

Efektivitas Eco Enzyme Sebagai Biokatalisator Pada Proses Anaerob Untuk Menurunkan Parameter Fosfat Limbah Laundry**Nasrullah**Politeknik Kesehatan Kemenkes Aceh: nasrullah@poltekkesaceh.ac.id**Junaidi**Politeknik Kesehatan Kemenkes Aceh: junaidi@poltekkesaceh.ac.id**Nirwana**Politeknik Kesehatan Kemenkes Aceh : nirwana@poltekkesaceh.c.id

Submitted: 19/11/2025

Accepted: 22/11/2025

Published: 04/12/2025

ABSTRACT

Laundry wastewater contains phosphates from detergents that can pollute the environment and cause eutrophication. This study aims to determine the effectiveness of eco enzyme as a biocatalyst in reducing phosphate levels in laundry wastewater through an anaerobic process. The eco enzyme was produced from the fermentation of fruit and vegetable peels with molasses and water, and was then applied in various concentrations. The method used in this research was a one-way factorial experimental design with a quantitative approach. Observations were conducted over 5 days, and the overall research was carried out for two months, from March 16 to May 27, 2025. Phosphate concentrations were measured using a HACH DR/2010 spectrophotometer. The results showed a decrease in phosphate levels across all concentration variations, with average reductions of 0.27 mg/L at 10% concentration, 0.25 mg/L at 20%, 0.30 mg/L at 30%, and 0.13 mg/L at 40%. The ANOVA test indicated a significant effect of eco enzyme application on phosphate reduction ($p < 0.05$), while the LSD test revealed that the 40% concentration was the most effective dose. This study highlights the potential of organic waste materials as an environmentally friendly alternative to reduce organic waste generation and improve community environmental health. It is expected that eco enzyme can serve as a natural biocatalyst to reduce phosphate parameters in laundry wastewater treatment, making the effluent safe for discharge into the environment.

Keywords: Eco enzyme, biocatalyst, phosphate, laundry wastewater, anaerobic process.

ABSTRAK

Limbah laundry mengandung fosfat dari deterjen yang dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan eutrofikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *eco enzyme* sebagai biokatalisator dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah laundry melalui proses anaerob. *Eco enzyme* dibuat dari fermentasi kulit buah dan sayuran dengan molase dan air, kemudian digunakan dalam berbagai konsentrasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen faktorial satu arah dengan pendekatan kuantitatif. Pengamatan dilakukan selama 5 hari serta lama waktu penelitian dilaksanakan selama 2 bulan mulai dari 16 Maret sampai 27 Mei 2025. Pengukuran fosfat diukur menggunakan Spectrophotometer HACH DR/2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar fosfat pada seluruh variasi konsentrasi yaitu rata-rata penurunan pada konsentrasi 10% = 0,27 mg/L, konsentrasi 20% = 0,25 mg/L, konsentrasi 30% = 0,30 mg/L, dan konsentrasi 40% = 0,13 mg/L. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh signifikan dalam penggunaan *eco enzyme* terhadap penurunan kadar fosfat ($p < 0,05$). Uji LSD menunjukkan bahwa konsentrasi 40% merupakan dosis paling efektif. Kajian ini menyoroti potensi dari bahan sampah organik sebagai alternatif ramah lingkungan untuk mengurangi timbulan sampah organik sehingga meningkatkan kesehatan lingkungan masyarakat. Diharapkan dapat menjadi salah satu bahan biokatalisator alami dalam menurunkan parameter fosfat pada pengolahan air limbah laundry sehingga aman dibuang ke lingkungan.

Kata kunci: Eco Enzyme, Biokatalisator, Fosfat, Limbah Laundry, Proses Anaerob.

PENDAHULUAN

Kegiatan jasa pencucian (*laundry*) di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat berdasarkan data dari investor.id, Alliance Laundry Systems (ALS) dengan potensi besar dalam bisnis *laundry* dalam menembus pasar Indonesia

ALS akan berpartisipasi dalam Expo Clean & Expo Laundry 2022 di Jakarta. Hendri Ong, Sales Representative ALS di Indonesia mengungkapkan bahwa bisnis *laundry* di Indonesia mengalami pertumbuhan sekitar 50% dari tahun 2021 hingga 2022.¹ Usaha *laundry* menghasilkan limbah dari proses pencucian yang menggunakan deterjen, sabun, atau bahan pembersih lainnya. Kegiatan pencucian pakaian ini menyebabkan peningkatan penggunaan deterjen faktanya, jasa *laundry* dapat mencuci antara 75 hingga 80 kg pakaian setiap harinya, menghasilkan limbah *laundry* sekitar 35 hingga 50 liter.²

Dalam prakteknya jasa *laundry* banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pencuci dikarenakan deterjen mempunyai sifat-sifat pembersih yang efektif dibandingkan dengan sabun. Deterjen mengandung bahan-bahan aktif yang berbahaya bagi kesehatan mahluk hidup dan dapat merusak lingkungan. Zat utama yang terkandung dalam deterjen adalah senyawa ionik berupa natrium tripolifospat yang berfungsi sebagai builder dan surfaktan.³ Limbah *laundry* yang mengandung fosfat dapat menimbulkan masalah lingkungan yaitu eutrofikasi. Eutrofikasi adalah kondisi perairan mengalami kelebihan nutrisi yang memungkinkan pertumbuhan alga secara cepat (*blooming*) dan menghalangi masuknya sinar matahari. Sinar matahari yang masuk ke dalam perairan pun menjadi menurun sehingga proses fotosintesis terganggu menyebabkan penurunan oksigen dalam air. Kualitas air menjadi menurun karena rendahnya oksigen terlarut sehingga mengganggu ekosistem perairan dan menyebabkan kematian biota air seperti ikan dan spesies lainnya yang hidup di air. Oleh karena itu pengolahan fosfat di dalam air limbah perlu dilakukan sebelum dibuang ke perairan.⁴

Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry* yaitu melalui proses pengolahan biologis anaerobik melibatkan bakteri yang dapat hidup tanpa oksigen. Secara umum, biodegradasi atau penguraian bahan organik oleh mikroorganisme terjadi melalui perubahan struktur molekul senyawa organik. Dalam proses anaerobik, penguraian senyawa organik berlangsung melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah hidrolisis, di mana bakteri saprofitik menguraikan bahan organik kompleks seperti polisakarida, lemak, protein, dan karbohidrat yang tidak larut. Pada tahap kedua, bakteri asidogenik mengubah bahan organik larut menjadi asam organik rantai pendek seperti asam butirat, asam propionat, asam amino, asam asetat, dan asam lainnya. Pada tahap terakhir yaitu bakteri metanogenik mengubah asam organik tersebut menjadi gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂).⁵

Penguraian menggunakan bahan organik sebagai biokatalisator biodegradasi dalam proses anaerob yang diaplikasikan dalam penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan biodegradasi bahan organik kompleks oleh mikroorganisme anaerob. *Eco enzyme* yang mengandung enzim-enzim seperti amilase, lipase, dan protease, akan bertindak sebagai biokatalisator untuk mempercepat proses degradasi. Selama proses ini, bahan organik kompleks seperti fosfat akan diuraikan menjadi produk akhir berupa senyawa yang lebih sederhana, gas, dan senyawa yang lebih ramah lingkungan.⁵

Eco enzyme merupakan solusi yang menarik dalam pengelolaan limbah domestik karena efektivitasnya yang terbukti dalam mengurangi pencemaran dengan biaya operasional yang relatif rendah. Teknologi ini juga ramah lingkungan karena menggunakan bahan-bahan organik dalam produksinya.⁵ Enzim yang digunakan dalam air limbah termasuk dalam kategori zat pengurai limbah secara biologis. Sebagai contoh enzim seperti laccase telah banyak digunakan dan dieksplorasi dalam sistem pengolahan air limbah untuk menguraikan polutan. Enzim juga telah digunakan dalam pra-pengolahan air limbah, khususnya dalam air limbah yang kaya dalam lipid dan lemak.⁶

Menurut penelitian Honest Lazuardi ddk tahun 2024 menunjukkan, hasil bahwa penurunan parameter fosfat terjadi dengan signifikan pada semua variabel konsentrasi yang diterapkan. Penurunan parameter fosfat dimulai pada hari ke-2 yakni pada persentase 10%, fosfat yang awalnya di angka 42,10 mg/L dapat turun menjadi 22,65 mg/L. Kemudian pada hari ke-4 fosfat kemudian turun ke angka 19,40 mg/L, dan pada hari yang ke-6 fosfat turun ke angka 14,11 mg/L. Penurunan juga terjadi pada konsentrasi 20% dimana pada hari ke-2 fosfat yang awalnya 42,10 mg/L dapat turun ke angka 9,52 mg/L. Kemudian di hari ke-4 juga mengalami penurunan hingga mencapai angka 7,48 mg/L. Pada hari ke-6 nilai parameter fosfat mengalami penurunan mencapai angka 4,22 mg/L. Selanjutnya pada konsentrasi 25% parameter fosfat mengalami penurunan terbesar dimana pada hari ke-2 fosfat yang awalnya 42,10 mg/L turun menjadi 2,10 mg/L, kemudian di hari ke-4 mengalami penurunan lagi hingga mencapai angka 1,90 mg/L dan pada hari ke-6 fosfat mengalami penurunan terbesar mencapai angka 1,08 mg/L. Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter fosfat mengalami penurunan yang cukup signifikan dan penurunan terbesar terjadi pada konsentrasi 25% di hari ke-6.⁵

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengatasi permasalahan dalam mengolah limbah dengan memanfaatkan bahan organik ramah lingkungan sebagai biokatalisator proses anaerob untuk menurunkan parameter fosfat pada limbah *laundry* menganalisis pengaruh dari variasi dosis dan waktu tinggal *eco enzyme* yang ditambahkan ke dalam larutan uji melalui proses anaerobik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif menggunakan desain eksperimen faktorial satu arah. Penelitian dilakukan untuk menguji pengaruh variasi konsentrasi *eco enzyme* (10%, 20%, 30%, 40%) terhadap penurunan kadar fosfat pada air limbah laundry. Data dianalisis secara statistik untuk memperoleh hasil yang objektif dan terukur mengenai efektivitas *eco enzyme* sebagai biokatalisator.

Subjek penelitian adalah *eco enzyme* dengan empat perlakuan konsentrasi dan tiga kali pengulangan, sesuai perhitungan kebutuhan replikasi menggunakan rumus Federer. Objek penelitian berupa 15 liter limbah laundry yang diambil dari salah satu usaha laundry di Desa Neusu Jaya, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh.

Proses pembuatan *eco enzyme* dari sampah organik dilakukan di rumah peneliti dengan metode fermentasi anaerob, sedangkan pengujian kadar fosfat dilakukan di Laboratorium Badan Standarisasi dan Jasa Industri di Jalan Cut Nyak Dhine No. 377, Lamteumen Timur, Kota Banda Aceh. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 16 Maret hingga 27 Mei 2025.

HASIL

Perlakuan hasil uji penelitian yang telah dilakukan di rumah peneliti dengan masa tunggu proses anaerob selama 5 hari. Pengecekan sampel uji ini dilakukan di Laboratorium Badan Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Banda Aceh pada tanggal 07 Mei 2025. Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat dibawah ini:

1. Hasil Penurunan Kadar Fosfat

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penurunan kadar fosfat pada air limbah *laundry* dengan variasi konsentrasi *eco enzyme* dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Penurunan Kadar Fosfat (mg/L)Pada Limbah Laundry Dengan Variasi Konsentrasi Eco Enzyme

| NO | Pengulangan | Variasi Konsentrasi Eco Enzyme | | | | |
|----|-------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Kontrol | 10% | 20% | 30% | 40% |
| 1. | I | 2,04 | 0,31 | 0,30 | 0,33 | 0,11 |
| 2. | II | 2,04 | 0,27 | 0,24 | 0,30 | 0,14 |
| 3. | III | 2,04 | 0,25 | 0,22 | 0,28 | 0,15 |
| | Total | 6,12 | 0,83 | 0,76 | 0,91 | 0,40 |
| | Rata- rata | 2,04 | 0,27 | 0,25 | 0,30 | 0,13 |

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah penurunan kadar fosfat pada konsentrasi *eco enzyme* paling besar adalah konsentrasi 40% dengan rata-rata 0,13 mg/L, sedangkan rata-rata penurunan konsentrasi *eco enzyme* paling kecil adalah konsentrasi 30% dengan rata-rata 0,30 mg/L.

Tabel 2 Presentase Rata-Rata Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Variasi Konsentrasi Eco Enzyme

| No | Variasi Dosis | Sebelum | Sesudah | Selisih | Persentase (%) |
|----|---------------|---------|---------|---------|----------------|
| 1. | 10% | 2,04 | 0,27 | 1,77 | 86,76 |
| 2. | 20% | 2,04 | 0,25 | 1,79 | 87,74 |
| 3. | 30% | 2,04 | 0,30 | 1,74 | 85,29 |
| 4. | 40% | 2,04 | 0,13 | 1,91 | 93,62 |
| 5. | Kontrol | 2,04 | 2,04 | 0,67 | 32,84 |

Berdasarkan tabel 2 dapat diuraikan bahwa pada penggunaan *eco enzyme* untuk menurunkan kadar fosfat air limbah *laundry* didapatkan hasil persentase ratarata penurunan kadar fosfat tertinggi terdapat pada dosis 40% yaitu sebesar 93,62% dan persentase rata-rata penurunan kadar fosfat terendah terdapat pada dosis 30% yaitu sebesar 85,29%.

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari pemanfaatan *eco enzyme* sebagai biokatalisator untuk menurunkan kadar fosfat pada limbah *laundry*, maka akan dilakukan dengan uji statistik *One Way Anova* yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3 Hasil Uji Statistik One Way Anova Pada Penggunaan *Eco enzyme* Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Laundry

| Variabel | Rata-Rata | Std Deviasi | 95% Confidence Interval for Mean | | Nilai <i>p</i> |
|----------|-----------|-------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound | |
| 10% | 0,2767 | 0,03055 | 0,2008 | 0,3526 | 0,000 |
| 20% | 0,2533 | 0,04163 | 0,1499 | 0,3568 | |
| 30% | 0,2533 | 0,02517 | 0,2408 | 0,3658 | |
| 40% | 0,1333 | 0,02082 | 0,0816 | 0,1850 | |
| Kontrol | 2,0400 | 0,00000 | 2,0400 | 2,0400 | |
| Total | 2,0400 | 0,74737 | 0,1875 | 1,0152 | |

Berdasarkan tabel 3 hasil uji statistik *One Way Anova* diperoleh bahwa nilai *p*<0,05 maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *eco enzyme* ada pengaruh terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Karena terdapat pengaruh, maka akan dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference* (LSD) yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan antar dosis dan mencari dosis yang paling efektif. Hasil uji LSD dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Uji Statistik LSD Pada Penggunaan *Eco enzyme* Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Laundry

| (I) Kode Perlakuan | (J) Kode Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Nilai <i>p</i> | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|----------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 10% | 20% | 0,02333 | 0,02231 | 0,320 | -0,0264 | 0,0730 |
| | 30% | -0,02667 | 0,02231 | 0,260 | -0,0764 | 0,0230 |
| | 40% | 0,14333* | 0,02231 | 0,000 | 0,0936 | 0,1930 |
| | Kontrol | -1,76333* | 0,02231 | 0,000 | -1,8130 | -1,7136 |
| 20% | 10% | -0,02333 | 0,02231 | 0,320 | -0,0730 | 0,0264 |
| | 30% | -0,05000* | 0,02231 | 0,049 | -0,0997 | -0,0003 |
| | 40% | 0,12000* | 0,02231 | 0,000 | 0,0703 | 0,1697 |
| | Kontrol | -1,78667* | 0,02231 | 0,000 | -1,8364 | -1,7370 |
| 30% | 10% | 0,02667 | 0,02231 | 0,260 | -0,0230 | 0,0764 |
| | 20% | 0,05000* | 0,02231 | 0,049 | 0,0003 | 0,0997 |
| | 40% | 0,17000* | 0,02231 | 0,000 | 0,1203 | 0,2197 |
| | Kontrol | -1,73667* | 0,02231 | 0,000 | -1,7864 | -1,6870 |
| 40% | 10% | -0,14333* | 0,02231 | 0,000 | -0,1930 | -0,0936 |
| | 20% | -0,12000* | 0,02231 | 0,000 | -0,1697 | -0,0703 |
| | 30% | -0,17000* | | 0,000 | -0,2197 | -0,1203 |
| | Kontrol | -1,90667* | 0,02231 | 0,000 | -1,9564 | -1,8570 |
| Kontrol | 10% | 1,76333* | 0,02231 | 0,000 | 1,7136 | 1,8130 |
| | 20% | 1,78667* | 0,02231 | 0,000 | 1,7370 | 1,8364 |

| | | | | | | |
|--|-----|----------|---------|-------|--------|--------|
| | 30% | 1,73667* | 0,02231 | 0,000 | 1,6870 | 1,7864 |
| | 40% | 1,90667* | 0,02231 | 0,000 | 1,8570 | 1,9564 |

Berdasarkan tabel 4 hasil uji LSD menunjukkan perbandingan antar konsentrasi *eco enzyme* yang paling efektif adalah konsentrasi 40% menunjukkan perbedaan yang paling signifikan dalam menurunkan kadar fosfat pada air limbah *laundry* dengan konsentrasi lainnya. Nilai *p* untuk perbandingan antar konsentrasi 40% dengan konsentrasi 10%, 20%, 30% adalah *p* 0,000, *p* 0,000, dan *p* 0,000 secara berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 40% adalah yang paling efektif dalam menurunkan kadar fosfat dibandingkan dengan konsentrasi lainnya dalam penelitian ini.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan limbah organik kulit buah dan sayur menjadi *eco enzyme* dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Dilakukan dengan tahap preparasi pengambilan limbah organik masih dalam kondisi tidak busuk selanjutnya melukai percampuran molase serta lamanya proses fermentasi *eco enzyme* dalam wadah tertutup pada suhu ruang (22°C–27°C) selama 2 bulan.

1. Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Laundry

Berdasarkan hasil uji statistik *One Way Anova* pada penggunaan *eco enzyme* dalam menurunkan kadar fosfat pada air limbah *laundry* menunjukkan bahwa nilai *p* 0,000 < 0,05 maka artinya penggunaan *eco enzyme* ada pengaruh terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Oleh karena itu Ha diterima karena diketahui adanya pengaruh penggunaan *eco enzyme* dalam menurunkan kadar fosfat pada air limbah *laundry*.

Fosfat di alam berasal dari pelapukan batuan yang mengandung mineral fosfat yang melepaskan ion fosfat (PO_4^{3-}) ke tanah dan air. Tumbuhan menyerap fosfat tersebut, kemudian berpindah ke hewan melalui rantai makanan. Saat tumbuhan dan hewan mati atau mengeluarkan sisa metabolisme, fosfat dikembalikan ke tanah oleh mikroorganisme. Sebagian fosfat terbawa ke perairan, mengendap menjadi batuan sedimen, dan seiring waktu geologis terangkat kembali ke daratan, melanjutkan siklus fosfat di alam.⁸

Eco enzyme adalah larutan organik yang dihasilkan melalui proses fermentasi sederhana dari limbah sayuran atau kulit buah, gula merah dan air dengan proses yang hampir sama dengan pembuatan anggur. Para peneliti menggambarkan *eco enzyme* sebagai zat organik kompleks protein rantai pendek, garam mineral dan hormon dan juga diklaim bahwasanya *eco enzyme* berfungsi untuk menguraikan, mengubah serta mengkatalisis reaksi. Limbah organik sebagai bahan baku yang berbeda akan menghasilkan fungsi enzim yang berbeda, dan dalam konsentrasi yang berbeda. Namun, belum ada literatur yang menyebutkan secara pasti tentang konstituen atau molekulnya struktur serta mekanisme reaksinya.⁶

Dalam upaya untuk memperbaiki lingkungan tercemar, khususnya pencemaran yang disebabkan oleh limbah *laundry*, pemberian larutan *eco enzyme* merupakan suatu teknik alternatif. *Eco enzyme* mengandung enzim amilase, lipase, dan protease. Enzim-enzim ini memiliki sifat sebagai biokatalisator yang dapat mempercepat laju reaksi degradasi kimia berbagai polutan.

Eco enzyme terbukti sebagai enzim aktif yang mampu mendegradasi protein, lemak minyak, dan karbohidrat. Amilase berperan dalam mengkatalisis hidrolisis pati dan glikogen menjadi glukosa dan maltosa. Lipase menghidrolisis gliserida atau minyak dan lemak, menjadi asam lemak. Protease berfungsi dalam proses biodegradasi senyawa organik menjadi gas metana. *Eco enzyme* memiliki pH yang bersifat asam, baik untuk *eco enzyme* yang berasal dari limbah sayuran maupun buah. Hal ini disebabkan oleh kandungan karbohidrat yang melimpah. Karbohidrat ini kemudian dimetabolisme menjadi asam volatil dan asam organic.⁵ Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tang & Tong (2011), efek *enzyme* sampah di air limbah domestik mampu menghilangkan nitrogen amonia dan fosfat di pengenceran air limbah. Pada 9% *enzyme* sampah didapatkan hasil paling ekonomis dalam menghilangkan amonia nitrogen dan fosfor dalam menetralkan air limbah dengan periode 5 hari. Sedangkan penelitian oleh (Janarthanan & Raja, 2020), pemurnian air terkontaminasi menggunakan *eco-enzyme* mampu memberikan nilai pH 6,6 yang lebih baik dan sudah mendekati pH air normal.⁷

Hasil ini sejalan dengan penelitian dari Wikaningrum and El Dabo (2022) yang menyatakan, bahwa penggunaan *eco-enzyme* dapat menurunkan konsentrasi amonia sebesar 12.8% dalam waktu 5 jam. Bahan organik nitrat yang tersusun atas senyawa kompleks akan terdegradasi menjadi nitrogen dan menguap setelah ditambahkan larutan *eco-enzyme*. Selain itu, enzim yang terkandung dalam larutan ini juga dapat berfungsi menstabilkan bahan organik menjadi zat yang lebih mudah larut dan terurai sehingga menghasilkan senyawa yang lebih sederhana. Demikian pula halnya yang terjadi pada bahan organik fosfat di mana larutan ini bertindak sebagai katalis dalam mempercepat penguraian bahan organik air limbah.⁹

Berdasarkan hasil penitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *eco enzyme* dalam menurunkan parameter fosfat dengan berbagai konsentrasi yaitu (10%, 20%, 30%, dan 40%) analisis laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Badan Standarisasi dan Jasa Industri. Data menunjukkan bahwa pada konsentrasi kontrol *eco enzyme* rata-rata jumlah penurunan kadar fosfatnya yaitu 1,37 mg/L (86,76%), pada konsentrasi *eco enzyme* 10% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,27 mg/L (87,74%), pada konsentrasi *eco enzyme* 20% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,25 mg/L, pada konsentrasi *eco enzyme* 30% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,30 mg/L (85,29%), dan terakhir pada konsentrasi *eco enzyme* 40% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,13 mg/L (93,62%). hasil uji statistik *One Way Anova* diperoleh bahwa nilai $p < 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *eco enzyme* ada pengaruh terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry*.

Hasil penelitian Honest Lazuardi dkk. (2024) juga menjelaskan bahwa *eco enzyme* efektif dalam menurunkan kadar fosfat dalam limbah *laundry*. Penurunan terjadi pada semua variasi konsentrasi, tetapi konsentrasi 25% memberikan hasil paling optimal, dengan penurunan kadar fosfat paling besar hingga hari ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan lama waktu proses, semakin besar kemampuan *eco enzyme* dalam menguraikan fosfat sehingga kadar fosfat dalam limbah berkurang secara signifikan.⁵

Merujuk pada standar baku mutu limbah *laundry* pada kandungan fosfat menurut Permen RI Nomor 22 Tahun 2021 yaitu 2 mg/L untuk kandungan fosfat. Hasil analisis parameter ini akan dijadikan dasar acuan dalam proses pemulihan limbah *laundry* aman dibuang ke lingkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada penggunaan konsentrasi *eco enzyme* rata-rata jumlah penurunan kadar fosfatnya telah aman dibuang ke lingkungan yaitu pada konsentrasi *eco enzyme* 10% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,27 m/L, pada konsentrasi *eco enzyme* 20% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,25 m/L, pada konsentrasi *eco enzyme* 30% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,30 m/L, dan terakhir pada konsentrasi *eco enzyme* 40% rata-rata jumlah penurunan kadar fosfat yaitu 0,13 m/L.

2. Faktor-faktor Penyebab Perubahan Hasil Grafik Pada Pengecekan Kandungan Fosfat Pada Limbah Laundry

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan ketidakkonsistenan hasil grafik pada pengulangan III dengan menunjukkan nilai paling besar dari pada pengulangan sebelumnya pengukuran kadar fosfat pada masing-masing konsentrasi *eco enzyme* yang dapat disebabkan oleh ketidakstabilan komposisi kimiawi sampel akibat proses degradasi biologis yang terus berlangsung, perbedaan homogenitas sampel saat pengambilan, serta kemungkinan adanya interferensi dari senyawa lain yang turut menyerap pada panjang gelombang yang sama ketika dianalisis menggunakan alat Spectrophotometer HACH DR/2010. Selain itu, variasi kondisi lingkungan seperti suhu, pH, drajat keasaman serta kesalahan dalam proses preparasi dan kalibrasi alat juga dapat memengaruhi akurasi dan presisi hasil pengukuran, sehingga menyebabkan nilai kadar fosfat yang diperoleh menunjukkan kecenderungan naik-turun antar pengulangan pengujian.

Dalam hal ini dapat dikesimpulkan bahwa penggunaan *eco enzyme* bisa digunakan sebagai biokatalisator untuk menurunkan parameter fosfat pada limbah *laundry* pada tiap-tiap konsentrasi serta hanya dengan dosis 10% mg/L saja sudah sangat efektif dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah *laundry* dan juga aman dibuang ke lingkungan. Penelitian ini sekaligus mengenalkan dan bisa menjadi inovasi terbarukan dalam pemanfaatan bahan alami dapat digunakan secara luas dalam sistem pengolahan limbah *laundry*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rata-rata penurunan kadar fosfat limbah *laundry* pada konsentrasi *eco enzyme* 10% yaitu sebesar 0,27 mg/L (86,76%)
2. Rata-rata penurunan kadar fosfat limbah *laundry* pada konsentrasi *eco enzyme* 20% yaitu sebesar 0,25 mg/L (87,74%)
3. Rata-rata penurunan kadar fosfat limbah *laundry* pada konsentrasi *eco enzyme* 30% yaitu sebesar 0,30 mg/L (85,29%)
4. Penggunaan konsentrasi *eco enzyme* yang paling efektif dalam menurunkan kadar fosfat pada limbah *laundry* yaitu konsentrasi 40%

DAFTAR PUSTAKA

1. Muhammad FM, Fitroh K, Faishal AJ. Analisis Praktik Pembulatan Timbangan Pada Jasa Franchise Simply Fresh Laundry Dalam Perspektif Hukum Islam. *J Fiqh Contemp Financ Trans.* 2024;2(2):245-260. Doi:10.61111/Jfcft.V2i2.669

2. Hudori H, Soewondo P. Pengolahan Deterjen Menggunakan Teknologi Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Aluminium. *J Sains & Teknologi Lingkung.* 2009;1(2):117-125. Doi:10.20885/Jstl.Vol1.Iss2.Art3
3. Halimatussakdiah, H., Lestari, K. P., & Hamidah, H. (2023). Penerapan Oketani Breast Massage (OBM) pada ibu postpartum dengan pendekatan Evidence Based Nursing Practice (EBNP). *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*, 4(2), 252-262.
4. Halimatussakdiah, H., Abdurrahman, A., Mutiah, C., & Veri, N. (2024). Pengembangan Desa Sehat Ibu dan Remaja Putri (Bu_Retri) dengan Pendekatan Tokoh Gampong. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 7(12), 5293-5307.
5. Halimatussakdiah, H. (2021). Tryout Uji Kompetensi; Cross-sectional Study pada Mahasiswa Diploma III Keperawatan di Banda Aceh. *NASUWAKES: Jurnal Kesehatan Ilmiah*, 14(2), 112-122.
6. Halimatussakdiah, H., Isneini, I., Taufik, T., & Sari, M. (2025). Edukasi Activity Daily Living (Adl) pada Pasien Penyakit Jantung (Coronary Artery Disease). *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 8(4), 1786-1796.
7. Apriliyani N. Penurunan Kadar Surfaktan Dan Sulfat Dalam Limbah Laundry. *Media Ilm Tek Lingkung.* 2017;2(1):37-44.
8. Majid M, Amir R, Umar R, Kumaladewi Hengky H. Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif Pada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry Di Kota Parepare Sulawesi Selatan. *Pros Semin Nas IKAKESMADA "Peran Tenaga Kesehat Dalam Pelaks Sdgs."* Published Online 2017:85-91.
9. Lazuardi H, Suryo Purnomo Y. Efektivitas Eco Enzyme Sebagai Biokatalisator Proses Anaerob Untuk Mendegradasi Parameter TSS, Surfaktan, Dan Fosfat. *J Serambi Eng.* 2024;IX(3):9589-9599.
10. WIDYASTUTI S, Rhenny Ratnawati, Sugito, Yoso Wiyarno, Pungut. Penurunan Kadar Surfaktan, Nitrogen Dan Phospat Air Limbah Domestik Dengan Eco Enzim. *Waktu.* 2023;21(01):10-18. Doi:10.36456/Waktu.V21i01.6567
11. Khasanah AM, Rosariawari F. Efektivitas Eco-Enzyme Dalam Menurunkan TSS, TDS, Surfaktan Pada Limbah Domestik Dengan Variasi Proses Anaerob Dan Koagulasi-Flokulasi. *Natl Environ Sci Eng Conf.* 2022;3(1):43-50. Http://Esec.Upnvjt.Com/
12. Handiani, Dian N, Heriati, Aida and Suciaty F. *Jurnal Segara. J Segara.* 2022;18(1):21. http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/2289%0A
13. Noviana N, Johan H, Mayub A, Nurhamidah, Firdaus ML. Determination of organic content and the use of eco-enzyme solutions in reducing organic levels in water samples from Cukuh Raya Beach, Kaur Regency, Bengkulu Province, Indonesia. *Aquat Sci Manag.* 2024;12(1):1-6. doi:10.35800/jasm.v12i1.54930