

# Efektivitas Eco Enzyme Sebagai Biokatalisator Proses Anaerob Untuk Mendegradasi Parameter TSS, Surfaktan, dan Fosfat

Honest Lazuardi<sup>1</sup>, Yayok Suryo Purnomo<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

\*Koresponden email : yayoksuryo@gmail.com

Diterima: 12 Juni 2024

Disetujui: 22 Juni 2024

## Abstract

The pollution of rivers by domestic waste has become a serious problem affecting water quality. To address this problem, the use of ecoenzymes has been proposed as a solution for domestic waste treatment. In this study, different concentrations of ecoenzymes (10%, 20%, 25%) in the anaerobic process and retention time (2, 4, 6 days) were used to measure the degradation of organic parameters such as TSS (Total Suspended Solids), surfactants and phosphates. The results of the study indicate a significant reduction in TSS, surfactants and phosphates. The optimum concentration for TSS reduction was found to be 10%, while for surfactants and phosphates it was 25%. The optimum retention time for all parameters was found to be 6 days. These results provide an effective and economical solution for reducing river water pollution caused by domestic waste. It is hoped that the results of this study will provide another option for the treatment of domestic wastewater and the maintenance of river water quality.

**Keywords:** *domestic waste, eco enzyme, anaerobic, water treatment*

## Abstrak

Pencemaran sungai oleh limbah domestik menjadi permasalahan serius yang mempengaruhi kualitas air sungai. Untuk mengatasi hal ini, penggunaan eco enzyme sebagai solusi pengolahan limbah domestik telah diusulkan. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi penambahan konsentrasi eco enzyme (10%, 20%, 25%) ke dalam proses anaerob dan waktu tinggal (2, 4, 6 hari) untuk mengukur degradasi parameter organik berupa TSS, surfaktan, dan fosfat. Hasil penelitian menunjukkan penurunan yang signifikan pada TSS, surfaktan, dan fosfat. Konsentrasi terbaik untuk TSS adalah 10%, sementara untuk surfaktan dan fosfat adalah 25%. Waktu tinggal optimal untuk semua parameter adalah 6 hari. Temuan ini menawarkan solusi yang efektif dan ekonomis dalam mengatasi pencemaran air sungai oleh limbah domestik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk mengolah air limbah domestik dan menjaga kualitas air sungai.

**Kata kunci:** *limbah domestik, eco enzyme, anaerob, pengolahan air*

## 1. Pendahuluan

Pencemaran air sungai merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang memerlukan perhatian dan harus diatasi dengan baik. Pencemaran ini dapat terjadi akibat berbagai faktor, namun salah satu penyebab utamanya adalah limbah domestik. Limbah cair domestik yang seringkali dibuang langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu dapat mengandung berbagai zat kimia yang merugikan kualitas perairan. Menurut sebuah penelitian yang dilakukan oleh [1], limbah domestik menyumbang sebanyak 87% terhadap total pencemaran air sungai, sementara sisanya berasal dari limbah cair industri.

Komponen-komponen limbah domestik seperti deterjen, sabun, dan sampo, mengandung bahan aktif seperti surfaktan dan fosfat. Ketika limbah cair ini terbuang ke dalam perairan tanpa proses pengolahan yang memadai, dapat menyebabkan berbagai masalah. Surfaktan dalam deterjen dapat membentuk busa di permukaan air yang kemudian dapat menghambat penyerapan oksigen dimana sangat penting bagi organisme akuatik [2]. Di samping itu, peningkatan kadar fosfat dalam air dapat memicu fenomena eutrofikasi, yaitu keadaan dimana pertumbuhan alga dan tanaman air mengalami percepatan sehingga menyebabkan penutupan permukaan air dan menghambat penetrasi sinar matahari.

Oleh karena itu, pengelolaan limbah domestik menjadi suatu kebutuhan penting untuk menjaga kualitas perairan. Metode pengolahan yang efisien, cepat, dan ekonomis menjadi fokus utama dalam upaya ini [3]. Salah satu teknologi sederhana dan efektif dalam pengelolaan limbah domestik adalah eco enzyme.

Eco enzyme adalah larutan organik yang dihasilkan melalui fermentasi campuran limbah sayur atau buah, molase, dan air selama minimal 90 hari. Proses fermentasi ini menghasilkan berbagai senyawa yakni alkohol, cuka, dan enzim, yang memiliki peran penting dalam mendegradasi polutan pencemar dalam air limbah [4]. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas eco enzyme dalam mengurangi berbagai parameter pencemaran air limbah domestik.

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. Diharapkan bahwa penerapan teknologi ini dapat membantu mengurangi dampak negatif limbah domestik terhadap kualitas perairan sungai dan secara keseluruhan memperbaiki kondisi lingkungan. Dalam penelitian ini, kandungan *eco enzyme* yakni tingkatan pH dan asam asetat yang terkandung di dalamnya akan dikaji. Kemudian pengaruh dosis dan waktu tinggal yang efektif yang ditambahkan dalam menurunkan parameter TSS (*Total Suspended Solid*), surfaktan, dan fosfat dalam pengolahan limbah domestik.

TSS (*Total Suspended Solids*) merupakan partikel-partikel padat yang melayang-layang dalam air, baik dalam bentuk tersuspensi maupun koloid. Padatan ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti mineral-mineral halus (misalnya pasir), partikel koloid, lumpur, atau bahan organik yang terdekomposisi dari tumbuhan dan hewan yang telah mati. Selain itu, TSS juga dapat berasal dari mikroorganisme seperti plankton, bakteri, alga, dan virus. Keseluruhan elemen ini umumnya berkontribusi terhadap kekeruhan atau perubahan warna air [5].

Surfaktan (*Surface Active Agent*) adalah senyawa organik yang berfungsi sebagai komponen aktif dalam deterjen, termasuk sampo dan sabun. Fungsi utama surfaktan adalah mengurangi tegangan permukaan air, memungkinkan partikel yang menempel pada bahan cucian untuk terlepas dan kemudian terlarut atau mengapung di dalam air. Selain itu, surfaktan memiliki kemampuan untuk diserap pada permukaan partikel minyak atau air, bertindak sebagai penghalang yang mengurangi atau mencegah penggabungan partikel tersebut. Akumulasi deterjen yang berlebihan di sungai sangat merugikan, karena kandungan fosfat yang tinggi dalam deterjen dapat memicu pertumbuhan gulma air [7].

Fosfat adalah bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Fosfor memiliki karakteristik unik dibandingkan dengan unsur-unsur utama lainnya yang menyusun biosfer, karena tidak terdapat di atmosfer. Fosfor total mencerminkan jumlah keseluruhan fosfor, baik dalam bentuk partikel maupun terlarut, dan bisa berupa anorganik atau organik. Fosfat adalah ion poliatomik atau radikal yang terdiri dari satu atom fosfor dan empat atom oksigen. Dalam bentuk ionik, fosfat merupakan salah satu nutrisi esensial bagi organisme perairan. Fosfat di alam tidak ditemukan dalam keadaan bebas, melainkan dalam bentuk yang terikat dengan unsur lain, membentuk senyawa [8].

Eco enzyme dianggap efektif dalam menguraikan polutan yang merusak kelestarian ekosistem perairan sungai [9]. Menurut [10] Eco enzyme mengandung enzim amilase, lipase, dan protease. Enzim-enzim ini memiliki sifat sebagai biokatalisator yang dapat mempercepat laju reaksi degradasi berbagai polutan [11]. 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 [12]. 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 organik [13].

Fermentasi adalah proses yang terjadi pada bahan organik karena aktivitas mikroorganisme. Umumnya, bahan organik dapat diklasifikasikan ke dalam tiga golongan berdasarkan komposisi kimianya. Golongan pertama mencakup bahan yang mengandung gula, seperti molase, gula tebu, gula bit, dan sari buah. Golongan kedua meliputi bahan yang mengandung pati, seperti biji-bijian seperti gandum, kentang, pisang, dan nanas. Sedangkan golongan ketiga terdiri dari bahan yang mengandung selulosa, seperti kayu dan beberapa limbah pertanian [14]. Dalam proses fermentasi, glukosa diubah menjadi asam piruvat. Pada kondisi anaerobik, asam piruvat akan dirombak oleh enzim piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid. Selanjutnya, asetaldehid akan diubah menjadi asam asetat [15].

Proses pengolahan biologis secara anaerobik melibatkan bakteri anaerob yang tidak memerlukan oksigen untuk hidup. Secara umum, biodegradasi atau penguraian bahan organik oleh mikroorganisme terjadi melalui perubahan struktur molekuler senyawa organik. Dalam proses anaerobik, penguraian senyawa organik berlangsung melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah hidrolisis, di mana bakteri saprofitik menguraikan bahan organik kompleks seperti polisakarida, lemak, protein, dan

karbohidrat yang tidak larut. Enzim ekstraseluler membantu mengubahnya menjadi bahan organik yang larut dalam air. Tahapan kedua adalah asidogenesis, di mana bakteri asidogenik mengubah bahan organik yang larut menjadi asam organik rantai pendek seperti asam butirat, asam propionat, asam amino, asam asetat, dan asam lainnya. Tahapan terakhir adalah metanogenesis, di mana bakteri metanogenik mengubah asam organik tersebut menjadi gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Dalam penelitian ini, akan dilakukan pembuatan larutan eco enzyme yang akan digunakan untuk mengolah limbah domestik dengan tujuan mereduksi kandungan TSS (Total Suspended Solid), surfaktan, dan fosfat.

Penelitian ini akan menganalisis pengaruh dari variasi dosis dan waktu tinggal eco enzyme yang ditambahkan ke dalam larutan uji melalui proses anaerobik. 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 TSS, surfaktan, dan fosfat akan diuraikan menjadi produk akhir berupa senyawa yang lebih sederhana, gas, dan senyawa yang lebih ramah lingkungan. Analisis dalam penelitian ini akan mengevaluasi efisiensi eco enzyme dalam mengurangi kandungan TSS, surfaktan, dan fosfat dalam limbah domestik, dengan memperhatikan variasi dosis eco enzyme yang diberikan dan waktu tinggalnya dalam proses anaerobik.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pengelolaan limbah domestik secara efektif dan ramah lingkungan menggunakan pendekatan bioteknologi anaerob dengan eco enzyme.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif disertai dengan analisis data untuk mengumpulkan data-data yang diperoleh dari hasil uji penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai variabel yang berbeda. Analisis pengolahan data akan dijelaskan secara analisis deskriptif disertai dengan tabel dan grafik. Kemudian dilanjutkan dengan analisis lanjutan menggunakan statistik yakni ANOVA untuk mengetahui besarnya pengaruh setiap variabel dan faktor penelitian serta menganalisis variabel dengan pengaruh eco enzyme paling efektif untuk mendegradasi parameter TSS, Surfaktan, dan fosfat dengan proses anaerob.

Terdapat beberapa variabel penelitian yang berbeda dalam penelitian ini untuk menemukan komposisi variabel yang efektif. Pada penambahan larutan *eco enzyme*, konsentrasi yang ditambahkan yakni 10%, 20%, dan 25% pada proses anaerob selama 2 hari, 4 hari, dan 6 hari. Dalam penelitian kali ini, ada beberapa cara kerja yang diterapkan. Yang pertama adalah tahap awal penelitian. Pada tahap awal penelitian membutuhkan persiapan dari alat dan bahan yang akan digunakan untuk mendukung jalannya proses penelitian. Pada tahap awal ini dilakukan pembuatan larutan eco enzyme buah dan larutan eco enzyme sayur. Sebelum dilakukan proses fermentasi, maka menyiapkan bahan fermentasi berupa limbah buah dan sayur dengan komposisi sebagai berikut.






**Tabel 1.** Komposisi Bahan Pembuatan Larutan Eco Enzyme

No	Jenis Limbah Buah	Jumlah	Jenis Limbah Sayur	Jumlah
1.	Pisang	600 gr	Sawi Putih	750 gr
2.	Jeruk	1000 gr	Kubis	1200 gr
3.	Pepaya	600 gr	Wortel	1050 gr
4.	Nanas	800 gr	-	-

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Proses pembuatan larutan eco enzyme ini melalui fermentasi limbah buah dan sayur yang membutuhkan waktu optimal selama 3 bulan. Tahapan pembuatan eco enzyme dapat dilihat pada **Tabel 2.**

**Tabel 2.** Metode Pembuatan Larutan Eco Enzyme Dengan Cara Fermentasi

No	Metode	Keterangan	Gambar
1	Persiapan Bahan	Siapkan bahan-bahan dasar berupa limbah organik (sayur dan buah), molase, dan air dengan perbandingan 1 : 3 : 10 yaitu membutuhkan 1 kg molase, 3 kg limbah organik, dan 10 kg air, serta sebaiknya menggunakan limbah organik yang masih terlihat segar, tidak busuk, dan tidak ada belatung	
2	Persiapan media dan alat	Siapkan media dan alat yang digunakan untuk pembuatan eco enzyme. Untuk media yang digunakan yaitu menggunakan ember bermulut lebar dan memiliki tutup yang rapat	
3	Pencampuran	Limbah organik, molase, dan air yang sudah sesuai dengan takaran, dimasukkan ke dalam media kemudian diaduk hingga tercampur dengan rata	
4.	Penutupan	Setelah tercampur rata, media ditutup dengan rapat hingga tidak ada celah udara yang terbuka. Tambahkan plastik di bagian penutup agar memperkuat tutup dan meminimalisir celah udara dapat masuk	
5.	Penyimpanan media	Diamkan media dan tempatkan di dalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari langsung, tidak lembab, dan dalam suhu ruangan yang stabil	
6.	Proses fermentasi	Fermentasikan selama 90 hari (3 bulan)	

Sumber : Dokumentasi Penelitian (2024)

Setelah membuat eco enzyme, tahapan selanjutnya adalah uji karakteristik pada air sampel dan uji karakteristik pada eco enzyme yang telah dibuat. Pengujian pada eco enzyme bertujuan untuk menentukan larutan eco enzyme manakah yang paling baik di antara penggunaan limbah buah atau sayur ditinjau dari kandungan asam asetat dan pH yang dimilikinya. Eco enzyme terbaik adalah yang memiliki kandungan asam asetat tinggi dan pH yang rendah di bawah 4 [16].

**Tabel 3.** Hasil Uji Kandungan Asam Asetat dan pH Pada Eco Enzyme

No	Parameter	Eco Enzyme Buah	Eco Enzyme Sayur	Satuan
1.	Asam Asetat	1,24	1,08	%
2.	pH	3,48	3,68	-

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan karakteristik fisik eco enzyme yaitu berwarna kecoklatan dan berbau khas fermentasi. Kemudian untuk hasil uji kandungan, dapat dilihat seperti pada tabel di atas dimana eco enzyme buah memiliki kandungan yang lebih baik daripada eco enzyme sayur sehingga eco enzyme buah dipilih untuk ditambahkan dalam penelitian.

Adapun pengujian karakteristik awal air sampel. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar awal TSS, surfaktan, dan fosfat sebelum dilakukan pengolahan.




**Tabel 4.** Hasil Uji Kandungan Awal Pada Air Sampel

No	Parameter	Konsentrasi	Satuan
1.	Total Suspended Solid (TSS)	99	mg/L
2.	Surfaktan	31,6	mg/L
3.	Fosfat	42,1	mg/L


Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Penelitian dengan proses anaerob berlangsung secara batch dan dimulai setelah proses fermentasi eco enzyme selesai. Proses anaerob berlangsung dengan volume larutan uji sebanyak 2 liter dengan 9 bak yang berbeda serta 1 bak kontrol. Variabel penambahan eco enzyme sebanyak 10%, 20%, 25% dan 0% (kontrol) dengan proses anaerob selama 2, 4, dan 6 hari. Berikut ini adalah tahapan proses anaerob dilakukan.

**Tabel 5.** Tahapan Penerapan Proses Anaerob

No	Metode	Keterangan	Gambar
1.	Persiapan alat dan bahan	Siapkan bahan bahan pencampuran seperti air sampel dan eco enzyme beserta bak anaerob dan bak kontrol	
2.	Pencampuran sesuai perencanaan konsentrasi	Campurkan eco enzyme pada masing-masing bak anaerob (total 4 bak) dengan konsentrasi masing-masing 10%, 20%, 25%, 0%. Setelah tercampur rata, kemudian ditutup dengan rapat	
3.	Penyimpanan bak anaerob	Simpan pada pada ruangan yang tidak lembab dan bersuhu normal (Suhu ruang) serta tidak terkena sinar matahari langsung	

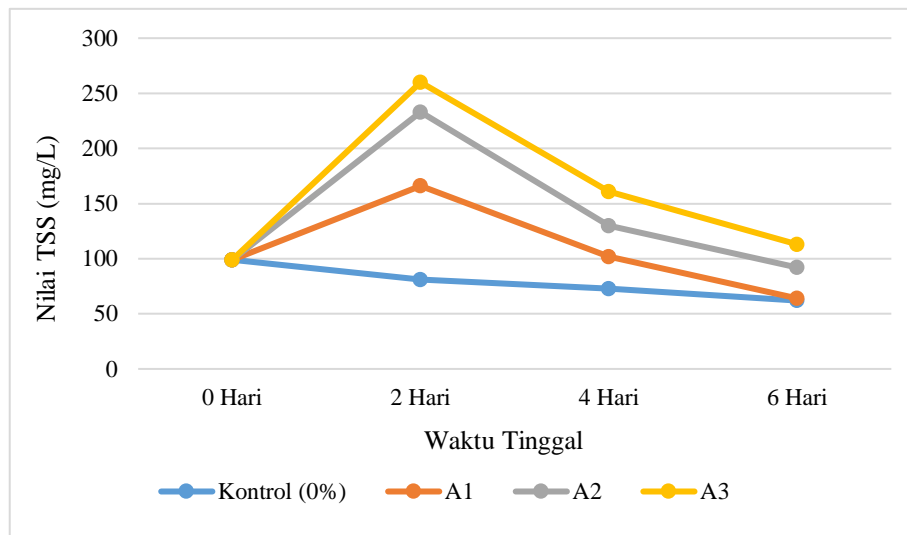


No	Metode	Keterangan	Gambar
4.	Pelaksanaan proses anaerob	Diamkan dan biarkan proses anaerob berlangsung sesuai waktu uji (2, 4, dan 6 hari)	

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian dengan proses anaerob yang berlangsung selama 6 hari, didapatkan hasil penurunan parameter yang beragam bergantung pada variasi konsentrasi dan waktu tinggal yang diterapkan. Proses pengambilan sampel setiap 2 hari sekali yakni diambil saat hari ke-2, ke-4, dan ke-6 di setiap parameter uji. Berikut ini adalah hasil uji parameter TSS, surfaktan, dan fosfat setelah dilakukan penelitian



**Gambar 1.** Grafik Penurunan Parameter TSS

Selama proses anaerob, parameter TSS mengalami perubahan nilai seperti pada grafik di atas yakni TSS mengalami peningkatan di hari ke 2. Hal ini dialami oleh setiap variasi konsentrasi eco enzyme yang diberikan. Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa TSS mulai mengalami penurunan pada hari ke-4. Nilai yang sebelumnya meningkat, secara konstan menurun pada semua variabel konsentrasi. Pada konsentrasi 10%, TSS yang sebelumnya 166 mg/L turun menjadi 102 mg/L. Kemudian pada konsentrasi 20%, TSS yang sebelumnya 233 mg/L turun menjadi 130 mg/L. Pada konsentrasi 25% juga mengalami penurunan dari nilai TSS yang sebelumnya 260 mg/L turun menjadi 161 mg/L. Penurunan TSS tidak berhenti pada hari ke-4 saja, melainkan juga terus mengalami penurunan pada hari ke-6. Pada hari ke-6 penurunan parameter TSS terjadi pada semua variabel konsentrasi. Pada konsentrasi 10%, TSS yang sebelumnya 102 mg/L turun menjadi 64 mg/L. Kemudian pada konsentrasi 20%, TSS yang sebelumnya 130 mg/L turun menjadi 92 mg/L. Pada konsentrasi 25%, TSS yang sebelumnya 161 mg/L dapat turun menjadi 113 mg/L. Dapat diambil kesimpulan bahwa di hari kedua, parameter TSS mengalami peningkatan, dan di hari ke-4 dan ke-6 parameter TSS mengalami penurunan pada semua variabel konsentrasi. Penurunan terbesar ada pada konsentrasi 10% di hari ke-6

Dapat kita lihat bahwa pada saat pemberian eco enzyme terhadap air sampel menimbulkan peningkatan parameter TSS secara signifikan. Hal ini disebabkan karena eco enzyme juga mengandung parameter TSS yang berasal dari fermentasi bahan organik seperti buah dan sayur. Dalam pembuatan eco enzyme, buah dan sayur yang telah mengalami fermentasi akan terpecah menjadi bagian bagian yang lebih kecil karena mengalami penguraian oleh bakteri dan mengubahnya menjadi enzim [17].

Terjadinya penurunan parameter TSS pada percobaan kali ini dikarenakan adanya proses sedimentasi. Hal itu dapat dilihat pada konsentrasi kontrol yang menurun secara konsisten dari hari ke-2

hingga ke-6. Namun berbeda halnya dengan terjadinya penurunan parameter TSS pada air sampel dengan penambahan konsentrasi eco enzyme di hari ke-4 dan hari ke-6. Terjadinya penurunan TSS merupakan akibat dari proses sedimentasi dibarengi dengan proses anaerob yang didukung oleh penambahan enzim dalam prosesnya. Dalam proses anaerob, TSS tidak hanya akan mengendap karena proses sedimentasi, melainkan TSS akan terdegradasi juga oleh enzim yang bekerja untuk memecah zat organik menjadi lebih sederhana, dimana limbah domestik didominasi oleh zat organik dari sisa makanan maupun buangan pencucian. Dengan memecah polutan organik yang ada, maka secara tidak langsung juga mengurangi TSS dan mengubahnya menjadi karbondioksida dan gas metan.

**Tabel 6.** Nilai Uji ANOVA Terhadap Parameter TSS

Factor Information				
Factor	Levels	Values		
Konsentrasi	3	10,00%; 20,00%; 25,00%		
Td (hari)	3	2; 4; 6		
Analysis of Variance				
Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Konsentrasi	2	6908,2	3454,1	0,009
td	2	26470,2	13235,1	0,001
Error	4	727,1	181,8	
Total	8	34105,6		

Sumber: Hasil Uji Statistik, 2024

**Tabel 7.** Perbandingan Mean pada Variabel Waktu Tinggal dan Konsentrasi Eco Enzyme Terhadap Penurunan Parameter TSS

Turkey Pairwise Comparison: td					
td	N	Mean	Grouping		
6	3	9,3	A		
4	3	-32		B	
2	3	-120,6			C

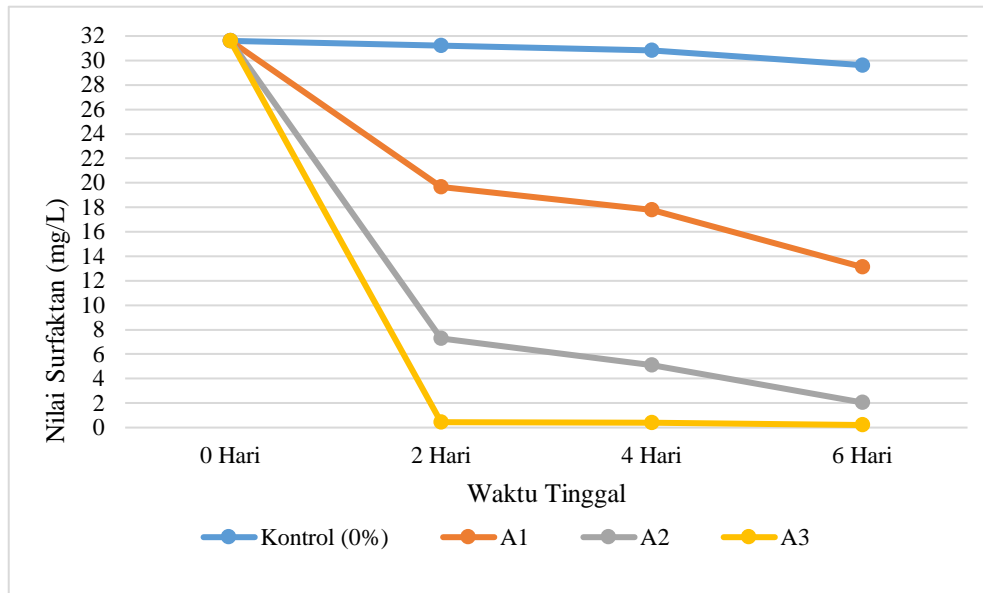
Tukey Pairwise Comparisons: Konsentrasi				
Konsentrasi	N	Mean	Grouping	
10,00%	3	-11,6	A	
20,00%	3	-52,6		B
25,00%	3	-79		B

Sumber: Hasil Uji Statistik, 2024

Berdasarkan **Tabel 6**, nilai  $\alpha$  dalam uji ANOVA adalah 5% atau 0,05. Jika nilai p-value  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak, dan jika nilai p-value  $> \alpha$ , maka  $H_1$  ditolak. Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa nilai p-value dari konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal (td)  $< \alpha$ , yang berarti  $H_0$  ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi eco enzyme serta waktu tinggal mempengaruhi perubahan nilai TSS. Untuk mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh besar terhadap perubahan nilai TSS, perlu dilakukan uji statistik lanjutan.

Dari tabel 7 menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor waktu tinggal terhadap penurunan parameter TSS. Disajikan dalam tabel dengan tiap variabel yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula. Dapat dilihat dengan adanya perbedaan mean yaitu waktu tinggal 6 hari dengan mean 9,3 berada pada grup A, kemudian waktu tinggal 4 hari dengan mean -32 pada grup B, lalu waktu tinggal 2 hari dengan mean -120,6 pada grup C. Adanya tiga grup yang berbeda menunjukkan bahwa waktu tinggal 2 hari, 4 hari, dan 6 hari memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan. Dari tabel perbandingan di atas menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor konsentrasi terhadap penurunan parameter TSS. Disajikan dalam tabel dengan tiap variabel yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula. Dapat dilihat dengan adanya perbedaan mean yaitu konsentrasi 10% dengan mean -11,6 berada pada grup A, kemudian konsentrasi 20% dengan mean -52,6 berada pada grup B, lalu konsentrasi 25% dengan mean -79 berada pada grup B. Grup A dan grup B memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan sedangkan konsentrasi 20% dan 25% pada grup B memiliki perbedaan pengaruh yang mirip/ tidak terlalu signifikan.

Dalam proses anaerob, parameter surfaktan juga mengalami penurunan yang signifikan pada setiap variabel konsentrasi. Penurunan ini terjadi secara signifikan yang disajikan pada grafik **Gambar 2** berikut.



**Gambar 2.** Grafik Penurunan Parameter Surfaktan

Dapat dilihat pada grafik **Gambar 2** di atas bahwa penurunan parameter surfaktan terjadi secara signifikan pada semua variabel konsentrasi. Pada konsentrasi 10% hari ke-2, surfaktan turun dari angka awal 31,60 mg/L menjadi 19,66 mg/L. Kemudian pada hari ke-4 mengalami penurunan lagi menjadi 17,80 mg/L, dan pada hari ke-6 mengalami penurunan hingga mencapai 13,12 mg/L. Penurunan juga terjadi pada konsentrasi 20% mulai hari ke-2 dari konsentrasi awal 31,60 mg/L menjadi 7,30 mg/L dan pada hari ke-4 menjadi 5,10 mg/L hingga hari ke-6 turun mencapai angka 2,05 mg/L. Pada konsentrasi 25% juga mengalami penurunan yang signifikan. Dapat dilihat pada hari ke-2 surfaktan yang awalnya 31,60 mg/L mengalami penurunan hingga mencapai angka 0,42 mg/L. Kemudian di hari ke-4 juga mengalami sedikit penurunan hingga angka 0,41 mg/L, selanjutnya pada hari ke-6 surfaktan turun hingga mencapai angka 0,21 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa parameter surfaktan mengalami penurunan pada setiap variabel konsentrasi. Penurunan terbesar ada pada konsentrasi 25% di hari ke-6.

Penurunan surfaktan dapat terjadi karena gugus hidrofobik surfaktan memiliki afinitas yang rendah terhadap air dan cenderung berinteraksi dengan molekul non polar lainnya contohnya minyak lemak, dan sebagian besar senyawa hidrokarbon sehingga membentuk pola ikatan yang kompleks. Hal ini memudahkan enzim dalam mendegradasi parameter surfaktan yang cenderung berikatan dengan senyawa kompleks lainnya mengingat eco enzyme dapat membantu proses hidrolisis yang memecah bahan organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana. Enzim mengubah senyawa surfaktan menjadi gas metan dan karbondioksida yang dimana pengolahan ini dapat terjadi karena aktivitas anaerob yang berlangsung. Berdasarkan pengamatan hasil uji anaerob yang dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi eco enzyme yang ditambahkan maka semakin besar pula penurunan parameter surfaktan.

**Tabel 8.** Nilai uji ANOVA terhadap Parameter Surfaktan

Factor Information				
Factor	Levels	Values		
Konsentrasi	3	10,00%; 20,00%; 25,00%		
td	3	2; 4; 6		
Analysis of Variance				
Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Konsentrasi	2	437,71	218,856	0,001
td	2	24,83	12,414	0,014
Error	4	11,81	2,953	
Total	8	474,35		

Sumber: Hasil Uji Statistik, 2024



**Tabel 9.** Perbandingan Mean pada Variabel Waktu Tinggal dan Konsentrasi Eco Enzyme Terhadap Penurunan Parameter Surfaktan

Tukey Pairwise Comparisons: td			
td	N	Mean	Grouping
6	3	26,4	A
4	3	23,8	A
2	3	22,4	A

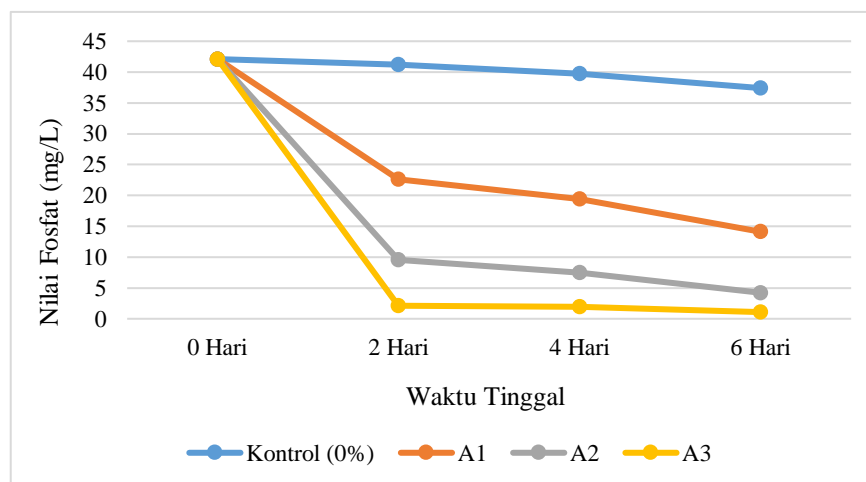
Tukey Pairwise Comparisons: Konsentrasi			
Konsentrasi	N	Mean	Grouping
25,00%	3	31,2	A
20,00%	3	26,7	A
10,00%	3	14,7	B

Sumber: Hasil Uji Statistik, 2024

Berdasarkan nilai uji ANOVA pada **Tabel 8** di atas dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05, jika nilai p-value <  $\alpha$ , maka H0 ditolak, dan jika nilai p-value >  $\alpha$ , maka H1 ditolak. Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal memiliki nilai p-value <  $\alpha$ , yang berarti H0 ditolak. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal mempengaruhi perubahan nilai surfaktan. Untuk mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh besar terhadap penurunan nilai surfaktan, diperlukan uji statistik lanjutan. Berikut adalah hasil uji statistik lanjutan dari ANOVA dua arah.

Dari tabel 9 di atas menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor waktu tinggal terhadap penurunan parameter surfaktan. Disajikan dalam tabel dengan tiap variabel yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula. Dapat dilihat dengan adanya 3 variabel berbeda namun berada di grup yang sama yakni di grup A. Terlihat jelas bahwa ketiga variabel tersebut memiliki pengaruh yang mirip/ hampir sama yakni dengan waktu tinggal 2 hari memiliki mean 22,4 kemudian waktu tinggal 4 hari memiliki mean 23,8 lalu waktu tinggal 6 hari memiliki mean 26,4. Adanya ketiga variabel di grup yang sama menunjukkan bahwa perbedaan ketiga variabel waktu tinggal tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap penurunan parameter surfaktan.

Dalam proses anaerob, parameter fosfat juga mengalami penurunan yang signifikan pada semua variabel konsentrasi yang diterapkan. Berikut ini adalah grafik penurunan parameter fosfat.



**Gambar 3.** Grafik Penurunan Parameter Fosfat

Berdasarkan grafik **Gambar 3**, hasil menunjukkan bahwa penurunan parameter fosfat terjadi dengan signifikan pada semua variabel konsentrasi yang diterapkan. Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa 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.

Penurunan parameter fosfat dapat terjadi karena proses anaerob yang diterapkan dapat mendorong mikroba untuk menyerap fosfat sebagai nutrisi dan mengurangi konsentrasi fosfat dalam larutan uji. Penambahan eco enzyme dalam proses anaerob dapat meningkatkan aktivitas biologis dan pertumbuhan mikroba dengan pesat karena eco enzyme mengandung asam asetat yang tinggi sekaligus gula terurai (monosakarida) yang dapat berfungsi sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroba. Dengan pertumbuhan yang pesat, mikroba akan menyerap banyak fosfat dengan pesat pula sebagai nutrisi.

**Tabel 10.** Nilai uji ANOVA terhadap Parameter Fosfat

Factor Information				
Factor	Levels	Values		
Konsentrasi	3	10,00%; 20,00%; 25,00%		
Td (hari)	3	2; 4; 6		
Analysis of Variance				
Source	DF	Adj SS	Adj MS	P-Value
Konsentrasi	2	454,50	227,14	0,001
td	2	37,87	18,93	0,046
Error	4	14,42	3,60	
Total	8	506,57		

Sumber: Hasil Uji Statistik, 2024

**Tabel 11.** Perbandingan Mean pada Variabel Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Parameter Fosfat

Tukey Pairwise Comparisons: td			
td	N	Mean	Grouping
6	3	35,63	A
4	3	32,50	A
2	3	30,66	A

Tukey Pairwise Comparisons: Konsentrasi			
Konsentrasi	N	Mean	Grouping
25,00%	3	40,4067	A
20,00%	3	35,0100	A
10,00%	3	23,3800	B

Sumber: Hasil Uji Statistik, 202)

Berdasarkan hasil uji ANOVA pada Tabel 10 dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05, jika nilai p-value  $< \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak, sedangkan jika nilai p-value  $> \alpha$ , maka  $H_1$  ditolak. Pada hasil uji ANOVA dua arah di atas, terlihat bahwa konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal memiliki nilai p-value  $< \alpha$ , yang berarti  $H_0$  ditolak. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal mempengaruhi perubahan nilai fosfat. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai variabel mana yang memiliki pengaruh lebih besar terhadap perubahan nilai fosfat, diperlukan uji statistik lanjutan dari ANOVA dua arah. Berikut adalah hasil uji lanjutan tersebut.

Dari **Tabel 11** di atas menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor waktu tinggal terhadap penurunan parameter fosfat. Disajikan dalam tabel dengan tiap variabel yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula. Dapat dilihat pada tabel bahwa waktu tinggal 2 hari, 4 hari, dan 6 hari berada pada grup yang sama yaitu grup A. Waktu tinggal 2 hari memiliki mean sebesar 30,66 kemudian waktu tinggal 4 hari memiliki mean sebesar 32,50 sedangkan waktu tinggal 6 hari memiliki mean sebesar 35,63. Terlihat pada tabel bahwa ketiga variabel waktu tinggal yang diterapkan memiliki pengaruh yang mirip/ hampir sama dalam penurunan parameter fosfat.

Dapat dilihat juga dalam **Tabel 11** di atas yakni seberapa besar pengaruh faktor konsentrasi terhadap penurunan parameter fosfat. Disajikan dalam tabel dengan tiap variabel yang berbeda memberikan

pengaruh yang berbeda pula. Dapat dilihat pada tabel bahwa konsentrasi 20% dan 25% berada pada grup yang sama yaitu grup A, sedangkan konsentrasi 10% berada pada grup B. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi 20% dan 25% memiliki pengaruh yang mirip/ hampir sama dalam penurunan parameter fosfat. Beda halnya dengan konsentrasi 10% yang memiliki pengaruh tidak terlalu signifikan dibandingkan variabel konsentrasi lainnya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan olah data yang telah dilaksanakan, memberikan hasil bahwa eco enzyme yang ditambahkan ke dalam proses anaerob mampu berperan optimal sebagai biokatalisator yang dapat mendukung proses degradasi parameter TSS, surfaktan, dan fosfat. Tentunya dengan kombinasi konsentrasi eco enzyme dan waktu tinggal anaerob yang optimal mampu memberikan hasil degradasi parameter yang baik. Pada uji parameter TSS, konsentrasi terbaik ialah 10%, lalu pada uji parameter surfaktan konsentrasi terbaik ialah 25%, kemudian pada uji parameter fosfat konsentrasi terbaik ialah 25%. Pengujian ini disertai waktu tinggal, dimana proses anaerob dapat bekerja dengan optimal. Pada uji TSS, surfaktan, dan fosfat memiliki opsi waktu tinggal terbaik yakni 6 hari.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Sari, I. P., & Suliestyah. (2021). Adsorpsi Ion Logam Fe dan Zn pada Air Limbah Menggunakan Karbon Aktif dari Batubara Peringkat Rendah. *Jurnal Geomine*, 198-205.
- [2] Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso. (2021). Kandungan Pencemar Deterjen dan Kualitas Air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*.
- [3] Suyasa, W. B. (2015). *Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.
- [4] Nazim, F., & Meera, V. (2013). Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 111.
- [5] Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Erlangga.
- [6] Nirwana, S., & Irdoni. (2016). Sintesa Surfaktan Ramah Lingkungan Metil Ester Sulfonat dan Palm Oil Methyl Ester Menggunakan Natrium Metabisulfid dan Katalis Aluminium Oksida. *Jom FTEKNIK*.
- [7] Purnamasari, E. N. (2017). Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (LAS) Pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Media Teknik*.
- [8] Ndani, L. (2016). Penentuan Kadar Senyawa Fosfat di Sungai Way Kahuripan dan Way Kuala dengan Spektrofotometri Uv-Vis. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Lampung*.
- [9] Pranata L. (2021). Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Dengan dengan Metode Eco-Enzyme. *Indonesian Journal of Community Service*, 171-179.
- [10] Galintin, O., Rasit, N., & Hamzah, S. (2021). Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and Its Influence on the Aquaculture Sludge. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(3), 10205-10214.
- [11] Pratamadina, & Wikaningrum. (2022). Potensi Penggunaan Eco-Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air.
- [12] Arun, & Sivashanmugam. (2015). Identification and Optimization of Parameters for the Semi-Continuous Production of Garbage Enzyme from Pre-Consumer Organic Waste by Green RP-HPLC Method. *Waste Management*, 28-33.
- [13] Pebriani, T. H., Wulan, A. H., Hanhadyanaputri, E. S., Sulistyarini, I., Cahyani, I. M., Suwarni, . . . Adhityasmara, D. (2022). Pemanfaatan Kulit Buah sebagai Bahan Baku Eco-Enzyme di Dusun Demungan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (DiMas)*.
- [14] Sari, N. K., & Ernawati, D. (2017). *Teori dan Aplikasi Pembuatan Bioethanol dari Selulose (Bambu)*. Surabaya: Jakad Media Publishing.
- [15] Axmalia, A., & Mulasari, S. A. (2020). Dampak Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 171-176.
- [16] Eco Enzyme Nusantara. (2020). *Modul Belajar Pembuatan Eco Enzyme*. Eco Enzyme Nusantara.
- [17] Widiani, N., & Novitasari, A. (2023). Produksi dan Karakterisasi Eco Enzyme dari Limbah Organik Dapur. *Bioedukasi*.