

Effective Microorganism-4 (EM-4) pada Proses Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu

Yuli Patmawati^{1*}, Alwathan², dan Ikhsanul Akmal Azizi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Jalan DR. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131 Kalimantan Timur, Indonesia

yulipatmawati@polnes.ac.id

Article Info

Article history:

Received :
May 29th, 2021

Revised :
August 11th, 2021

Accepted
October 19th, 2021

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu memiliki nilai Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) melebihi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Tingginya nilai COD dan TSS limbah cair industri tahu disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik yang tinggi. Apabila tidak diolah maka limbah cair industri tahu dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran di lingkungan perairan. Salah satu pengolahan secara biologis limbah cair industri tahu adalah proses bioremediasi menggunakan mikroorganismenya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan larutan *effective microorganism-4* (EM-4) dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair industri tahu. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan limbah cair industri tahu dan larutan *effective microorganism-4* ke dalam reactor dengan variasi konsentrasi EM-4 3%, 5%, 7% dan 10% serta waktu tinggal selama 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Parameter yang diukur yaitu COD, TSS dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan larutan EM-4 dengan konsentrasi 10% selama 6 hari telah mampu memberikan hasil terbaik yaitu penurunan kadar COD sebesar 70%, peningkatan pH menjadi 8,36 dan penurunan kadar TSS menjadi 180 mg/L.

Kata kunci: bioremediasi, chemical oxygen demand, effective microorganism-4, total suspended solid

ABSTRACT

Tofu industrial wastewater has a Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solid (TSS) value exceeding the environmental quality standards. The high value of COD and TSS of tofu industrial wastewater is caused by the high content of organic matter and if there is no treatment, the liquid waste of the tofu industry can cause pollution in the aquatic environment. One of the biological processing of tofu industrial wastewater is the bioremediation process using microorganisms. This study aims to determine the ability of the effective microorganism-4 (EM-4) on reduction of COD and TSS in tofu industrial wastewater. This research was conducted by mixing tofu industrial wastewater and effective microorganism-4 solution into the reactor with various concentrations of EM-4 3%, 5%, 7% and 10% and residence time for 2 days, 4 days and 6 days. The parameters were measured of COD, TSS and pH. The results showed that the tofu industrial wastewater treatment using EM-4 solution with a concentration of 10% for 6 days gave the best results, namely a decrease in COD by 70%, an increase in pH to 8.36 and TSS by 180 mg/L

Keywords: bioremediation, chemical oxygen demand, effective microorganism-4, total suspended solid

Copyright © 2021 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Yuli Patmawati,
Department of Chemical Engineering
Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131, Indonesia
Email: yulipatmawati@polnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Produksi tahu di daerah Samarinda masih dalam skala rumah tangga dengan produksi sebesar 10 ton kedelai/bulan. Terdapat kurang lebih 80 industri rumahan yang memproduksi tahu dan tersebar di beberapa kecamatan yang ada di Kota Samarinda. Satu industri tahu rumahan dapat menghasilkan 20 m³/hari limbah cair^[1]. Limbah tahu di Samarinda mengandung *Biological Oxygen Demand (BOD)* 4583 mg/L, *Chemical Oxygen Demand (COD)* 7050 mg/L, *Total Suspended Solid (TSS)* 4743 mg/L dan minyak/lemak (26 mg/L)^[2]. Jika dibandingkan dengan baku mutu untuk limbah tahu sesuai Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 belum memenuhi baku mutu dikarenakan untuk baku mutu BOD adalah sebesar 150 mg/L, COD 300 mg/L, TSS 100 mg/L. Oleh karena itu perlu alternatif pemecahan masalah agar industri tahu ini dapat mengolah limbah cair tahu dengan biaya yang murah, mudah, cepat sehingga aman ketika dibuang ke lingkungan.

Salah satu pengolahan limbah yang mudah, murah, dan cepat yaitu pengolahan limbah tahu secara biologis yang merupakan suatu proses pengolahan limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme^[3]. Pada penelitian ini pengolahan limbah cair industri tahu dilakukan dengan proses bioremediasi menggunakan *Effective Microorganism-4 (EM4)* dengan sistem anaerob-aerob. EM4 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^[4].

Penelitian yang dilakukan Ulum, Mumu, & Kancitra (2013), "Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan *Effective Microorganism-4 (EM4)* serta Pemanfaatannya", larutan EM4 dapat menurunkan BOD sebesar 97%, COD sebesar 96%, dan TSS sebesar 1.546 mg/l menggunakan metode batch^[5]. Penelitian lain dilakukan oleh Kartika, L. S. (2015) menggunakan EM4 secara aerob dengan variasi konsentrasi 0%, 3%, 5%, 7% dan waktu tinggal 72 jam, 144 jam, 216 jam berhasil menurunkan kadar BOD 399,9 mg/L (88,8%), COD 1.355,2 mg/L (85,3%) dan TSS 287 mg/L (72,7%) pada konsentrasi EM4 7% dengan waktu tinggal 216 jam. Abas Sato (2015) melakukan penelitian dengan cara mengkombinasikan limbah cair industri tahu dengan EM4 ke dalam rancangan reaktor sederhana melalui proses anerobik-aerobik secara kontinyu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan terbaik diperoleh pada variabel waktu tinggal ke-8 dengan kadar COD sebesar 243,85 mg/L, TSS sebesar 87,15 mg/L dan pH sebesar 7,09^[6].

Berdasarkan banyak penelitian yang telah dilakukan dengan metode yang berbeda-beda (batch, aerob dan aerob-anaerob) menggunakan EM4 dengan variasi konsentrasi dan waktu tinggal, maka dalam penelitian ini digunakan metode anaerob-aerob dengan memvariasikan konsentrasi EM4 dan waktu tinggal. Pengolahan secara anaerob dilakukan terlebih dahulu diikuti oleh pengolahan lanjutan berupa proses aerob menurut Metcalf & Edy dalam bukunya *Waste Water Engenering* (2003) dapat digunakan untuk mendapat hasil pengolahan yang baik^[7].

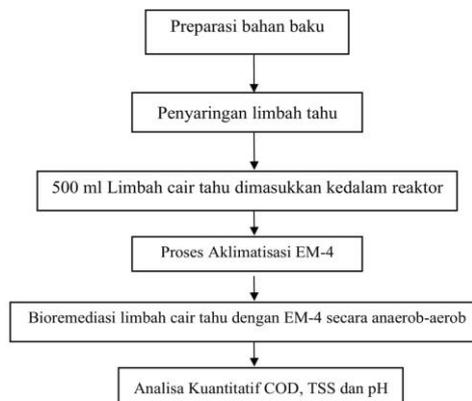
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan larutan EM4 dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu. Diharapkan dengan pengolahan limbah secara biologis menggunakan larutan EM4 mampu menurunkan kadar COD dan TSS yang terkandung dalam limbah cair industri tahu sehingga aman dibuang ke lingkungan.

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian dan analisa dilakukan di Laboratorium Dasar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda. Peralatan proses yang digunakan berupa reaktor anaerob-aerob yang dilengkapi dengan aerator, peralatan gelas dan peralatan analisa kadar COD, TSS dan pH. Limbah Cair sebagai bahan baku penelitian diperoleh dari Industri tahu yang terletak di Jl. Tanjung 3D Kecamatan Sungai Pinang Luar, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Bahan lain yang digunakan adalah larutan *Efective Microorganism-4 (EM-4)* dan bahan analisa lainnya yang diperoleh Laboratorium Dasar Jurusan Teknik Kimia.

2.2 Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kadar COD, TSS dan pH limbah cair tahu sebelum pengolahan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kadar COD, TSS dan pH limbah cair tahu sebelum pengolahan

NO	Parameter	Kadar	Baku Mutu
1	Chemical Oxygen Demand (COD)	14.300 mg/L	300 mg/L
2	pH	3,4	6-9
3	TSS	4.100 mg/L	100 mg/L

Hasil pengujian kadar COD, TSS dan pH pada limbah cair setelah perlakuan dengan bioremediasi secara anaerob-aerob dapat dilihat pada Tabel 2.

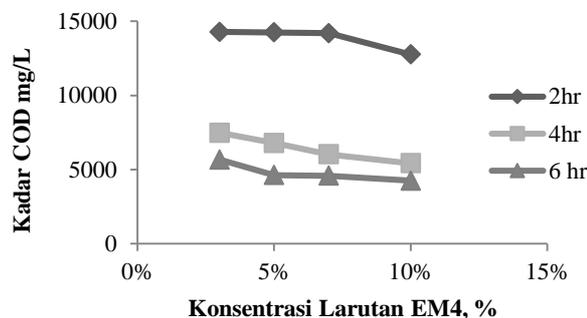
Tabel 2. Kadar COD, TSS dan pH limbah cair tahu setelah bioremediasi

NO	Konsentrasi EM-4 (%)	Kadar COD, mg/L			Kadar TSS, mg/L			pH		
		2 hari	4 hari	6 hari	2 hari	4 hari	6 hari	2 hari	4 hari	6 hari
1	3	14.283	7.483	5.677	1005	685	525	5,16	7,2	7,27
2	5	14.250	6.790	4.630	1.205	535	615	5,3	7,4	7,90
3	7	14.200	6.027	4.590	900	350	510	5,31	7,67	8,17
4	10	12.767	5.423	4.253	770	325	180	7,36	7,8	8,36

Limbah cair industri tahu yang digunakan diambil dari industri tahu di Jalan Tanjung, Kelurahan Sungai Pinang Luar, Samarinda. Berdasarkan hasil uji kadar COD yang dimiliki limbah cair tahu berkisar 14.300 mg/L ini belum memenuhi baku mutu, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu dengan menggunakan proses secara biologi. Proses ini mendegradasi kontaminan yang terdapat pada limbah cair tahu dengan menggunakan *effective microorganism-4 (EM-4)*.

Angka *chemical oxygen demand* (COD) menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan organik yang terdapat pada limbah cair tahu dapat teroksidasi secara kimia baik yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme maupun yang sukar terdegradasi. Gambar 2 menunjukkan bahwa pada waktu tinggal 2 hari penurunan COD terbaik sebesar 10.7% terjadi pada konsentrasi EM4 10% dengan kadar COD 12.767 mg/L. Pada waktu tinggal 4 hari penurunan terbaik terjadi pada konsentrasi EM4 10% dengan kadar COD 5.423 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 62% dan pada waktu tinggal 6 hari penurunan terbaik terjadi pada konsentrasi EM4

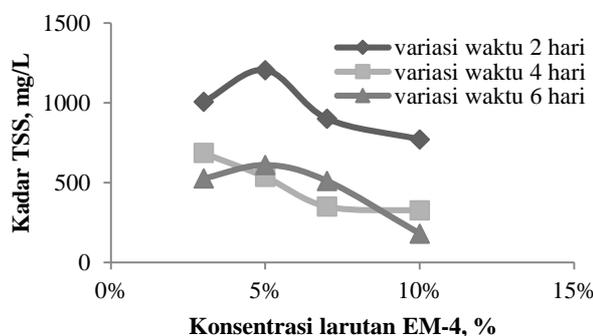
10% dengan kadar COD sebesar 4.253 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 70%. Penurunan kadar COD terbesar terjadi pada waktu tinggal 6 hari dan konsentrasi EM4 sebesar 10%.



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi larutan *EM-4* dan kadar COD

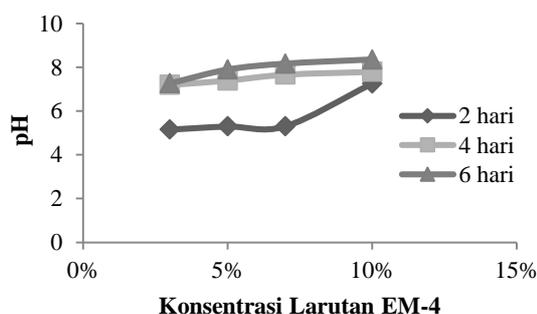
Penurunan kadar COD yang terjadi di reactor anaerob mengubah senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair tahu menjadi metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) tanpa kehadiran oksigen. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*) yang terdapat pada EM-4 dan bakteri (*Saccharomyces sp*) memfermentasikan bahan organik yang ada pada limbah cair tahu menjadi senyawa-senyawa organik dan dapat mempercepat proses penguraian senyawa organik yang lebih sederhana. Hasil senyawa organik yang telah terurai ini akan digunakan mikroba sebagai faktor tumbuh dalam proses bioenergi sehingga akan mempercepat penurunan kadar COD^[8]. Pada proses aerob suplai oksigen yang didapatkan dari pompa membantu mikroorganisme aerob untuk mengubah sisa bahan organik yang masih tersisa dari proses anaerob, limbah cair diubah menjadi karbondioksida, air dan ammonia. Selama sumber nutrisi cukup dan jumlah oksigen tidak berkurang, bakteri akan berkembang biak secara baik dan menghasilkan energi yang cukup untuk mengurangi senyawa organik.

Hasil penelitian membuktikan bahwa semakin besar waktu tinggal, maka semakin besar pula tingkat efisiensi penyisihan organiknya. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu kontak mikroba dengan senyawa organik untuk mendegradasi sehingga kadar COD semakin menurun. Semakin tinggi konsentrasi larutan EM-4 maka semakin banyak jumlah mikroba yang terkandung di dalamnya sehingga jumlah air limbah yang dapat terdegradasi oleh mikroba meningkat, hal ini mengakibatkan menurunnya kadar COD. Kadar COD yang telah dihasilkan dari proses bioremediasi menggunakan larutan EM-4 ini belum memenuhi baku mutu lingkungan karena kurangnya waktu proses bioremediasi.



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi larutan *EM-4* dan kadar TSS

Hasil analisa kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, penurunan kadar TSS terbaik sebesar 95,6% diperoleh pada waktu tinggal 6 hari, konsentrasi larutan EM-4 10% dengan kadar TSS 180 mg/L. Semakin lama waktu tinggal, mikroba yang terdapat pada EM-4 mengalami pertumbuhan dengan pesat dan dapat mengurai bahan organik sebagai suplai makanan mikroba di dalam limbah cair tahu yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan kadar TSS. Kadar TSS yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu lingkungan (nilai baku mutu TSS adalah 100 mg/L.) dengan hasil terbaik yang didapat sebesar 180 mg/L dengan konsentrasi 10% dan waktu tinggal 6 hari.



Gambar 4. Grafik hubungan antara konsentrasi larutan *EM-4* dan pH

Gambar 4 menunjukkan peningkatan pH limbah cair tahu pada proses bioremediasi menggunakan EM-4 seiring dengan berjalannya waktu proses. Peningkatan pH yang terjadi cukup signifikan dari pH awal limbah cair tahu yang semula 3,4. Pada waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari, kenaikan pH optimal terjadi pada konsentrasi EM-4 10% dengan nilai pH berturut-turut sebesar 7,26; 7,8 dan 8,36. Peningkatan pH disebabkan karena yeast mengalami fase pertumbuhan, sehingga proses perombakan gula menjadi etanol cepat. Dampak yang ditimbulkan dari fase pertumbuhan yaitu dapat meningkatkan jumlah gugus OH⁻ sehingga pH meningkat karena etanol mempunyai gugus OH⁻ yang bersifat basa^[9]. Hal tersebut mengakibatkan pH terus meningkat. Pada proses aerob mikroorganisme yang diberikan tambahan oksigen dari pompa menguraikan sisa bahan organik dari hasil proses anaerob dengan mengubah menjadi CO₂, H₂O dan NH₃. Meningkatnya jumlah NH₃ menyebabkan pH air semakin meningkat karena pH dari NH₃ adalah basa. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan mikroba untuk memecah bahan organik didalam limbah cair tahu maka semakin meningkat pH yang dihasilkan. Pada pengujian pH hasil yang diperoleh telah mencapai baku mutu yaitu pH terbaik berkisar 8,36 dengan baku mutu pH 6-9.

4. KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi larutan EM-4 yang ditambahkan dalam limbah cair tahu maka semakin efisien dalam menurunkan kadar COD, TSS dan meningkatkan nilai pH
2. Hasil terbaik proses bioremediasi diperoleh pada waktu tinggal 6 hari dan konsentrasi EM-4 10% menghasilkan kadar COD sebesar 4.235 mg/L, kadar TSS sebesar 180 mg/L dan pH 8,36.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Samarinda yang telah memberikan pendanaan/hibah penelitian mandiri kepada kami dengan DIPA Politeknik Negeri Samarinda Nomor : SP DIPA 023.18.2.677612/2021Tgl. 23 November Tahun 2020. Dan juga kepada para laboran dan analis Jurusan Teknik Kimia yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R. E. Ananda, D. Irawan, D.S. Wahyuni, A.D. Kusuma, J. Buardiato & R. Hidayat, "Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair Dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda" *Jurnal Teknologi Terapan*. vol. 6, no. 1, pp. 54 – 59, 2018.
- [2]. A. Bangun, S. Aminah, R. Hutahean & M. Ritonga, "Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 7-13, 2013.
- [3]. K.L. Sari, "Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Tahu menggunakan *Effective Microorganism-4 (EM4)* Secara Aerob," *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2017.
- [4]. Y. Fitria, Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan *Effective Microorganism-4*, 2008.
- [5]. M. Ulum, S. Mumu P. Kancitra, Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan *Effective Microorganism-4* serta Pemanfaatannya, 2013.
- [6]. Abas Sato, Priyo Utomo & Hafid Sustantyo, "Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik- Aerobik Kontinyu," *Seminar Nasional Sains & Teknologi Terapan III*, Surabaya, 2015, h. 185-191.
- [7]. MetCalf & Eddy, *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, 4th ed., New York: McGraw Hill Book Co., 2003.
- [8]. S. Hendarko, *Mikrobiologi Dasar*, Semarang : Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro, 2002.
- [9]. Fadilah & Umi, "Studi Pengaruh pH Awal Media Dan Lama Fermentasi Pada Proses Produksi Etanol Dari Hidrolisat Tepung Biji Nangka Dengan Menggunakan *Saccharomycess Cerevisiae*," *Laporan Tugas Akhir*, Politeknik Negeri Samarinda, 2018.