



Analisis Aplikasi *Eco-Enzyme* Terhadap *Biochemical Oxygen Demand* Dan *Chemical Oxygen Demand* Pada Limbah Cair Tahu Di Industri Tahu Malalayang

Putri F. Lamato^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Roski R. I. Legrans^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aputrilamato06@gmail.com, ^bhera28115@gmail.com, ^clegransroski@unsrat.ac.id

Abstrak

Industri tahu merupakan industri makanan yang menghasilkan sumber protein dari kacang kedelai yang sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia, termasuk di kota Manado. Industri tahu di kawasan Malalayang sebagian besar belum memiliki pengolahan limbah, sehingga limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke Sungai Malalayang. Hasil pengujian menunjukkan kadar pencemar pada limbah cair tahu di Malalayang memiliki nilai BOD sebesar 4.589 mg/L dan COD yaitu 10.633 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014, nilai baku mutu limbah cair tahu pada parameter BOD yaitu 150 mg/L dan COD yaitu 300 mg/L yang artinya nilai BOD dan COD pada Industri Tahu Malalayang melebihi baku mutu limbah cair tahu. Oleh karena itu, pengolahan limbah cair tahu dilakukan agar kadar pencemar pada lingkungan sekitar industri dapat terjaga. Penurunan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu dapat dilakukan dengan menggunakan *Eco-Enzyme*. *Eco-Enzyme* adalah larutan yang terbuat dari limbah organik, gula merah/molase dan air dan sering digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh BOD dan COD pada perlakuan limbah cair tahu dengan *Eco-Enzyme*. Metode penelitian adalah metode kuantitatif dengan analisis regresi linier sederhana. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 1000 ml sampel limbah cair tahu yang diaplikasikan *Eco-Enzyme* sebanyak 0%, 5%, dan 10% dengan tiga pengulangan. Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, perlakuan dengan *Eco-Enzyme* menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu dengan hasil ANOVA diantaranya BOD dengan tingkat signifikansi probabilitas yaitu $0,001 < 0,05$ dan COD tingkat signifikansi probabilitas yaitu $0,003 < 0,05$.

Kata kunci: Eco-Enzyme, BOD, COD, limbah cair tahu

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup (E. Lumunon, 2021). Masalah limbah selama ini diakibatkan oleh kurangnya partisipasi masyarakat secara aktif dan perbedaan persepsi sehingga ada yang beranggapan limbah adalah urusan pemerintah (H. Riogilang, 2020). Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan permintaan yang meningkat termasuk kebutuhan akan sumber pangan, Indonesia dalam hal ini mendorong kehadiran industri dan industri rumahan, salah satunya adalah industri tahu. Ada beberapa industri tahu di Kota Manado sendiri, diantaranya adalah Industri Tahu di Kelurahan Batu Kota, Kecamatan Malalayang. Berdasarkan observasi sebelumnya, industri tahu pada kawasan tersebut masih belum memiliki pengolahan air limbah sehingga limbah cair yang dihasilkan langsung

dibuang ke Sungai Malalayang. Limbah cair industri tahu mempunyai kadar BOD sekitar 5.000 - 10.000 mg/l, dan kadar sekitar COD 7.000 - 12.000 mg/l (Sato, 2015). Hasil pengujian yang diambil pada limbah cair tahu kawasan Malalayang, terlihat bahwa nilai BOD mencapai 4.589 mg/L dan COD yaitu 10.633 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu limbah cair tahu yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 dengan ketentuan baku mutu BOD yaitu 150 mg/L dan COD yaitu 300 mg/L. Untuk mengatasi pencemaran yang diakibatkan oleh proses produksi tahu maka digunakan *Eco-Enzyme*. *Eco-Enzyme* merupakan produk limbah organik hasil fermentasi yang terdiri dari limbah kulit buah, gula merah dan air. Sayali et.al (2019) menemukan bahwa *Eco-Enzyme* memiliki kemampuan untuk mempercepat reaksi kimia dan juga bertindak sebagai katalis biologis. *Eco-Enzyme* memiliki kandungan Asam Propionat ($C_3H_6O_2$) yang tinggi, yang secara efektif menghambat pertumbuhan mikroba, mengandung Asam Asetat (CH_3COOH) yang merusak organisme, kaya akan Nitrat (NO_3) dan Karbonat (CO_3), dan diduga bekerja sebagai katalis dalam mempercepat dekomposisi, komposisi dan transformasi bahan organik menjadi zat yang lebih sederhana (Rasit et.al, 2019).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pemberian *Eco-Enzyme* terhadap BOD dan COD pada limbah cair tahu?
2. Apakah *Eco-Enzyme* efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu?

1.3. Batasan Masalah

1. Sampel pengujian yang digunakan adalah limbah cair tahu
2. Parameter yang akan diukur yaitu BOD dan COD
3. Lokasi penelitian adalah Industri Tahu, Batu Kota, Malalayang
4. Pengujian hanya berfokus pada variasi konsentrasi yaitu 0%, 5%, dan 10% disetiap sampel tanpa melihat perbedaan perlakuan waktu
5. Metode pengambilan sampel menggunakan pedoman yaitu SNI 6989.59 tahun 2008 tentang Pengambilan Contoh Air Limbah

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisa pengaruh aplikasi *Eco-Enzyme* terhadap kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu
2. Untuk menganalisa efektifitas *Eco-Enzyme* dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi bagi industri tahu untuk mengatasi permasalahan limbah cair tahu yang dikhawatirkan mencemari lingkungan serta sebagai bentuk alternatif bagi pihak pengelola industri untuk mengolah limbah cair dengan biaya lebih terjangkau.

2 Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Industri Tahu, jalan Batu Kota Bawah, kelurahan Batu Kota, kecamatan Malalayang, kota Manado, provinsi Sulawesi Utara. Lokasi penelitian berada pada titik koordinat $1^{\circ}26'36''N$ $124^{\circ}49'37''$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Industri Tahu Malalayang

2.2 Metodologi Penelitian

Metodologi yang di gunakan yaitu metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen yaitu pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* terhadap variabel dependen yaitu hasil pengujian BOD dan COD sebelum dan sesudah perlakuan *Eco Enzyme*. Data akan diolah menggunakan analisis regresi linear sederhana dengan aplikasi SPSS 26.0.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer dalam penelitian ini yaitu hasil pemeriksaan kualitas limbah cair industri tahu yaitu pemeriksaan BOD dan COD sebelum dan sesudah perlakuan dengan *Eco- Enzyme* di laboratorium. Data sekunder dari penelitian ini adalah baku mutu limbah cair industri tahu, jumlah produksi tahu pada industri terkait, serta data – data *Eco-Enzyme* pada peneliti terdahulu.

2.4 Prosedur Penelitian

a. Metode Sampling

Untuk pengambilan sampel, disiapkan wadah untuk menyimpan sampel yaitu dengan botol steril. Pertama, botol steril dibilas sebanyak 3 kali dengan sampel. Kedua, sampel diambil pada bak penampungan sementara (Bak Equalisasi). Ketiga isi botol sample hingga penuh . Kemudian, setelah pengisian sampel, botol steril dimasukkan kedalam *cool box* dengan suhu beku $< -18^{\circ}\text{C}$.

b. Perlakuan dengan *Eco-Enzyme*

Setelah pengambilan sampel limbah cair tahu, sampel diletakkan pada 9 botol steril berbeda dengan takaran 1000 mL. Kemudian, diberikan perlakuan dengan *Eco-Enzyme* dan pengulangan sebanyak 3 kali. Label dan konsentrasi *Eco-Enzyme* yang digunakan pada setiap botol adalah sebagai berikut:

a) Sampel A1, A2, A3 : Tidak diberi perlakuan atau penambahan *Eco-Enzyme*

b) Sampel B1, B2, B3 : diberi konsentrasi 5% (50 mL) *Eco-Enzyme* ml pada 1000 ml sampel limbah cair tahu

c) Label C1, C2, C3 : diberi konsentrasi 10% *Eco-Enzyme* sebanyak 100 ml pada 1000 ml sampel limbah cair tahu

c. Pengujian BOD dan COD di laboratorium

Setelah dilakukan prosedur pemberian perlakuan dengan *Eco-Enzyme*, sampel dilakukan pengujian BOD dan COD di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri. Hasil

pengujian akan dianalisis secara regresi linear sederhana, dan akan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS 26.0.

2.5 Metode Pengolahan Data

Berdasarkan data primer yang didapat yaitu hasil laboratorium kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu sebelum dan sesudah perlakuan dengan *Eco-Enzyme*, data dianalisis menggunakan metode analisis regresi linear sederhana. Adapun bentuk persamaan dari regresi linear sederhana ini adalah sebagai berikut :

$$Y = a + b X$$

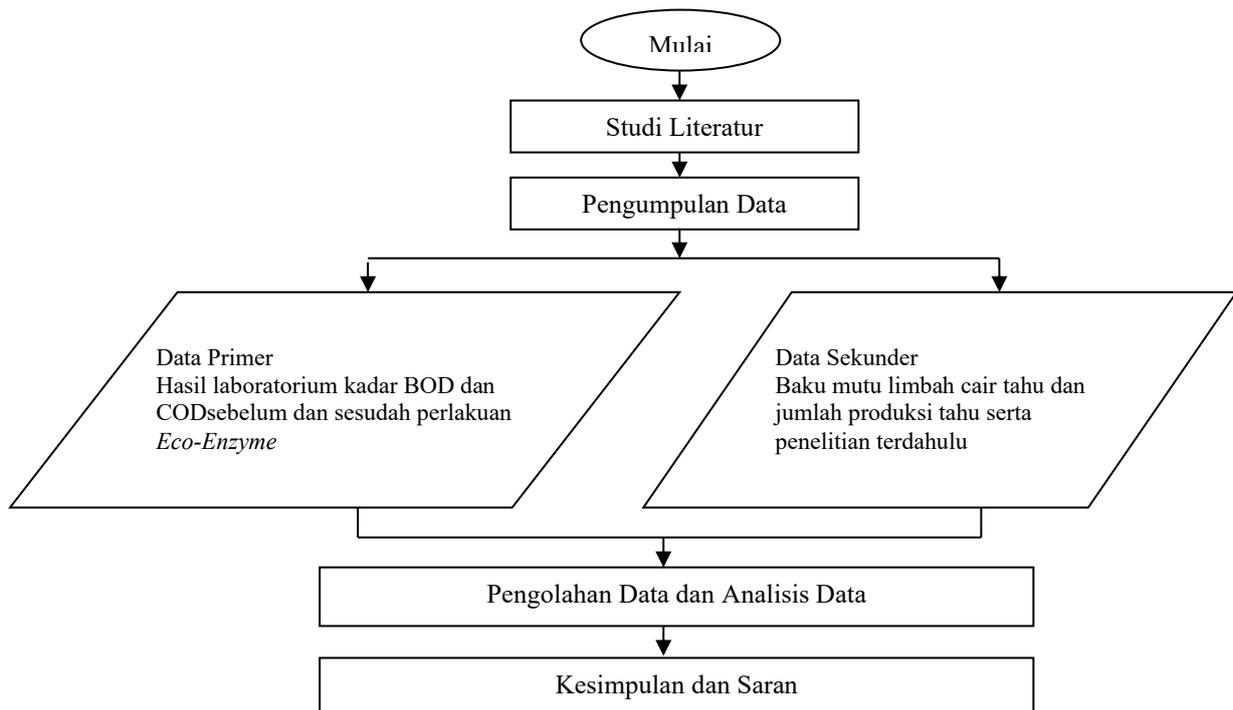
Y = Hasil Pengukuran Terhadap BOD atau COD

X = Pemberian Kadar *Eco-Enzyme*

Setelah dihasilkan persamaan regresi, dilakukan analisis koefisien korelasi untuk mengukur keeratan hubungan antara variabel dan koefisien determinasi untuk mengetahui pengaruh pada variabel X (bebas) kepada variabel Y (terikat). Kemudian dilakukan uji hipotesis (uji t) untuk mengetahui apakah koefisien regresi signifikan atau tidak pada masing-masing variabel independen (X) terhadap variabel dependen (Y). Setelah uji hipotesis, dilanjutkan dengan uji ANOVA untuk mengambil kesimpulan dengan cara menemukan kelompok data yang berbeda. Pada tabel uji signifikansi, digunakan untuk menentukan taraf signifikansi atau linearitas dari regresi. Kriteria dapat ditentukan berdasarkan uji nilai signifikansi (Sig), dengan ketentuan jika nilai Sig < 0,05.

2.6 Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mengikuti alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Pengujian Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Tahu

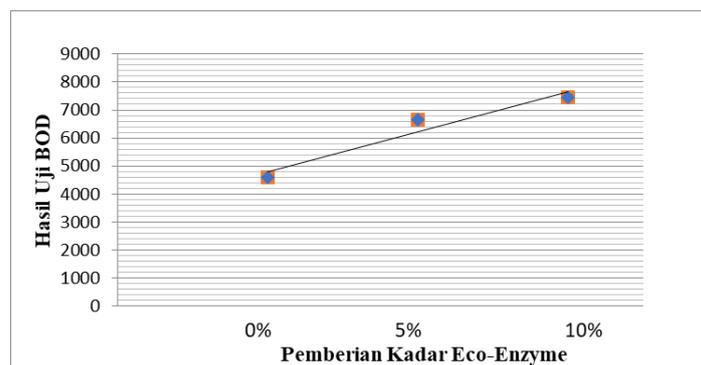
Sampel dengan perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 0%, 5%, dan 10% dilakukan pengujian

BOD dan COD di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Kota Manado. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah SNI 6989.72 tahun 2009. Hasil penelitian dianalisis secara regresi linear sederhana dengan menggunakan aplikasi SPSS 26.0. Berikut pada Tabel 1 merupakan hasil pengujian kadar BOD pada limbah cair tahu dengan perlakuan *Eco-Enzyme*.

Tabel 1. Data Pengujian BOD pada Limbah Cair Tahu

	Sampel	Nilai BOD (mg/L)	Rata – Rata (mg/L)
Sampel dengan 0% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	4.906	4589
	Sampel pengulangan 2	4.206	
	Sampel pengulangan 3	4.655	
Sampel dengan 5% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	6.982	6.660
	Sampel pengulangan 2	6.962	
	Sampel pengulangan 3	6.035	
Sampel dengan 10% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	6.843	7.441
	Sampel pengulangan 2	8.178	
	Sampel pengulangan 3	7.301	

Dari Tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan kadar BOD sesudah pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* dengan konsentrasi 5%, dan 10%. Pada pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 5%, terdapat kadar BOD tertinggi sebesar 6.982 mg/L dan nilai terendah kadar BOD yaitu 6.035 mg/L. Sedangkan pada pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 10% nilai tertinggi kadar BOD yaitu 8.178 mg/L dan nilai terendah kadar BOD yaitu 6.843 mg/L. Berikut penyajian grafik 1 yaitu pengaruh kadar BOD pada limbah cair tahu dengan perlakuan *Eco-Enzyme* yaitu 0%, 5%, dan 10% sebagai berikut.



Gambar 3. Pengaruh Kadar BOD pada Limbah Cair Tahu dengan Perlakuan 0%, 5%, dan 10% menggunakan *Eco-Enzyme*

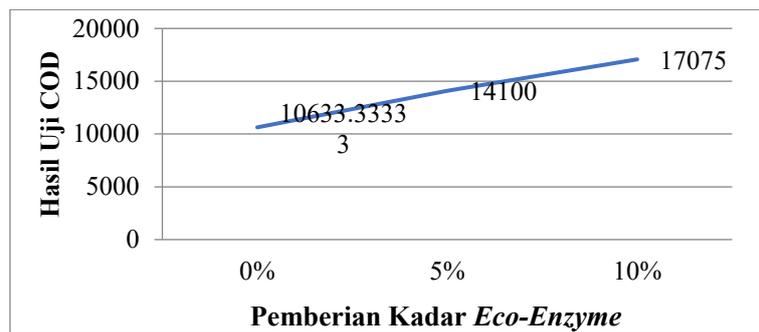
Berdasarkan grafik pada Gambar 1, sampel tanpa perlakuan *Eco-Enzyme* memiliki nilai rata – rata pengujian BOD yaitu 4.589 mg/L. Setelah diberi perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 5% terlihat peningkatan kadar BOD dengan rata – rata sebesar 6.660 mg/L. Selanjutnya pada konsentrasi 10% kadar BOD kembali meningkat dengan rata – rata 7.441 mg/L. Berdasarkan data tersebut, ditunjukkan bahwa semakin banyak perlakuan *Eco-Enzyme* yang diberikan pada sampel, maka nilai BOD pada hasil pengujian akan semakin tinggi. Tabel 2 merupakan hasil pemeriksaan kadar COD pada limbah cair tahu menggunakan perlakuan *Eco-Enzyme* dengan metode uji IK 1.17 (Spektrofotometri).

Tabel 2. Data Pengujian COD pada Limbah Cair Tahu

	Sampel	Nilai COD (mg/L)	Rata - Rata
Sampel dengan 0% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	8.700	10.633
	Sampel pengulangan 2	10.600	
	Sampel pengulangan 3	12.600	
Sampel dengan 5% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	14.500	14.100
	Sampel pengulangan 2	13.600	
	Sampel pengulangan 3	14.200	

	Sampel	Nilai COD (mg/L)	Rata - Rata
Sampel dengan 10% perlakuan <i>Eco-Enzyme</i>	Sampel pengulangan 1	20.100	17.075
	Sampel pengulangan 2	15.125	
	Sampel pengulangan 3	16.000	

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan kadar COD sesudah pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* dengan konsentrasi 5%, dan 10%. Pada pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 5%, terdapat kadar COD tertinggi sebesar 14.500 mg/L dan nilai terendah kadar COD yaitu 13.600 mg/L. Sedangkan pada pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 10% nilai tertinggi kadar COD yaitu 20.100 mg/L dan nilai terendah kadar COD yaitu 15.125 mg/L. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan pengaruh kadar COD pada limbah cair tahu dengan perlakuan *Eco-Enzyme* yaitu 0%,5%, dan 10%.



Gambar 4. Pengaruh Kadar COD pada Limbah Cair Tahu dengan Perlakuan 0%, 5%, dan 10% menggunakan *Eco-Enzyme*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, sampel tanpa perlakuan *Eco-Enzyme* memiliki nilai rata – rata pengujian COD yaitu 10.633 mg/L. Setelah diberi perlakuan *Eco-Enzyme* sebanyak 5% terlihat peningkatan kadar COD dengan rata – rata sebesar 14.100 mg/L. Selanjutnya pada konsentrasi 10%, kadar COD kembali meningkat dengan rata – rata 17.075 mg/L. Berdasarkan data tersebut, ditunjukkan bahwa semakin banyak perlakuan *Eco-Enzyme* yang diberikan pada sampel, maka nilai COD pada hasil pengujian akan semakin tinggi.

3.2 Analisis Pengaruh Kadar BOD Menggunakan Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh antara pemberian kadar *Eco-Enzyme* dan hasil pengukuran terhadap kadar BOD dengan menggunakan aplikasi SPSS 26.0. Berikut pada tabel 3 merupakan hasil pengujian kadar BOD pada limbah cair tahu dengan perlakuan *Eco-Enzyme*.

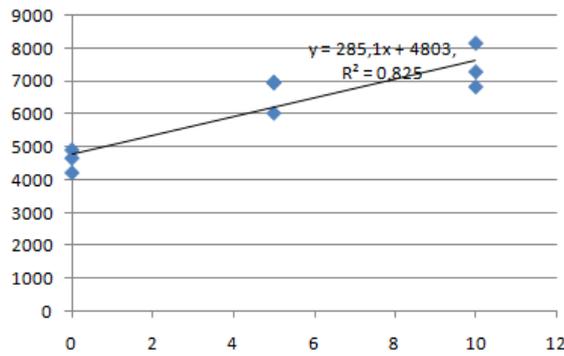
Tabel 3. Hasil Persamaan Regresi Linear Sederhana Terhadap BOD

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig
		B	Std. Error			
1	Constant (A)	4803,944	320,530		14,987	,000
	VAR00001	285,167	49,656	,908	5,743	,001

Berdasarkan tabel 3 output hasil persamaan regresi linear sederhana didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 4803,944 + 285,167X$$

Koefisien regresi linear dinyatakan dengan huruf b yang juga merupakan perubahan rata – rata variabel Y untuk setiap variabel X. Bila nilai b positif, maka variabel Y akan mengalami kenaikan atau penambahan. Nilai a merupakan variabel konstan yang nilainya adalah 4803,944. Nilai b merupakan koefisien regresi yaitu 285,167.



Gambar 5. Garis Regresi Hubungan X dan Y terhadap BOD

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Terhadap BOD

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,908 ^a	,825	,800	608,16344

Berdasarkan Tabel 4 diketahui nilai R sebesar 0,908% (90,8%). Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan model regresi yang didapatkan dimana variabel independen yaitu pemberian kadar *Eco-Enzyme* memiliki hubungan terhadap variabel hasil pengukuran kadar BOD sebesar 90,8%, hal ini membuktikan bahwa pemberian kadar *Eco-Enzyme* terhadap hasil pengukuran kadar BOD sesuai dengan interval koefisien yaitu 0,80 – 1,000 yang masuk dalam kategori sangat kuat. Koefisien determinasi (*R Square*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan variabel independen yaitu pemberian kadar *Eco-Enzyme* dan mampu menjelaskan variabel dependen hasil pengukuran kadar BOD.

Tabel 5. Hasil Uji Determinasi Terhadap BOD

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,908 ^a	,825	,800	608,16344

Berdasarkan Tabel 5 diketahui nilai *R Square* sebesar 0,825 atau 82,5%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel independen pemberian kadar *Eco-Enzyme* dapat memberikan pengaruh terhadap variabel independen yaitu hasil pengukuran BOD. Pengujian hipotesis (Uji T) dimaksudkan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis Terhadap BOD

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig
		B	Std. Error			
1	Constant (A)	4803,944	320,530		14,987	,000
	VAR00001	285,167	49,656	,908	5,743	,001

Tabel 6 menunjukkan t_{hitung} pada pemberian kadar *Eco-Enzyme* adalah 5,743. Pada derajat bebas ($df = N - 2 = 9 - 2 = 7$), maka ditemukan t_{tabel} sebesar 1,895. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($5,743 > 1,895$). Dari hasil analisis data tersebut, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kadar *Eco-Enzyme* berpengaruh signifikan terhadap hasil pengukuran kadar BOD. Uji ANOVA berfungsi untuk membandingkan rata – rata populasi untuk mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data. Berikut pada tabel 7 adalah hasil uji ANOVA terhadap BOD.

Tabel 7. Hasil Uji ANOVA Terhadap BOD

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12198004,167	1	12198004,167	32,980	,001 ^b
	Residual	2589039,389	7	369862,770		
	Total	14787043,556	8			

Tabel 7 ANOVA menjelaskan apakah ada pengaruh yang signifikan pada variabel Trust (X) terhadap variabel partisipasi (Y). Pada tabel uji signifikansi, digunakan untuk menentukan taraf signifikansi atau linearitas dari regresi. Kriteria dapat ditentukan berdasarkan uji nilai signifikansi (Sig), dengan ketentuan jika nilai Sig < 0,05. Selain itu diperoleh nilai signifikansi yaitu 0,001 yang artinya nilai signifikansi (Sig) lebih kecil dari kriteria signifikan yaitu 0,05 (0,001 < 0,05). Dengan demikian, model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan atau model persamaan regresi memenuhi kriteria.

3.3 Analisis Pengaruh Kadar COD Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana

Metode regresi linear sederhana ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh antara pemberian kadar *Eco-Enzyme* dan hasil pengukuran kadar COD dengan menggunakan aplikasi SPSS 26.0. Pada tabel 8 ditunjukkan hasil persamaan regresi linear sederhana terhadap COD.

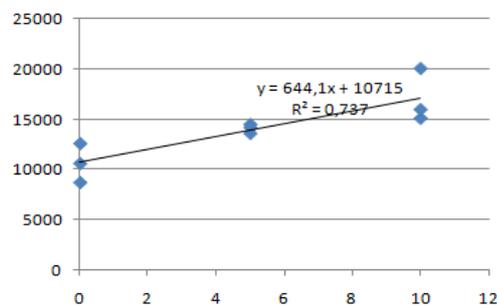
Tabel 8. Hasil Persamaan Regresi Linear Sederhana Terhadap COD

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig
		B	Std. Error			
1	Constant (A)	10715,278	939,780		11,402	,000
	VAR00002	644,167	145,590	,858	4,425	,003

Persamaan regresi linear sederhana untuk hasil pada Tabel 8 sebagai berikut :

$$Y = 10715,278 + 644,167X$$

Koefisien regresi linear dinyatakan dengan huruf b yang juga merupakan perubahan rata – rata variabel Y untuk setiap variabel X. Bila nilai b positif, maka variabel Y akan mengalami kenaikan atau pertambahan. Nilai a merupakan variabel konstan yang nilainya adalah 10715,278 Nilai b merupakan koefisien regresi yaitu 644,167. Berikut merupakan penggambaran data dan garis regresi yang disajikan pada gambar 4.



Gambar 6. Garis Regresi Hubungan X dan Y terhadap COD

Untuk melihat hubungan antara X dan Y maka dihitung nilai dari koefisien korelasi dengan melihat nilai-nilai pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Korelasi Terhadap COD

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,858 ^a	,737	,699	1783,10663

Nilai R sebesar 0,858% (85,8%), ini menunjukkan bahwa menggunakan model regresi yang didapatkan dimana variabel independen yaitu pemberian kadar *Eco-Enzyme* memiliki pengaruh terhadap variabel dependen yaitu hasil pengukuran kadar COD sebesar 85,8%, hal ini membuktikan bahwa pemberian kadar *Eco-Enzyme* terhadap hasil pengukuran kadar COD sesuai dengan interval koefisien yaitu 0,80 – 1,000 yang masuk dalam kategori sangat kuat. Koefisien determinasi (*R Square*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan variabel independen yaitu pemberian kadar *Eco-Enzyme* dan mampu menjelaskan variabel dependen yaitu hasil pengukuran kadar COD. Berikut pada tabel 10 dilampirkan hasil uji determinasi terhadap COD.

Tabel 10. Hasil Uji Determinasi Terhadap COD

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,858 ^a	,737	,699	1783,10663

Nilai *R Square* sebesar 0,737 atau 73,7% menunjukkan bahwa variabel independen pemberian kadar *Eco-Enzyme* dapat memberikan pengaruh terhadap variabel dependen yaitu hasil pengukuran COD. Pengujian hipotesis secara parsial dimaksudkan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat. Pada tabel 11, ditunjukkan hasil hipotesis dalam pengujian COD.

Tabel 11. Hasil Uji Hipotesis terhadap COD

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig
		B	Std. Error			
1	Constant (A)	10715,278	939,780		11,402	,000
	VAR00002	644,167	145,590	,858	4,425	,003

Tabel 11 menunjukkan bahwa t_{hitung} pada pemberian kadar *Eco-Enzyme* adalah 4,425. Pada derajat bebas (df) = $N-2 = 9 - 2 = 7$, maka ditemukan t_{tabel} sebesar 1,895. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($4,425 > 1,895$). Dari hasil analisis data tersebut, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Berarti pemberian kadar *Eco-Enzyme* berpengaruh signifikan terhadap hasil pengukuran kadar COD. Uji ANOVA berfungsi untuk membandingkan rata – rata populasi untuk mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data.

Tabel 12. Hasil Uji ANOVA Terhadap COD

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	62242604,167	1	62242604,167	19,576	,003 ^b
	Residual	22256284,722	7	3179469,246		
	Total	84498888,889	8			

ANOVA pada Tabel 12 menjelaskan apakah ada pengaruh yang signifikan pada variabel Trust (X) terhadap variabel partisipasi (Y). Pada tabel uji signifikansi, digunakan untuk menentukan taraf signifikansi atau linearitas dari regresi. Kriteria dapat ditentukan berdasarkan uji nilai signifikansi (Sig), dengan ketentuan jika nilai Sig < 0,05. Selain itu diperoleh nilai signifikansi yaitu 0,003 yang artinya nilai signifikansi (Sig) lebih kecil dari kriteria signifikan yaitu 0,05 ($0,003 < 0,05$). Dengan demikian, model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan atau model persamaan regresi memenuhi kriteria.

3.4 Pembahasan

Pada pengujian BOD dan COD pada Industri Tahu Malalayang, nilai BOD yang didapatkan yaitu 4589 mg/L dan nilai COD yaitu 10633 mg/L. Nilai tersebut melampaui baku mutu BOD yaitu 150 mg/L dan COD sebanyak 300 mg/L yang diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014. Kadar pencemar tersebut jika tidak ditangani akan berdampak buruk bagi lingkungan sekitar kawasan industri. Dalam hal ini, solusi untuk menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu yaitu dengan menggunakan *Eco-Enzyme*. Secara umum, *Eco-Enzyme* merupakan enzim pengurai yang didalamnya mengandung enzim lipase, amylase dan protease dan dapat membantu dalam proses penguraian zat organik berupa protein yang terkandung dalam limbah cair tahu. Namun, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi penguraian zat organik yaitu protein pada limbah cair tahu seperti komposisi *Eco-Enzyme*, reaksi fermentasi dan kontaminasi tambahan. Peningkatan nilai BOD dan COD dengan pemberian perlakuan *Eco-Enzyme* pada limbah cair tahu dapat disebabkan oleh faktor berikut ini:

a. Komposisi *Eco-Enzyme*

Eco-Enzyme yang digunakan pada penelitian ini berbahan dasar 9 kulit buah diantaranya yaitu kulit buah naga, mangga, lemon, jeruk, jeruk nipis, pir, apel, anggur, dan jambu. Bahan dasar

yang digunakan memiliki kandungan asam yang tinggi karena didominasi oleh jeruk. *Eco-Enzyme* yang terlalu asam dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yaitu bakteri Asam Laktat ($C_3H_6O_3$) yang bertanggung jawab dalam penguraian komponen organik dalam limbah tahu seperti karbohidrat, protein dan lemak. Mikroorganisme ini memainkan peran penting dalam proses penguraian limbah organik dan bila terhambat, efisiensi penguraian dapat menurun.

b. Reaksi Fermentasi

Eco-Enzyme mengandung enzim protease, lipase, dan amilase yang bertindak sebagai faktor degradasi utama dari polutan yang dipilih di air limbah (Joseph. A, 2021). *Eco-Enzyme* mampu menginisiasi reaksi fermentasi pada limbah cair tahu. Selama proses fermentasi, zat organik kompleks seperti protein dapat dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam organik yaitu Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$). Adanya asam organik tersebut dapat meningkatkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tahu. Komposisi dan jenis enzim *Eco-Enzyme* dapat berbeda-beda tergantung produsen dan formula yang digunakan.

c. Kontaminasi tambahan

Eco-Enzyme mengandung mikroorganisme tambahan yaitu bakteri Asam Laktat ($C_3H_6O_3$) atau zat organik seperti Laktosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) yang sebelumnya tidak ada dalam limbah tahu. Jika *Eco-Enzyme* tidak diolah atau disaring dengan baik sebelum diberikan pada limbah cair tahu, ada kemungkinan bahwa mikroorganisme tersebut dapat masuk kedalam limbah. Misalnya, jika *Eco-Enzyme* mengandung gula seperti Laktosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), kontribusi zat – zat tersebut terhadap BOD dan COD akan terjadi ketika *Eco-Enzyme* ditambahkan pada limbah cair tahu.

Peningkatan nilai BOD dan COD setelah pengaplikasian *Eco-Enzyme* pada limbah tahu cair diduga karena kondisi limbah atau faktor khusus dari komposisi *Eco-Enzyme* yang digunakan. Berikut solusi yang dapat dilakukan :

a. Penyesuaian komposisi *Eco-Enzyme*

Komposisi bahan dalam *Eco-Enzyme* dapat berpengaruh dalam penurunan BOD dan COD pada limbah. Komposisi bahan yang dipilih akan mempengaruhi jenis enzim, nutrisi, dan mikroorganisme yang hadir dalam *Eco-Enzyme*, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kemampuan *Eco-Enzyme* dalam menguraikan zat organik dalam limbah. Penelitian dari Rasit, et al (2019), penggunaan *Eco-Enzyme* dengan bahan dasar tomat dapat menurunkan kadar COD pada limbah perikanan sebanyak 77%. Salah satu faktor yang menyebabkan *Eco-Enzyme* tidak bekerja pada limbah cair tahu yaitu penggunaan gula pada bahan *Eco-Enzyme* sendiri. *Eco-Enzyme* yang digunakan berbahan dasar gula merah. Menurut penelitian dari Arun dan Sivashanmugam (2015), menunjukkan bahwa nilai parameter pencemar seperti BOD dan COD akan lebih rendah jika menggunakan molase dibandingkan dengan gula merah. Hal ini karena gula molase adalah zat yang tidak diinginkan dari produksi gula yang mengandung mikroorganisme.

b. Penyesuaian dosis

Memastikan dosis *Eco-Enzyme* yang ditambahkan pada limbah cair tahu menggunakan kadar pemberian yang lebih kecil daripada 5% dan 10%. Menurut penelitian dari Kumar, (2019), pemberian dosis *Eco-Enzyme* sebanyak 0,5% pada obyek penelitian yaitu air sungai bekerja secara efektif dalam menurunkan kadar BOD dari 0.4 ke 1.0 mg/L, dan kadar COD dari 35 ke 9 mg/L. Dosis yang tepat dapat membantu memaksimalkan efisiensi penguraian zat organik tanpa menyebabkan peningkatan BOD dan COD.

c. Perpanjang waktu kontak sampel dengan *Eco-Enzyme*

Salah satu penyebab dari peningkatan BOD dan COD pada limbah cair tahu disebabkan karena pada pengujian tidak menggunakan perbedaan perlakuan waktu. Memperpanjang waktu kontak antara *Eco-Enzyme* dan limbah cair tahu dapat membantu enzim yaitu protease, lipase dan amylase dalam melakukan penguraian zat organik seperti protein dengan lebih efisien. Semakin lama proses pengaplikasian *Eco-Enzyme* pada air limbah, penurunan parameter yang dihasilkan semakin rendah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kad, (2020), dilakukan kontak sampel air limbah domestik dan *Eco-Enzyme* selama 5 hari dan didapatkan hasil penghilangan kadar COD sebanyak 80% dan BOD sebanyak 48%.

4 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis menunjukkan pemberian *Eco-Enzyme* pada limbah cair tahu berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai BOD dan COD. Hasil uji ANOVA terhadap BOD ditemukan bahwa tingkat signifikansi probabilitas yaitu $0,001 < 0,05$ dan uji ANOVA terhadap COD ditemukan bahwa tingkat signifikansi probabilitas yaitu $0,003 < 0,05$ yang artinya ada hubungan signifikansi antara pemberian kadar *Eco-Enzyme* dan hasil pengukuran terhadap BOD dan COD.
2. Analisis menunjukkan bahwa pemberian *Eco-Enzyme* tidak menurunkan nilai BOD dan COD pada limbah cair tahu.

Referensi

- Arun, C. Dan P. Sivashanmugam. 2015. Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge. *Process Safety and Environmental Protection* (94): 471–478.
- Joseph, A., Joji, J. G., Prince, N. M., Rajendran, R., & Nainamalai, D. M. (2021, December). Domestic wastewater treatment using garbage enzyme. In *Proceedings of the International Conference on Systems, Energy & Environment (ICSEE)*.
- Kad, N. K., Thorvat, A. R., & Nadaf, N. H. Experimental Study on Treatment of Wastewater using Garbage Enzyme. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET) Volume, 9*, 5060-5066.
- Kumar, N., Rajshree, Y. A., Yadav, A., Malhotra, N. H., Gupta, N., & Pushp, P. (2019). Validation of *Eco-Enzyme* for improved water quality effect during large public gathering at river bank. *Int. J. Hum. Capital Urban Manage*, 4(3), 181-188.
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., & Supit, C. J. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kiniar Di Kota Tondano. *TEKNO*, 19(77).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Diakses Pada Tanggal 14 Juni 2023.
- Riogilang, H. (2021). Model peningkatan partisipasi masyarakat dan penguatan sinergi dalam pengelolaan sampah perkotaan di kelurahan sumompo kecamatan tuminting kota manado. *Media Matrasain*, 17(2), 64-69.
- Rasit, N., Hwe Fern, L., & Ab Karim Ghani, W. A. W. (2019). Production and characterization of eco enzyme produced from tomato and orange wastes and its influence on the aquaculture sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(3).
- Sato, A., Utomo, P., & Abineri, H. S. B. (2015), Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu, Paper presented at the Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.
- Sayali D. J., Shruti C. S., Shweta S. S., Sudarshan E. P., Akash H. D., Shrikant T. P. (2019). Use of Eco Enzymes in Domestic Waste Water Treatment. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, Volume 4, Issue 2: 568-570