

Penggunaan *Eco-enzyme* sebagai Suplemen Bakteri Pendegradasi Minyak Lemak dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Air Limbah Restoran

Bunga Cinta Kasih¹ dan Novirina Hendrasarie^{2*}

¹Mahasiswa Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

²Dosen Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

* Correspondence author: novirina@upnjatim.ac.id; Tel: 082234666332

Received: 19 June 2023; Accepted: 22 August 2023; Published: 30 September 2023

Abstract

Restaurant wastewater contains fatty oils and high organic content, pollutants for water bodies. This study aims to analyse the effect of adding *eco-enzyme* on bacterial performance in reducing fatty oil and COD levels in restaurant wastewater. This study used grease trap units to treat fatty oils, while activated sludge units were used to reduce organic contaminants. Research methods include making *eco-enzymes*, seeding and acclimatization of microorganisms, and main research starting with pre-treatment grease trap and continuing with the activated sludge process with the addition of *eco-enzymes*. The results showed that the addition of *eco-enzymes* resulted in a significant reduction in fatty oil and COD levels in restaurant wastewater. *Eco-enzyme* can be an effective and economical alternative in restaurant wastewater treatment to reduce environmental pollution.

Keywords: *eco-enzyme*; oil and fat; COD; restaurant wastewater

Abstrak

Air limbah restoran mengandung minyak lemak dan COD yang tinggi, sehingga merupakan pencemar bagi badan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan *eco-enzyme* terhadap kinerja bakteri dalam menurunkan kadar minyak lemak dan COD dalam air limbah restoran. Dalam penelitian ini, unit *grease trap* digunakan untuk mengolah minyak lemak, sedangkan unit lumpur aktif digunakan untuk mengurangi kontaminan organik. Metode penelitian meliputi pembuatan *eco-enzyme*, *seeding* dan aklimatisasi mikroorganisme, serta penelitian utama yang diawali dengan pre-treatment *grease trap* dan dilanjutkan proses lumpur aktif dengan penambahan *eco-enzyme*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *eco-enzyme* menghasilkan penurunan yang signifikan dalam kadar minyak lemak dan COD dalam air limbah restoran. *Eco-enzyme* dapat menjadi alternatif yang efektif dan ekonomis dalam pengolahan air limbah restoran untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Kata kunci: *eco-enzyme*; minyak lemak; COD; air limbah restoran

1. Pendahuluan

Sampai dengan kuartal 3 tahun 2022, kinerja tahunan sektor industri penyedia makanan dan minuman (rumah makan, restoran, dan sejenisnya) meningkat sebesar 6,68% (1). Peningkatan ini memicu masalah lingkungan akibat air limbah dapur yang cukup kompleks. Air limbah ini merupakan salah satu sumber pencemar utama yang dibuang dari area pemukiman dan komersial ke badan air, baik dengan pengolahan maupun tanpa pengolahan apa pun (2). Air limbah restoran mengandung kadar minyak lemak dan kandungan organik yang tinggi. Unit yang banyak diaplikasikan untuk mengolah air limbah restoran adalah *grease trap*. Sedangkan dalam menurunkan kandungan organik, unit lumpur aktif paling umum digunakan.

Unit *grease trap* menahan minyak dan lemak agar tidak sampai ke badan air. Unit ini memakai sejumlah sekat untuk membentuk ruang agar aliran air limbah lebih lambat. Dari perlakuan ini juga membuktikan bahwa proses *trapping* pada *grease trap* berhasil menurunkan sebanyak 89% minyak lemak, sedangkan sebagian lainnya masih terbawa melalui pipa outlet air limbah (3). Sedangkan, untuk menurunkan kandungan organik, unit lumpur aktif paling umum digunakan. Proses yang terjadi dalam unit lumpur aktif mengandalkan pertumbuhan mikroorganisme yang tercampur dengan kondisi aerob, serta menggunakan pencemar organik dalam air limbah sebagai substrat (4).

Kinerja bakteri perlu diperhatikan agar parameter pencemar dapat lebih mudah terurai. Degradasi beban pencemar organik bergantung pada aktivitas mikroba di dalamnya. Agar kinerja bakteri dapat maksimal, pemberian *eco-enzyme* dilakukan sebagai suplemen bakteri. *Eco-enzyme*, disebut juga enzim sampah adalah larutan organik yang dihasilkan dari fermentasi sederhana limbah sayuran dan buah segar dengan penambahan gula dan air dan pada prosesnya melibatkan mikroorganisme selektif seperti ragi dan bakteri (5). Fermentasi ini menghasilkan cairan seperti cuka dengan protein alami, garam mineral, dan enzim sehingga cairan ini serbaguna. *Eco-enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif rendah biaya untuk meningkatkan proses pengolahan air limbah. Menurut (2), *eco-enzyme* dinilai praktis dan tidak menimbulkan efek samping karena sebagian besar susunannya merupakan protein dan peptida. *Eco-enzyme* juga telah digunakan dalam *pre-treatment* air limbah, khususnya di air limbah kaya lipid dan lemak.

Belum banyak penggunaan *eco-enzyme* untuk mengolah air limbah di Indonesia, terutama hubungannya dengan bakteri pengurai beban pencemar. Jika *eco-enzyme* ditemukan berguna dalam mengatasi penurunan kadar pencemar dalam air limbah, *eco-enzyme* dapat

digunakan sebagai alternatif rendah biaya. Oleh karenanya, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan pengaruh penambahan *eco-enzyme* dalam membantu bakteri untuk menurunkan kadar minyak lemak dan COD dalam air limbah restoran.

2. Metode

2.1. Pembuatan *Eco-enzyme*

Penelitian membutuhkan persiapan yaitu membuat *eco-enzyme* dari proses fermentasi limbah kulit buah yang membutuhkan waktu optimal selama 3 bulan. *Eco-enzyme* terbuat dari gula, limbah buah dan/atau sayur, dan air bersih dengan rasio 1:3:10. Komposisi *eco-enzyme* yang digunakan terdiri dari gula pasir sebanyak 1 kg, air sebanyak 10 L, dan limbah buah pepaya 3 kg. Kemudian campuran ditutup rapat. Selama satu minggu pertama, setiap harinya, tutup wadah dibuka sebentar untuk mengeluarkan gas proses fermentasi. Selama proses fermentasi berlangsung, diamati perubahan warna dan bau. Aroma asam segar khas fermentasi, tidak muncul belatung, dan tidak muncul lapisan hitam menandakan bahwa fermentasi berjalan dengan baik.

2.2. Penelitian Pendahuluan

Penelitian dimulai dengan penelitian pendahuluan yaitu tahap *seeding* dan aklimatisasi mikroorganisme dalam air limbah. Kedua tahap ini bertujuan untuk mendapatkan kultur mikroorganisme yang stabil terhadap beban pencemar yang akan didegradasi. Lumpur aktif hasil proses tersebut yang akan menjadi mikroorganisme utama di dalam unit lumpur aktif. *Seeding* mikroorganisme dilakukan dengan cara mengisi 30 liter air limbah ke dalam bak dan diaerasi terus-menerus selama 24 jam. Debit aerasi yang diberikan sebesar 160 L/menit. Pemberian nutrisi diberikan setiap hari dengan menambahkan gula pasir sebanyak 1 sendok per hari dan 600 ml air limbah. Perkembangan *seeding* setiap harinya ditinjau dengan mengamati bau, lendir, dan *mixed-liquor suspended solids* (MLSS).

Tahap selanjutnya adalah aklimatisasi untuk mendapatkan lumpur aktif yang dapat beradaptasi dengan air limbah agar mikroorganisme yang telah tumbuh dengan baik mengalami *shock loading*. Dilakukan pemberian aerasi penuh selama proses aklimatisasi, dengan beberapa tahapan konsentrasi air limbah. Konsentrasi air limbah untuk pengadaptasian lumpur aktif dimulai dari 25% air limbah, 50% air limbah, 75% air limbah, hingga 90% air limbah. Parameter yang dikontrol setiap harinya adalah COD. Persentase penyisihan COD pada akhir tahap aklimatisasi harus mencapai kondisi *steady state*.

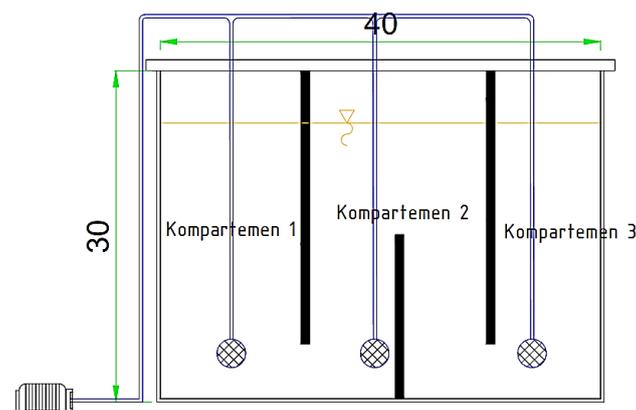
2.3. Penelitian Utama

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menganalisis pengaruh penambahan *eco-enzyme* dalam membantu kinerja bakteri untuk menurunkan kadar minyak lemak dan COD dalam air limbah restoran. Penelitian utama dimulai dari proses *pre-treatment grease trap*. Digunakan kombinasi reaktor *grease trap* dengan bakteri pendegradasi minyak lemak dan proses dilakukan dengan menambahkan aliran udara sebesar 45 L/menit selama waktu tinggal. Bakteri yang digunakan merupakan konsorsium dari *Lactobacillus* sp., *Thiobacillus* sp., dan *Pseudomonas* sp. Penambahan bakteri cair memperhitungkan banyaknya air limbah yang diolah. Digunakan 10 ml bakteri cair untuk 10 – 30 liter air limbah. Sebanyak 22 ml bakteri cair yang digunakan karena mempertimbangkan tingginya beban pencemar pada air limbah yang diolah. Variasi penambahan *eco-enzyme* yaitu konsentrasi 1% dan 5% v/v sampel air limbah. Dianalisis pula perlakuan tanpa penambahan *eco-enzyme* sebagai variabel kontrol. Sampling air limbah diambil pada titik 25 cm dari atas reaktor *grease trap*.

Reaktor *grease trap* yang digunakan berbentuk *rectangular* dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 1 dan desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Grease trap* yang Digunakan

Desain	Nilai	Satuan
Volume total	24	L
Volume kerja	22	L
Panjang	40	cm
Lebar	20	cm
Tinggi	30	cm
Variasi waktu tinggal	8, 24, 32, 48	jam
Laju aerasi total	45	L/menit

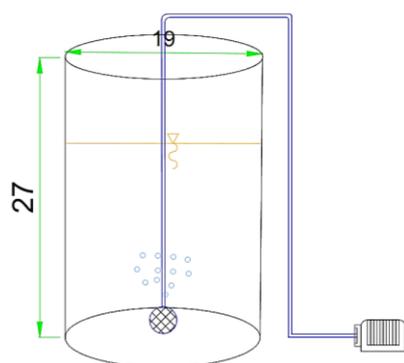


Gambar 1. Desain Reaktor *Grease trap* (Sumber: Data Peneliti, 2023)

Hasil pengolahan dari unit *grease trap* yang terbaik lalu dilanjutkan ke proses lumpur aktif. Penelitian utama pada lumpur aktif dilakukan ketika proses aklimatisasi telah berakhir. Pada penelitian utama, air limbah yang diolah sudah 100% air limbah. Proses ini dimulai dengan cara memasukkan limbah cair ke dalam reaktor yang telah dirangkai dengan pemberian aerasi serta penambahan *eco-enzyme* sesuai dengan variasi yang telah ditetapkan, yaitu konsentrasi 5% dan 10%. Sebagai kontrolnya juga dilakukan penelitian tanpa penambahan *eco-enzyme*. Selanjutnya, penelitian pada lumpur aktif dilakukan dengan membuat variasi HRT (waktu retensi hidrolik) proses. Debit aerasi yang akan digunakan yaitu 14 L/menit. Reaktor lumpur aktif yang digunakan berbentuk tabung dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 2 dan desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Spesifikasi Reaktor Lumpur Aktif

Desain	Nilai	Satuan
Volume total	5	L
Volume lumpur aktif	1,5	L
Volume air limbah yang diolah	1,5	L
Diameter	19	cm
Tinggi	27	cm
Variasi HRT	12, 18, 24, 36, 48, 71	jam
Laju aerasi	14	L/menit



Gambar 2. Desain Reaktor Lumpur Aktif (Sumber: Data Peneliti, 2023)

3. Hasil Penelitian

3.1. Karakteristik Air Limbah

Air limbah yang diolah dalam penelitian ini berasal dari restoran pizza. Sebelum diolah, air limbah diuji karakteristiknya terlebih dahulu. Hasil uji awal karakteristik air limbah tertera

dalam Tabel 3. Baku mutu air limbah mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 3. Karakteristik Awal Air Limbah

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan
COD	1821	50	mg/L
Minyak dan Lemak	749	10	mg/L
TSS	400	50	mg/L
Total N	390	30	mg/L
Fosfat	0,154	10	mg/L
pH	6,25	6-9	-

3.2. Karakteristik *Eco-enzyme*

Setelah tiga bulan waktu fermentasi, campuran *eco-enzyme* disaring untuk mendapatkan larutan enzim. Kemudian, dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui karakteristik *eco-enzyme* dan adanya aktivitas hidrolisisnya. Parameter yang diukur adalah pH dan aktivitas enzim lipase. Hasilnya tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik *Eco-enzyme*

Parameter	Hasil Uji	Satuan
pH	3,5	-
Enzim lipase	1660	mU/g
Aroma	Asam segar khas fermentasi	-
Warna	Kuning oranye	-
pH	6,25	-

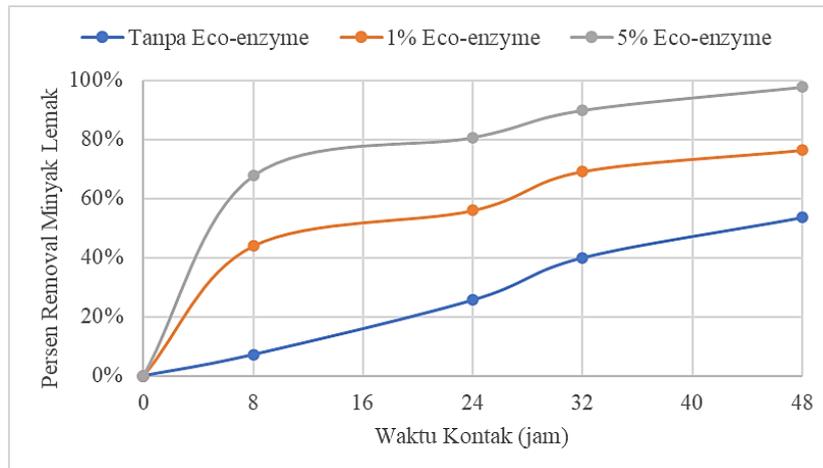
Tabel 3 menunjukkan bahwa *eco-enzyme* memiliki kandungan enzim lipase yang dapat mengindikasikan bahwa proses fermentasi berhasil. Enzim yang berasal dari fermentasi *eco-enzyme* dapat mempercepat reaksi biokimia alami. Enzim lipase merupakan salah satu biokatalis yang dapat mengurai minyak dan lemak.

4. Pembahasan

4.1. Pengaruh Penambahan *Eco-enzyme* terhadap Penurunan Parameter Pencemar pada *Grease trap*

Hasil pengolahan dengan *grease trap* menunjukkan penurunan kadar minyak lemak yang signifikan. Setelah dilakukan pengolahan selama kurun waktu 48 jam, diperoleh hasil penurunan parameter minyak lemak yang beragam pada tiap variabel. Data hasil pengujian pada

grease trap pada kondisi aerob dengan variasi konsentrasi penambahan *eco-enzyme* ditampilkan pada Gambar 2.

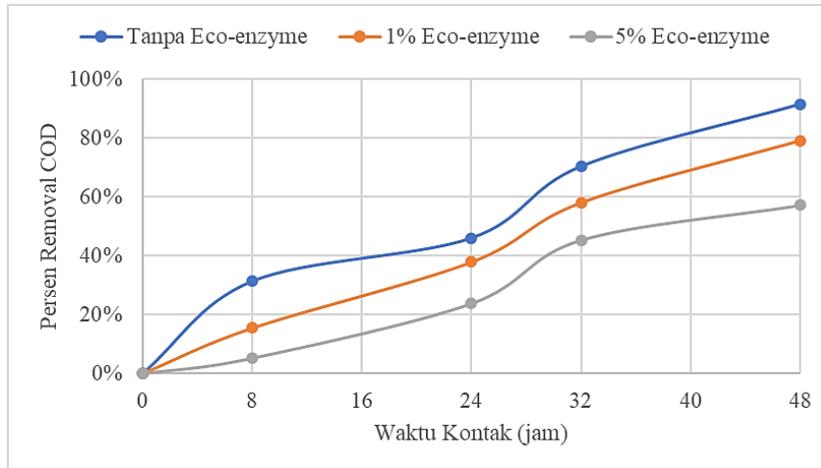


Gambar 2. Penurunan Minyak lemak di *Grease Trap* pada Kondisi Aerob
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Gambar 2, variasi penambahan 5% *eco-enzyme* menunjukkan perubahan kenaikan persen removal tertinggi. Kenaikan persen removal minyak lemak pada *grease trap* menunjukkan adanya pengaruh penambahan *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* yang digunakan mengandung enzim lipase yang merupakan salah satu biokatalis yang dapat mengurai minyak dan lemak. Enzim ini mempercepat reaksi hidrolisis ester menjadi asam lemak. Minyak dan lemak (*glycerol esters*) dirombak menjadi monogliserida, digliserida, dan asam lemak (6). Asam lemak hasil penguraian tersebut lebih mudah diurai oleh bakteri. Keberadaan bakteri *Pseudomonas* sp., yang termasuk dalam filum Proteobacteria, mengindikasikan bahwa kadar oksigen terlarut (DO) dalam proses pengolahan tercukupi sehingga memungkinkan adanya kondisi aerob (7). *Pseudomonas* sp. adalah bakteri hidrokarbon yang dapat mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon. Jenis *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas stutzeri*, dan *Pseudomonas stutzeri* mampu menurunkan kadar protein, lemak, dan karbohidrat (8). Selain itu, adanya penambahan aerasi membuat minyak lemak terflotasi ke permukaan sehingga kadar minyak lemak dalam air limbah menurun.

Hasil yang diperoleh pada reaktor *grease trap* dengan penambahan bakteri menunjukkan aktivitas bakteri yang cukup baik. Bakteri mampu bekerja pada kondisi limbah dengan parameter pencemar yang cukup tinggi, khususnya pada parameter minyak dan lemak. Utamanya, konstituen limbah lemak minyak yaitu lemak hewan dan minyak sayur dan juga kombinasi antara asam lemak bebas dan gliserol. Bakteri *Lactobacillus* sp. yang termasuk ke dalam jenis bakteri probiotik dapat membantu aktivitas enzim lipase dalam mendegradasi gugus minyak lemak pada air limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu asam lemak dan

gliserol sehingga mikroorganismenya di dalam proses dapat lebih mudah mengolahnya (9). Keberadaan bakteri lain seperti *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. turut menjadi faktor utama dalam proses degradasi minyak lemak menjadi lebih cepat karena bakteri tersebut merupakan bakteri utama pendegradasi minyak lemak (8).

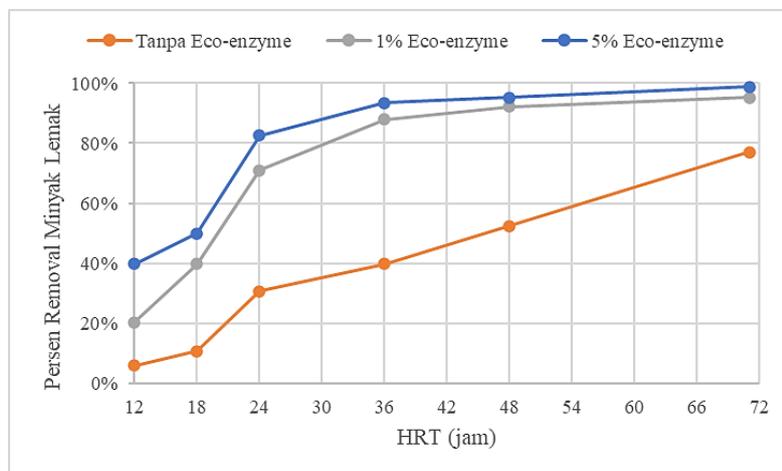


Gambar 3. Penurunan COD di *Grease Trap* pada Kondisi Aerob
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Parameter COD turut menjadi parameter yang perlu diperhatikan jika dalam suatu pengolahan terdapat penambahan oksigen (aerasi). Hasil analisis persen removal parameter COD disajikan pada Gambar 3. Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa persen removal meningkat secara signifikan seiring lamanya waktu tinggal. Hal ini terjadi karena *eco-enzyme* berperan sebagai katalis dalam suatu proses. Enzim sebagai biokatalis dapat meningkatkan kelarutan senyawa organik sehingga biodegradabilitas meningkat sehingga dapat menurunkan kadar COD pada air limbah (10). Tingginya laju penurunan COD pada air limbah mengindikasikan aktivitas biokatalitik yang terkandung dalam campuran *eco-enzyme* telah berperan sebagai katalis dalam proses hidrolisis. Kemudian, penurunan konsentrasi COD terjadi melalui perubahan struktur molekulnya (11). Penurunan COD juga merupakan indikasi bahwa air limbah mengandung sejumlah besar zat terlarut, dan ketika partikel organik terlarut, dapat dengan mudah didegradasi oleh mikroorganismenya selama proses aerob. Namun, persen removal tanpa penambahan *eco-enzyme* lebih tinggi dari pada pengolahan dengan 1% *eco-enzyme* maupun dengan 5% *eco-enzyme*. Semakin lama waktu tinggal yang dioperasikan maka waktu reaksi aerob juga semakin lama sehingga aerasi yang ditambahkan akan membuat bakteri mendegradasi bahan-bahan organik (12). Persen removal COD pada penambahan *eco-enzyme* lebih rendah daripada perlakuan kontrol terjadi karena *eco-enzyme* sendiri tersusun dari senyawa kimia sehingga jika dilakukan analisis COD, maka nilai COD akan bertambah seolah-olah kadar beban pencemar meningkat.

4.2. Pengaruh Penambahan *Eco-enzyme* terhadap Penurunan Parameter Pencemar pada Lumpur Aktif

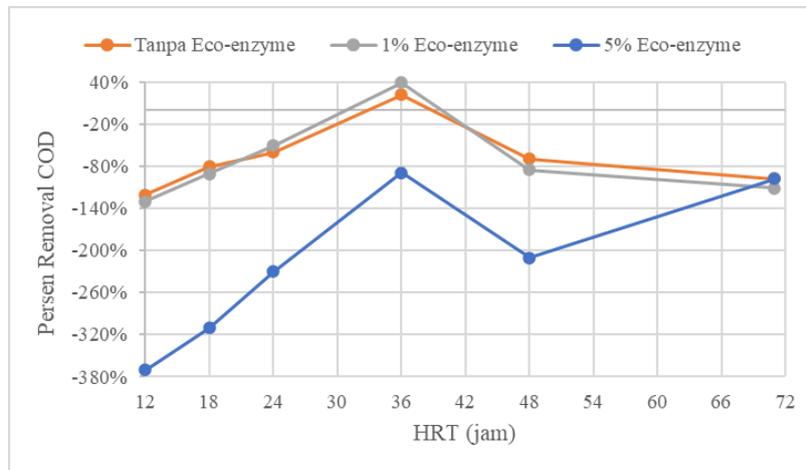
Air limbah yang diolah di lumpur aktif merupakan hasil terbaik dari proses *grease trap*, yaitu hasil dari *treatment* air limbah dengan penambahan 1% *eco-enzyme*. Gambar 4 menunjukkan hasil perhitungan persen removal minyak lemak setelah dilakukannya proses lumpur aktif. Penambahan 5% *eco-enzyme* menghasilkan persen removal minyak lemak tertinggi. Persen removal minyak lemak meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengolahan (HRT). Hal ini karena HRT yang cukup akan memberi kesempatan mikroorganisme untuk melakukan kontak dengan air limbah sehingga dapat mendegradasi beban pencemar yang ada. Dalam hal ini, beban pencemar yang ada adalah bahan organik yang merupakan minyak dan lemak sehingga waktu dari mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik (minyak lemak) akan semakin lama sehingga minyak lemak yang tersisihkan juga akan semakin meningkat. Namun, apabila waktu kontak udara yang diberikan sedikit, maka minyak lemak yang tersisihkan tidak terlalu banyak (13). Pengolahan tanpa penambahan *eco-enzyme* menghasilkan persen removal yang paling sedikit, yaitu 6% untuk HRT 12 jam, 11% untuk HRT 18 jam, 31% untuk HRT 24 jam, 40% untuk HRT 36 jam, 52% untuk HRT 48 jam, dan 77% untuk HRT 71 jam.



Gambar 4. Penurunan Minyak Lemak di Lumpur Aktif
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Hasil pengolahan dengan penambahan *eco-enzyme*, baik dengan konsentrasi 1% dan 5% sama-sama menghasilkan persen removal yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa penambahan *eco-enzyme*. Terbukti bahwa *eco-enzyme* memiliki peran dalam pengolahan air limbah pada proses lumpur aktif. Adanya kandungan enzim lipase dalam *eco-enzyme* membantu proses penguraian minyak lemak pada air limbah yang diolah. Enzim ini berperan sebagai biokatalis untuk mempercepat reaksi ester menjadi asam lemak. Enzim lipase

memecah minyak dan lemak yang tergolong ke dalam *glycerol esters* menjadi asam lemak, monogliserida, dan digliserida (6). Alhasil, asam lemak dari proses penguraian tersebut lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme yang ada dalam proses lumpur aktif.



Gambar 5. Penurunan COD di Lumpur Aktif
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Selain analisis minyak dan lemak, dilakukan pula analisis COD di setiap HRT dan variasi konsentrasi *eco-enzyme* yang ditambahkan. Sesuai dengan Gambar 5, persen removal tertinggi berada pada HRT 36 jam pada setiap variasi konsentrasi penambahan *eco-enzyme*. Untuk variasi 1% *eco-enzyme*, pada HRT 36 jam berhasil menyisihkan COD sebanyak 40%. Ini merupakan pencapaian tertinggi, diikuti dengan perlakuan tanpa penambahan *eco-enzyme* menyisihkan 23% COD, dan penambahan 5% *eco-enzyme* memiliki efisiensi terendah yaitu -89%. Terlihat bahwa HRT yang optimum dalam menyisihkan COD adalah pada HRT 36 jam. Pada kondisi HRT 12 jam hingga 36 jam, waktu aerasi berbanding lurus dengan ketersediaan oksigen yang mana semakin banyak oksigen yang tersedia, maka COD dapat lebih mudah teruraikan.

Namun, setelah 36 jam, tren grafik untuk setiap variasi mengalami penurunan persen removal. Hal tersebut dapat terjadi karena substrat yang ada di dalam proses memiliki konsentrasi yang rendah. Substrat pada konsentrasi air limbah bergantung pada komposisi karbon (C), nitrat (N), dan fosfat (P). Rasio C:N:P yang tidak ideal menyebabkan proses degradasi oleh mikroorganisme terhambat. Kondisi ini membuat bakteri perlahan mengalami lisis dan akhirnya meningkatkan kadar COD karena sel mikroorganisme tersebut terdeteksi sebagai zat organik (14,15). Hal tersebut sesuai dengan data penelitian di mana pada HRT 48 jam semua variasi konsentrasi penambahan *eco-enzyme* mengalami penurunan persen removal yang ditandai dengan kenaikan kadar COD.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penambahan *eco-enzyme* pada *grease trap* dengan kondisi aerob menghasilkan penurunan signifikan kadar minyak dan lemak dalam air limbah. Sedangkan pada proses lumpur aktif, penambahan *eco-enzyme* meningkatkan persentase removal minyak dan lemak serta penurunan COD yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan *eco-enzyme*. Secara keseluruhan, penambahan *eco-enzyme* terbukti efektif dalam mengurangi parameter pencemar seperti minyak dan lemak, serta COD dalam air limbah restoran pizza. *Eco-enzyme* dengan kandungan enzim lipase membantu proses penguraian bahan organik agar lebih mudah diurai oleh mikroorganisme, sehingga mempercepat pengolahan air limbah.

Daftar Pustaka

1. Research DI. Pertumbuhan Industri Restoran, Rumah Makan, dan Sejenisnya Tahun 2011 – 2022. Data Industri Research. 2022.
2. Nazim F, Meera V. Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution. *Bonfring Int J Ind Eng Manag Sci.* 2013;3(4):111–7.
3. Hendrasarie N, Maria SH. Combining grease trap and Moringa Oleifer a as adsorbent to treat wastewater restaurant. *South African J Chem Eng* 37. 2021;196–205.
4. Reynolds TD, Richard PA. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering.* 2nd ed. PWS Publishing Company; 1996. 798 p.
5. Thirumurugan P. *Production and Analysis of Enzyme Bio-Cleaners from Fruit and Vegetable Wastes by Using Yeast and Bacteria.* India; 2016.
6. Arun C, Sivashanmugam P. Investigation of Biocatalytic Potential of Garbage Enzyme and Its Influence on Stabilization of Industrial Waste Activated Sludge. *Process Saf Environ Prot.* Institution of Chemical Engineers; 2015;94(C):471–8.
7. Hendrasarie N, Fadilah K, Ranno MR. Sequencing Batch Reactor to Treatment Tofu Wastewater Using Impeller Addition. *J Ecol Eng.* 2022;23(11):158–64.
8. Kawuri R, Darmayasa IBG. Potensi Bakteri Sebagai Biodegradasi Lemak dan Minyak pada Lingkungan yang Tercemar Limbah Domestik. *Metamorf J Biol Sci Biol Sci.* 2022;9(1):184–9.
9. L A, Indrayati N, Tanuwiria UH, Mayasari N. Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* terhadap Kualitas Yoghurt dan Penghambatannya pada *Helicobacter pylori*. *J Bionatura.* 2008;10(2):129–40.
10. Wikaningrum T, Hakiki R, Astuti MP, Ismail Y, Sidjabat FM. The Eco Enzyme

- Application on Industrial Waste Activated Sludge Degradation. Indones J Urban Environ Technol. 2022;5(2):115–33.
11. Bharagava RN. Emerging and Eco-Friendly Approaches for Waste Management. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd.; 2019.
 12. Yadaturrahmah II, Hendrasarie N. Pengaruh Penambahan Impeller pada Fase Aerobik terhadap Efisiensi Kinerja Sequencing Batch Reactor pada Limbah Cair Industri Tahu. J Envirotek. 2021;13(1):7–13.
 13. Mahdalina D, Dermawan D, Afiuddin AE. Pengaruh Penambahan Laju Udara dan Lumpur Aktif dalam Meremoval Kandungan COD pada Pengolahan Limbah Cair Domestik PLTU Paiton. Conf Proceeding Waste Treat Technol. 2018;1(1):135–40.
 14. Haque EA. Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Lumpur Aktif Model SBR Skala Laboratorium. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2017.
 15. Abukasim SM, Zuhria F, Saing Z. Alternative management of plastic waste. Journal of Physics: Conference Series. 2020.