

Efektivitas Eco – Enzyme dalam Menurunkan TSS, TDS, Surfaktan pada Limbah Domestik dengan Variasi Proses Anaerob dan Koagulasi - Flokulasi

Ana Mauidatul Khasanah dan Firra Rosariawari*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: firra.tl@upnvjt.ac.id

ABSTRAK

Kata Kunci:

anaerob, eco - enzyme, koagulasi – flokulasi, pemurnian air

Sungai merupakan sumber daya air yang memiliki karakteristik serta sifat yang berbeda dengan sumber daya lainnya, dimana manusia masih memerlukan air untuk bertahan hidup. Semakin pesat pertumbuhan penduduk, terutama di wilayah perkotaan memberikan dampak yang serius terhadap penurunan daya dukung lingkungan. *Eco-enzyme* yang dihasilkan dari fermentasi sederhana limbah sayur atau buah segar, gula merah, dan air dengan perbandingan 1:3:10 bermanfaat mengurangi tingkat pencemaran. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas *eco-enzyme* terhadap penyisihan kadar TSS, TDS, dan surfaktan pada limbah domestik. Pada penelitian kali ini menggunakan variasi proses anaerob dan koagulasi-flokulasi dengan konsentrasi *eco-enzym* 7,5%; 5,0%; dan 2,5%. Proses anaerob membutuhkan waktu tinggal 5, 10, dan 15 hari. Sedangkan proses koagulasi-flokulasi dengan 150 rpm pada pengadukan cepat selama 1 menit, 60 rpm pengadukan lambat selama 15 menit. Pada penelitian ini *eco-enzym* buah lebih efektif, proses anaerob konsentrasi 5,0% mampu menurunkan parameter pencemar yang paling optimum yakni sebesar 8,70% untuk TSS, 62,42% untuk TDS, dan konsentrasi 7,5% sebesar 98,87% pada waktu tinggal 15 hari. Sedangkan proses koagulasi – flokulasi dengan konsentrasi 2,5% mampu menyisihkan TSS sebesar 7,33%, TDS sebesar 42,07%, dan konsentrasi 7,5% mampu menyisihkan surfaktan sebesar 96,29%.

ABSTRACT

Keyword:

anaerob, eco - enzyme, coagulation – flocculation, water purification

Rivers water resources have characteristics and properties different from other resources, where humans still need water to survive. The rapid growth of the population, especially in urban areas, has a serious impact on the decline in the carrying capacity of the environment. *Eco-enzyme* produced from simple fermentation of fresh vegetable or fruit waste, brown sugar, and water in a ratio of 1 : 3 : 10 is useful in reducing the level of pollution. Thus, the purpose of this study is to determine the effectiveness of *eco-enzyme* against the elimination of TSS, TDS, and Surfactant levels in domestic waste. In this study, we used variations in anaerobic processes and coagulation-flocculation with a concentration of *eco-enzymes* of 7,5%; 5,0%; 2,5%. Anaerobic processes take a residence time of 5, 10, 15 days. While the coagulation process – flocculation with 150 rpm on fast stirring for 1 minute, 60 rpm slow stirring for 15 minutes. *Eco-fruit enzymes* were more effective, the anaerobic process concentration of 5.0% was able to reduce the most optimal pollutant parameters by 8.70% for TSS, 62.42% for TDS, and 7.5% concentration by 98.87% at a stay of 15 days. While the coagulation – flocculation process with a concentration of 2.5% is able to set aside TSS by 7.33%, TDS by 42.07%, and concentration of 7,5% is able to set aside Surfactants by 96.29%.

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan sumber daya air yang paling dekat dengan masyarakat dan memiliki karakteristik serta sifat yang berbeda dengan sumber daya lainnya, dimana manusia dalam kehidupannya memerlukan air untuk bertahan hidup. Semakin pesat pertumbuhan penduduk, terutama di wilayah perkotaan dengan gaya hidup masyarakat yang telah berubah memberikan dampak yang serius terhadap penurunan daya

dukung lingkungan (Umiyati, 2021). Faktor utama yang menyebabkan permasalahan pada lingkungan sungai adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, limbah industri dan limbah pertanian di mana masih sering dijumpai masyarakat yang tinggal di sepanjang sungai kurang memperhatikan kebersihan lingkungan sungai (Yati, 2021). Dampak yang ditimbulkan dari segi kesehatan sangat berbahaya, karena air sungai masih dipergunakan untuk keperluan sehari-hari baik mandi dan mencuci. Polusi air juga

akan mengancam habitat ikan di sungai. Sungai yang tercemar dari segi estetika juga tidak nyaman, selain berwarna hitam, banyak sampah yang terapung, dan baunya menyengat. Pada umumnya banyak partikel koloid maupun partikel-partikel pencemar yang terlarut ke dalam air permukaan, hal tersebut terjadi karena aktivitas manusia yang ada di sekitar sungai (Widarti & Kasran, 2015).

Salah satu *water purification* atau pemurnian air dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan *eco-enzym* untuk mengurangi tingkat pencemaran pada air sungai. *Eco-enzym* merupakan larutan organik yang di produksi oleh fermentasi sederhana limbah sayuran atau buah segar, gula merah dan air dengan perbandingan 1 : 3 : 10. Pada fermentasi tersebut menciptakan cairan seperti cuka dengan bahan alami, protein, garam mineral, dan *enzym* yang membuatnya luar biasa serbaguna (Nazim, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tang & Tong (2011), efek *enzym* sampah di air limbah domestik mampu menghilangkan nitrogen amonia dan fosfat di pengenceran air limbah. Pada 9% *enzym* sampah didapatkan hasil paling ekonomis dalam menghilangkan amonia nitrogen dan fosfor dalam menetralkan air limbah dengan periode 5 hari. Sedangkan penelitian oleh (Janarthan & Raja, 2020), pemurnian air terkontaminasi menggunakan *eco-enzyme* mampu memberikan nilai pH 6,6 yang lebih baik dan sudah mendekati pH air normal.

Dengan demikian pada penelitian kali ini akan dilakukan pengolahan untuk meremoval kandungan TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*) dan surfaktan (senyawa yang digunakan dalam produk pembersih) pada air sungai yang berasal dari Sungai Kalimas, Surabaya dengan menggunakan cairan *eco-enzym*. Adanya penelitian tersebut, diharapkan dapat menyisihkan TSS (*Total Suspended Solids*), TDS (*Total Dissolved Solid*), dan surfaktan (senyawa yang digunakan dalam produk pembersih).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan dua variasi proses secara anaerob dan koagulasi – flokulasi. Adapun peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak pengatur debit, bak fermentasi 40 L, toples, dan *jartest*. Penelitian ini diawali dengan proses fermentasi *eco-enzym* secara anaerob dengan perbandingan 3:1:10, bahan baku dalam pembuatan *eco-enzym* adalah sampah sayur (sawi putih, sawi hijau, dan wortel) dan buah (kulit nanas, jeruk, tomat, pepaya) masing-masing 3kg, *brown sugar* 2 kg, dan air 40 L. Setelah proses fermentasi selesai, selanjutnya dilakukan pencampuran air sungai dengan *eco-enzym* pada masing-masing bak *removal* variasi konsentrasi *eco-enzym* sayur atau buah sebesar 7,5%; 5,0%; 2,5% dengan waktu tinggal 5, 10, 15 hari. Sedangkan, pada proses koagulasi – flokulasi diberi variasi penambahan konsentrasi *eco-enzym* sayur atau buah sebesar 7,5%; 5,0%; 2,5% sebagai koagulan dengan 150 rpm pada pengadukan cepat selama 1 menit dan 60 rpm pengadukan lambat selama 15 menit. *Eco-enzym* yang telah sesuai dengan waktu fermentasi akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian kadar asam asetat dan alkohol. Sampel yang telah melalui variasi proses anaerob dan koagulasi-flokulasi juga akan dilakukan pengujian kadar TSS, TDS, dan surfaktan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kandungan *Eco – Enzym* Buah dan Sayur

Derajat keasaman pada larutan *eco-enzym* sangat perlu diperhatikan, karena *eco-enzym* yang baik pH berada dibawah 4. Rendahnya derajat keasaman pada produk *eco-enzym* disebabkan karena kandungan asam organik yang tinggi. Semakin tinggi kandungan asam organik, maka akan mengakibatkan semakin rendah pH dari *eco-enzym* (Rasit *et al*, 2019). Pada penelitian kali ini, pH *eco-enzym* buah dan sayur. Berikut merupakan hasil uji kandungan asam asetat dan alkohol pada produk *eco-enzym* pada limbah buah dan sayur.

Tabel 1. Kandungan Asam Asetat dan Alkohol *Eco-Enzym*

Eco – Enzym	Parameter	Satuan	Hasil Uji	pH
Eco - Enzym Buah	Alkohol	%	0.20	3,13
	Asam Asetat	g/ml	0.85	
Eco – Enzym Sayur	Alkohol	%	0.07	3,25
	Asam Asetat	g/ml	0.84	

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil kandungan asam asetat dan alkohol pada *eco – enzym* buah lebih baik. Menurut Axmalia & Mulasari (2020), dalam proses fermentasi, *glukosa* dirombak untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat pada kondisi anaerob akan mengalami penguraian oleh *piruvat dekarboksilase* menjadi *asetaldehid*, lalu *asetaldehid* dirubah menjadi asam asetat. Proses metabolisme secara anaerobik seperti proses fermentasi merupakan suatu upaya bakteri untuk memperoleh energi dari karbohidrat pada kondisi anaerobik (tanpa membutuhkan oksigen) dan dengan produk sampingan berupa alkohol (tergantung jenis mikroorganismenya). Beberapa jenis bakteri dan fungi akan menghasilkan alkohol dalam proses fermentasi, sedangkan kebanyakan bakteri menghasilkan asam asetat.

Menurut Neupane & Khadka (2019), limbah buah dan sayuran yang berbeda menunjukkan aktivitas enzim yang berbeda. *Eco-enzym* buah, hari ke-60 muncul jamur *mama enzym* sedangkan pada *eco-enzym* sayur muncul jamur *Pitera* yang terdapat di permukaan *eco-enzym*. Jamur *mama enzym* dan jamur *pitera* saling berkaitan, *mama enzym* merupakan “biang” penghasil enzim itu sendiri dari limbah organik.



Gambar 1. Jamur *Mama Enzym* dan *Pitera*

3.2 Analisis Parameter TSS Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5%

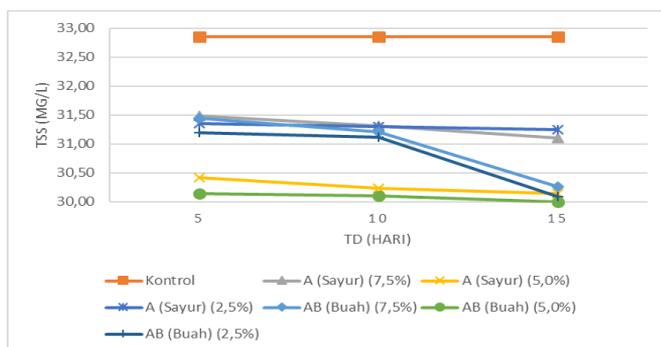
Pemanfaatan *eco-enzym* dari limbah kulit buah-buahan dan sayur dilakukan dengan konsentrasi pemberian larutan *eco-enzym* 7,5%, 5,0%, dan 2,5% selama 5, 10, dan 15 hari masa pencampuran, parameter TSS mengalami penurunan.

Tabel 2. Nilai Penurunan Parameter TSS Proses Anaerob dan Koagulasi – Flokulasi

Td (Hari)	TSS Awal	0%	7,5%	5,0%	2,5%
Limbah Sayur (Anaerob)					
5		32,85	31,49	30,42	31,35
10	32,85	32,85	31,32	30,24	31,30
15		32,85	31,10	30,15	31,25
Limbah Buah (Anaerob)					
5		32,85	31,45	30,15	31,20
10	32,85	32,85	31,21	30,10	31,12
15		32,85	30,26	30,00	30,09
Limbah Sayur (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	32,85	32,85	31,50	31,25	30,58
Limbah Buah (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	32,85	32,85	31,30	31,15	30,45

Sumber: Data Peneliti, 2022

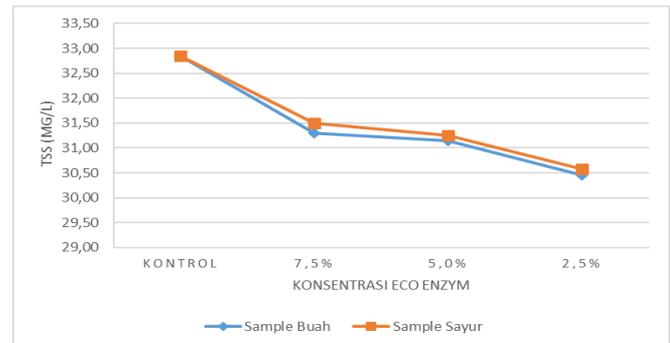
Tabel 2 menunjukkan besarnya penurunan parameter TSS yang didapat sudah berada dibawah standar baku mutu yang telah ditetapkan. Namun, lama waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi standar baku mutu tersebut berbeda pada setiap perlakuannya. Penurunan nilai kadar TSS pada konsentrasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5% dengan proses anaerob dapat diketahui, mampu menurunkan kadar TSS tertinggi dengan *eco-enzym* buah pada konsentrasi 5,0% sebesar 8,70%. Sedangkan, pengujian dengan menggunakan proses koagulasi – flokulasi yang terbaik juga terdapat pada *eco-enzym* buah dengan dosis koagulan yang telah ditentukan mampu menurunkan parameter pencemar dengan efektif sebesar 7,33% pada konsentrasi 25%.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan nilai TSS pada Variasi 7,5%; 5,0% dan 2,5% dengan proses anaerob

Berdasarkan Gambar 2, hasil analisis nilai parameter TSS menggunakan *eco-enzym* buah dapat menurunkan parameter dengan baik dibandingkan dengan *eco-enzym* sayur. Hal tersebut dikarenakan pada kandungan *eco-enzym* buah memiliki kandungan asam asetat yang lebih tinggi. Menurut Jeklin (2016), pH atau derajat keasaman merupakan faktor

yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismenya dalam mendegradasi kadar organik secara anaerob. Sebab dengan demikian, *eco-enzym* yang memiliki nilai pH rendah dalam penelitian ini sebagai akibat dari kandungan asam organik yang tinggi seperti asam asetat atau asam sitrat, sehingga proses pendegradasian berjalan dengan baik.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan nilai TSS pada Variasi 7,5%, 5,0%, 2,5% dengan proses Koagulasi-Flokulasi

Gambar 3 menunjukkan pengujian dengan menggunakan proses koagulasi – flokulasi dengan dosis koagulan yang telah ditentukan, penetapan dosis optimum koagulan bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan *eco-enzym* yang memberikan koagulasi maksimum. Dosis koagulan yang paling rendah menunjukkan dosis optimum koagulan pada penelitian ini, pada *eco-enzym* buah dengan konsentrasi 2,5% mampu menurunkan parameter pencemar 7,33%.

Tabel 3. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Parameter TSS

Factor Information					
Factor	Type	Levels	Values		
Eco - Enzym	Fixed	2	Buah; Sayur		
Konsentrasi	Fixed	4	Kons 2,5%; Kons 5,0%; Kons 7,5%;		
td	Fixed	3	5; 10; 15		
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Eco - Enzym	1	3,342	3,3418	4,77	0,052
Konsentrasi	3	30,578	10,1926	14,54	0,000
td	2	7,878	3,9388	5,62	0,021
Error	11	7,712	0,7011		
Total	17	50,446			

(Sumber: Hasil Uji Statistik, 2022)

Hipotesis:

- Ho : *Eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai TSS
H1 : *Eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai TSS
- Ho : Konsentrasi *eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai TSS
H1 : Konsentrasi *eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai TSS
- Ho : Waktu tinggal tidak memengaruhi perubahan nilai TSS
H1 : Waktu tinggal memengaruhi perubahan nilai TSS

Pada Tabel 3. uji ANOVA nilai α yaitu 5% atau 0,05 apabila nilai p -value $< \alpha$ maka H_0 ditolak dan apabila nilai p -value $> \alpha$ maka H_1 ditolak. Pada hasil uji ANOVA *Two-way* diatas terlihat bahwasanya nilai p -value dari konsentrasi *eco-enzym*, TSS memiliki nilai p -value $< \alpha$, yang artinya H_0 ditolak sehingga diketahui bahwa *eco-enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal mempengaruhi perubahan nilai TSS. Untuk dapat mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai TSS maka perlu dilakukan uji statistik lanjutan, berikut merupakan hasil uji statistik lanjutan dari ANOVA *Two-way*. Berdasarkan dari hasil uji lanjutan dapat diketahui bahwa variabel *eco-enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai TSS. Konsentrasi *eco-enzym* 5,0%, *eco-enzym* buah, dan waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai TSS. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara variabel terhadap respon maka diperlukan uji statistika lanjutan. Berikut merupakan hasil uji lanjutan ANOVA *Two-way*.

Tabel 4. Grouping Information Penurunan Parameter TSS Proses Anaerob dan Koagulasi - Flokulasi

Tukey Pairwise Comparisons: td

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

td	N	Mean	Grouping
15	6	6,97306	A
10	6	5,63347	A B
5	6	5,33347	B

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Differenc e of td Levels	Differenc e of Means	SE of Differenc e	Simultaneou s 95% CI	T- Valu e	Adjuste d P-Value
10 - 5	0,300	0,483	(-1,006; 1,606)	0,62	0,812
15 - 5	1,640	0,513	(0,255; 3,025)	3,20	0,021
15 - 10	1,340	0,513	(-0,045; 2,725)	2,61	0,058

Berdasarkan Tabel 4 pada hasil uji ANOVA *Two-way* lanjutan dapat dilihat pada tabel waktu tinggal di atas, bahwasanya untuk penurunan parameter *Total Suspended Solid (TSS)* dengan waktu tinggal ke 15 hari memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai *Total Suspended Solid*, kemudian dapat dilihat pada tabel *Grouping Information* bahwasanya waktu tinggal ke 15 hari terletak pada group A dengan memiliki nilai rata-rata sebesar 6,97306; untuk waktu tinggal 10 hari terletak pada group A dan B dengan nilai rata-rata sebesar 5,63347 dan untuk waktu tinggal 5 hari terletak pada grup B dengan memiliki nilai rata-rata sebesar 5,19167. Sehingga hal tersebut dapat disimpulkan, bahwasanya pada pencampuran dengan menggunakan waktu tinggal 15 hari memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan nilai pada parameter *Total Suspended Solid* daripada waktu tinggal ke 10 dan 5 hari. Sehingga dapat

dikatakan bahwa untuk waktu 15 hari dapat bekerja sangat efektif dalam mendegradasi pencemar.

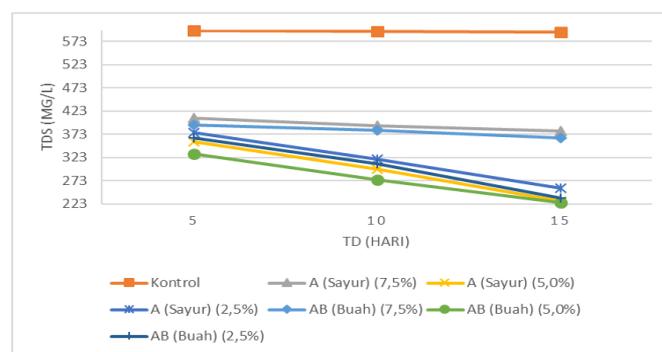
3.3 Analisis Parameter TDS Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5%

Tabel 5. Nilai Penurunan Parameter TDS Proses Anaerob dan Koagulasi – Flokulasi

Td (Hari)	TDS Awal	0%	7,5%	5,0%	2,5%
Limbah Sayur (Anaerob)					
5		596,2	407,9	358	377,1
10	600	594,5	391,9	297,8	319,5
15		593	380,3	230,3	257,4
Limbah Buah (Anaerob)					
5		596,2	392,9	331,7	365,1
10	600	594,5	382,7	275,6	310,2
15		593	364,7	225,5	235,5
Limbah Sayur (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	600	596,2	481,6	459,6	422,5
Limbah Buah (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	600	596,2	411,7	375	347,6

(Sumber: Data Peneliti, 2022)

Tabel 5 menunjukkan hasil bahwa nilai penurunan kadar TDS tertinggi adalah *eco-enzym* buah 5,0% yaitu sebesar 62,42%. Sedangkan penurunan kadar TDS terendah adalah variasi *eco-enzym* sayur 7,5% yaitu sebesar 32,02%. Menurut Mohammed Koya & Nazim (2017), sampel yang diberi perlakuan konsentrasi *eco-enzym* yang ditingkatkan dengan waktu, apabila perlakuan dilakukan segera setelah penyaringan larutan enzim, maka hal tersebut dapat mengakibatkan semakin efektif larutan *eco-enzym* dalam mendegradasi parameter pencemar.

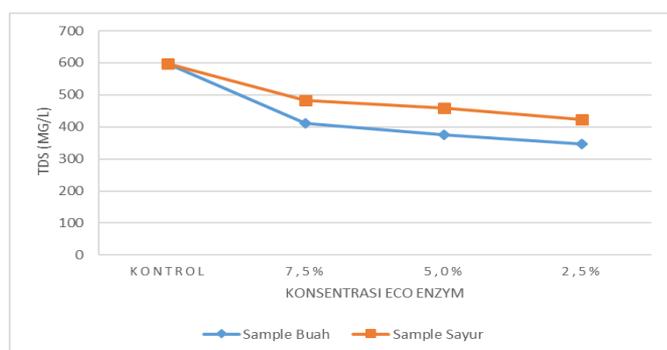


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan nilai TDS pada Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5% dengan Proses Anaerob

Berdasarkan Gambar 4, hasil analisis nilai parameter *Total Dissolved Solid* menggunakan *eco-enzym* buah dapat menurunkan parameter dengan baik dibandingkan dengan *eco-enzym* sayur. Pada penelitian Samiksha & Salvi (2020), dengan menggunakan *eco-enzym* pada konsentrasi 5% menunjukkan persentase penurunan pada parameter *Total Dissolved Solids* sebesar 12,32% sedangkan pada penelitian kali ini dengan konsentrasi *eco-enzym* 5,0% mampu menurunkan parameter pencemar sebesar 62,42% dengan *eco-enzym* buah. Hal tersebut membuktikan bahwa untuk

pengolahan air limbah domestik pada parameter TDS menggunakan *eco-enzym* akan ekonomis bila konsentrasi pengenceran *eco-enzym* yang akan digunakan lebih sedikit.

Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan Nilai TDS pada Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5% dengan Proses Koagulasi – Flokulasi



Gambar 4 menunjukkan pengujian dengan menggunakan proses koagulasi – flokulasi dengan dosis koagulan yang telah ditentukan, penetapan dosis optimum koagulan bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan *eco-enzym* yang memberikan koagulasi maksimum. Dosis koagulan yang paling rendah menunjukkan dosis optimum koagulan pada penelitian ini, pada *eco-enzym* buah dengan konsentrasi 2,5% mampu menurunkan parameter pencemar sebesar 42,07%.

Tabel 6. Pengaruh Waktu Tenggat terhadap Parameter TDS

Factor Information			
Factor	Type	Levels	Values
Eco - Enzym	Fixed	2	Buah dan Sayur
Konsentrasi	Fixed	4	Kons 2,5%; Kons 5,0%; Kons 7,5%;
td	Fixed	3	5; 10; 15

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Eco - Enzym	1	11,24	11,24	0,99	0,342
Konsentrasi	3	953,33	317,78	27,92	0,000
td	2	708,13	354,07	31,11	0,000
Error	11	125,18	11,38		
Total	17	1780,47			

(Sumber: Hasil Uji Statistik, 2022)

Hipotesis:

- Ho : *Eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai TDS
H1 : *Eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai TDS
- Ho : Konsentrasi *eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai TDS
H1 : Konsentrasi *eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai TDS
- Ho : Waktu tinggal tidak memengaruhi perubahan nilai TDS

Pada Tabel 6, nilai α yaitu 5% atau 0,05. Apabila nilai $p\text{-value} < \alpha$ maka H0 ditolak dan apabila nilai $p\text{-value} > \alpha$ maka H1 ditolak. Pada hasil uji ANOVA *Two-way* diatas terlihat bahwasanya nilai $p\text{-value}$ dari konsentrasi *eco-enzym*, TDS memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha$, yang artinya H0 ditolak sehingga diketahui bahwa *eco-enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal memengaruhi perubahan nilai TDS. Untuk dapat mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh yang besar

terhadap perubahan nilai TDS maka perlu dilakukan uji statistik lanjutan, berdasarkan dari hasil uji lanjutan dapat diketahui bahwa variabel *eco - enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai TDS. Konsentrasi *eco - enzym* 5,0%, *eco-enzym* buah, dan waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai TDS. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara variabel terhadap respon maka diperlukan uji statistika lanjutan. Berikut merupakan hasil uji lanjutan ANOVA *Two-way*.

Tabel 7. Grouping Information Pengaruh Waktu Tenggat terhadap Parameter TDS

Tukey Pairwise Comparisons: td			
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence			
td	N	Mean	Grouping
15	6	50,0678	A
10	6	40,8565	B
5	6	33,7732	C

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference of td Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
10 - 5	7,08	1,95	(1,82; 12,34)	3,64	0,010
15 - 5	16,29	2,07	(10,71; 21,87)	7,89	0,000
15 - 10	9,21	2,07	(3,63; 14,79)	4,46	0,003

(Sumber: Hasil Uji Statistik, 2022)

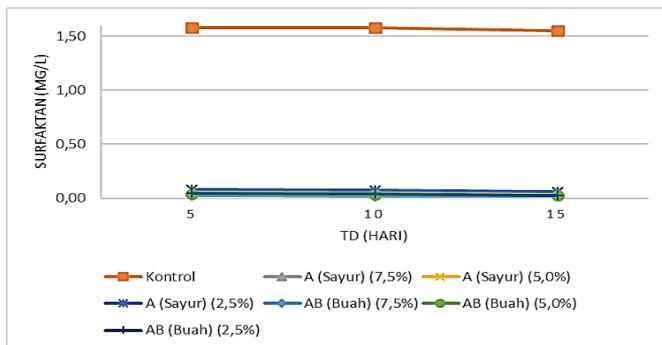
Dapat dilihat pada Tabel 7 di atas, bahwasanya waktu tinggal 15 hari memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai TDS. Kemudian dapat dilihat pada bagian atas tabel yaitu “Grouping Information” bahwasanya waktu tinggal ke 15 hari terletak pada grup A dengan nilai rata-rata 50,0678, waktu tinggal 10 hari terletak pada grup B dengan nilai rata-rata 40,8565, dan waktu tinggal 5 hari terletak pada grup C dengan nilai rata-rata 33,7732. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya waktu tinggal 15 hari memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan nilai TDS daripada waktu tinggal ke 10 dan 5 hari.

3.4 Analisis Parameter Surfaktan Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5%

Tabel 8. Nilai Penurunan Parameter Surfaktan proses Anaerob dan Koagulasi – Flokulasi

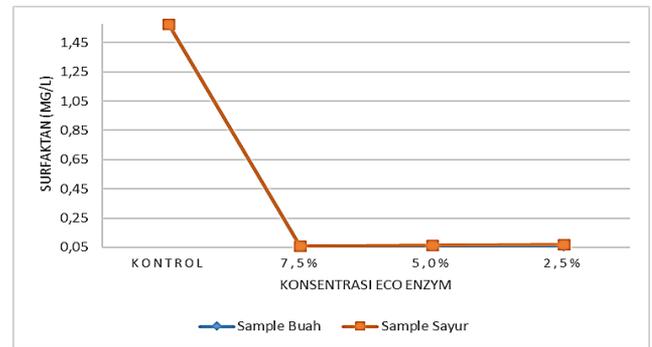
Td (Hari)	Surfaktan Awal	0%	7,5%	5,0%	2,5%
Limbah Sayur (Anaerob)					
5		1,58	0,059	0,075	0,08
10	1,59	1,58	0,05	0,062	0,076
15		1,55	0,046	0,055	0,061
Limbah Buah (Anaerob)					
5		1,58	0,027	0,04	0,045
10	1,59	1,58	0,021	0,034	0,038
15		1,55	0,018	0,024	0,028
Limbah Sayur (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	1,59	1,58	0,06	0,064	0,068
Limbah Buah (Koagulasi - Flokulasi)					
46 menit	1,59	1,58	0,059	0,060	0,062

Tabel 8 menunjukkan hasil uji karakteristik surfaktan pada variasi konsentrasi *eco-enzym* yang digunakan. Untuk konsentrasi 0% didapatkan hasil 1,58 mg/L pada 5 dan 10 hari, 1,55 mg/L pada 15 hari. Hal ini memperjelas bahwa pada sampel limbah domestik terdapat deterjen sebagai salah satu polutan. Berdasarkan data primer yang diperoleh dapat dilihat bahwa sampel limbah domestik dengan penambahan *eco-enzym* memiliki konsentrasi akhir yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel limbah domestik tanpa penambahan *eco-enzym*. Hal ini menunjukkan bahwa *eco-enzym* dapat membantu proses degradasi deterjen pada sampel air limbah domestik.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan Nilai Surfaktan pada Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5% dengan Proses Anaerob

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai penurunan kadar surfaktan tertinggi adalah *eco-enzym* buah 7,5% yaitu sebesar 98,87%. Sedangkan penurunan kadar surfaktan terendah adalah variasi *eco-enzym* sayur 2,5% yaitu sebesar 94,97%. Gugus surfaktan dapat mengalami reaksi hidrolisis yang akan menghasilkan ion fosfat. Ion fosfat ini dapat memicu terjadinya eutrofikasi pada badan air penerima. Surfaktan yang terakumulasi pada badan perairan akan mengakibatkan pendangkalan pada perairan dan mengakibatkan terhambatnya transfer oksigen. Menurut Pratamadina & Wikaningrum (2022), *eco-enzyme* memiliki kandungan *enzim amilase, lipase, dan tripsin*. Kandungan amilase didapat pada kulit buah jeruk yang memiliki kandungan bromelin. Enzim lipase sendiri mempunyai sifat biokatalisator yang mampu dalam membantu proses degradasi pada parameter surfaktan yang ada di dalam deterjen. Diketahui bahwa enzim lipase memiliki kemampuan dalam mempercepat laju reaksi pada proses degradasi parameter pencemar (Arun & Sivashanmugam, 2015). Menurut Kamaruddin *et al* (2019), proses degradasi deterjen diawali dengan adanya reaksi oksidasi yang terjadi pada gugus alkil, dalam proses tersebut membutuhkan bantuan dari koenzim. Pada proses ini mengakibatkan rantai alkil mengalami pemendekan, sehingga reaksi ini berlangsung hingga menyisakan 4 sampai 5 atom karbon pada rantai alkil. Setelah rantai alkil menjadi pendek, maka akan terjadi proses *desulfonasi*. *Desulfonasi* merupakan proses yang dapat mengakibatkan hilangnya gugus sulfonat yang telah dikatalisis dengan enzim, koenzim, dan oksigen. Sehingga pada proses penurunan parameter pencemar berupa surfaktan dengan menggunakan *eco-enzym* memiliki konsentrasi akhir yang rendah dibandingkan dengan konsentrasi awal air limbah yang tidak diberikan perlakuan *eco-enzym*.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Waktu Detensi dengan Penurunan Nilai Surfaktan pada Variasi 7,5%, 5,0%, dan 2,5% dengan Proses Koagulasi – Flokulasi

Gambar 6 menunjukkan pengujian koagulasi – flokulasi dengan dosis koagulan yang telah ditentukan. Penetapan dosis optimum koagulan bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan *eco-enzym* yang memberikan koagulasi maksimum. Dosis koagulan yang paling rendah menunjukkan dosis optimum koagulan. Pada penelitian ini, *eco-enzym* buah dengan konsentrasi 7,5% mampu menurunkan parameter pencemar surfaktan sebesar 96,29%.

Tabel 9. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Parameter Surfaktan

Factor Information					
Factor	Type	Levels Values			
Eco - Enzym	Fixed	2 Buah; Sayur			
Konsentrasi	Fixed	4 Kons 2,5%; Kons 5,0%; Kons 7,5%; Kons 75%			
td	Fixed	3 5; 10; 15			
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Eco - Enzym	1	16,7480	16,7480	460,65	0,000
Konsentrasi	3	3,9010	1,3003	35,77	0,000
td	2	2,6859	1,3430	36,94	0,000
Error	11	0,3999	0,0364		
Total	17	25,5647			

Hipotesis:

- Ho : *Eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai Surfaktan
H1 : *Eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai Surfaktan
- Ho : Konsentrasi *eco-enzym* tidak memengaruhi perubahan nilai Surfaktan
H1 : Konsentrasi *eco-enzym* memengaruhi perubahan nilai Surfaktan
- Ho : Waktu tinggal tidak memengaruhi perubahan nilai Surfaktan

Pada Tabel 6 uji ANOVA nilai α yaitu 5% atau 0,05 apabila nilai $p\text{-value} < \alpha$ maka H0 ditolak dan apabila nilai $p\text{-value} > \alpha$ maka H1 ditolak. Pada hasil uji ANOVA *Two-way* di atas terlihat bahwasanya nilai $p\text{-value}$ dari konsentrasi *eco-enzym*, surfaktan memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha$, yang artinya H0 ditolak sehingga diketahui bahwa *eco-enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal memengaruhi perubahan nilai surfaktan. Untuk dapat mengetahui variabel mana yang memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai surfaktan maka perlu dilakukan

uji statistik lanjutan, berikut merupakan hasil uji statistik lanjutan dari ANOVA *Two-way*. Berdasarkan dari hasil uji lanjutan dapat diketahui bahwa variabel *eco-enzym*, konsentrasi *eco-enzym*, waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai Surfaktan. Konsentrasi *eco-enzym* 7,5%, *eco-enzym* buah, dan waktu tinggal ke 15 hari memberikan pengaruh yang tinggi terhadap perubahan nilai Surfaktan. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara variabel terhadap respon maka diperlukan uji statistika lanjutan. Berikut merupakan hasil uji lanjutan ANOVA *Two-way*.

Tabel 10. *Grouping Information* Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Parameter Surfaktan

Tukey Pairwise Comparisons: td Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

td	N	Mean	Grouping
15	6	97,7170	A
10	6	97,1873	B
5	6	96,7140	C

Tukey Simultaneous Tests for Differences of Means

Difference

of td Levels	Difference of Means	SE of Difference	Simultaneous 95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
10 - 5	0,473	0,110	(0,176; 0,771)	4,30	0,003
15 - 5	1,003	0,117	(0,688; 1,318)	8,59	0,000
15 - 10	0,530	0,117	(0,214; 0,845)	4,54	0,002

Dapat dilihat pada tabel waktu tinggal di atas bahwasanya waktu tinggal ke 15 hari memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai Surfaktan, kemudian dapat dilihat pada tabel atas "*Grouping Information*" bahwasanya waktu tinggal ke 15 hari terletak pada grup A dengan nilai rata-rata 97,7170; waktu tinggal 10 hari terletak pada grup B dengan nilai rata-rata 97,1873, dan waktu tinggal 5 hari terletak pada grup C dengan nilai rata-rata 96,7140. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya waktu tinggal 15 hari memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan nilai Surfaktan daripada waktu tinggal ke 10 dan 5 hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan kandungan dari *eco-enzym* buah dan sayur. Untuk *eco-enzym* buah, kadar asam asetat sebesar 0,85 g/ml dan kadar alkohol sebesar 0,20%. Untuk *eco-enzym* sayur, kadar asam asetat 0,84 g/ml dan alkohol 0,07%. Secara organoleptik larutan *eco-enzym* buah dan sayur telah memenuhi spesifikasi. Dari segi aroma dihasilkan aroma asam khas fermentasi lebih kuat. Dari segi warna memiliki warna coklat dan pH sekitar 3 yang dapat dikatakan "*acidic*". *Eco-enzym* dari kulit buah dapat dikatakan lebih efektif dalam menurunkan parameter TSS, TDS, dan surfaktan dibuktikan pada proses anaerob kemampuan menurunkan TSS sebesar 8,70% pada konsentrasi 5,0%, TDS sebesar 62,42% pada konsentrasi 7,5%, dan surfaktan sebesar 98,87% pada konsentrasi 7,5%. Sedangkan untuk proses koagulasi – flokulasi, konsentrasi terbaik 2,5% dengan TSS

sebesar 7,33%, TDS sebesar 42,07%, dan surfaktan pada konsentrasi 7,5 sebesar 96,29%. Proses anaerob menggunakan variasi waktu tinggal 15 hari menghasilkan persen *removal* yang paling optimum. Karena semakin lama waktu tinggal maka akan semakin lama waktu kontak mikroorganisme dengan *sample*. Sehingga mikroorganisme akan meremoval parameter pencemar lebih optimal dengan waktu kontak yang lebih lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Laboratorium Genau dalam melakukan aspek-aspek eksperimental dari penelitian ini dan pihak lainnya yang telah berkontribusi dalam penelitian ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Axmalia, A., & Mulasari, S. A. (2020). Dampak Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 6(2), 171–176.
- Ayuniar, L. N., & Hidayat, J. W. (2018). Analisis Kualitas Fisika dan Kimia Air di Kawasan Budidaya Perikanan Kabupaten Majalengka. 2(2), 68–74.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85.
- Buang, A., Isnaeni, D., & Nurhunaida, E. (2019). Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Pepaya (*Carica Papaya L.*) Terhadap Propioni bacterium acnes Ariani. *Majalah Farmasi Nasional*, 16(01), 13–20.
- C. Arun and P. Sivashanmugam. (2015). *Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge*.
- Etienne, A., Genard, M., Lobit, P., Mbeguie-Ambeguie, D. & Bugaud, C. (2013). *What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells*.
- Fitricia, I. (2010). Pengaruh Pemberian Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) Terhadap Perubahan Histologi Kelenjar Mammae Mencit Betina Yang Diinduksi 7,12-Dimetilbenz(α) antrasena (DMBA). 1–14.
- Husaini, H., Cahyono, S. S., Suganal, S., & Hidayat, K. N. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 14(1), 31.
- Imelda, D., Satriawan, B. D., & Alif, A. B. (2021). Laporan Penelitian Pembuatan Produk Multipurpose Cleaner dengan Pemanfaatan Eco Enzyme dari Limbah Kulit Buah sebagai Bahan Aktif Natural Antimikroba.
- Janarthanam, M., Mani, K., & Raja, S. R. S. (2020). *Purification of Contaminated Water Using Eco Enzyme. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 955(1).
- Jeklin, A. (2016). *Pengelolaan Timbulan Sampah*. July, 1–23.
- Kamaruddin, M. A., Ibrahim, M. H., Thung, L. M., Emmanuel, M. I., Niza, N. M., Shadi, A. M. H., & Norashiddin, F. A. (2019). *Sustainable synthesis of pectinolytic enzymes from citrus and Musa acuminata peels for biochemical oxygen demand and grease*

- removal by batch protocol. *Applied Water Science*, 9(4), 1–10.
- Kholif, M. Al. (2020). Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Khusnul, A., & Putu, W. (2015). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (*Bioball*). *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. (2020). Uji Organoleptik Produk *Eco-Enzyme* dari Limbah Kulit Buah. *Seminar Nasional Edusainstek*, 278–283.
- Malvianie, E., Pratama, Y., & Salafudin, S. (2014). Fermentasi Sampah Buah Nanas menggunakan Sistem Kontinu dengan bantuan Bakteri *Acetobacter Xylinum*. *Reka Lingkungan*, 2(1), 1–11.
- Masfufah, A. (2011). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (*Biofertilizer*) pada Berbagai Dosis Pupuk dan Media Tanam yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*). 9–31.
- Mayasari, R., Raya Palembang Prabumulih Km, J., Ogan Ilir, I., & Instalasi Produksi PDAM Tirta Musi Jalan Rambutan Ujung No, B. (2012). Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Dosis Dan Biaya Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(4), 21–30.
- Mendes, C. dos S., Maria, C. P. de A., & Mesquita, J. F. (2014). *Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars*. *Food Science and Technology*, 34(2), 353–357.
- Mohammed Koya, C. H., & Nazim, F. (2017). *Organized by Comparison of Treatment of Greywater Using Garbage and Citrus Enzymes*. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology An ISO*, 3297(4), 17–18.
- Nazim, F. (2013). *Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution*. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 3(4), 111–117.
- Neupane, K., & Khadka, R. (2019). Produksi Enzim Sampah dari Berbagai Limbah Buah dan Sayur dan Evaluasi Khasiat Enzim dan Antimikrobanya. 6, 113–118.
- Nurlina, Anita Zahara, T., Gusrizal, & Kartika, I. D. (2015). Efektivitas Penggunaan Tawas dan Karbon Aktif Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat*, 690–699.
- Prambudi, H. (2019). Perbandingan Kadar Besi (Fe) Pada Sawi Putih Dengan Sawi Hijau yang dijual Dibeberapa Pasar Kabupaten Cirebon. *Publicitas*, 01 No 1(1), 8.
- Pranata, L., Kurniawan, I., Indaryati, S., Rini, M. T., Suryani, K., & Yuniarti, E. (2021). Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Dengan Metode *Eco Enzym*. *Indonesian Journal Of Community Service*, 1(1), 171–179.
- Prasetyo, H. A., & Sinaga, R. E. (2020). Karakteristik Roti dari Tepung Terigu dan Tepung Komposit dari Tepung Terigu dengan Tepung Fermentasi Umbi Jalar Oranye. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 649–654.
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan *Eco Enzyme* pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2722–2728.
- Putri, C. I. (2021). Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih Dengan Proses Elektroflotasi-Biokoagulasi Menggunakan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) dan Jagung (*Zea Mays*).
- Rasit, N. Fern, L. H & Ghani, A. W. A. K. (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(03), 967–980.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*.
- Rochyani, N.-, Utpalari, R. L., & Dahliana, I. (2020). Analisis Hasil Konversi *Eco Enzyme* Menggunakan Nenas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya L.*). *Jurnal Redoks*, 5(2), 135.
- Rohmah, N. U., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). *Organoleptic Test of The Ecoenzyme Pineapple Honey With variations in Water Content*. *Seminar Nasional Edusainstek*, 408–413.
- Rusdi, H., & Amran, M. (2018). Optimasi metode analisis injeksi alir pada analisis surfaktan anionik. JC-T (Journal Cis-Trans): *Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 2(1), 18–24.
- Samiksha, S., & Salvi, S. (2020). *Application of Eco-Enzyme for Domestic Waste Water Treatment*. *International Journal for Research in Engineering Application & Management (IJREAM)*
- Sayali, J., SC, S., SS, S., PE, S., DH, A., & PT, S. (2019). *Use of Eco Enzymes in Domestic Waste Water Treatment*. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(2), 568–5.