

Penerapan Eco Enzyme Berbasis Limbah Buah Sebagai Solusi Ramah Lingkungan Untuk Pengolahan Limbah Domestik

Ameilia Wahyu Banuwati¹, M. Xavier Bintang Aurelio², Indira Wuryanti³, Galuh Indah Tri Supatmi⁴, Henny Parida Hutapea⁵

Program Studi Kimia Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa
Surakarta

Jl. Ki Mangun Sarkoro No. 20, Nusukan, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57135
(0271) 7470550

E-mail: ameiliawahyu56@gmail.com

Abstrak

Limbah cair domestik berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh eco enzyme dari kulit nanas terhadap karakteristik fisika, kimia, dan biologi dari limbah cair domestik. Metode penelitian dilakukan dengan pengujian variasi konsentrasi eco enzyme sebesar 0%, 10%, 20% dengan pengamatan waktu pada hari ke-0, ke-5, ke-15. Parameter yang dianalisis meliputi pH, suhu, aroma, warna, Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), serta pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan eco enzyme mampu memperbaiki aroma limbah dan menurunkan nilai BOD dan TSS hingga dalam batas wajar baku mutu, meskipun menyebabkan penurunan pH serta peningkatan TDS. Nilai COD pada seluruh variasi sampel masih melebihi baku mutu yang ditetapkan. Uji biologi menunjukkan jumlah koloni bakteri yang tinggi (>300 koloni) dengan morfologi coccus dan basil. Oleh karena itu, penggunaan eco enzyme dari kulit nanas belum optimal dalam menurunkan seluruh parameter hasil uji dalam waktu 15 hari.

Kata Kunci: limbah cair domestik, eco enzyme, BOD, COD, TSS

Abstract

Domestic wastewater has the potential to pollute the environment if not treated properly. This study aims to analyze the effect of eco enzyme from pineapple peel on the physical, chemical, and biological characteristics of domestic wastewater. The research method was conducted by testing variations in eco enzyme concentration of 0%, 10%, and 20% with observations on days 0, 5, and 15. The parameters analyzed included pH, temperature, odor, color, Total Dissolved Solids (TDS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and microbial growth. The results showed that the addition of eco enzyme improved the odor of the waste and reduced the BOD and TSS values to within reasonable quality standards, although it caused a decrease in pH and an increase in TDS. The COD values in all sample variations still exceeded the specified quality standards. Biological tests showed a high number of bacterial colonies (>300 colonies) with coccus and bacillus morphology. Therefore, the use of eco enzyme from pineapple peel was not optimal in reducing all test parameters within 15 days.

Keywords: domestic wastewater, eco enzyme, BOD, COD, TSS

1. Pendahuluan

Limbah cair domestik, terutama yang berasal dari dapur rumah tangga, merupakan sumber pencemaran lingkungan yang signifikan dan menimbulkan tantangan sanitasi yang cukup besar. Limbah cair jenis ini mengandung berbagai kontaminan, termasuk bahan organik, komponen beraroma, pewarna, patogen, dan senyawa kimia berbahaya. Jika tidak dirawat dengan benar maka dapat menurunkan kualitas air, merusak ekosistem perairan, dan membahayakan kesehatan masyarakat (Pratap et al., 2023; Widyastuti et al., 2023). Selain itu, limbah cair domestik

merupakan kontributor utama pencemaran sungai, terhitung sekitar 70-75% dari total limbah cair rumah tangga (Khotimah et al., 2021). Dampak dari pencemaran ini pada badan air yaitu perubahan zat terlarut dan perubahan fisik, seperti kekeruhan, serta peningkatan kadar komponen organik dan anorganik (Yurnalisdell, 2022).



Gambar 1.1. Limbah Domestik

Eco enzyme (EE) menawarkan pendekatan ramah lingkungan untuk pengolahan air limbah. Eco enzyme merupakan cairan fermentasi yang berasal dari limbah dapur rumah tangga, seperti kulit buah dan sayuran, dikombinasikan dengan gula dan air, dan difermentasikan selama ± 90 hari. Proses fermentasi ini menghasilkan enzim seperti protease, lipase, dan amilase, yang mempercepat pemecahan senyawa organik dalam air limbah (Pasalari et al., 2024). Selain efektivitasnya dalam degradasi polutan, EE juga memiliki aroma khas, menunjukkan aktivitas biologis yang berhasil (Deepak et al., 2019 dalam Farma et al., 2021). EE pertama kali ditemukan oleh Dr. Rosukon Poompanvong dari Thailand lebih dari 30 tahun yang lalu (Nazim & Meera, 2015 dikutip dalam Dewi, 2021, Septiani et al., 2021). Ini menghasilkan gas bermanfaat seperti ozon (O_3), nitrat (NO_3), dan karbonat (CO_3) membantu mengurangi karbon dioksida, logam berat, dan polutan udara, sehingga berkontribusi pada penurunan efek rumah kaca dan pemanasan global (Jelita, 2022).

Sejumlah peneliti telah menunjukkan kemampuan eco enzyme yang mengesankan untuk mengurangi berbagai polutan dalam air limbah. Pada permintaan Oksigen Biokimia atau *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), permintaan Oksigen Kimia atau *Chemical Oxydation Demand* (COD), Padatan Tersuspensi Total atau *Total Suspended Solid* (TSS), detergen, dan lemak/minyak. Parameter seperti TDS, BOD, COD, dan TSS adalah indikator penting kualitas air. TDS mengukur konsentrasi total zat terlarut, BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik, COD mengukur jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi atau mendegradasi bahan organik dan anorganik, dan TSS menunjukkan kadar zat padat dari zat organik atau mikroba yang terdapat dalam air limbah (Jama & Pambudi, 2023). Penggunaan eco enzyme juga efektif dalam mengatasi bau tak sedap dan mengurangi beban polutan di air limbah dapur rumah tangga, juga berhasil menurunkan kadar detergen dan lemak dalam air limbah restoran (Kasih & Hendrasarie, 2023). Hasil ini sangat menunjukkan bahwa eco enzyme adalah alternatif biologis yang layak untuk mengolah air limbah domestik (Yusuf et al., 2025). EE menawarkan fasilitas tambahan yaitu, membantu mengurangi limbah organik, mudah dibuat, dan tidak menghasilkan produk sampingan berbahaya.

Penelitian kami saat ini menggali efektifitas eco enzyme dalam pengolahan aerobik air limbah domestik. Tujuannya yaitu untuk mengeksplorasi lebih lanjut penerapannya, memanfaatkan manfaatnya yang terbukti untuk keberlanjutan lingkungan, juga untuk berkontribusi pada pengolahan kualitas air berkelanjutan dan perlindungan lingkungan.

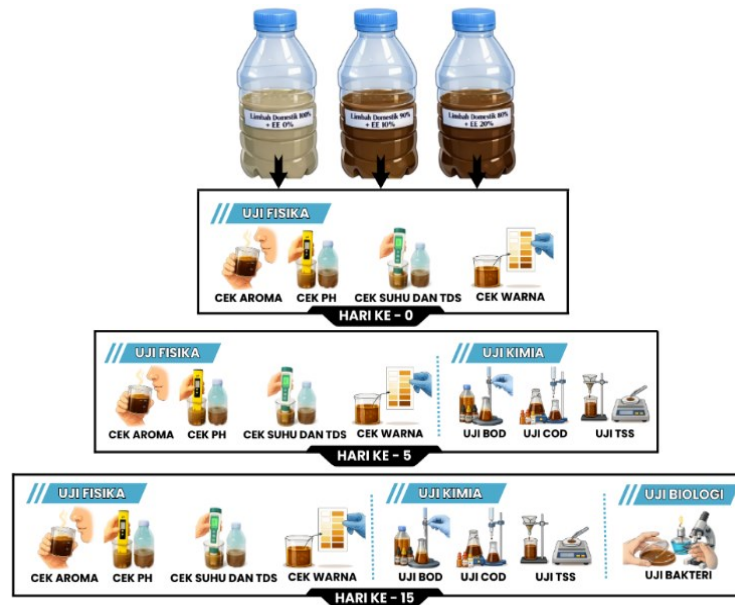
2. Metodologi

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan menggunakan limbah domestik yang berasal dari limbah usaha ayam goreng di Samben, Wonosari, Klaten dengan penambahan eco enzyme kulit nanas. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa Surakarta. Penelitian dilakukan untuk menganalisis sifat fisika, sifat kimia, dan sifat biologi yang terdapat pada limbah. Penambahan eco enzyme diharapkan dapat mengurangi kadar

sifat kimia berbahaya pada limbah, sehingga limbah aman saat dibuang dan mengurangi toksisitas.

Bahan dan Alat

Alat-alat yang diperlukan meliputi botol plastik untuk wadah sampel, gelas kimia, erlenmeyer, gelas ukur, termometer, pipet ukur, labu ukur, neraca analitik, pH meter, *Water Quality Tester Pen*, oven, *hotplate*, buret, statif dan klem, kertas saring, corong, cawan petri, kaca preparat, jarum ose, bunsen, mikroskop, *cotton buds*, batang pengaduk. Bahan yang digunakan diantaranya limbah domestik, eco enzyme kulit nanas, aquadest, magnesium sulfat ($MnSO_4$) 48%, alkali iodida azida, asam sulfat (H_2SO_4) 6 N, indikator amilum, kalium iodida (KI) jenuh, kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N, natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N, *Nutrient Agar*, dan alkohol.



Gambar 2.1. Diagram Ilustrasi Cara Kerja Pengujian

Pembuatan Sampel Pengujian

Pembuatan sampel pengujian menggunakan limbah cair domestik dan diolah dengan menambahkan Eco Enzyme (EE) dengan variasi konsentrasi 0%, 10% dan 20%. Pada sampel tanpa penambahan EE (0%), sampel berisi 150 mL limbah tanpa menambahkan eco enzyme. Selanjutnya, pada sampel dengan konsentrasi 10% EE digunakan campuran 135 mL limbah yang ditambahkan dengan 15 mL eco enzyme. Sedangkan pada konsentrasi 20% EE digunakan 120 mL limbah yang dicampurkan dengan 30 mL eco enzyme.

Analisis Karakteristik Fisika

Prosedur analisa sifat fisika dilaksanakan pada hari ke-0, hari ke-5 dan hari ke-15 melalui beberapa tahap, yaitu tahap menganalisis aroma, warna, pH, suhu, dan TDS pada setiap variasi sampel limbah. Analisa aroma dan warna diambil berdasarkan rata-rata data pendapat dari 11 panelis secara langsung. Lalu, analisa pH menggunakan pH meter yang telah disediakan. Terakhir, analisa suhu dan TDS menggunakan *Water Quality Tester Pen* yang dapat secara otomatis mengukur suhu dan juga mengindikasikan kadar TDS pada sampel.

Analisis Karakteristik Kimia

Analisa sifat kimia meliputi tiga tahap analisis, yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS).

A. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pengujian dilakukan pada hari ke-5 dan juga hari ke-15, masing-masing sampel diambil 10 mL kedalam erlenmeyer yang telah diinkubasi sesuai ketentuan hari. $MnSO_4$ 48% sebanyak 0,5 mL dan alkali iodida azida sebanyak 0,5 mL ditambahkan dalam sampel dengan pipet ukur tepat di atas permukaan sampel. Menutup sampel segera dan dihomogenkan hingga terbentuk gumpalan, lalu didiamkan selama 10 menit dalam keadaan gelap untuk membentuk

endapan sempurna. Setelah didiamkan, H_2SO_4 6 N sebanyak 0,5 mL ditambahkan dan homogenkan untuk melarutkan endapan. Selanjutnya, amilum sebanyak 0,5 mL ditambahkan ke dalam sampel sebagai indikator. Terakhir, titrasi menggunakan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi seperti warna semula (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2009). Catat volume titran dan hitung BOD menggunakan rumus berikut:

$$DO_5 = \frac{V_{titrasi} \times N_{Na_2S_2O_3} \times 8000 \times FP}{V_{sampel}}$$

$$DO_{15} = \frac{V_{titrasi} \times N_{Na_2S_2O_3} \times 8000 \times FP}{V_{sampel}}$$

$$BOD = \frac{|DO_5 - DO_{15}|}{V_{sampel}} \times V_{keseluruhan}$$

Keterangan:

$V_{titrasi}$	= Volume titrasi yang digunakan
V_{sampel}	= Volume sampel yang dibutuhkan
$V_{keseluruhan}$	= Volume campuran dari keseluruhannya
FP	= Faktor pengenceran
$N_{Na_2S_2O_3}$	= Normalitas dari $Na_2S_2O_3$
DO_5	= <i>Dissolved oxygen</i> atau oksigen terlarut hari ke-5
DO_{15}	= <i>Dissolved oxygen</i> atau oksigen terlarut hari ke-15

B. Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian dilakukan pada hari ke-5 dan juga hari ke-15, masing-masing diambil 2 mL sampel yang telah diinkubasi sesuai ketentuan hari, lalu diencerkan dengan aquadest sebanyak 8 mL ke dalam erlenmeyer. Melakukan penambahan 1 mL H_2SO_4 6 N dan 4 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N, homogenkan lalu panaskan sampel dalam air yang sudah mendidih selama 10 menit dalam keadaan tertutup. Sampel didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu ruang dengan membungkus erlenmeyer. Setelah sampel dingin, menambahkan 2 mL KI jenuh dan dititrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N hingga larutan berwarna kuning jerami. Lalu, menambahkan indikator amilum sebanyak 2 tetes ke dalam sampel. Titrasi kembali sampel hingga terjadi perubahan warna coklat tua menjadi warna hijau tanpa endapan. Lakukan prosedur pengujian yang sama pada larutan blanko atau tanpa sampel (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2019a). Catat volume titrasi dan hitung COD menggunakan rumus berikut:

$$COD = \frac{(V_{blanko} - V_{sampel}) \times N_{Na_2S_2O_3} \times 8000}{V_{sampel}}$$

Keterangan:

V_{blanko}	= Volume titrasi pada blanko
V_{sampel}	= Volume titrasi pada sampel

C. Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian dilakukan pada hari ke-5 dan juga hari ke-15, masing-masing diambil 10 mL sampel yang telah diinkubasi sesuai ketentuan hari. Tahap pertama menimbang kertas saring sebelum digunakan untuk penyaringan residu sampel. Selanjutnya menyaring sampel, lalu kertas saring yang telah digunakan diletakkan dalam cawan petri dan dioven pada suhu $60^\circ C$ hingga kering sempurna. Kertas saring yang telah kering didinginkan sebentar, timbang kertas saring hingga beratnya konstan dan catat hasilnya (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2019b). Hitung TSS menggunakan rumus berikut:

$$TSS \frac{mg}{L} = \frac{(A - B) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

A	= Berat kertas saring dan residu (mg)
B	= Berat kertas saring (mg)
V	= Volume contoh (L)

Analisis Karakteristik Mikrobiologi

Proses analisis sifat biologi menggunakan *Nutrient Agar* sebagai media pertumbuhan bakteri. Media NA dibuat dengan melarutkan 3 gram *Nutrient Agar* dalam 100 mL aquadest yang dipanaskan hingga homogen, serta disterilkan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Setelah sterilisasi, media didinginkan dan dituangkan secara aseptis ke dalam cawan petri yang sudah disterilisasi, lalu dibiarkan pada suhu ruang hingga memadat sempurna.

Kemudian, media yang telah memadat digunakan untuk isolasi mikroba. Langkah awal yang dilakukan yaitu menyalakan api bunsen sebagai sumber pemanas dalam proses isolasi mikroba. Jarum ose disterilkan menggunakan alkohol serta dipanaskan hingga memerah, lalu didiamkan hingga warna merah berkurang dan dimasukkan ke dalam sampel limbah. Selanjutnya, dilakukan penggoresan pada permukaan media NA menggunakan metode goresan T yang dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian pertama sampel limbah 100%, bagian kedua sampel limbah 90% dengan 10% EE, bagian ketiga sampel limbah 80% dengan 20% EE. Cawan petri kemudian ditutup dan diinkubasi selama ± 2 hari untuk mengamati pertumbuhan bakteri yang tumbuh.

Selanjutnya, koloni yang tumbuh digunakan untuk pengamatan morfologi bakteri dengan cara mengambil biakan bakteri setiap variasi sampel pada media NA menggunakan jarum ose steril, meletakkan pada kaca preparat, lalu menambahkan satu tetes aquadest, dan menutupnya dengan kaca penutup. Seluruh tahapan dilakukan secara aseptik serta diamati menggunakan mikroskop dengan variasi perbesaran 4/0,10 dan 10/0,25.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kualitas air limbah domestik dilakukan untuk mengetahui berapa kadar polutan yang terdapat pada limbah domestik terhadap baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil penelitian diperoleh dengan beberapa parameter, dimana hasil masing-masing parameter memiliki pengaruh terhadap ekosistem lingkungan sekitar. Hasil analisis kualitas air limbah domestik dilaksanakan dengan meliputi beberapa karakteristik, yaitu karakteristik sifat fisika, kimia, dan mikrobiologi.

Pada karakteristik fisika meliputi uji pH, suhu, aroma, warna, dan TDS. Pada karakteristik kimia, uji yang dilakukan meliputi uji *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Sedangkan pada karakteristik mikrobiologi, uji yang dilakukan yaitu uji mikroba dengan isolasi menggunakan media *Nutrient Agar* (NA). Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025 (Badan Pengendalian Lingkungan Hidup RI, 2025).

Tabel 3.1. Hasil Uji Karakteristik Limbah Domestik

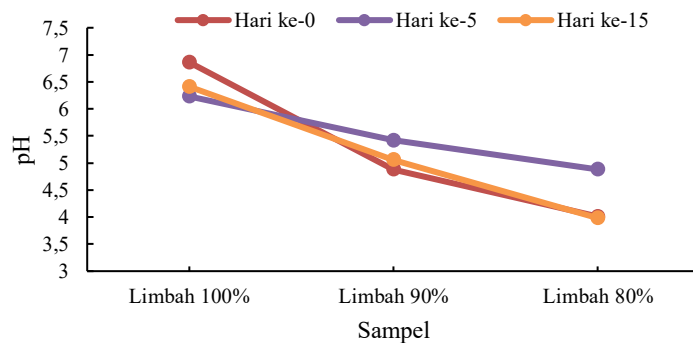
No	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hari ke-	Sampel		
					Limbah domestik 100% + EE 0%	Limbah domestik 90% + EE 10%	Limbah domestik 80% + EE 20%
Karakteristik Fisika							
1.	pH	-	6-9	0	6,86	4,88	4,01
				5	6,23	5,42	4,88
				15	6,41	5,06	3,98
2.	<i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	ppm	-	0	822	1351	1717
				5	822	1352	1743
				15	857	1343	1553
3.	Suhu	°C	-	0	23,6	23,7	23,7
				5	26,3	26,3	26,3
				15	27,1	26,9	27
4.	Aroma	-	-	0	2	3	3
				5	2	3	3
				15	3	4	4

5.	Warna	-	-	0	2	4	5
				5	2	3	5
				15	2	4	5
Karakteristik Kimia							
1.	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	$\frac{mg}{L}$	50	-	20,24	19,92	19,76
2.	Chemical Oxygen Demand (COD)	$\frac{mg}{L}$	100	5	272	248	384
				15	256	296	600
3.	Total Suspended Solid (TSS)	$\frac{mg}{L}$	50	5	5,2	9,9	6,5
				15	4,3	5,2	5,1
Karakteristik Mikrobiologi							
1.	Jumlah koloni bakteri	koloni bakteri	-	15	>300	>300	>300

Keterangan aroma:
 1 = busuk atau menyengat
 2 = tidak sedap
 3 = netral
 4 = segar atau asam lemah
 5 = segar khas eco enzyme

Keterangan warna:
 1 = bening
 2 = keruh
 3 = agak coklat keruh
 4 = coklat keruh
 5 = coklat pekat

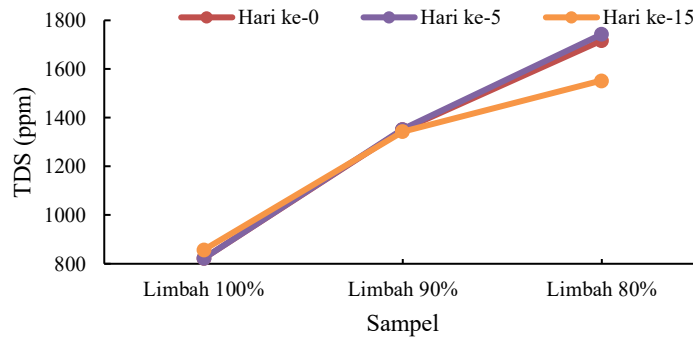
Analisis Pengujian pH



Gambar 3.1. Grafik Analisis pH Sampel hari ke-0, hari ke-5, dan hari ke-15

Power of Hydrogen yaitu ukuran keasaman atau kebasaan dari suatu larutan yang ditentukan dari konsentrasi ion hidrogen (H^+) (Hafifah & Efendi, 2025). Konsentrasi tinggi akan menghasilkan pH lebih rendah, menunjukkan keasaman. Sedangkan, konsentrasi lebih rendah akan menghasilkan pH lebih tinggi, menunjukkan kebasaan (Jama & Pambudi, 2023). Baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri LHK No. 11 Tahun 2025 adalah 6-9. Berdasarkan gambar 4.1, sampel 100% limbah domestik tanpa penambahan eco enzyme memenuhi standar mutu pada seluruh variasi hari. Namun, pH mengalami penurunan pada hari ke-5 karena adanya kemungkinan terpecahnya zat organik dalam limbah oleh mikroba dan membentuk asam organik. Lalu, terjadi peningkatan kembali pada hari ke-15 karena adanya aktivitas pelepasan gas CO_2 dan proses degradasi lanjutan. Pada sampel dengan penambahan eco enzyme, terjadi penurunan pH akibat dari aktivitas mikroba yang lebih intens, menghasilkan asam organik lebih cepat. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh penambahan eco enzyme yang memiliki sifat asam hasil dari proses fermentasi, menciptakan kadar asam pada limbah (Yusuf et al., 2025).

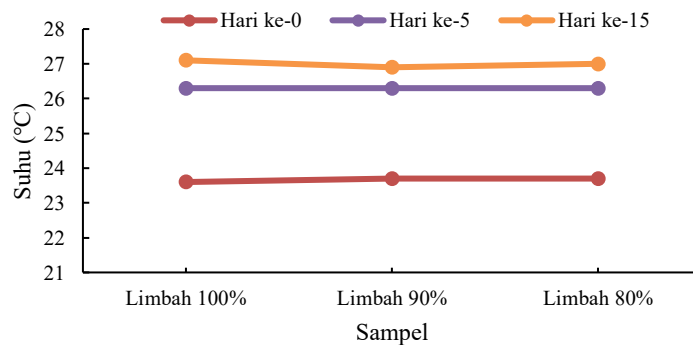
Analisis Pengujian *Total Dissolved Solids* (TDS)



Gambar 3.2. Grafik Analisis TDS sampel hari ke-0, hari ke-5, dan hari ke-15

Total Dissolved Solids (TDS) menggambarkan seberapa banyak senyawa terlarut dalam air yang dapat memengaruhi rasa, kejernihan, dan mampu menimbulkan toksisitas apabila jumlahnya melebihi batas (Wang, 2021). Pada pengujian sampel limbah domestik, diperoleh hasil TDS paling rendah adalah sampel tanpa penambahan eco enzyme dan meningkat setelah diberi tambahan eco enzyme ke dalam sampel. Peningkatan kadar TDS ini sejalan dengan penelitian Wadi'ah et al. (2025), bahwa terjadinya peningkatan dapat disebabkan karena adanya kontaminasi atau sisa-sisa aktivator kimia dari eco enzyme yang belum sepenuhnya bersih. Selain itu, dapat juga dikarenakan eco enzyme melepaskan ion atau mineral ke dalam sampel, menunjukkan banyaknya padatan terlarut yang menyebabkan peningkatan TDS pada sampel limbah domestik.

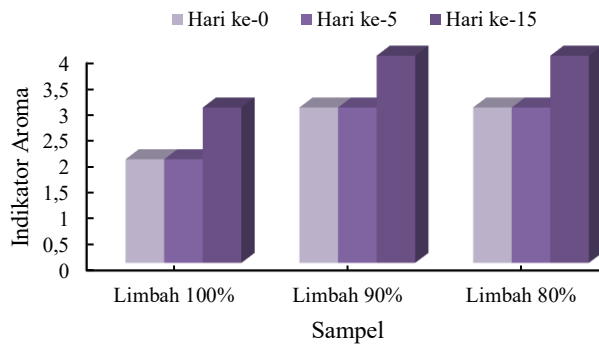
Analisis Pengujian Suhu



Gambar 3.3. Grafik Analisis suhu sampel hari ke-0, hari ke-5, dan hari ke-15

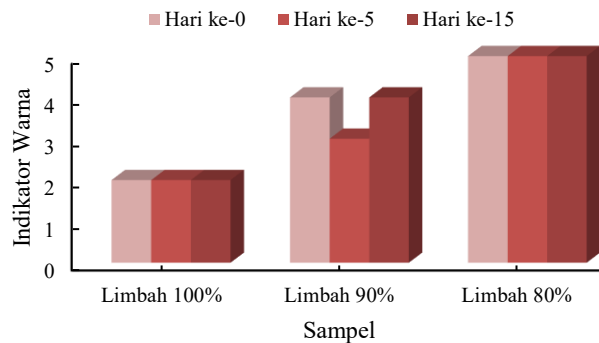
Pada parameter suhu, hasil penelitian menunjukkan suhu yang sangat bervariasi, berkisar antara 23,6 hingga 27,1 °C. Setiap variasi sampel tidak memiliki perbedaan suhu signifikan. Hanya saja perbedaan pada hari ke-0 dengan hari ke-5 cukup jauh, hal ini dapat disebabkan karena proses penyimpanan limbah atau terjadi reaksi eksotermik pada sampel. Selain itu, pada hari ke-0 sampel mengalami kenaikan suhu setelah ditambah dengan eco enzyme, sejalan dengan penelitian Muliarta et al. (2023) yang juga mengalami kenaikan suhu setelah dilakukan penambahan eco enzyme, menyatakan bahwa eco enzyme memiliki potensi sebagai aktivator.

Analisis Pengujian Aroma dan Warna



Gambar 3.4. Grafik Analisis aroma sampel hari ke-0, hari ke-5, dan hari ke-15

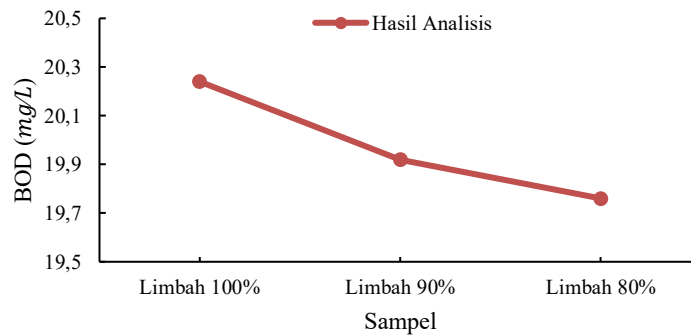
Pada parameter aroma, digunakan 5 indikator keterangan untuk mendeskripsikan aroma masing-masing sampel. Parameter yang digunakan yaitu angka 1 menunjukkan aroma busuk atau menyengat, angka 2 menunjukkan aroma tidak sedap, angka 3 menunjukkan aroma netral, angka 4 menunjukkan aroma segar atau asam lemah, dan angka 5 menunjukkan aroma segar khas eco enzyme. Data analisis diperoleh dengan mengambil rata-rata skala dari 11 panelis secara langsung. Berdasarkan gambar 4, limbah domestik 100% memiliki aroma yang semakin netral pada hari ke-15. Sedangkan, pada limbah 90% dan limbah 80% memiliki aroma netral cenderung segar atau asam lemah. Hal ini dapat dikarenakan adanya penambahan eco enzyme yang memiliki aroma segar ke dalam limbah. Sama dengan penelitian dari Wulandari & Winarsih (2024) yang menjelaskan bahwa eco enzyme memiliki aroma asam segar dari proses fermentasi



Gambar 3.5. Grafik Analisis warna sampel hari ke-0, hari ke-5, dan hari ke-15

Pada parameter warna, digunakan 5 indikator keterangan untuk mendeskripsikan warna masing-masing sampel. Parameter yang digunakan yaitu angka 1 menunjukkan warna bening, angka 2 menunjukkan warna keruh, angka 3 menunjukkan warna agak coklat keruh, angka 4 menunjukkan warna coklat keruh, dan angka 5 menunjukkan warna coklat pekat. Data analisis diperoleh dengan mengambil rata-rata skala dari 11 panelis secara langsung. Berdasarkan gambar 5, limbah domestik 100% memiliki konsistensi warna tetap dari hari ke-0 hingga ke-15, yaitu warna keruh. Sedangkan, pada limbah 90% memiliki warna coklat keruh karena adanya penambahan eco enzyme 10% ke dalam sampel limbah domestik. Pada limbah 80% memiliki konsistensi warna coklat pekat karena adanya penambahan kadar eco enzyme yang lebih tinggi (20%) dibanding dengan limbah 90%. Berdasarkan Wulandari & Winarsih (2024), warna tersebut diperoleh dari penambahan molase atau gula merah saat proses pembuatan eco enzyme, sehingga sampel limbah yang dihasilkan menjadi lebih pekat.

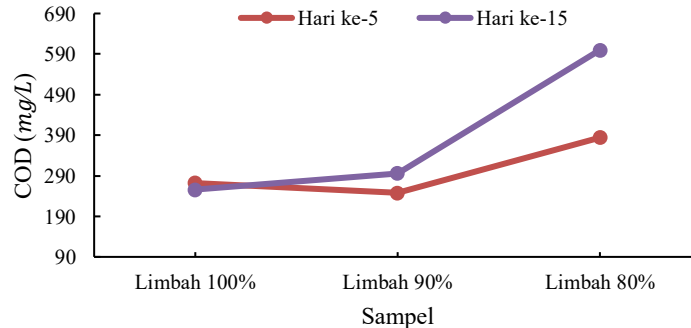
Analisis Pengujian *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*



Gambar 3.6. Grafik Analisis BOD Limbah Domestik

Baku mutu menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025, menyatakan bahwa air limbah domestik memiliki kadar maksimum BOD berkisar diangka $50 \frac{mg}{L}$. Berdasarkan gambar 4.6, BOD hasil analisis sampel memiliki kadar di bawah baku mutu, berkisar antara 19,76 hingga 20,24 $\frac{mg}{L}$. Penurunan kadar BOD dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam penguraian zat organik pada sampel, terutama sampel dengan penambahan eco enzyme yang dapat mempercepat proses penguraian. Penurunan BOD ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hadi & Pungut (2022), tentang penurunan kadar BOD pada limbah domestik. Alasan terjadinya penurunan kadar BOD yaitu adanya aktivitas mikroorganisme pada bahan tambahan yang digunakan dan adanya penyerapan zat organik pada limbah oleh bahan tambahan tersebut karena proses saling tarik menarik antara molekul-molekul air dengan zat-zat organik.

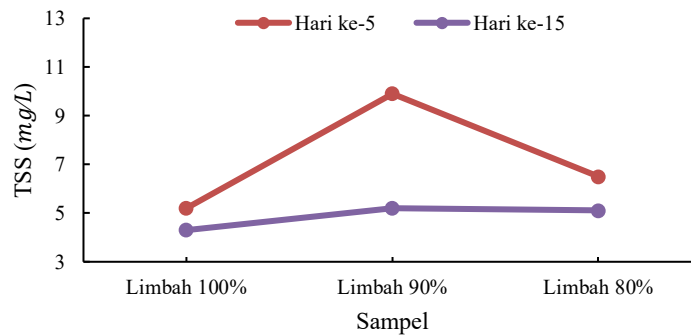
Analisis Pengujian *Chemical Oxygen Demand (COD)*



Gambar 3.7. Grafik Analisis COD Limbah Domestik

Baku mutu menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025, menyatakan bahwa air limbah domestik memiliki kadar maksimum COD berkisar diangka $100 \frac{mg}{L}$. Berdasarkan gambar 4.7, diperoleh data bahwa kadar COD pada semua variasi sampel melebihi baku mutu, berkisar antara 248 hingga $600 \frac{mg}{L}$. Peningkatan kadar COD ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti banyaknya kandungan zat organik pada air limbah yang belum terdegradasi dengan sempurna, waktu degradasi kurang lama sehingga proses penguraian tidak optimal, dan kemungkinan pH yang terlalu asam sehingga menghambat mikroorganisme dalam mengurai zat organik. Peningkatan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Yusuf et al. (2025), dimana peningkatan kadar COD ini menunjukkan bahwa eco enzyme belum cukup efektif menurunkan COD dalam waktu singkat dan konsentrasi tertentu.

Analisis Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)



Gambar 3.8. Grafik Analisis TSS limbah domestik

Baku mutu menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2025, menyatakan bahwa air limbah domestik memiliki kadar maksimum TSS berkisar diangka $50 \frac{mg}{L}$. Berdasarkan gambar 4.8, diperoleh hasil seluruh sampel mengalami penurunan pada hari ke-15, berkisar antara 4,3 hingga $5,2 \frac{mg}{L}$. Penurunan ini terjadi kemungkinan karena proses degradasi zat organik pada sampel limbah domestik. Sejalan berdasarkan penelitian dari Hadi & Pungut (2022), penurunan kadar TSS karena adanya proses filtrasi, adsorpsi, dan pengendapan oleh bahan tambahan yang digunakan. Zat yang tidak lolos akan mengendap di dasar sampel, inilah yang memengaruhi kadar TSS. Hanya saja hasil TSS pada sampel limbah domestik dengan penambahan eco enzyme mengalami kadar TSS lebih tinggi dibanding limbah domestik tanpa penambahan eco enzyme. Perbedaan kadar TSS yang justru meningkat setelah penambahan eco enzyme ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Yusuf et al. (2025), menyatakan hal ini dapat terjadi karena adanya gelembung udara yang dapat menghambat proses penguraian apabila kadarnya berlebihan, mengakibatkan partikel sulit tersuspensi dan susah mengendap, sehingga TSS meningkat.

Analisis Pengujian Mikrobiologi

Pengujian dilakukan melalui proses isolasi mikroba dengan menggunakan media *Nutrient Agar* (NA). Koloni yang berhasil tumbuh mencapai kisaran >300 , menunjukkan bakteri sedang dalam fase log menuju fase stasioner, karena limbah domestik memberi nutrisi cukup untuk mikroba membelah dengan aktif. Koloni yang tumbuh diamati morfologi bakteri menggunakan mikroskop dengan perbesaran total 40 dan 100 kali. Morfologi bakteri yang diperoleh adalah bakteri berbentuk *coccus* dan *basil*. Bakteri berbentuk *coccus* atau bulat terdeteksi pada sampel 100% limbah tanpa penambahan eco enzyme dan bakteri *basil* atau memanjang terdeteksi pada sampel 80% limbah dengan penambahan 20% eco enzyme, menunjukkan pengaruh tekanan lingkungan terhadap bentuk bakteri. Penambahan eco enzyme tidak bersifat membunuh mikroba, namun mempercepat pemanfaatan zat organik dan menggeser struktur komunitas mikroba, sehingga mikroba tidak memasuki fase kematian dengan cepat (Joseph et al., 2021)

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa penambahan eco enzyme dari kulit nanas pada limbah domestik berpengaruh terhadap karakteristik fisika, kimia, dan biologi. Pada uji fisika, penambahan eco enzyme mampu memperbaiki aroma limbah, meskipun menyebabkan pH menjadi lebih asam dan meningkatnya TDS seiring bertambahnya konsentrasi eco enzyme. Pada uji kimia, nilai BOD dan TSS seluruh sampel masih dalam batas wajar baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan pada nilai COD, semua variasi sampel melebihi baku mutu yang ditetapkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan eco enzyme dengan variasi konsentrasi 10% dan 20% dalam waktu 15 hari belum optimal. Pada uji biologi, jumlah koloni bakteri tergolong tinggi (>300 koloni), dengan variasi morfologi bakteri berbentuk *coccus* dan *basil*.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan variasi konsentrasi eco enzyme dan memperpanjang waktu pengamatan agar penurunan nilai COD lebih efektif. Selain itu,

penggunaan eco enzyme dapat dikombinasikan dengan metode pengolahan lain untuk meningkatkan kualitas limbah serta memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Daftar Pustaka

- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup RI. (2025). *PERMENLH-BPLH Nomor 11 Tahun 2025*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2009). *Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. BSN. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/8217-sni6989722009>
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2019a). *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD)*. BSN. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12557-6989732019>
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2019b). *Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solids/TSS)*. BSN. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12245-sni698932019>
- Deepak, V., Singh, A. N., & AK, P. S. (2019). Use of Garbage Enzyme. *International Journal of Scientific Research and Review*, 7(07), 210–215.
- Dewi, D. M. (2021). Pelatihan Pembuatan Eco Enzyme Bersama Komunitas Eco Enzyme Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan. *ILUNG: Jurnal Pengabdian Inovasi Lahan Basah Unggul*, 1(1), 67–76.
- Farma, S. A., Handayani, D., Putri, L. E. P., & Putri, D. H. (2021). Pemanfaatan Sisa Buah dan Sayur sebagai Produk ECOBY Ecoenzyme di Kampus Universitas Negeri Padang. *Suluh Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(2), 81–88. <https://doi.org/10.24036/sb.01180>
- Hadi, S. N., & Pungut. (2022). Penurunan BOD, COD dan TSS Pada Limbah Domestik Menggunakan Kombinasi Floating Wetland Dilanjutkan Constructed Wetland. *Jurnal Teknik WAKTU*, 20(2), 94–102.
- Hafifah, N., & Efendi, J. (2025). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter pH, Amonia, dan Chemical Oxygen Demand (COD) untuk Evaluasi Lingkungan. *Jurnal Pendidikan, Kimia, Fisika, Dan Biologi*, 1(5), 48–58.
- Jama, J. T., & Pambudi, Y. S. (2023). Evaluasi Proses Pengolahan Air Limbah Domestik. *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, 2(1).
- Jelita, R. (2022). Produksi Eco Enzyme dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga untuk Menjaga Kesehatan Masyarakat di Era New Normal. *Jurnal Maitreyawira*, 3(1), 28–35.
- Joseph, A., Rajendran, R., Joji, J. G., Nainamalai, M., Prince, N. M., & M, V. (2021). Domestic Wastewater Treatment Using Garbage Enzyme. *International Conference on Systems Energy and Environment (ICSEE)*, 361–366.
- Kasih, B. C., & Hendrasarie, N. (2023). Penggunaan Eco-enzyme sebagai Suplemen Bakteri Pendegradasi Minyak Lemak dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Restoran. *Jurnal EnviScience*, 7(2), 165–176.
- Khotimah, S. N., Mardhotillah, N. A., Arifaini, N., & Sumiharni. (2021). Karakterisasi Limbah Cair Greywater pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi. *Jurnal Sainstis*, 21(2), 71–78. [https://doi.org/10.25299/sainstis2021.vol21\(02\).7876](https://doi.org/10.25299/sainstis2021.vol21(02).7876)
- Muliarta, I. N., Sudita, I. D. N., & Situmeang, Y. P. (2023). The Effect of Eco-enzyme Spraying on Suwung Landfill Waste, Denpasar, on Changes in Leachate Characteristics. *Journal of Environmental Health*, 15(1), 56–66. <https://doi.org/10.20473/jkl.v15i1.2023.56-66>
- Nazim, F., & Meera, V. (2015). Use of garbage enzyme as a low cost alternative method for treatment of greywater - A review. *Journal of Environmental Science and Engineering*.
- Pasalari, H., Moosavi, A., Kermani, M., Sharifi, R., & Farzadkia, M. (2024). A Systematic Review on Garbage Enzymes and Their Applications in Environmental Processes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 277, 116369. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116369>
- Pratap, B., Kumar, S., Nand, S., Azad, I., Bharagava, R. N., Romanholo Ferreira, L. F., & Dutta, V. (2023). Wastewater Generation and Treatment by Various Eco-friendly Technologies: Possible Health Hazards and Further Reuse for Environmental Safety. *Chemosphere*, 313,

137547. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137547>
- Septiani, U., Najmi, & Oktavia, R. (2021). Eco Enzyme: Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebajikan. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 1–7.
- Wadi'ah, N., Pandiangan, M., Irlamaida, S., Nuryadin, A., & Subagiyo, L. (2025). Efektivitas Karbon Aktif Terhadap TSS, TDS, dan pH Air Sungai Mahakam. *Jurnal Redoks*, 10(2), 153–161.
- Wang, B. B. (2021). Research on drinking water purification technologies for household use by reducing total dissolved solids (TDS). *PloS One*, 16(9), e0257865. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257865>
- Widyastuti, S., Sutrisno, J., Wiyarno, Y., Gunawan, W., & Nurhayati, I. (2023). Eco enzim untuk pengolahan air limbah tahu. *Jurnal WAKTU*, 21(02), 51–59.
- Wulandari, W. S., & Winarsih. (2024). Pengaruh Ekoenzim Berbagai Limbah Kulit Buah terhadap Penurunan Konsentrasi Surfaktan pada Air Limbah Laundry. *LenteraBio*, 13(1), 93–104.
- Yurnalisdel. (2022). Analysis of the Impact of Liquid Waste on Environmental Pollution. *Formosa Journal of Sustainable Research (FJSR)*, 1(6), 1017–1028.
- Yusuf, A. E., Khotimah, S. N., Mayasari, R., & Djana, M. (2025). Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik Dari Dapur Secara Aerob Menggunakan Eco – Enzyme. *Jurnal Profesi Insinyur (JPI)*, 6(1), 58–64.