



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Pengaruh Penambahan Kultur Mikroorganisme Em-4 Terhadap Kualitas Limbah Cair Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia Air: Ph dan Turbiditas

The Effect of Adding EM-4 Microorganism Culture on Wastewater Quality Based on Physical and Chemical Water Parameters: pH and Turbidity

Ayu Sundari¹, Indah Komalasari², Shyfa Dwi Yulianty³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sahid Jakarta-Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: sayu5127@gmail.com¹, indahkomalasari20221@gmail.com², dwifayu269@gmail.com³

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 11 Mei, 2026

Revised: 23 June, 2026

Accepted: 17 July, 2026

Kata Kunci:

Biodegradasi, EM-4, Limbah Cair, Ph, Turbiditas

Keywords:

Biodegradation, Effective Microorganisms 4 (EM-4), Liquid Waste, Ph, Turbidity

DOI: [10.56338/jks.v9i7.11708](https://doi.org/10.56338/jks.v9i7.11708)

ABSTRAK

Limbah cair yang dihasilkan dari berbagai aktivitas domestik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas limbah cair adalah pemanfaatan *effective Microorganisms 4* (EM-4) yang mengandung berbagai mikroorganisme bermanfaat dalam proses biodegradasi bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan EM-4 terhadap kualitas limbah cair berdasarkan parameter pH dan turbiditas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest design*. Sampel limbah cair sebanyak 500 mL diberikan perlakuan penambahan EM-4 sebanyak 10 mL, kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang. Pengukuran pH dan turbiditas dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nilai pH yang signifikan dari 8,47 (hari ke-0) menjadi 3,71 (hari ke-5), dengan titik keasaman terendah dicapai pada hari ke-3 yaitu sebesar 3,59. Selain itu, nilai turbiditas (kekeruhan) mengalami penurunan yang konsisten dari 364 NTU menjadi 91,5 NTU pada hari terakhir, dengan efisiensi penurunan sebesar 74,86%. Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan EM-4 efektif dalam menurunkan kekeruhan limbah, meskipun menyebabkan kondisi air limbah menjadi asam.

ABSTRACT

Liquid waste generated from various domestic activities has the potential to cause environmental pollution if it is not properly treated. One method that can be used to improve the quality of liquid waste is the application of *Effective Microorganisms 4* (EM-4), which contains various beneficial microorganisms involved in the biodegradation of organic matter. This study aims to analyze the effect of EM-4 addition on the quality of liquid

waste based on pH and turbidity parameters. The research employed an experimental method using a pretest-posttest design. A 500 mL liquid waste sample was treated with 10 mL of EM-4 and then incubated for 5 days at room temperature. Measurements of pH and turbidity were conducted before and after the treatment. The results of the study showed a significant decrease in pH from 8.47 (day 0) to 3.71 (day 5), reaching the lowest point on day 3 at 3.59. Furthermore, turbidity values decreased consistently over the 5 days of incubation from 364 NTU to 91.5 NTU, achieving a total reduction efficiency of 74.86%. These findings indicate that the application of EM-4 is effective in reducing turbidity, although it shifts the wastewater into an acidic condition.

PENDAHULUAN

Limbah cair merupakan buangan berbentuk cair yang dihasilkan dari aktivitas domestik, industri, maupun kegiatan lainnya yang mengandung berbagai zat pencemar. Apabila dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai, limbah cair dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Beberapa parameter yang umum digunakan untuk menilai kualitas limbah cair antara lain pH dan turbiditas (kekeruhan). Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air, sedangkan turbiditas menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi yang menyebabkan air menjadi keruh (Badrah et al., 2021).

Limbah cair yang dibuang tanpa pengolahan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, menurunkan kualitas air, serta mengganggu kesehatan manusia. Kandungan bahan organik, zat kimia, dan logam berat dalam limbah cair dapat meningkatkan nilai kekeruhan, mengubah pH air, serta menimbulkan dampak toksik bagi organisme perairan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan limbah yang efektif untuk menurunkan tingkat pencemaran sebelum limbah dibuang ke lingkungan (Pardede et al., 2025).

Menurut pH (potential of hydrogen) merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Nilai pH menjadi salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas air dan limbah cair karena mempengaruhi aktivitas mikroorganisme serta berbagai proses kimia yang terjadi di dalamnya. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan menurunkan kualitas perairan (Ramadani et al., 2021).

Turbiditas atau kekeruhan merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kejernihan atau kekotoran air yang disebabkan oleh adanya partikel-partikel tersuspensi, seperti lumpur, bahan organik, dan mikroorganisme. Semakin tinggi nilai turbiditas, semakin rendah tingkat kejernihan air dan semakin menurun kualitas air tersebut (Sabillah et al., 2025).

Effective Microorganisms 4 (EM-4) merupakan campuran berbagai mikroorganisme menguntungkan yang dapat mempercepat proses penguraian bahan organik. Mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4 berperan dalam proses fermentasi dan biodegradasi sehingga banyak dimanfaatkan dalam pengolahan limbah cair untuk meningkatkan kualitas lingkungan (Kurniawan et al., 2024).

EM-4 dipilih karena mengandung berbagai mikroorganisme yang mampu membantu proses biodegradasi bahan organik secara alami. Selain mudah diperoleh, EM-4 juga relatif murah dan ramah lingkungan sehingga banyak digunakan dalam pengolahan limbah organik. Meskipun EM-4 telah banyak digunakan dalam pengolahan limbah organik, efektivitasnya

terhadap perubahan pH dan turbiditas pada limbah cair masih perlu dikaji lebih lanjut melalui pengamatan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan EM-4 terhadap kualitas limbah cair berdasarkan pH dan turbiditas.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mikroorganisme dalam pengolahan limbah cair mampu meningkatkan proses dekomposisi bahan organik sehingga kualitas limbah menjadi lebih baik. Effective Microorganisms 4 (EM-4) merupakan salah satu produk yang banyak digunakan karena mengandung mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dan biodegradasi bahan organik. Oleh karena itu, pemanfaatan EM-4 menjadi alternatif yang potensial untuk pengolahan limbah cair secara sederhana dan ramah lingkungan.

LITERATURE REVIEW

Limbah cair merupakan hasil buangan dari aktivitas domestik, industri, maupun kegiatan pengolahan bahan pangan yang mengandung berbagai zat pencemar organik dan anorganik. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama pada badan air seperti sungai dan danau.

Menurut Metcalf & Eddy (2014), limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas air, terutama melalui peningkatan kebutuhan oksigen terlarut yang digunakan dalam proses dekomposisi. Kondisi ini dapat mengganggu ekosistem perairan dan menyebabkan kematian organisme akuatik.

Kualitas limbah cair dapat diukur melalui parameter fisika dan kimia, antara lain pH, turbidity.

pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan indikator yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Nilai pH sangat berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam proses biodegradasi. Menurut Sawyer et al. (2003), mikroorganisme bekerja optimal pada pH mendekati netral (6,5–8,5).

Turbidity (Kekeruhan)

Turbidity atau kekeruhan menunjukkan jumlah partikel tersuspensi dalam air. Semakin tinggi nilai turbidity, maka semakin buruk kualitas air karena dapat menghambat penetrasi cahaya dan mengganggu proses fotosintesis organisme air (Chapman, 1996).

Effective Microorganisms 4 (EM4)

EM4 (*Effective Microorganisms 4*) adalah campuran mikroorganisme yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), ragi (*Saccharomyces sp.*), dan actinomycetes.

Menurut Higa & Parr (1994), EM4 bekerja secara sinergis dalam mempercepat proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik. Mikroorganisme tersebut mampu:

1. Menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa sederhana
2. Menekan mikroorganisme patogen
3. Mempercepat proses biodegradasi limbah
4. Menstabilkan kondisi lingkungan air

Mekanisme Kerja EM4 dalam Pengolahan Limbah Cair

EM4 bekerja melalui proses biodegradasi dan fermentasi. Bakteri asam laktat membantu menurunkan pH dan menekan bakteri pembusuk. Bakteri fotosintetik memanfaatkan senyawa organik sebagai sumber energi, sedangkan ragi menghasilkan enzim

yang mempercepat pemecahan senyawa kompleks.

Proses ini menyebabkan:

1. Penurunan turbidity akibat degradasi partikel tersuspensi
2. Stabilitasnya pH menuju kondisi netral

(Fujita et al., 2000)

Pengaruh EM-4 terhadap Kualitas Limbah Cair

Pemanfaatan EM-4 dalam pengolahan limbah cair telah banyak diterapkan karena kemampuannya dalam menurunkan kandungan pencemar melalui aktivitas mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. Penelitian Badrah et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan EM-4 dengan media biofilm mampu menurunkan kadar amonia dan fosfat pada limbah cair rumah sakit, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Penggunaan EM-4 dalam pengolahan limbah cair dapat membantu proses penguraian bahan organik sehingga berpotensi memperbaiki kualitas limbah melalui perubahan pH dan penurunan turbiditas. (Badrah et al., 2021; Kurniawan et al., 2024).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimen semu (quasi experiment) dengan rancangan pretest–posttest design. Rancangan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan berupa penambahan EM-4 terhadap perubahan kualitas limbah cair.

Pada tahap pretest, dilakukan pengukuran awal terhadap sampel limbah cair sebelum diberi perlakuan EM-4. Selanjutnya dilakukan tahap perlakuan (treatment) berupa penambahan EM-4, kemudian sampel didiamkan selama proses fermentasi selama 24 jam. Setelah itu dilakukan tahap posttest, yaitu pengukuran kembali parameter yang sama untuk melihat perubahan yang terjadi setelah perlakuan.

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium yang memiliki fasilitas analisis kualitas air. Pemilihan lokasi disesuaikan dengan ketersediaan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian parameter fisika dan kimia air.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi erlenmeyer 250 mL, gelas ukur, pipet ukur, pH meter, turbidimeter, aluminium foil, dan alat tulis untuk pencatatan data.

Bahan yang digunakan adalah limbah cair domestik sebanyak 250 mL dan larutan Effective Microorganisms 4 (EM-4) sebanyak 12,5 mL untuk setiap sampel perlakuan.

Prosedur Penelitian

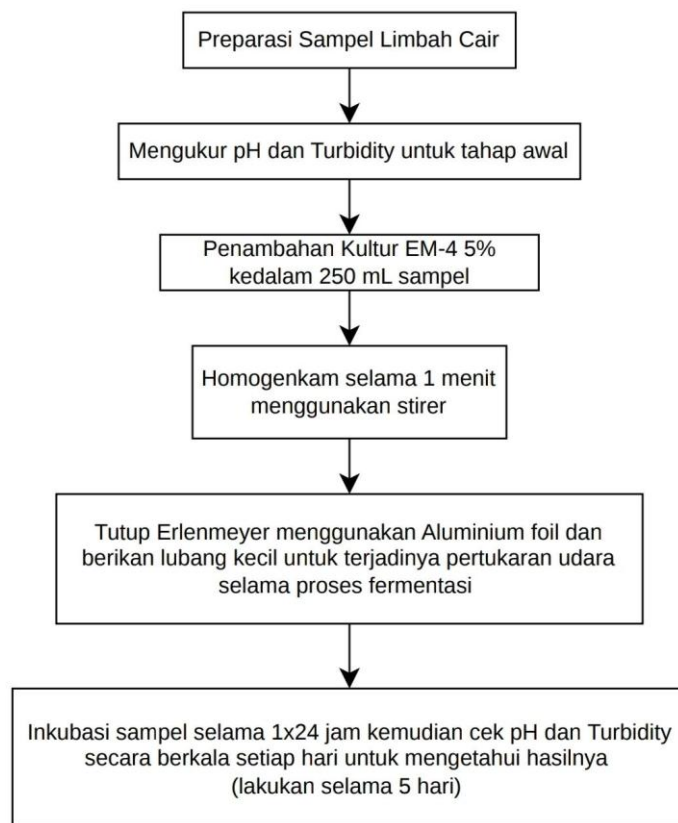


Diagram Alir penelitian

Penelitian diawali dengan menyiapkan sampel limbah cair domestik sebanyak 250 mL ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan pengukuran awal terhadap parameter pH dan turbiditas sebagai data pretest. Setelah pengukuran awal, ditambahkan EM-4 sebanyak 12,5 mL ke dalam sampel limbah cair. Sampel kemudian dihomogenkan selama kurang lebih satu menit agar EM-4 tercampur secara merata. Erlenmeyer ditutup menggunakan aluminium foil yang diberi lubang kecil untuk memungkinkan terjadinya pertukaran udara selama proses fermentasi.

Sampel yang telah diberi perlakuan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan pengukuran kembali terhadap parameter pH dan turbiditas sebagai data posttest.

Seluruh hasil pengamatan dicatat untuk dianalisis lebih lanjut.

Pengukuran Parameter

Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya. Pengukuran dilakukan pada sampel sebelum dan sesudah perlakuan penambahan EM-4 untuk mengetahui perubahan tingkat keasaman atau kebasaan limbah cair.

Pengukuran Turbiditas

Pengukuran turbiditas dilakukan menggunakan turbidimeter dengan satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengetahui perubahan tingkat kekeruhan limbah cair setelah proses fermentasi menggunakan EM-4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mikroorganisme dalam pengolahan limbah cair mampu meningkatkan proses dekomposisi bahan organik sehingga kualitas limbah menjadi lebih baik. Effective Microorganisms 4 (EM-4) merupakan salah satu produk yang banyak digunakan karena mengandung mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dan biodegradasi bahan organik. Oleh karena itu, pemanfaatan EM-4 menjadi alternatif yang potensial untuk pengolahan limbah cair secara sederhana dan ramah lingkungan.

Hasil Pengukuran

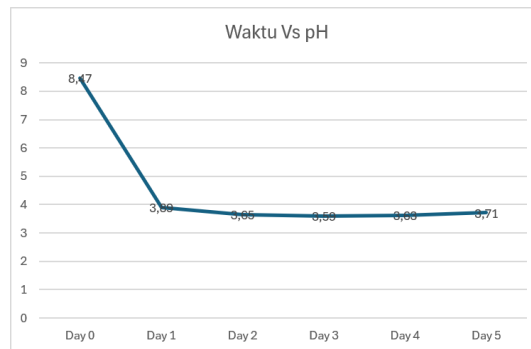
Hasil pengujian pH dan Turbidity pada limbah cair industri sebelum penambahan kultur adalah sebagai berikut.

Parameter	Kadar / Nilai	Baku Mutu
pH	8,47	6-9
Turbid	365	25

Tabel 1. Kadar pH dan Turbidity limbah cair Industri sebelum penambahan kultur

Hari ke-	pH	Turbidity (NTU)
1	3,89	150
2	3,65	128
3	3,59	108
4	3,63	92,6
5	3,71	91,5

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH dan Turbidity Sesudah penambahan kultur dan inkubasi



Grafik 1. Grafik hubungan antara waktu dan pH

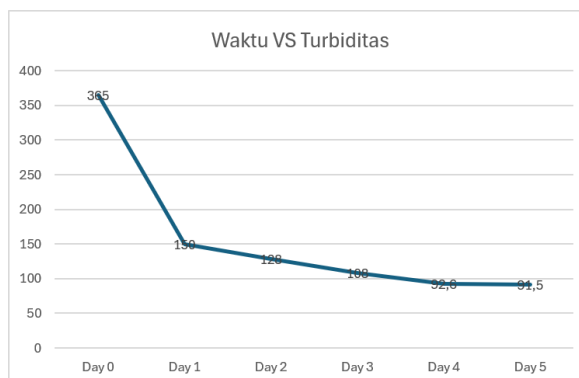
Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH limbah cair mengalami penurunan dari 8,47 pada hari ke-0 menjadi 3,71 pada hari ke-5. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa penambahan kultur mikroorganisme EM-4 memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia limbah cair. Perubahan pH yang terjadi diduga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4 selama proses biodegradasi bahan organik.

EM-4 merupakan kultur campuran yang terdiri atas bakteri asam laktat, ragi (*yeast*), dan bakteri fotosintetik yang bekerja secara sinergis dalam menguraikan bahan organik. Selama proses metabolisme, mikroorganisme tersebut menghasilkan berbagai senyawa organik, termasuk asam-asam organik yang dapat menyebabkan penurunan nilai pH media.

Penurunan pH yang cukup drastis pada hari pertama menunjukkan bahwa mikroorganisme EM-4 mampu beradaptasi dengan cepat terhadap lingkungan limbah cair dan segera memulai proses fermentasi serta dekomposisi bahan organik. Aktivitas mikroorganisme tersebut menyebabkan terbentuknya senyawa asam hasil metabolisme sehingga kondisi limbah yang semula bersifat basa berubah menjadi lebih asam.

Selama hari ke-2 hingga hari ke-5, nilai pH relatif stabil pada kisaran 3,59–3,71. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme masih berlangsung, namun laju pembentukan asam organik telah mencapai kondisi yang relatif seimbang. Stabilitas nilai pH pada akhir pengamatan mengindikasikan bahwa proses biodegradasi telah berlangsung secara berkelanjutan selama masa inkubasi.

Meskipun nilai pH mengalami penurunan dan belum berada pada kisaran baku mutu air limbah, perubahan tersebut menunjukkan bahwa EM-4 memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik kimia limbah cair. Hasil ini sejalan dengan penelitian mengenai penggunaan EM-4 pada pengolahan limbah cair yang menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme dapat menyebabkan perubahan pH akibat proses penguraian bahan organik.



Grafik 1. Grafik hubungan antara waktu dan Turbiditas

Hasil penelitian pada Turbiditas menunjukkan bahwa nilai turbiditas limbah cair mengalami penurunan dari 364 NTU pada hari ke-0 menjadi 91,5 NTU pada hari ke-5. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa penambahan EM-4 memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisika limbah cair, khususnya tingkat kekeruhan.

Turbiditas merupakan parameter fisika yang menggambarkan jumlah partikel tersuspensi yang terdapat dalam air atau limbah cair. Semakin tinggi nilai turbiditas, semakin banyak partikel yang menyebabkan kekeruhan. Sebaliknya, penurunan nilai turbiditas menunjukkan berkurangnya jumlah partikel tersuspensi dalam limbah cair.

Penurunan turbiditas yang terjadi selama penelitian diduga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme EM-4 dalam menguraikan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair. Mikroorganisme memanfaatkan bahan organik sebagai sumber nutrisi dan energi sehingga senyawa kompleks yang menyebabkan kekeruhan diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses tersebut menyebabkan jumlah partikel tersuspensi berkurang secara bertahap selama masa inkubasi.

Penurunan terbesar terjadi pada hari pertama, yaitu dari 364 NTU menjadi 150 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme berlangsung sangat intensif pada fase awal pengolahan. Selanjutnya nilai turbiditas terus menurun hingga mencapai 91,5 NTU pada hari ke-5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses biodegradasi masih berlangsung selama masa pengamatan.

Berdasarkan perhitungan efisiensi penurunan, nilai turbiditas berkurang sebesar 74,86%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa EM-4 memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menurunkan tingkat kekeruhan limbah cair melalui proses biologis. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa penggunaan EM-4 dapat menurunkan kandungan bahan pencemar organik dan padatan tersuspensi pada limbah cair karena adanya aktivitas mikroorganisme pengurai.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama 5 hari, penambahan kultur mikroorganisme EM-4 memberikan pengaruh terhadap kualitas limbah cair berdasarkan parameter fisika dan kimia air yang diamati, yaitu pH dan turbiditas. Pengaruh tersebut ditunjukkan oleh terjadinya perubahan nilai pH serta penurunan nilai turbiditas selama masa inkubasi. Hasil ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terdapat dalam EM-4 mampu berinteraksi dengan komponen pencemar yang terdapat di dalam limbah cair dan mengubah karakteristik fisika maupun kimianya melalui proses biodegradasi.

Nilai pH limbah cair mengalami perubahan dari kondisi awal sebesar 8,47 menjadi 3,69 pada akhir pengamatan. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa selama proses pengolahan terjadi aktivitas metabolisme mikroorganisme yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Menurut Higa dan Parr (1994), EM-4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme menguntungkan seperti bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, ragi, dan aktinomiset yang bekerja secara sinergis dalam menguraikan bahan organik. Selama proses tersebut, mikroorganisme menghasilkan berbagai senyawa hasil metabolisme, termasuk asam organik yang menyebabkan terjadinya penurunan pH limbah cair.

Perubahan pH yang terjadi pada penelitian ini menunjukkan bahwa mikroorganisme EM-4 aktif selama masa inkubasi. Penurunan pH yang cukup signifikan pada awal pengamatan mengindikasikan bahwa proses dekomposisi bahan organik berlangsung dengan cepat. Setelah itu nilai pH cenderung stabil hingga akhir penelitian, yang menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme telah mencapai kondisi yang relatif seimbang. Meskipun pH akhir belum berada dalam rentang baku mutu air limbah, perubahan tersebut tetap menunjukkan adanya pengaruh perlakuan EM-4 terhadap karakteristik kimia limbah cair.

Dalam perspektif mikrobiologi, penurunan pH yang terjadi selama inkubasi menunjukkan adanya aktivitas metabolik yang intensif dari mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4, terutama bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus sp.* Bakteri ini memanfaatkan senyawa organik yang tersedia dalam limbah cair sebagai sumber karbon dan energi, lalu mengubahnya menjadi berbagai asam organik, terutama asam laktat. Akumulasi dari asam organik tersebut menyebabkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam sampel sehingga nilai pH mengalami penurunan secara signifikan. Penurunan pH yang drastis pada awal masa inkubasi menandakan bahwa mikroorganisme mampu beradaptasi dengan cepat terhadap lingkungan limbah dan segera memasuki fase pertumbuhan aktif. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung secara intensif dan menjadi indikator bahwa konsorsium mikroba dalam EM-4 bekerja secara efektif dalam memanfaatkan bahan organik yang tersedia.

Selain berperan menghasilkan asam organik, bakteri asam laktat juga diketahui mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk melalui mekanisme kompetisi nutrisi dan perubahan kondisi lingkungan menjadi lebih asam. Lingkungan dengan pH rendah umumnya kurang mendukung pertumbuhan beberapa bakteri pembusuk sehingga aktivitas biodegradasi lebih didominasi oleh mikroorganisme yang berasal dari kultur EM-4. Oleh karena itu, perubahan pH yang terjadi pada penelitian ini tidak hanya menunjukkan perubahan karakteristik kimia limbah, tetapi juga mencerminkan dinamika populasi mikroorganisme selama proses pengolahan berlangsung.

Selain mempengaruhi parameter kimia, penambahan EM-4 juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter fisika berupa turbiditas. Nilai turbiditas mengalami penurunan dari 364 NTU pada awal pengamatan menjadi 96,6 NTU pada hari ke-5. Penurunan ini menunjukkan berkurangnya jumlah partikel tersuspensi yang menjadi penyebab utama kekeruhan limbah cair. Turbiditas merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air karena menggambarkan banyaknya partikel organik maupun anorganik yang masih terdapat dalam suatu perairan.

Penurunan turbiditas yang terjadi selama penelitian diduga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme EM-4 yang menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa yang

lebih sederhana. Selama proses biodegradasi, partikel-partikel organik yang semula tersuspensi di dalam limbah akan mengalami penguraian sehingga jumlah partikel penyebab kekeruhan semakin berkurang. Selain itu, sebagian partikel hasil degradasi dapat mengalami pengendapan sehingga limbah tampak lebih jernih dibandingkan sebelum perlakuan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Patmawati et al. (2021) yang melaporkan bahwa penggunaan EM-4 mampu menurunkan kandungan pencemar organik pada limbah cair melalui aktivitas mikroorganisme pengurai.

Secara mikrobiologis, proses tersebut berkaitan dengan kemampuan mikroorganisme dalam EM-4 menghasilkan berbagai enzim ekstraseluler, seperti protease, amilase dan selulase, yang berfungsi memecah senyawa organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dan mudah dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi. Aktivitas enzimatik ini menyebabkan jumlah partikel tersuspensi berkurang secara bertahap sehingga nilai turbiditas menurun selama masa inkubasi. Di samping proses degradasi, pertumbuhan biomassa mikroba juga memungkinkan terbentuknya flok biologis (bioflok) yang mengikat partikel-partikel halus di dalam limbah. Flok yang terbentuk memiliki ukuran lebih besar sehingga lebih mudah mengendap dan berkontribusi terhadap peningkatan kejernihan limbah cair.

Mekanisme biodegradasi dan pembentukan bioflok tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam EM-4 tidak hanya berperan sebagai agen pengurai bahan organik, tetapi juga berkontribusi dalam proses penurunan partikel tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan limbah cair. Semakin lama masa inkubasi, semakin banyak bahan organik yang terdegradasi sehingga jumlah partikel penyebab kekeruhan terus berkurang. Kondisi ini sesuai dengan hasil pengamatan yang menunjukkan tren penurunan turbiditas secara bertahap dari hari pertama hingga hari kelima.

Berdasarkan hasil perhitungan, efisiensi penurunan turbiditas mencapai 73,46%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa EM-4 memiliki kemampuan yang cukup baik dalam memperbaiki kualitas fisik limbah cair. Tingginya efisiensi penurunan turbiditas mengindikasikan bahwa sebagian besar partikel tersuspensi berhasil diuraikan atau dipisahkan dari media limbah selama proses inkubasi berlangsung. Dengan demikian, penggunaan EM-4 dapat menjadi salah satu alternatif metode pengolahan biologis yang efektif untuk menurunkan tingkat kekeruhan limbah cair.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kultur mikroorganisme EM-4 memberikan pengaruh terhadap kualitas limbah cair berdasarkan parameter pH dan turbiditas. Pengaruh tersebut terlihat dari perubahan kondisi kimia limbah yang ditunjukkan oleh perubahan nilai pH serta perbaikan kondisi fisika limbah yang ditunjukkan oleh penurunan turbiditas. Aktivitas mikroorganisme dalam EM-4 berperan penting dalam proses biodegradasi bahan organik sehingga mampu mengubah karakteristik limbah cair selama masa pengolahan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kultur mikroorganisme EM-4 memiliki potensi untuk digunakan dalam pengolahan limbah cair secara biologis karena mampu menurunkan tingkat kekeruhan limbah dan mengubah karakteristik kimia limbah melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme yang terkandung di dalamnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan kultur mikroorganisme EM-4 terhadap kualitas limbah cair berdasarkan parameter fisika dan kimia air, yaitu pH dan

turbiditas, dapat disimpulkan bahwa Penambahan kultur mikroorganisme EM-4 dengan konsentrasi 5% memberikan pengaruh terhadap nilai pH limbah cair selama masa inkubasi 5 hari. Nilai pH mengalami perubahan dari 8,47 pada hari ke-0 menjadi 3,69 pada hari ke-5. Penurunan pH menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam EM-4 yang menguraikan bahan organik dan menghasilkan senyawa asam selama proses biodegradasi.

Penambahan kultur mikroorganisme EM-4 mampu menurunkan nilai turbiditas limbah cair secara bertahap selama masa pengamatan. Nilai turbiditas menurun dari 364 NTU menjadi 96,6 NTU pada hari ke-5 dengan efisiensi penurunan sebesar 73,46%. Hasil ini menunjukkan bahwa EM-4 efektif dalam mengurangi partikel tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan limbah cair.

Secara keseluruhan, penambahan kultur mikroorganisme EM-4 berpengaruh terhadap kualitas limbah cair berdasarkan parameter pH dan turbiditas. Pengaruh tersebut ditunjukkan oleh perubahan karakteristik kimia limbah berupa penurunan pH dan perbaikan karakteristik fisika limbah berupa penurunan tingkat kekeruhan (turbiditas). Dengan demikian, EM-4 memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen bioremediasi dalam pengolahan limbah cair.

Penambahan kultur mikroorganisme EM-4 terbukti efektif dalam menurunkan tingkat kekeruhan (turbiditas) limbah cair, namun belum mampu menstabilkan nilai pH hingga mendekati rentang baku mutu yang ditetapkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Badrah, S., Aidina, R. P., & Anwar, A. (2021). Pemanfaatan Effective Microorganisms 4 (EM4) Menggunakan Media Biofilm untuk Menurunkan Amonia dan Fosfat pada Limbah Cair Rumah Sakit. *Faletehan Health Journal*, 8(2), 102–108.
- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center.
- Kurniawan, L., Maryudi, M., & Astuti, E. (2024). *Utilization of tofu liquid waste as liquid organic fertilizer using the fermentation method with activator Effective Microorganisms 4 (EM-4): A review*. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*.
- Pardede, A., Nike, Jamali, R., & Violeta, R. (2025). *Analisis Pengelolaan Limbah Cair Sasirangan: Pendekatan Studi Ilmiah terhadap Dampak Lingkungan dan Solusi Berkelanjutan*. Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia, 8(1).
- Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis suhu, derajat keasaman (pH), chemical oxygen demand (COD), dan biological oxygen demand (BOD) dalam air limbah domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(1), 12–22.
- Sabillah, I., Adiono, M., Suaebah, E., & Rohmawati, L. (2025). Efektivitas aluminium sulfat dalam mengurangi kekeruhan air pada uji jar test PT. Hanarida Tirta Birawa Sidoarjo. *Inovasi Fisika Indonesia*, 14(1), 21–26.
- Samsudin, W., Selomo, M., & Natsir, M. F. (2018). Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi pupuk organik cair dengan penambahan Effective Microorganisms-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(1).
- Utomo, M. A. P., Prabaningtyas, S., Lelitawati, M., Rizqiyah, A. L., Lovely, F. C., Zahidah, N. S., & Pratama, N. R. (2022). Perbandingan kemampuan Effective Microorganisms (EM4) dan *Bacillus subtilis* sebagai agen bioremediasi limbah cair tahu pada kondisi aerob. *Jurnal Ilmu Hayat*, 6(1), 42–52.