Baristand Analisa Awal Limbah Cair Tempe

Parameter	Satuan	Baku mutu*	Hasil Analisa
BOD ₅	mg/l	150	2512.8
TSS	mg/l	100	415

Sumber: hasil analisa Baristand 2020

*Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Tabel -2: Hasil Pribadi Analisa Awal Limbah Cair Tempe

Parameter	Satuan	Baku mutu*	Hasil Analisa
TDS	mg/l	-	523
pH	-	6-9	4.73

Sumber: analisa pribadi

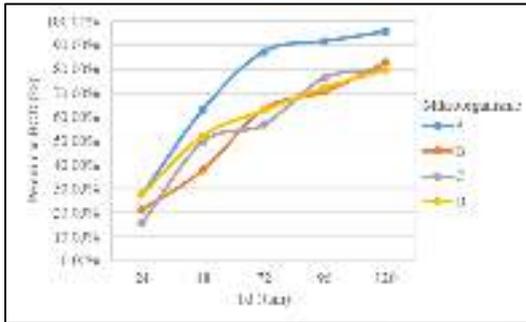
*Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Hasil analisa pada **Tabel-1** dan **Tabel-2**, tersebut mengindikasikan bahwa sample limbah cair tersebut belum memenuhi baku mutu limbah cair industri tempe. Oleh sebab itu, masih perlu dilakukannya pengolahan sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran pada badan air.

Penelitian Utama

Penelitian ini menggunakan kombinasi tangki aerasi dan upflow biofilter sebagai pengolahan limbah cair tempe. Parameter pencemar yang diamati adalah BOD, TSS, dan TDS.

Hubungan antara BOD dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri



Grafik -1: Hubungan antara BOD dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri

Menurut Jaya (2019), mengatakan bahwa terdapat beberapa tahap pertumbuhan mikroorganisme, yaitu: fase adaptasi (*lag phase*), fase tumbuh (*accelerate phase*), tahap pertumbuhan ganas (*log phase*), tahap pertumbuhan mereda (*decelerate phase*), fase pertumbuhan tetap (*stationary phase*), dan fase menurun (*death phase*).

Pada penelitian ini, pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor B dan D mulai mengalami fase pertumbuhan mereda pada waktu sampling jam ke-72 hingga waktu sampling jam ke-96 dikarenakan persediaan nutrient pada limbah mulai berkurang. Sementara itu, mikroorganisme konsorsium pada reaktor A dan C mulai mengalami fase pertumbuhan tetapnya setelah waktu sampling ke-96. Hal tersebut disebabkan karena jumlah mikroorganisme yang tumbuh seimbang dengan mikroorganisme yang telah mati sebagai kelanjutan dari menurunnya jumlah bahan gizi, dan pada mikroorganisme yang telah mati tersebut mengikat bahan organik yang dapat digunakan oleh mikroorganisme hidup sebagai sumber makanan. Mikroorganisme konsorsium pada reaktor C, waktu sampling ke-48 hingga waktu

sampling ke-72 pertumbuhan mikroorganisme pada reaktor sempat terganggu karena adanya pertumbuhan biofilm yang melekat pada permukaan batu aerator yang berdampak pada terganggunya *supply* oksigen, tetapi karena adanya pengecekan pada reaktor setiap saat hal tersebut cepat teratasi.

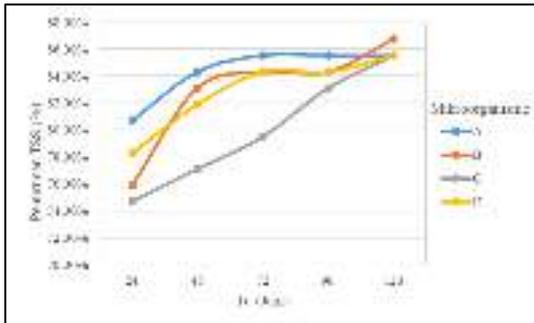
Pada waktu sampling jam ke-24, persentase penurunan BOD masih relatif rendah dikarenakan waktu sampling mikroorganisme terlalu singkat. Pada waktu sampling jam ke-24 ini nilai persentase penurunan BOD sebesar 15,87% dari BOD awal sebesar 2.512,8 mg/l menjadi sebesar 2.114 mg/l. Sedangkan, untuk efektifitas penurunan yang lebih baik yaitu sebesar 27,69% dengan kadar BOD akhir sebesar 1.817 mg/l.

Pada waktu sampling jam ke-48 hingga pada jam ke-72 pada beberapa reaktor, persentase penurunan BOD mengalami peningkatan yang cukup tinggi dan bervariasi. Hal ini disebabkan karena jenis-jenis mikroorganisme yang beragam serta semakin lamanya waktu sampling. Pada waktu sampling jam ke-48 ini, nilai persentase penurunan BOD terendah sebesar 37,76% dengan kadar BOD akhir sebesar 1564 mg/l. Sedangkan, untuk efektifitas penurunan yang lebih baik yaitu sebesar 63,23% dengan kadar BOD akhir sebesar 924 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-72 ini, nilai persentase penurunan BOD terendah sebesar 56,78% dengan kadar BOD akhir sebesar 1086 mg/l. Sedangkan, untuk efektifitas penurunan yang lebih baik yaitu sebesar 87,27% dengan kadar BOD akhir sebesar 320 mg/l.

Pada waktu sampling jam ke-96, kurva persentase penurunan BOD mengalami peningkatan yang tidak signifikan pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor A dan C. Nilai terendah persentase penurunan BOD yang diperoleh sebesar 70,63% dengan kadar BOD akhir sebesar 738 mg/l. Sedangkan, untuk efektifitas penurunan yang lebih baik yaitu sebesar 91,64% dengan kadar BOD akhir sebesar 210 mg/l.

Pada waktu sampling jam ke-120, diperoleh persentase penurunan BOD terendah diperoleh sebesar 79,39% dengan kadar BOD akhir sebesar 518 mg/l. Sedangkan, untuk efektifitas penurunan yang lebih baik yaitu sebesar 95,58% dengan kadar BOD akhir sebesar 111 mg/l.

Hubungan antara TSS dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri



Grafik -2: Hubungan antara TSS dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri

Menurut Metcalf & Eddy (2003), menyatakan bahwa aliran limbah pada biofilter yang cenderung naik melewati kolom menyebabkan terjadinya kontak dengan media sebagai media lekat mikroorganisme yang tidak dapat lepas ke dalam effluent. Menurut Sani A. (2017), efisiensi penyisihan TSS meningkat seiring dengan peningkatan waktu sampling, hal ini dapat disebabkan waktu kontak air limbah dengan media yang semakin lama, sehingga proses degradasi semakin baik. Padatan tersuspensi di dalam air terdiri dari bahan organik dan anorganik. Zat tersuspensi yang bersifat anorganik dapat tersaring oleh media, sedangkan yang bersifat organik akan didegradasi oleh mikroorganisme yang menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah pada effluent akan lebih meningkat kualitasnya. Menurut Pramita (2019), *biofilter* dengan variasi waktu operasional terbukti dapat menurunkan kadar TSS. Penurunan kadar TSS tersebut semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu sampling.

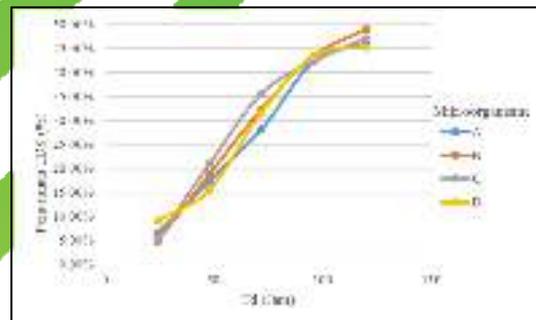
Pernyataan tersebut terjadi pula pada penelitian ini, dikarenakan pada waktu

sampling jam ke-24, persentase efisiensi penurunan TSS beragam dengan persentase penurunan sebesar 8-9% dengan tertinggi sebesar 15,18% dengan kadar TSS 352 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-48, persentase efisiensi penurunan TSS di beberapa reaktor mengalami peningkatan, persentase penurunan terendah sebesar 12,29% dengan kadar TSS 364 mg/l dan tertinggi sebesar 18,55% dengan kadar TSS 338 mg/l.

Pada waktu sampling jam ke-72 hingga jam ke-96 efisiensi penurunan TSS mulai stabil di beberapa reaktor. Pada waktu sampling jam ke-72, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 13,98% dengan kadar TSS 357 mg/l dan tertinggi sebesar 24,82% dengan kadar TSS 312 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-96, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 15,42% dengan kadar TSS 351 mg/l dan tertinggi sebesar 24,82% dengan kadar TSS 312 mg/l.

Kemudian pada waktu, sampling ke-120, efisiensi penurunan TSS pada reaktor dengan konsorsium B, C, dan D berkisar pada rentang 19-21. Sedangkan pada reaktor B menghasilkan efisiensi sebesar 24,82% dengan kadar TSS 312 mg/l.

Hubungan antara TDS dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri



Grafik -3: Hubungan antara TDS dengan waktu sampling (jam) pada berbagai konsorsium bakteri

Menurut Sandra (2014), kenaikan dan penurunan dari konsentrasi TDS beriringan dengan konsentrasi BOD. Menurut Fitriana (2016), dalam penelitiannya didapatkan hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa kadar TDS menurun. Hal tersebut disebabkan karena mikroorganisme yang digunakan

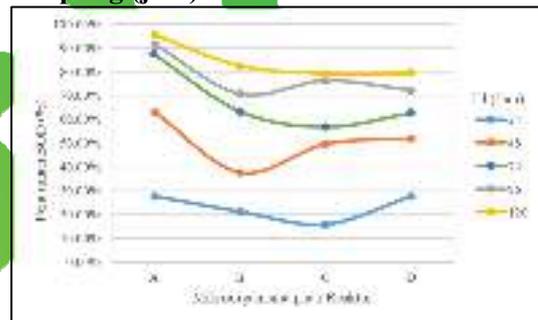
mampu menguraikan zat organik dan anorganik pada air limbah. Jika kadar TDS rendah dan kadar BOD turun, maka dapat dipastikan mikroorganisme bekerja dengan optimal. Berdasarkan kedua hal tersebut, maka pada penelitian ini nilai TDS digunakan sebagai indikator dari aktivitas mikroorganisme dikarenakan hasil analisa pada parameter TDS lebih cepat dan dapat langsung diketahui pula bagaimana pertumbuhan pada mikroorganisme.

Menurut Mulyadi (2020), Tingginya kadar TDS dalam air limbah pada awal perlakuan disebabkan karena masih banyaknya senyawa-senyawa organik maupun anorganik yang terlarut dalam badan air, mineral, serta garam. Selain itu, yang mempengaruhi penurunan kadar parameter pencemaran adalah pengaturan debit aliran yang keluar, dimana semakin lama air limbah mengalami kontak dengan biofilter maka akan semakin efektif pada pengolahan dengan metode biofilter sehingga akan memperoleh effluent yang baik juga.

Pada penelitian ini pula, kadar TDS awal pada penelitian ini cukup tinggi yaitu pada nilai 523 mg/l dan efisiensi penyisihan kadar TDS menjadi semakin efektif seiring dengan lamanya waktu sampling limbah dalam reaktor. Pada waktu sampling jam ke-24, persentase penurunan TDS masih relatif rendah dikarenakan waktu sampling dengan mikroorganisme terlalu singkat. Namun, pada waktu sampling jam ke-24 hingga jam ke-96, persentase penurunan TDS terus mengalami peningkatan yang signifikan pada keseluruhan reaktor. Pada waktu sampling jam ke-24, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 4.78% dengan kadar TDS 498 mg/l dan tertinggi sebesar 8,99% dengan kadar TDS 476 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-48, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 17.40% dengan kadar TDS 432 mg/l dan tertinggi sebesar 20,84% dengan kadar TDS 414 mg/l.

Pada waktu sampling jam ke-72, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 28.11% dengan kadar TDS 376 mg/l dan tertinggi sebesar 35.56% dengan kadar TDS 337 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-96, persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 42.26% dengan kadar TDS 302 mg/l dan tertinggi sebesar 43.40% dengan kadar TDS 296 mg/l. Pada waktu sampling jam ke-120, persentase penurunan TDS tidak signifikan dimana persentase penurunan tertinggi pada mikroorganisme konsorsium reaktor B sebesar 48,95% dengan kadar TDS akhir sebesar 267 mg/l dan persentase efisiensi penurunan terendah sebesar 45.32% dengan kadar TDS 286 mg/l.

Hubungan antara BOD dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)



Grafik -4: Hubungan antara BOD dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)

Menurut Alfikri (2018), Mekanisme metabolisme mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik limbah cair kedelai ada 3 antara lain; Oksidasi merupakan suatu proses pemecahan senyawa kompleks yang dilakukan oleh mikroorganisme ada terhadap bahan organik limbah cair kedelai seperti karbohidrat dan protein menjadi senyawa sederhana yaitu CO₂, H₂O dan NH₄⁺. Sintesis adalah proses perkembangbiakan (sintesis) mikroorganisme hingga menghasilkan sel baru dengan menggunakan energi yang dihasilkan dari proses respirasi mikroorganisme.

Respirasi merupakan suatu proses dimana mikroorganisme menguraikan karbon dan bahan organik lainnya dengan adanya oksigen menjadi CO_2 , H_2O , serta NH_4^+ yang akan diperlukan mikroorganisme untuk melakukan proses sintesis.

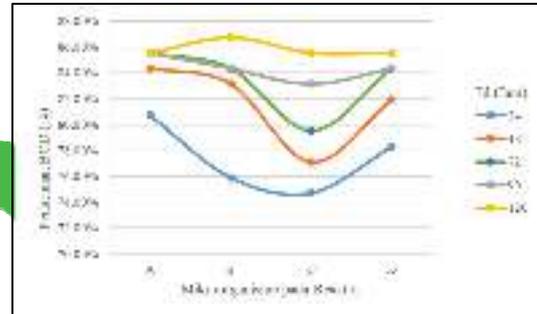
Menurut Bhimantara (2018), mengatakan bahwa waktu optimal proses deproteinasi menggunakan metode nitrifikasi pada limbah cair industri tahu adalah pada 3 hari. Hal tersebut sejalan dengan penelitian ini, dikarenakan pada keseluruhan reaktor terjadi efisiensi penurunan yang sangat signifikan pada waktu sampling jam ke-24 hingga jam ke-72, dan kemudian pada waktu sampling jam ke-72 hingga jam ke-120 menunjukkan efisiensi penurunan BOD yang tidak signifikan.

Menurut Alfikri (2018), dalam limbah cair kedelai terdapat senyawa organik terlarut yang sangat dominan adalah senyawa protein. Oleh sebab, itu untuk menurunkan BOD mikroorganisme konsorsium pada reaktor A kurang efektif dikarenakan pada mikroorganisme tersebut tidak ada mikroorganisme nitrifikasi dan denitrifikasi yang mampu menguraikan unsur nitrogen yang terikat pada senyawa protein. Dan pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor B juga kurang efektif dalam menguraikan bahan organik, karena mikroorganisme tersebut hanya terdiri dari beberapa mikroorganisme-mikroorganisme yang memerlukan senyawa nitrogen anorganik sebagai siklus hidupnya. Sedangkan unsur nitrogen dalam limbah cair kedelai masih berupa nitrogen organik.

Akan tetapi pada penelitian kali ini, pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor A memiliki efektifitas terbaik serta kemudian diikuti oleh mikroorganisme konsorsium pada reaktor B dibanding mikroorganisme konsorsium pada reaktor C serta D. Hal tersebut disebabkan berbagai macam faktor seperti pencahayaan, aerasi, permukaan media yang kasar, dan kondisi reaktor (*outdoor*) yang optimal, sehingga mikroorganisme konsorsium pada reaktor A

dan B tersebut dapat mendegradasi beban organik secara optimal.

Hubungan antara TSS dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)



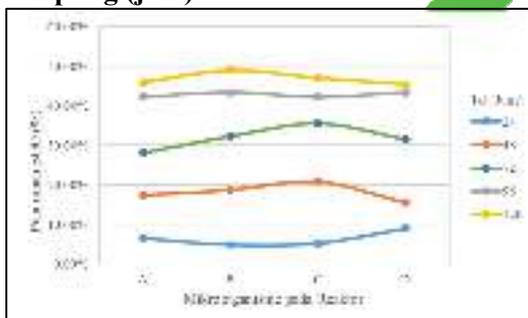
Grafik -5: Hubungan antara TSS dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kholif (2018), yang mengatakan bahwa proses degradasi terhadap TSS terjadi karena adanya resirkulasi serta filtrasi pada reaktor yang dapat menurunkan kadar TSS, serta hal tersebut juga dipengaruhi oleh waktu sampling air limbah dalam reaktor, karena semakin lama waktu sampling air limbah di dalam reaktor maka semakin banyak pula padatan tersuspensi yang teradsorpsi oleh lapisan biofilm yang mengakibatkan efisiensi penurunan TSS semakin tinggi. Sejalan dengan penelitian tersebut, penurunan kadar TSS dalam penelitian ini disebabkan oleh terjadinya filtrasi oleh media *ceramic-ring* dan lapisan biofilm yang dapat menahan partikel-partikel solid yang terdapat dalam air limbah, serta disebabkan karena semakin panjang waktu sampling antara bahan organik dengan bakteri di biofilm. Hubungan antara konsorsium bakteri dan waktu sampling ke-24 hingga ke-120 terhadap penurunan TSS terus mengalami peningkatan pada masing-masing konsorsium bakteri.

Pada waktu sampling jam ke-24, persentase penurunan TSS relatif rendah dikarenakan waktu sampling bahan organik dengan mikroorganisme tidak terlalu lama. Banyaknya jenis bakteri dengan sistem metabolisme serta pertumbuhan yang

berbeda-beda, mengakibatkan perbedaan pula pada efisiensi penurunan TSS walaupun keseluruhan reaktor mengalami waktu sampling yang sama, hal tersebut dapat terlihat pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor A pada waktu sampling jam ke-24 hingga jam ke-72. Efektifitas penurunan TSS tertinggi dengan persentase sebesar 24,82% dengan TSS akhir sebesar 312 mg/l pada mikroorganisme konsorsium pada reaktor A dengan waktu sampling jam ke 120.

Hubungan antara TDS dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)



Grafik -6: Hubungan antara TDS dengan konsorsium bakteri pada berbagai waktu sampling (jam)

Menurut Mulyadi (2020), Penurunan kadar TDS dikarenakan pada reaktor biofilter menunjukkan terjadinya proses penguraian serta penurunan TDS. Penguraian TDS tersebut dilakukan oleh mikroorganisme autotrof serta heterotrof untuk mensintesa sel. Menurut Fitriana (2016), dalam penelitiannya didapatkan hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa efisiensi pendegradasian kadar TDS sebesar 11%, hal tersebut disebabkan karena mikroorganisme mampu menguraikan senyawa organik serta anorganik dalam air limbah terhadap parameter TDS.

Sejalan dengan yang dilakukan Fitriana (2016), pada penelitian ini, efisiensi penurunan TDS antara waktu sampling jam ke-24 hingga jam ke-120 selalu mengalami peningkatan pada masing-masing jenis mikroorganisme. Saat waktu sampling jam ke-24, persentase penurunan TDS sangat rendah dikarenakan waktu sampling yang

dialami oleh mikroorganisme masih terlalu cepat. Pada waktu sampling jam ke-48 hingga jam ke-96 persentase penurunan TDS mengalami peningkatan yang signifikan. Pada waktu sampling jam ke-120, peningkatan persentase penurunan TDS tidak signifikan. Pada penelitian, persentase penurunan TDS tertinggi sebesar 48,95% dengan kadar TDS sebesar 87 mg/l pada waktu sampling jam ke-120 menggunakan mikroorganisme konsorsium pada reaktor B.

KESIMPULAN

Efektifitas kinerja kombinasi tangki aerasi dan upflow biofilter pada pengolahan air limbah industri pengolahan didapat pada td jam ke-120 dengan hasil BOD akhir sebesar 111 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 95,58%, TSS akhir sebesar 312 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 24,82%, dan TDS akhir sebesar 276 mg/l dengan efisiensi penyisihan sebesar 48,95%.

Mikroorganisme konsorsium pada reaktor A (*lactobacillus sp*, *streptomyces sp*, *actinomyces sp*, *saccharomyces sp*, jamur fermentasi, dan ragi) lebih efektif dalam menurunkan kandungan organik air limbah industri tempe dibandingkan mikroorganisme konsorsium pada reaktor lain.

DAFTAR PUSTAKA

Alfikri, E. Y. (2019). "Kombinasi Sistem Pertumbuhan Mikroorganisme Tersuspensi dan Melekat pada Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe". Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.

Bhimantara, G. dan Suryo. (2018). "Proses Deproteinasi menggunakan Metode Nitrifikasi pada Limbah Cair Industri Tahu". Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya. *Jurnal Envirotek* Vol. 10 No. 2.

- Fitriana, L., & Weliyadi, E. (2016). Uji Efektifitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pertamedika Menggunakan Sistem Biofilter Aerob-Anaerob. *Jurnal Harpodon Borneo*, 9(2): 111–122.
- Jaya, W.M. (2019). “Pengolahan Limbah Domestik dengan Anaerobic Biofilter”. Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Surabaya.
- Kholif, M., Al., Sutrisno, J., & Prasetyo, I. D. (2018). Penurunan Beban Pencemar pada Limbah Domestik dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (Mbbf). Al-Ard: *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1): 1–8.
- Muliyadi. (2020). “Efektivitas Bonggol Jagung sebagai Media Biofiltrasi dalam Menurunkan Beban Pencemar Limbah Domestik”. Jurusan Kesehatan Lingkungan. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Ternate. Ternate. *Jurnal HIGEIA* 4 (2).
- Metcalf & Eddy, (2003). “Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse, 4th”. McGraw Hill Book Co. New York.
- Novarina, I, N. (2015). “Pemanfaatan Konsorsium Mikrobia Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif”. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* Vol. 6, No. 1. Hal 17-22.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Pengolahan Kedelai (Industri Tempe).
- Pramita, A (2019). “Penurunan Biochemical Oxygen Demand (Bod) dan Total Suspended Solids (Tss) pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter”. Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Politeknik Negeri Cilacap. *Journal of Research and Technology*, Vol. 5 No. 1.
- Sani, A. (2017). “Optimasi Proses Biofilter Skala Pilot dengan Media Batu Apung dalam Upaya Peningkatan Kualitas Air Baku”. Skripsi Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Waluyo, L. dkk. (2016). “Pengembangan Produk Formula Konsorsium Pengurai Limbah Cair Rumah Tangga”. Seminar Nasional dan Gelar Produk. FKIP Biologi. UMM. Malang.