



## Efektifitas EM-4 (Effective Microorganisms-4) Dalam Menurunkan Kadar Cod Pada Air Limbah Industri Tempe

### *The Effectiveness of EM-4 (Effective Microorganisms-4) in Reducing COD Levels in Tempe Industrial Wastewater*

Abd ziad mohamad<sup>1\*</sup>, Herlina Jusuf<sup>2</sup>, Moh. Rivai Nakoe<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Gorontalo

\*Corresponding Author: E-mail: [abdziadmohamad@gmail.com](mailto:abdziadmohamad@gmail.com)

#### Artikel Penelitian

##### Article History:

Received: 29 May, 2025

Revised: 13 Jul, 2025

Accepted: 30 Jul, 2025

##### Kata Kunci:

EM-4, COD, Air Limbah, Industri Tempe

##### Keywords:

EM-4, COD, Wastewater, Tempe Industry

DOI: [10.56338/jks.v8i7.8308](https://doi.org/10.56338/jks.v8i7.8308)

#### ABSTRAK

Air limbah hasil industri tempe memiliki kadar bahan organik yang tinggi, di tandai dengan nilai Chemical Oxygen Demand (COD) yang melebihi ambang batas baku mutu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas larutan Effective Microorganisms-4 (EM-4) dalam menurunkan kadar COD pada air limbah tempe dengan variasi konsentrasi 25%, 50%, dan 75%. Metode penelitian eksperimen laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menguji efektivitas EM-4 dalam menurunkan kadar COD air limbah. Sampel berupa air limbah yang diberi perlakuan dengan variasi konsentrasi menggunakan EM4. Analisis data menggunakan uji One-Way Anova untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas penurunan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 25% dengan efisiensi sebesar 65,98%, diikuti oleh konsentrasi 75% sebesar 65,79%, dan 50% sebesar 65,35%. Penurunan kadar COD paling besar terjadi pada konsentrasi 25%, yaitu dari 1854 mg/L menjadi 630 mg/L, dibandingkan dengan konsentrasi 50% yaitu 636 mg/L dan 75% yaitu 686 mg/L. Berdasarkan hasil uji statistik, tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antar ketiga konsentrasi tersebut terhadap penurunan kadar COD ( $p$ -value = 0,143). Disarankan pada pemilik usaha tempe agar menerapkan penggunaan EM-4 dalam pengolahan limbah cair sebagai upaya menjaga kualitas lingkungan.

#### ABSTRACT

Tempe industrial wastewater has a high organic content, indicated by a Chemical Oxygen Demand (COD) value that exceeds the environmental quality standard threshold. This study aims to determine the effectiveness of Effective Microorganisms-4 (EM-4) solution in reducing COD levels in tempe wastewater with concentration variations of 25%, 50%, and 75%. The laboratory experimental research method with a Completely Randomized Design (CRD) to test the effectiveness of EM-4 in reducing COD levels in wastewater. The sample was wastewater treated with various concentrations using EM4. Data analysis used the One-Way Anova test to determine the significance of differences between treatments. The results showed that the highest reduction effectiveness was obtained at a concentration of 25% with an efficiency of 65.98%, followed by a concentration of 75% at 65.79%, and 50% at 65.35%. The largest reduction in COD levels occurred at a concentration of 25%, from 1854 mg/L to 630 mg/L, compared to a concentration of 50%, which was 636 mg/L, and 75%, which was 686 mg/L. Based on the results of statistical tests, there was no statistically significant difference between the three concentrations in reducing COD levels ( $p$ -value = 0.143). It is recommended that tempe business owners implement the use of EM-4 in liquid waste processing as an effort to maintain environmental quality.

#### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia. Sebanyak 50% dari konsumsi kedelai Indonesia dijadikan untuk memproduksi tempe, 40% tahu, dan 10% dalam bentuk produk lain (seperti tauco, kecap, dan lain-lain). Umumnya, masyarakat Indonesia mengkonsumsi tempe sebagai pangan pendamping nasi. Dalam perkembangannya, tempe diolah dan disajikan sebagai aneka pangan siap saji yang diproses dan dijual dalam kemasan. Kripik tempe (Badan Standarisasi Nasional, 2012).

Industri tempe merupakan usaha yang didirikan dengan tujuan utama pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Dampak positifnya berupa pemenuhan kebutuhan masyarakat akan sumber pangan, sedangkan dampak negatif dari industri tempe berupa limbah buangan yang menimbulkan pencemaran sehingga merusak lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa hasil pembuangan limbah padat (ampas tempe) dan limbah cair. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tempe adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tempe. Industri tempe umumnya masih berupa industri kecil dan menengah yang memproduksi dengan metode tradisional, padahal daya beli masyarakat untuk produk ini relatif tinggi (Pakpahan, 2021).

Industri tempe umumnya masih berupa industri kecil dan menengah yang memproduksi dengan metode tradisional, padahal daya beli masyarakat untuk produk ini relatif tinggi. Proses produksi tempe membutuhkan jumlah air yang banyak, baik untuk tahap perebusan, perendaman, pencucian maupun peragian. Kebutuhan jumlah air yang tinggi dalam proses produksi tempe sejalan dengan jumlah limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair tersebut berupa air sisa perebusan, perendaman, pencucian serta peragian kedelai yang dibuang langsung ke saluran air di tempat produksi tempe sehingga berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan (Perdana, 2021).

Limbah cair industri tempe adalah sisa cairan yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe secara massal. Limbah ini umumnya mengandung air, bahan organik seperti protein dan karbohidrat, serta kadang-kadang senyawa nitrogen seperti amonia. Limbah cair ini perlu dikelola dengan baik karena dapat mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Proses pengolahan limbah cair industri tempe umumnya terdiri dari filtrasi, oksidasi, dan pemurnian. Untuk mengurangi dampak limbah tempe terhadap lingkungan, penting untuk melakukan pengelolaan limbah yang baik, seperti pengolahan limbah sebelum dibuang, penggunaan kembali limbah sebagai pupuk cair organik dan penggunaan teknologi ramah lingkungan dalam pengolahan limbah tempe (Sunartaty & Sahabuddin, 2023).

EM-4 merupakan cairan yang berwarna coklat dan memiliki aroma segar manis yang berisikan campuran dari beberapa mikroorganisme hidup yang dapat menurunkan beban pencemar serta meningkatkan unsur hara. Di dalam EM-4 terkandung jenis bakteri yang bersifat baik terdiri dari bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), ragi/yeast, Actinomycetes dan jamur peragian (*Saccharomyces* sp) (Putri, 2022).

Penelitian ini fokus utamanya bukan pada peningkatan kualitas air sungai, melainkan pada pengolahan air limbah tempe yang memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi dan karakteristik limbah yang lebih kompleks. Jika air sungai umumnya mengandung pencemar dari berbagai

sumber eksternal dengan konsentrasi polutan yang lebih rendah, air limbah tempe berasal langsung dari proses produksi tempe dan mengandung kadar COD yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas EM-4 dalam mengolah air limbah tempe dengan pendekatan yang lebih spesifik, sehingga dapat memberikan solusi optimal bagi industri pangan dalam mengurangi dampak limbahnya terhadap lingkungan.

## **METODE**

Lokasi Penelitian di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo Penelitian dilakukan selama 1 bulan di mulai dari bulan Januari hingga bulan Februari 2025. Metode penelitian eksperimen laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menguji efektivitas EM-4 dalam menurunkan kadar COD air limbah. Sampel berupa air limbah yang diberi perlakuan dengan variasi konsentrasi menggunakan EM4. Analisis data menggunakan uji One-Way Anova untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar perlakuan.

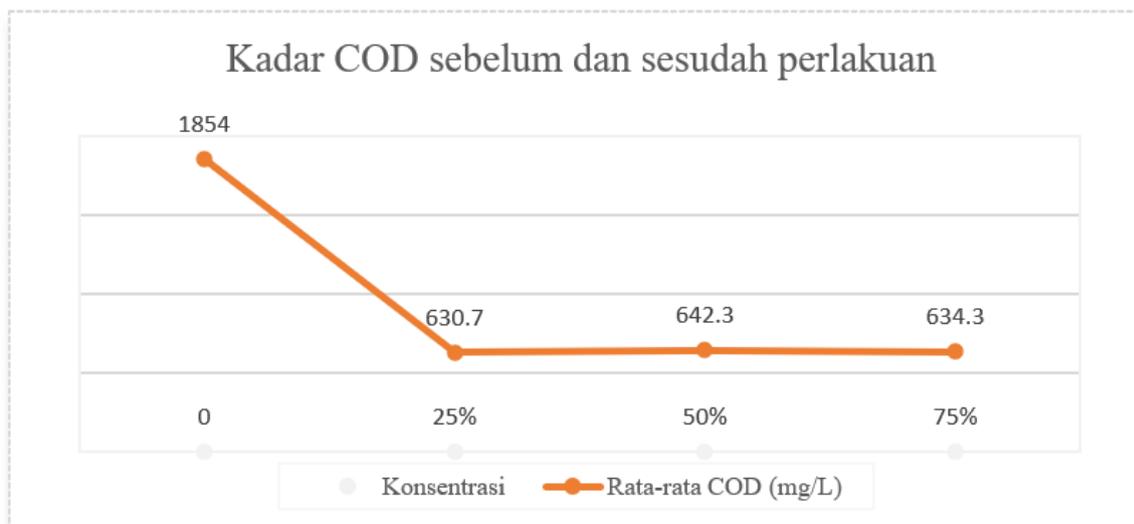
**HASIL****Analisis Univariat****Presentase penurunan kadar COD air limbah tempe dengan variasi konsentrasi EM-4 25%, 50% dan 75%.**

Tabel 1 Presentase penurunan kadar COD air limbah tempe dengan variasi konsentrasi EM-4 25%, 50% dan 75%

Parameter	Konsentrasi	Pengulangan (mg/L)			Rata-rata (mg/L)	Presentase (%)
		I	II	III		
COD	Kontrol	1854	1854	1854	1854	
	25%	630	657	605	630,7	65,98
	50%	636	664	627	642,3	65,35
	75%	586	664	653	634,3	65,79

Sumber: Data Primer 2025

Persentase kadar COD sebelum dan sesudah perlakuan



Sumber: Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa pemberian EM-4 dengan variasi konsentrasi sebesar 25%, 50%, dan 75% memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada air limbah. Hasil menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar COD secara signifikan setelah perlakuan, dengan efektivitas penurunan tertinggi tercatat sebesar 65,98%. Penurunan ini ditunjukkan melalui garis tren yang menggambarkan penurunan kadar COD dari nilai awal pada kontrol sebesar 1854 mg/L menjadi 634,3 mg/L setelah perlakuan dengan konsentrasi EM-4 sebesar 25%. Menariknya, meskipun konsentrasi EM-4 yang digunakan paling rendah, yaitu 25%, hasilnya justru menunjukkan efektivitas paling tinggi dalam menurunkan kadar COD dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Efektivitas konsentrasi 25% ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam EM-4 yang optimal pada konsentrasi tersebut, di mana kondisi lingkungan fermentasi memungkinkan bakteri bekerja lebih efisien dalam mendegradasi zat organik. Namun, meskipun

terjadi penurunan yang cukup besar, kadar COD akhir sebesar 634,3 mg/L masih belum memenuhi standar baku mutu air limbah sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai, yang menetapkan ambang batas COD maksimum sebesar 100 mg/L. Oleh karena itu, meskipun perlakuan EM-4 efektif menurunkan kadar COD, diperlukan perlakuan lanjutan atau pengolahan tambahan agar air limbah dapat memenuhi persyaratan baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan.

### Analisis Bivariat

**Analisis data kadar COD air limbah tempe dengan variasi konsentrasi EM-4, 25% 50% dan 75%**

### Uji One-Way Anova

Tabel 2 Uji One-Way Anova COD

Parameter	Konsentrasi	<i>p-value</i>
COD	Konsentrasi EM-4 25%	0,143
	Konsentrasi EM-4 50%	
	Konsentrasi EM-4 75%	

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 2 di atas, hasil analisis menggunakan uji One-Way ANOVA terhadap parameter COD menunjukkan bahwa nilai *p-value* yang diperoleh adalah  $0,143 > 0,05$ , lebih tinggi dibandingkan nilai signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara perlakuan konsentrasi EM-4 sebesar 25%, 50%, dan 75% dalam menurunkan kadar COD pada air limbah tempe.

Walaupun data deskriptif memperlihatkan adanya penurunan kadar COD di setiap perlakuan, selisih yang terjadi belum cukup signifikan secara statistik untuk membuktikan bahwa perbedaan konsentrasi EM-4 memberikan pengaruh nyata terhadap parameter tersebut. Dengan kata lain, variasi konsentrasi EM-4 belum memberikan efek yang signifikan dalam menurunkan kadar COD pada kondisi penelitian ini.

### PEMBAHASAN

**Presentase penurunan Kadar COD pada air limbah Tempe dengan variasi konsentrasi 25%, 50% dan 75%**

Penelitian ini dilakukan pengukuran kadar COD sebelum perlakuan pada sampel air limbah tempe pada titik awal (kontrol) yaitu 1854 mg/L, yang menggunakan konsentrasi 25% EM-4 pada limbah cair tempe di dapat hasil COD terjadi penurunan sebanyak 630,7 mg/L dengan efektivitas 65,98%, yang menggunakan konsentrasi 50% EM-4 pada limbah cair tempe di dapat hasil COD terjadi penurunan sebanyak 642,3 mg/L dengan efektivitas 65,35%, dan yang menggunakan konsentrasi 75% EM-4 pada limbah cair tempe di dapat hasil COD terjadi penurunan sebanyak 634,3 mg/L dengan efektivitas 65,79%. Hasil yang didapat belum memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai bahwa kadar COD air limbah tidak melebihi 300 mg/L.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa konsentrasi 25% EM-4 memiliki kemampuan Mikroorganisme yang efektif dalam penurunan COD setelah Penambahan Bakteri EM-4 selama 5 hari

dan mengalami penurunan tertinggi yaitu sebesar 630,7 mg/l (65,98 %), menurut Lingga Sari , (2020) Tingginya persentase penurunan konsentrasi COD dapat diartikan mikroorganismenya (EM-4) bekerja dengan optimal. Mikroorganismenya (EM-4) mampu mengurai limbah dengan cepat. Mikroorganismenya dalam limbah terus menerus melakukan proses metabolisme sepanjang kebutuhan energinya terpenuhi dan akan menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat memberikan dampak terhadap turunnya nilai COD. Penurunan Kadar COD dengan penambahan EM-4 jauh lebih cepat, hal ini karena aktifitas dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp) yang terdapat dalam EM-4. Bakteri tersebut memfermentasikan bahan organik limbah cair tempe menjadi senyawa asam laktat yang berfungsi untuk mempercepat perombakan bahan organik. Selain itu adanya bantuan enzim protease yang dihasilkan oleh berbagai jenis mikroba yang terdapat pada EM-4 mulai dari bakteri, kapang dan khamir. Protease merupakan enzim yang berperan dalam reaksi yang melibatkan pemecahan protein diantaranya menjadi amonia, nitrit, nitrat, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. Adanya proses pemecahan atau penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana secara tidak langsung dapat menurunkan kadar COD.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa konsentrasi 50% EM-4 mengalami penurunan Efektivitas Mikroorganismenya, hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak lagi optimal, seperti meningkatnya kompetisi antar mikroorganismenya, terbatasnya ketersediaan nutrisi, dan kemungkinan akumulasi senyawa toksik yang menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Menurut Ariyanto, (2022) penurunan efektivitas tersebut terjadi karena mikroorganismenya mengalami stres akibat lingkungan yang terlalu padat, sehingga aktivitas metabolisme dan kemampuan dekomposisinya menurun. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi efektivitas mikroorganismenya adalah penurunan ketersediaan oksigen, fluktuasi pH yang tidak stabil, serta akumulasi produk sampingan yang bersifat inhibitor, seperti asam organik. Semua faktor ini berkontribusi pada berkurangnya kemampuan mikroorganismenya dalam melakukan proses dekomposisi secara efisien. Kecenderungan peningkatan COD selama fermentasi sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Munawaroh, (2020) menunjukkan bahwa kemampuan pengolahan berkaitan dengan lamanya pemberian perlakuan maka semakin lama limbah cair tahu diperlakukan semakin besar pula penurunan COD, akan tetapi penurunan konsentrasi COD cenderung stasioner, yang mengalami peningkatan dari 400 mg/L menjadi 480 mg/L, dan menunjukkan bahwa penguraian bahan organik berlangsung lambat akibat mikroorganismenya yang terkandung dalam EM-4 mengalami kejenuhan akan nutrisi yang ditandai dengan penurunan efisiensi penyisihan.

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi 75% EM-4 memberikan penurunan kadar COD yang efektif. Meskipun pada konsentrasi 75% menunjukkan penurunan yang signifikan, efektivitasnya tidak sebaik konsentrasi 25%. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor lain yang mempengaruhi efektivitas mikroorganismenya adalah penurunan ketersediaan oksigen, fluktuasi pH yang tidak stabil, serta akumulasi produk sampingan yang bersifat inhibitor, seperti asam organik. Menurut Siswati, (2009) Semakin tinggi konsentrasi EM-4 yang ditambahkan, rasio C/N yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena jumlah makanan (dalam hal ini adalah limbah tahu/tempe) tidak sebanding dengan jumlah mikroba, sehingga terjadi persaingan antar mikroba untuk mendapatkan makanan akibatnya berpengaruh pada proses degradasi. Semua faktor ini berkontribusi pada berkurangnya kemampuan mikroorganismenya dalam melakukan proses dekomposisi secara efisien. Meskipun terjadi penurunan kadar COD pada konsentrasi 75%, namun besarnya penurunan tersebut masih tergolong tidak signifikan, pada penelitian Deffy, (2020) bahwa penurunan kadar COD adalah pada reaktor pertama dengan efisiensi penyisihan sebesar 61,82% sedangkan pada reaktor kedua dengan efisiensi penyisihan sebesar 62,10%. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Munawaroh, (2020) dengan menggunakan larutan Effective Microorganism-4 (EM-4) untuk menurunkan kadar COD. Hasil yang diperoleh pada penelitiannya mengalami penurunan drastis dengan konsentrasi 1/20 maupun 1/10 pada hari ke-5. Konsentrasi COD semula 9256 mg/l setelah ditambahkan larutan EM-4 dengan konsentrasi 1/20 menjadi 360 mg/l, sedangkan untuk konsentrasi

1/10 mengalami penurunan hingga 600 mg/l, penurunan COD disebabkan adanya larutan Effective Microorganism-4 (EM-4) dikarenakan adanya enzim protease yang dihasilkan dari berbagai jenis mikroba yang terdapat pada EM-4. Enzim protease ini adalah enzim yang sangat berperan penting dalam reaksi yang melibatkan pemecahan protein menjadi amonia.

Penelitian ini sejalan dengan temuan Siswati, (2009) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi EM-4 yang ditambahkan, rasio C/N yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini menyebabkan persaingan antar mikroba untuk mendapatkan sumber makanan, yang akhirnya berpengaruh pada proses degradasi bahan organik. Penurunan efektivitas mikroorganisme pada konsentrasi tinggi seperti 50% dan 75% EM-4 terjadi karena terbatasnya ketersediaan nutrisi, peningkatan kompetisi antar mikroorganisme, serta kemungkinan akumulasi senyawa toksik yang menghambat pertumbuhan mikroba. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi tinggi EM-4 dapat menurunkan kadar COD, efektivitasnya tidak lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 25%, yang memiliki hasil penurunan yang paling optimal.

### **Analisis variasi konsentrasi (25%, 50% dan 75%) EM-4 yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah tempe**

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan konsentrasi 25%, 50% dan 75% EM-4 terhadap kadar COD (Chemical oxygen demand). Dimana hasil pemeriksaan menunjukkan EM-4 pada konsentrasi 25% terbukti efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah Tempe/tahu.

Berdasarkan hasil analisis data, menunjukkan ada perbedaan efektivitas antara konsentrasi 25%, 50%, dan 75% ( $p$ -value = 0,143). Nilai  $p$ -value > 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan efektivitas penurunan kadar COD antara ketiga konsentrasi tersebut tidak signifikan secara statistik. Artinya, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang bermakna dalam kemampuan ketiga konsentrasi EM-4 (25%, 50%, dan 75%) dalam menurunkan kadar COD pada air limbah tempe. Dengan kata lain, meskipun terdapat variasi nilai penurunan secara numerik, perbedaan tersebut tidak cukup kuat untuk disimpulkan sebagai hasil dari perbedaan konsentrasi EM-4 yang digunakan. Pada konsentrasi 25% EM-4 menunjukkan jumlah mikroorganisme yang cukup untuk melakukan proses degradasi dalam air limbah. Konsentrasi ini menciptakan keseimbangan yang baik antara jumlah mikroorganisme dan nutrisi sehingga tidak menyebabkan persaingan antar mikroba untuk menemukan sumber makanannya. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, mikroorganisme dapat saling menyerang ketika ketersediaan nutrisi dan mikroorganisme tidak seimbang sehingga mengurangi proses degradasi polutan pada air limbah. Konsentrasi 25% mengurangi kemungkinan ini, sehingga proses adsorpsi dapat berlangsung dengan optimal.

Menurut Patmawati, (2021) penggunaan EM-4 dalam pengolahan limbah cair kedelai mampu menurunkan kadar COD dan TSS secara signifikan, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada konsentrasi yang digunakan. Dalam konsentrasi optimal, mikroorganisme dalam EM-4 dapat berkembang secara efisien tanpa terjadi kejenuhan atau penurunan aktivitas biologis. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi berlebih tidak selalu menghasilkan efisiensi yang lebih baik.

Peningkatan konsentrasi 50% EM-4 tidak memberikan hasil yang diharapkan, di mana interaksi antara mikroorganisme dapat terjadi, di mana mikroorganisme saling menyerang hal ini disebabkan karena keberadaan mikroorganisme dan nutrisi tidak seimbang. Menurut Ari Fitria, (2023) penambahan EM-4 sebesar 5% pada limbah laundry dengan aerasi selama 3 hari mampu menurunkan kadar COD hingga 81,75%. Namun, peningkatan konsentrasi EM-4 hingga 10% tidak memberikan penurunan COD yang lebih signifikan, dan bahkan dapat mengganggu simbiosis antara mikroorganisme yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan EM-4 dalam konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan mikroorganisme dan nutrisi, sehingga mengurangi efektivitas proses biodegradasi.

Konsentrasi 75% EM-4 menunjukkan hasil yang baik dalam menurunkan kadar COD, tetapi masih tidak seefektif Konsentrasi 25%. Hal ini bisa terjadi karena pada dosis yang lebih tinggi, meskipun jumlah konsentrasi meningkat, proses degradasi terhambat, ada kemungkinan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi, partikel yang terdegradasi terhalang oleh zat toksik yang menghambat ataupun mikroorganismes itu sendiri. Menurut Sulistiyowati, (2020) pada konsentrasi EM-4 yang lebih tinggi, efisiensi penghilangan COD cenderung menurun. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa dosis 15 ml/L EM-4 mampu menurunkan kadar COD hingga 96,24%, sedangkan pada dosis yang lebih tinggi tidak terjadi peningkatan yang signifikan dalam efektivitas, bahkan cenderung stagnan atau menurun, yang menguatkan dugaan bahwa konsentrasi berlebih dapat mengganggu proses degradasi mikroorganismes.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Wintah, (2025) yang menemukan bahwa peningkatan konsentrasi EM-4 tidak selalu meningkatkan efektivitas penurunan COD. Dalam penelitian mereka, dosis 15 mL/L EM-4 mampu menurunkan kadar COD hingga 96,24%, namun dosis yang lebih tinggi tidak memberikan peningkatan yang signifikan. Hal ini mendukung temuan dalam penelitian ini, yang menunjukkan bahwa konsentrasi 25% EM-4 lebih efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah tempe dibandingkan dengan konsentrasi 50% dan 75%, karena konsentrasi yang lebih tinggi dapat mengganggu keseimbangan mikroorganismes dan nutrisi, sehingga mengurangi efektivitas proses degradasi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan EM-4 dengan variasi konsentrasi 25%, 50%, dan 75% mampu menurunkan kadar COD pada limbah cair tempe. Efektivitas penurunan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 25% dengan efisiensi 65,98%, diikuti oleh 75% (65,79%) dan 50% (65,35%).

Meskipun secara angka konsentrasi 25% menunjukkan penurunan COD paling besar, yakni dari 1854 mg/L menjadi 630 mg/L, hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antar ketiga konsentrasi ( $p$ -value = 0,143). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga konsentrasi EM-4 sama-sama efektif dalam menurunkan kadar COD, meskipun tidak menunjukkan perbedaan efektivitas yang signifikan secara statistik.

## SARAN

Disarankan agar penelitian selanjutnya lebih memperhatikan proses pembuatan dan penggunaan EM-4, termasuk faktor pH, suhu, dan waktu kontak, untuk hasil yang lebih optimal. Instansi terkait diharapkan melakukan pengawasan dan edukasi kepada pelaku industri tempe tentang pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Pemilik usaha tempe juga dianjurkan menggunakan EM-4 sebagai alternatif pengolahan limbah cair untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, E. (2022). Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms-4 Sebagai Biocatalyst Terhadap Peningkatan Konsentrasi Ammonium Sebagai Sumber Pupuk. *Jurnal Indobiosains*, 4, 2022.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Deffy. (2020). Jurnal Presipitasi Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Larutan EM4 Secara Anaerob-Aerob Bioremediation of Tofu Industrial Wastewater Using Anaerobic-Aerobic Solution of EM4. 17(3), 233–241.
- Dyah Siswati, N., Theodorus, H., & Puguh, D. (2009). Kajian Penambahan Effective Microorganisms (Em 4) Pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas. In *Buana Sains* (Vol. 9).

- Fitria, K. (2023). Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Dan Fosfat (PO<sub>4</sub>-P) Limbah Laundry Menggunakan EM4 dan Mikroalga Spirulina sp.
- Kiswanto, & Wintah. (2025). Addition of EM-4 (effective microorganisms-4) to reduce BOD (biological oxygen demand) of batik cap waste in Pekalongan City. *E3S Web of Conferences*, 605. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560503002>
- Lingga Sari, K., & Ali As, Z. (2017). Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (Em4) Secara Aerob. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14.
- Munawaroh, U., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2020). Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. In *Reka Lingkungan ©Teknik Lingkungan Itenas | (Vol. 1, Issue 2)*.
- Pakpahan, M. R. R. B., Ruhayat, R., & Hendrawan, D. I. (2021). Karakteristik Air Limbah Industri Tempe (Studi Kasus: Industri Tempe Semanan, Jakarta Barat). *Jurnal Bhuwana*, 164–172. <https://doi.org/10.25105/bhuwana.v1i2.12535>
- Patmawati, Y., & Azizi. (2021). Effective Microorganism-4 (EM-4) pada Proses Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF*, 13(1), 37–42. <http://e-journal.polnes.ac.id/index.php/mediaperspektif/index>
- Perdana, A. T., & Widiawati, D. (2021). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengolahan Limbah Cair Produksi Tempe di Kampung Tempe Kota Tangerang. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Universitas Al Azhar Indonesia*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.36722/jpm.v4i1.935>
- putri. (2022). Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS Limbah Cair Industri Tempe dengan Pemamfaatan Efective Microorganisme (EM) Limbah Kulit Pisang. [repository.unipasby.ac.id](https://repository.unipasby.ac.id)
- Sulistiyowati, E. (2020). Efektivitas EM-4 Dalam Menurunkan Kadar Cod Limbah Cair Batik Cap. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan Vol Efektivitas Em-4 Dalam Menurunkan Kadar Cod Limbah Cair Batik Cap Di Kelurahan Simbang Wetan Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah*. 18(1).
- Sunartaty, R., & Sahabuddin, E. S. (2023). Pengendalian Limbah Industri. <https://www.researchgate.net/publication/370630775>