

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Bahan *Eco-enzyme*

Membuat *eco-enzyme* dalam 3 liter air

Perbandingan = Air : Bahan Organik : Gula Molase (10 : 3 : 1)

Jika *eco-enzyme* diuat dengan air sebanyak 3 liter, maka:

- Bahan Organik = $\frac{3 \text{ kg}}{10 \text{ l}} \times 3 \text{ l} = \frac{9}{10} \text{ kg} = 0,9 \text{ kg} = 900 \text{ gram}$

Terdiri dari

1. Kulit buah pisang 100 gram
2. Kulit buah semangka 200 gram
3. Kulit buah melon 200 gram
4. Kulit buah pepaya 200 gram
5. Kulit buah nanas 200 gram

- Gula Molase = $\frac{1 \text{ l}}{10 \text{ l}} \times 3 \text{ l} = \frac{3}{10} \text{ l} = 0,3 \text{ l} = 300 \text{ ml}$

Lampiran 2. Perhitungan Media

1. Media *Nutrient Agar* (NA)

Literatur: 6 gram NA dalam 300 ml aquadest

Membuat NA dalam 75 ml aquadest, maka dibutuhkan serbuk NA sebanyak:

$$\frac{6 \text{ g}}{300 \text{ ml}} = \frac{x}{75 \text{ ml}}$$

$$300 x = 6 \text{ g} \times 75$$

$$x = \frac{450 \text{ g}}{300} = 1,5 \text{ g}$$

2. Media *Brain Heart Infusion* (BHI)

Literatur: 11,1 gram BHI dalam 300 ml aquadest

Membuat BHI dalam 75 ml aquadest, maka dibutuhkan serbuk BHI sebanyak:

$$\frac{11,1 \text{ g}}{300 \text{ ml}} = \frac{x}{75 \text{ ml}}$$

$$300 x = 11,1 \text{ g} \times 75$$

$$x = \frac{832,5 \text{ g}}{300} = 2,78 \text{ g}$$

3. Media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

Literatur: 11,4 gram BHI dalam 300 ml aquadest

Membuat MHA dalam 300 ml aquadest maka membutuhkan 11,4 gram serbuk MHA

Lampiran 3. Hasil Diameter Zona Hambat Uji Antibakteri *Eco-enzyme*

No.	Sampel <i>Eco-Enzyme</i>	Diameter Daerah Hambat			Rata-Rata (mm)
		R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)	
1	Fermentasi 3 bulan	12,6	15,1	13,5	13,73
2	Fermentasi 4 bulan	13,4	23,1	16,7	17,73
3	Fermentasi 5 bulan	17,4	26,2	20,6	21,4
4	Aquadest	0	0	0	0

Lampiran 4. Hasil Analisis SPSS

Oneway

Test of Homogeneity of Variances

DIAMETER

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.651	3	8	.064

ANOVA

DIAMETER

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	786.943	3	262.314	22.926	.000
Within Groups	91.533	8	11.442		
Total	878.477	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DIAMETER

Bonferroni

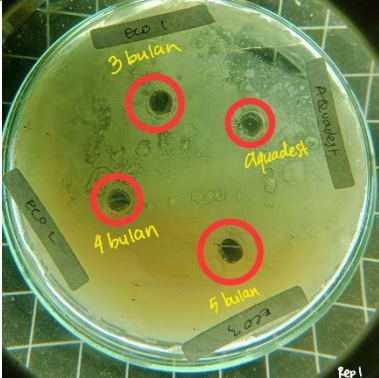
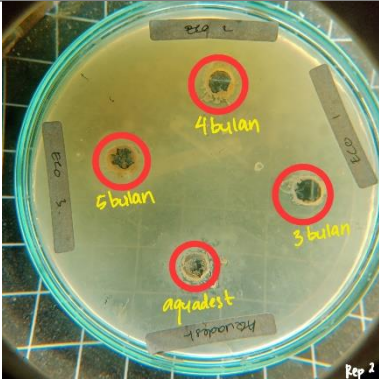

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
AQUADEST	3 BULAN	-13.73333*	2.76184	.007	-23.3415	-4.1252
	4 BULAN	-17.73333*	2.76184	.001	-27.3415	-8.1252
	5 BULAN	-21.40000*	2.76184	.000	-31.0081	-11.7919
3 BULAN	AQUADEST	13.73333*	2.76184	.007	4.1252	23.3415
	4 BULAN	-4.00000	2.76184	1.000	-13.6081	5.6081
	5 BULAN	-7.66667	2.76184	.144	-17.2748	1.9415
4 BULAN	AQUADEST	17.73333*	2.76184	.001	8.1252	27.3415
	3 BULAN	4.00000	2.76184	1.000	-5.6081	13.6081
	5 BULAN	-3.66667	2.76184	1.000	-13.2748	5.9415
5 BULAN	AQUADEST	21.40000*	2.76184	.000	11.7919	31.0081
	3 BULAN	7.66667	2.76184	.144	-1.9415	17.2748
	4 BULAN	3.66667	2.76184	1.000	-5.9415	13.2748

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 5. Dokumentasi *Eco-enzyme* dan Jamurnya setelah Fermentasi

Tampilan Samping	Keterangan
	3 Bulan
	4 Bulan
	5 Bulan

Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Uji Daya Hambat *Eco-enzyme*

Gambar	Keterangan
 A petri dish containing a yellowish agar medium. Four circular wells are visible, each surrounded by a red circle indicating an inhibition zone. The wells are labeled in yellow: '3 bulan' (top), '4 bulan' (left), '5 bulan' (bottom), and 'Aquadest' (right). There are also labels 'Eco 1' and '2.072' on the dish. A small 'Rep 1' label is in the bottom right corner.	Replikasi 1
 A petri dish containing a yellowish agar medium. Four circular wells are visible, each surrounded by a red circle indicating an inhibition zone. The wells are labeled in yellow: '4 bulan' (top), '5 bulan' (left), '3 bulan' (right), and 'Aquadest' (bottom). There are also labels 'Eco 1' and '2.072' on the dish. A small 'Rep 2' label is in the bottom right corner.	Replikasi 2
 A petri dish containing a yellowish agar medium. Four circular wells are visible, each surrounded by a red circle indicating an inhibition zone. The wells are labeled in yellow: '5 bulan' (top), 'Aquadest' (left), '4 bulan' (right), and '3 bulan' (bottom). There are also labels 'Eco 1' and '2.072' on the dish. A small 'Rep 3' label is in the bottom right corner.	Replikasi 3

Lampiran 7. Dokumentasi Proses Pembuatan *Eco-enzyme*

Menimbang 200 gram kulit buah pepaya



Menimbang 200 gram kulit buah semangka



Menimbang 100 gram kulit buah pisang



Menimbang 200 gram kulit buah melon



Menimbang 200 gram kulit buah nanas



Masukkan 3 liter air kedalam wadah secara bertahap



Masukkan 300 ml gula molase ke dalam wadah berisi air



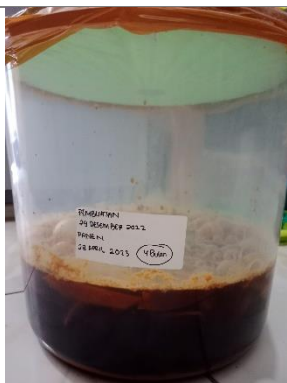
Tambahkan bahan organik dan sisa air maupun gula molase yang tersisa



Aduk perlahan hingga merata dan semua bahan organik terendam



Tutup wadah dengan plastik hitam agar kedap udara



Tutup kembali wadah dengan penutupnya dan lakban sekitar penutupnya, kemudian beri label yang berisi tanggal pembuatan, tanggal panen dan lama fermentasi

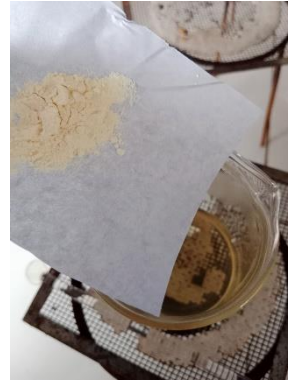


Setelah mencapai waktu panen, saring cairan *eco-enzyme* dan masukkan ke dalam wadah botol dan beri label kembali

Lampiran 8. Dokumentasi Proses Pembuatan Media dan Sterilisasi



Timbang 1,5 gram serbuk NA



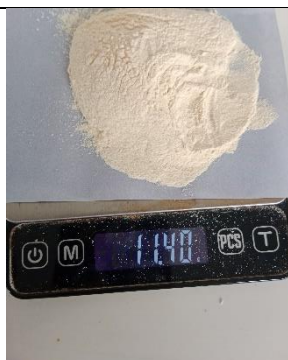
Larutkan serbuk NA kedalam 75 ml aquadest lalu dipanaskan, aduk hingga mendidih dan homogen



Timbang 2,78 gram serbuk BHI



Larutkan serbuk BHI kedalam 75 ml aquadest lalu dipanaskan, aduk hingga mendidih dan homogen



Timbang 11,4 gram serbuk MHA



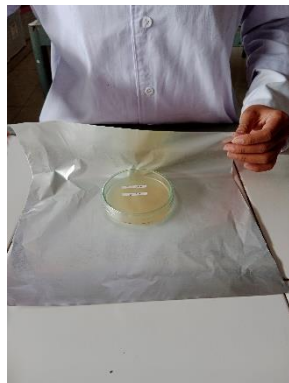
Larutkan serbuk MHA kedalam 300 ml aquadest lalu dipanaskan, aduk hingga mendidih dan homogen



Tuang media NA dan BHI yang telah mendidih kedalam tabung reaksi, lalu tutup menggunakan kapas yang dibalut kassa steril kemudian ditutup kembali dengan alumunium foil



Untuk media MHA yang telah jadi, di tuang kedalam cawan petri, lalu dinginkan sebentar hingga memadat



Tutup cawan petri berisi MHA yang telah memadat menggunakan alumunium foil hingga rapat



Masukkan 100ml aquadest kedalam *erlenmeyer* dan tutup menggunakan kapas yang dibalut kassa steril kemudian ditutup kembali dengan alumunium foil



Masukkan semua alat dan bahan yang akan digunakan kedalam autoclaf



Tutup rapat autoclaf dan sterilkan dengan suhu 121°C dan tekanan 1atm selama 15 menit



Dinginkan media NA pada kondisi miring di dalam enkas steril



Dinginkan media BHI yang telah jadi pada tabung reaksi



Dinginka media MHA yang telah jadi sebelum digunakan

Lampiran 9. Dokumentasi Proses Uji Daya Hambat Bakteri



Siapkan alat dan bahan



Celupkan kapas lidi steril pada BHI cair



Oleskan perlahan pada permukaan media MHA



Buat 4 sumuruan dengan *boor prop*



Aquadest steril sebagai kontrol negatif

Lampiran 10. Sertifikat Jurnal Publisher



Lampiran 11. Artikel

JUSTEK : JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/justek>
 ISSN 2620-5475
 Vol. 7, No. 1, Maret 2024, Hal. 92-100

Pengaruh Lama Fermentasi Bahan Organik Pada *Eco-Enzyme* Terhadap Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus*

¹Mutiara Nur Suci Febrianti, ²Inur Tivani, ³Susiyarti

^{1,2,3}Program Studi Diploma Tiga Farmasi, Politeknik Harapan Bersama Tegal, Indonesia
mutiaransf@gmail.com tiva.nie40@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Diterima : 03-02-2024
 Disetujui : 08-03-2024

Keywords:

Eco-enzyme;
Waktu Fermentasi;
Antibakteri;
Staphylococcus aureus.



ABSTRACT

Abstract: *Skin diseases are one of the most common most common health problems in Indonesia. One of the bacteria causing skin disease is Staphylococcus aureus. Eco-enzyme is an organic liquid resulting from the fermentation of organic waste, water and molasses sugar. This study aims to determine the effect of the length of fermentation of eco-enzyme organic material on the inhibitory activity activity and to find out the best fermentation time of eco-enzyme in inhibiting Staph bacteria. best in inhibiting Staphylococcus aureus bacteria. Research This research was conducted with a laboratory experimental approach using the simple random sampling method. Samples of eco-enzyme fermented for 3 months, 4 months and 5 months were tested for antibacterial activity against the growth of Staphylococcus aureus bacteria by the well diffusion method with aquadest as negative control. The results of the research data were analyzed statistically analyzed using One Way Anova test. Antibacterial test results of eco-enzyme that has been fermented for 3 months, 4 months, and 5 months inhibits the the growth of Staphylococcus aureus bacteria with an average inhibition zone of 13.73 mm, 17.73 mm, and 5 mm, respectively. 13.73 mm, 17.73 mm, and 21.4 mm, respectively. Based on this study, eco-enzyme fermentation time is proven to inhibit Staphylococcus aureus bacteria. aureus. Eco-enzyme that had the best bacterial inhibition was the eco-enzyme fermented with is eco-enzyme fermented for 5 months with an average inhibition zone of 21.4 mm. inhibition zone of 21.4 mm.*

Abstrak: Penyakit kulit menjadi salah satu dari berbagai masalah kesehatan yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Salah satu bakteri penyebab penyakit kulit adalah bakteri *Staphylococcus aureus*. *Eco-enzyme* merupakan cairan organik hasil fermentasi limbah organik, air dan gula molase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi bahan organik *eco-enzyme* terhadap aktivitas daya hambat yang dihasilkannya serta mengetahui waktu fermentasi *eco-enzyme* yang paling baik dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen laboratorium menggunakan metode *simple random sampling*. Sampel *eco-enzyme* yang di fermentasi selama 3 bulan, 4 bulan dan 5 bulan diuji aktivitas antibakterinya terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi sumuran dengan aquadest setril sebagai kontrol negatif. Hasil data penelitian dianalisis secara statistik menggunakan uji *One Way Anova*. Hasil uji antibakteri *eco-enzyme* yang telah difermentasi selama 3 bulan, 4 bulan, dan 5 bulan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan rata-rata zona hambat masing-masing 13,73 mm, 17,73 mm, dan 21,4 mm. Berdasarkan penelitian ini, waktu fermentasi *eco-enzyme* terbukti dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. *Eco-enzyme* yang memiliki daya hambat bakteri paling baik yaitu *eco-enzyme* yang difermentasi selama 5 bulan dengan rata-rata zona hambat sebesar 21,4 mm.



<https://doi.org/10.31764/justek.vxiY.777>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Masalah kesehatan yang paling banyak dijumpai di Indonesia salah satu diantaranya ialah penyakit kulit. Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia, kasus penyakit kulit di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 0,49 (49%) kasus per 10.000 penduduk, sedangkan angka masalah kesehatan kulit baru mencapai 4,2 kasus per 10.000 penduduk. Berdasarkan data tersebut, jika dibandingkan penelitian Septiani (2021) yang sudah mengklasifikasikan 15% prevalensi sebagai prevalensi tinggi, diketahui bahwa penyakit kulit masih penting dan perlu mendapat perhatian di Indonesia saat ini dan pencegahannya harus dilakukan baik tahap awal maupun dengan pengobatan khusus. Penyakit kulit yang dialami oleh masyarakat biasanya disebabkan oleh bakteri patogen *Staphylococcus aureus* yang berbentuk koagulase positif, sehingga berbeda dengan jenis lain (Kurniawati, 2017). Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menginfeksi manusia dengan berbagai penyakit kulit seperti jerawat, abses, kudis, panu, dan infeksi luka (Dewi et al., 2020; Rinella et al., 2020).

Dalam pengobatan penyakit kulit akibat infeksi biasanya menggunakan antibiotik (Hidayah et al., 2016). Pemberian obat antibakteri mempunyai dampak negatif apabila penggunaannya tidak terkontrol, yaitu berkembangnya resistensi bakteri. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu dari 12 bakteri yang tergolong sangat resisten terhadap obat (Angelica, 2013).

Resistensi bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap berbagai jenis antibiotik (Multi Drug Resistance) semakin banyak terjadi dan menjadi masalah yang serius (Widyastuti et al., 2018). Resistensi *Staphylococcus aureus* terutama terhadap beberapa antibiotik seperti levofloksasin 50%, vankomisin 40%, oksasilin 40%, klindamisin 50% (Tivani & Sari, 2021). Zat yang bersifat antibakteri dan dapat menggantikan antibiotik yang resisten, salah satunya adalah memberikan alternatif bahan antibakteri. Alternatif bahan antibakteri yang dapat digunakan misalnya eco-enzyme.

Eco-enzyme diperkenalkan pertama kali oleh pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand bernama Dr. Rosukon Poompanvong. Penelitian yang dilakukan beliau bertujuan untuk mengolah enzim yang ada pada limbah atau sampah organik menjadi pembersih organik, atau bahan pembersih rumah tangga (Yanti & Awalina, 2021). Eco-enzyme dibuat dari sampah organik seperti buah dan sayuran, dicampur dengan gula dan air, dan difermentasi selama minimal 3 bulan. Eco-enzyme termasuk larutan organik kompleks yang dibuat dengan memfermentasikan sampah organik segar dengan gula merah dan air (Rochyani et al., 2020). Bahan organik yang digunakan sebagai komponen utama dalam pembuatan eco-enzyme adalah limbah segar sisa kulit buah, ampas dari sayuran, serta buah yang masih segar. Ciri fisik eco-enzyme sempurna adalah warna coklat tua kekuningan dengan aroma asam yang kuat dan segar (Mahdia et al., 2022).

Eco-enzyme pada dasarnya adalah cairan multiguna yang dimanfaatkan diberbagai bidang yang meliputi rumah tangga, pertanian dan peternakan. Cairan eco-enzyme dapat mempercepat reaksi bio-kimia untuk menghasilkan enzim yang berguna dengan komponen utama limbah segar sisa kulit buah, ampas dari sayuran, serta buah.

Enzim alami terbentuk dari sampah dapur segar, seperti sisa sayuran dan kulit buah segar yang difermentasi. Kandungan asam organik pada enzim alami berupa asam laktat dan asam asetat yang baik untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Utami, 2020). Asam-asam organik eco-enzyme berasal dari proses metabolisme yang terjadi pada sayuran dan buah-buahan segar yang merupakan komponen utama dari eco-enzyme itu sendiri. Asam organik dalam larutan mampu menurunkan pH larutan sehingga dapat menghambat bakteri untuk bertahan hidup. Asam organik ini juga mampu menghambat potensial transmembrane dan transport substrat serta mengasamkan struktur seluler bakteri patogen salah satunya sitoplasma (Mastuti, 2022).

Penelitian tentang aktivitas antibakteri dalam eco-enzyme telah banyak dipelajari oleh para ahli. Fokus dari penelitian ini untuk membuktikan apakah waktu fermentasi berpengaruh terhadap penghambatan bakteri *Staphylococcus aureus*. Lama fermentasi ini penting untuk memberi informasi tentang eco-enzyme manakah yang memiliki daya hambat bakteri paling banyak untuk mencegah penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen *Staphylococcus aureus* penyebab penyakit kulit yang dialami oleh Masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, celah ini saya manfaatkan untuk mengetahui lebih jauh tentang daya hambat eco-enzyme pada bakteri *Staphylococcus aureus* berdasarkan lama waktu fermentasi yang sudah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi bahan organik eco-enzyme terhadap aktivitas daya hambat yang dihasilkannya serta mengetahui waktu fermentasi eco-enzyme yang paling baik dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian yang dilakukan dengan pendekatan eksperimen laboratorium menggunakan metode *simple random sampling*.

Pembuatan *Eco-enzyme*

Eco-enzyme dibuat dari bahan sisa sayuran dan buah beserta gula molase dan air. Takaran sisa sayur dan buah: molase: air ialah 3:1:10 (Mahdia et al., 2022). Wadah *eco-enzyme* kali ini memiliki kapasitas 13 liter, agar fermentasi aman dari ledakan karbondioksida yang dihasilkan *eco-enzyme* digunakan air 3 liter, gula molase 300 gram, dan bahan organik 900 gram. Bahan organik yang digunakan terdiri dari kulit nanas 200 gram, kulit papaya 200 gram, kulit melon 200 gram, kulit semangka 200 gram, dan kulit pisang 100 gram. Dibuat sebanyak 3 wadah dengan jangka waktu masing masing 3 bulan, 4 bulan dan 5 bulan fermentasi. Alat yang digunakan untuk pembuatan *eco-enzyme* ini diantaranya tiga wadah, timbangan, gelas ukur 1 liter, dan pengaduk kayu.

Pembuatan Media NA, BHI, dan MHA

Tahap awal yang perlu dilakukan yaitu menyiapkan media NA, BHI dan MHA instan dengan 6 gram untuk NA, 11,1 gram untuk BHI dan 11,4 gram untuk MHA.

Kemudian masing-masing media dilarutkan dengan 300 ml aquadest yang dipanaskan hingga mendidih dan homogen. Tahap selanjutnya pengecekan pH media dilakukan dengan menggunakan pH meter. Syarat pH yang baik untuk media yaitu 6,8 - 7,0. Tahap terakhir NA dan BHI dituangkan ke dalam tabung reaksi yang kemudian ditutup menggunakan kassa dan kapas, sedangkan MHA diletakkan dalam cawan petri dan ditutup rapat menggunakan aluminium foil. Ketiga media tersebut kemudian di sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Sebelum digunakan, media terlebih dahulu di inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Tivani et al., 2021).

Pembuatan Inokulum Bakteri

Pembuatan inokulum bakteri *Staphylococcus aureus* dilakukan sebelum pengujian antibakteri. Tahap pertama adalah pemindahan bakteri dari media induk ke media NA miring, kemudian di inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Berikutnya pemindahan bakteri dari NA miring ke dalam BHI cair menggunakan ose steril dan kembali di inkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu 37°C (Tivani et al., 2021).

Pengujian Antibakteri Eco-enzyme

Eco-enzyme yang telah dibuat kemudian diuji aktivitas antibakterinya menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* untuk mengetahui apakah waktu fermentasi *eco-enzyme* berpengaruh terhadap daya hambat bakteri. Penelitian ini menggunakan metode difusi sumuran sehingga tahap awal yang perlu dilakukan adalah menyiapkan bakteri dalam media BHI yang telah di inkubasi selama 2 x 24 jam dan media MHA yang telah di sterilkan dalam cawan petri. Siapkan kapas lidi steril untuk mengambil biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dalam media BHI cair yang kemudian di oleskan ke permukaan media MHA hingga rata menggunakan teknik goresan kuadran. Biarkan selama lima menit. Siapkan boor prop untuk membuat sumuran. Sterilkan terlebih dahulu dengan cara pemijaran selanjutnya lubangi media MHA yang telah diolesi bakteri sebanyak empat lubang sumuran. Empat lubang sumuran tersebut antara lain untuk Kontrol negative (aquadest steril), *eco-enzyme* fermentasi 3 bulan, *eco-enzyme* fermentasi 4 bulan, dan *eco-enzyme* fermentasi 5 bulan. Masing-masing sumuran diisi 25 µL dengan menggunakan mikropipet. Selanjutnya masing-masing perlakuan tersebut dibuat replikasi sebanyak tiga kali dan inkubasikan media MHA tersebut selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan *eco-enzyme* diambil dari limbah segar kulit buah nanas, papaya, melon, semangka, dan pisang kemudian diuji antibakterinya di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal. *Eco-enzyme* yang dibuat berdasarkan lama waktu fermentasinya yaitu 3 bulan, 4 bulan dan 5 bulan dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Hasil Fermentasi *Eco-enzyme*Gambar 2. Hasil Uji Antibakteri *Eco-enzyme*

Pada Gambar 2 hasil *eco-enzyme* di uji aktivitas antibakterinya pada bakteri *Staphylococcus aureus* menggunakan media *Mueller Hinton Agar* (MHA) sehingga mampu membentuk diameter zona hambat dalam pertumbuhan bakteri tersebut. Hasil uji dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat yang terbentuk pada Media MHA

No.	Sampel <i>Eco-Enzyme</i>	Diameter Daerah Hambat			Rata-Rata (mm)	Respon Hambatan Pertumbuhan
		R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)		
1	Fermentasi 3 bulan	12,6	15,1	13,5	13,73	Kuat
2	Fermentasi 4 bulan	13,4	23,1	16,7	17,73	Kuat
3	Fermentasi 5 bulan	17,4	26,2	20,6	21,4	Sangat kuat
4	Kontrol negatif	0	0	0	0	-

Dari Tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa masing-masing *eco-enzyme* yang di fermentasi dengan waktu berbeda membentuk zona hambat pada media MHA yang telah ditumbuhkan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Eco-enzyme* yang difermentasi selama 3 bulan memiliki rata-rata ukuran zona hambat sebesar 13,73 mm, *eco-enzyme* yang difermentasi selama 4 bulan sebesar 17,73 mm, dan *eco-enzyme* yang difermentasi selama 5 bulan sebesar 21,4 mm. Penilaian zona hambat menurut Susanto, Sudrajat dan Ruga (2012) diameter ≤ 5 mm dikategorikan lemah, 6-10 mm dikategorikan sedang, 11-20 mm dikategorikan kuat, dan ≥ 21 mm dikategorikan sangat kuat. Sehingga ketiga *eco-enzyme* tersebut termasuk kategori kuat karena memiliki rata-rata diameter zona hambat dalam rentang 11-20 mm. Dari ketiga *eco-enzyme* tersebut yang termasuk

kategori kuat ialah *eco-enzyme* yang difermentasi selama 3 bulan dan 4 bulan karena memiliki rata-rata diameter zona hambat dalam rentang 11-20 mm. Sedangkan yang termasuk kategori sangat kuat dari ketiga *eco-enzyme* tersebut dan membentuk zona hambat terbesar adalah *eco-enzyme* yang telah difermentasi selama 5 bulan. Hasil tersebut membuktikan bahwa semakin lama fermentasi *eco-enzyme*, semakin baik menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Proses fermentasi yang telah dalam pembuatan *eco-enzyme* memiliki aktivitas mikroba yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroba.

Berdasarkan data penelitian yang dihasilkan dari uji aktivitas antibakteri dilakukan uji statistik berupa uji One Way Anova, namun sebelum itu dilakukan uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan data berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Homogenity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.651	3	8	.064

Tabel 2 adalah hasil uji *Homogenity of Variances* yang menunjukkan bahwa nilai $p > 0,05$. Sehingga asumsi Anova terpenuhi atau variasi antar kelompok sama. Data tersebut memenuhi syarat parametrik sehingga selanjutnya dapat dilakukan analisis *One Way Anova*.

Tabel 3. Hasil Uji One Way Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	768.943	3	262.314	22.926	.000
Within Groups	91.533	8	11.442		
Total	878.477	11			

Berdasarkan Tabel 3 dalam hasil analisis *One Way Anova* terhadap kelompok sampel *eco-enzyme* yang dibedakan berdasarkan lama fermentasi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dapat disimpulkan bahwa ada perubahan konsentrasi pada aktivitas antibakteri *eco-enzyme* berdasarkan lama fermentasi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan taraf signifikan 0,006. Karena $p < 0,05$, maka terdapat perbedaan nilai antara rata-rata aktivitas daya hambat bakteri dengan lama waktu fermentasi *eco-enzyme*.

Hasil fermentasi *eco-enzyme* dapat dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembaban, dan pH. Suhu pada fermentasi *eco-enzyme* sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme serta produksi enzim yang dihasilkan oleh *eco-enzyme* (Sudarmadi, et al., 2017). Sehingga tempat penyimpanan *eco-enzyme* sebaiknya memiliki suhu yang stabil untuk menjaga kualitas *eco-enzyme* atau tidak terkena sinar matahari langsung. Menurut Rahayu dkk (2020) kelembaban dapat mempengaruhi berkembangnya mikroorganisme untuk menghasilkan enzim yang maksimal, sehingga diperlukan tempat penyimpanan dengan sirkulasi baik jauh dari tong sampah, tempat pembakaran maupun bahan-bahan kimia. Tingkat keaaman atau pH yang sesuai harus di perhatikan dalam proses fermentasi (Hapsari & Dewi, 2019).

Fermentasi terjadi karena karbohidrat diubah menjadi asam volatil, asam organik yang larut dalam bahan limbah membentuk senyawa fermentasi karena pH enzim

limbah bersifat asam. Enzim limbah asam dapat mereduksi dan menghambat patogen, sehingga enzim limbah memiliki kekuatan yang paling kuat. Keasaman limbah organik dapat membantu memisahkan enzim ekstraseluler dari limbah organik menjadi senyawa selama proses fermentasi. Proses fermentasi memecah glukosa menjadi asam piruvat. Dalam kondisi anaerobik, piruvat dekarboksilase memecah asam piruvat menjadi asetaldehida, setelah itu alkohol dehydrogenase mengubah asetaldehida menjadi etanol dan karboksil oksida. Bakteri *Acetobakter* akan mengubah alkohol menjadi asetaldehid dan air, yang kemudian diubah kembali menjadi asam asetat (Supriyani et al., 2020).

Faktor lain yang mempengaruhi hasil kualitas *eco-enzyme* ialah lama waktu fermentasi. Menurut Suwarta & Kristina (2018), lama waktu fermentasi *eco-enzyme* penting dalam menghasilkan mikroorganisme yang aktif secara optimal (Islami et al., 2023). Proses pembuatan *eco-enzyme* membutuhkan waktu minimal 3 bulan, selama bulan pertama setelah pembuatan, alkohol dilepas dari larutan sehingga tercium aroma alkohol dari larutan tersebut. Bulan kedua hingga ketiga aroma asam mulai timbul ketika asam asetat terbentuk bersama dengan banyak senyawa yang terurai membentuk enzim seperti mineral dan vitamin. Hasil akhir fermentasi *eco-enzyme* berupa residu yang dapat dimanfaatkan, misalnya sebagai zat antibakteri. Kandungan asam organik dalam *eco-enzyme* bermanfaat untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Asam organik dalam *eco-enzyme* ini adalah asam laktat dan asam asetat. Asam organik inilah yang semakin lama waktu fermentasi akan semakin banyak, sehingga dapat mempengaruhi konsentrasi larutan *eco-enzyme* yang terkandung. Kemudian asam organik juga berperan dalam penurunan pH larutan, sehingga bakteri sulit bertahan hidup dan mempengaruhi aktivitas daya hambat bakteri (Utami, 2020).

Enzim yang terkandung dalam hasil fermentasi *eco-enzyme* mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen karena enzim tersebut dapat mempercepat reaksi biokimia. Enzim-enzim tersebut antara lain amilase, tripsin dan lipase (Rochyani et al., 2020). Produk *eco-enzyme* memiliki banyak manfaat dalam hal kesehatan, kebersihan, pertanian dan lingkungan. Menurut Megah (2018), *eco-enzyme* dapat digunakan sebagai cairan pembersih misalnya untuk mencuci piring, lantai, pakaian, sebagai pengganti deterjen, sabun mandi, sampo dan dicampurkan dengan air mandi untuk desinfektan. Dalam bidang kesehatan *eco-enzyme* dapat digunakan untuk mengobati dan mencegah penyakit kulit. Bidang pertanian *eco-enzyme* digunakan sebagai pestisida dan pupuk organik. Keunggulan *eco-enzyme* dalam kaitannya dengan pelestarian lingkungan adalah meminimalisir pencemaran lingkungan yang menyebabkan pencemaran udara sekitar. Antimikroba dalam *eco-enzyme* dapat mencegah tumbuhnya mikroba pembusuk pada buah atau sayur dengan cara disemprotkan pada permukaan atau kulit buah dan sayuran (Utami, 2020).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil rata-rata diameter uji zona hambat bakteri bahan organik *eco-enzyme* dengan lama fermentasi 3 bulan, 4 bulan, dan 5 bulan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang telah dilaksanakan pada penelitian ini masing-masing yaitu 13,73 mm, 17,73 mm, dan 21,4 mm. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi bahan organik *eco-enzyme* berpengaruh terhadap penghambatan bakteri *Staphylococcus aureus*. Sedangkan waktu paling baik *eco-enzyme* dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dari hasil penelitian adalah 5 bulan dengan rata-rata diameter zona hambat bakteri sebesar 21,4 mm dan hasil tersebut termasuk kategori kuat.

Saran untuk penelitian ini perlu adanya kontrol positif untuk perbandingan hasil zona hambat bakteri sampel *eco-enzyme*. Pemilihan media yang tepat serta dengan kualitas unggul juga harus diperhatikan agar penelitian mendapatkan hasil yang akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Diploma III Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal yang telah memfasilitasi seluruh alat dan bahan yang digunakan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- Angelica, N. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & Th.Nees)) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Calyptra : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* 2 (2) : 1-8.
- Dewi, I. P., Orde, I. M., & Verawaty, V. (2020). Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(2), 105–112. <https://doi.org/10.33759/jrki.v2i2.84>
- Hapsari, R. F., & Dewi, S. P. 2019. *Eco enzyme* sebagai alternatif pupuk pertanian organik ramah lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1): 34-42.
- Hidayah, N., Mustikaningtyas, D., & Bintari, S. H. (2017). Aktivitas antibakteri infusa simplisia sargassum muticum terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Life Science*, 6(2), 49-54.
- Islami, S., Anggraini, D., & Deperiky, D. (2023). Inovasi Eco Enzyme Sebagai Solusi Ramah Lingkungan Di Nagari Lasi Kecamatan Canduang Kabupaten Agam. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 6(3), 228-242. <https://doi.org/10.25077/ih.v6i3.650>
- Kurniawati, E. (2017). Daya antibakteri ekstrak etanol tunas bambu apus terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*, 2(2), 193-199. <http://dx.doi.org/10.56710/wiyata.v2i2.60>
- Larasati, Destyana, Astuti Andari, M. E. (2020). Uji Organoleptik Produk *Ecoenzyme* dari Limbah Kulit Buah. Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2020, 278–283.
- Mahdia, A., Safitri, P. A., Setiarini, R. F., Maherani, V. F. A., Ahsani, M. N., Soenarno, M. S., Studi, P., Hasil, T., & Peternakan, F. (2022). Analisis Keefektifan Ekoenzim sebagai Pembersih Kandang Ayam dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus* sp.). *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(30), 42–46. <https://doi.org/10.29244/jiipthp.10.1.42-46>
- Mastuti, S. (2022). Potensi Bakteriosin pada Bakteri Asam Laktat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 25-30. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.650>
- Megah, Suswanto, dewi, Desi, Wilany, E. (2018). Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Digunakan Untuk Obat Dan Kebersihan. *Minda Baharu*, 2(1), 50–58.
- Rahayu, E. S., Hartatik, W., & Sari, R. N. 2020. *Eco enzyme* production from various agricultural wastes for sustainable agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 423(1): 012026.
- Rinella, I., Mustika, I., Surianti, C., & Chairunnisa, C. (2020). Uji Daya Hambat Perasan Lengkuas Merah (*Alpinia Purpurata*)(Vicill.)(K. Sch.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Health and Contemporary Technology Journal*, 1(1), 10-12.
- Rochyani, N., Utpalasari, R. L., & Dahliana, I. (2020). Analisis Hasil Konversi *Eco Enzyme* Menggunakan Nanas (*Ananas comosus*) Dan Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Redoks*, 5, 135–140. <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i2.5060>

- Septiani, U., Najmi, & Oktavia, R. (2021). Eco Enzyme : Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebajikan. *Jurnal Universitas Muhamadiyah Jakarta*, 02(1), 1-7
- Sudarmadji, S., Hadiyat, M. A., & Kresnowati, M. T. A. P. 2017. Pengembangan *eco enzyme* sebagai inovasi teknologi pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 2(1): 23-32.
- Supriyani, Astuti, A. P., Tri, E., & Maharani, W. (2020). Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah Dan Sayur. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2020*, 470-479.
- Susanto, Sudrajat D, Ruga R. Studi kandungan bahan aktif tumbuhan meranti merah (*Shorea leprosula* Miq) sebagai sumber senyawa antibakteri. *Mulawarman Scientific*. 2012;11(2):181-90.
- Suwarti, S., & Kristina, N. 2018. Pemanfaatan *eco enzyme* sebagai pupuk organik cair dalam mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian Agroindustri*, 6(2): 61-70.
- Tivani, I., & Sari, M. P. (2021). Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Nanas Madu dan Kulit Buah Pepaya terhadap *Staphylococcus aureus*. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 18(1), 45-53. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v18i1.8030>
- Tivani, I., Amananti, W., Putri, A. R., No, J. M., & Indonesia, K. T. J. T. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Handwash Ekstrak Daun Turi (*Sesbania Grandiflora* L) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 7(1), 86-91. <https://doi.org/10.51352/jim.v7i1.426>
- Utami, Millenia, astuti, A. (2020). Manfaat Ekoenzim Dari Limbah Organik Rumah Tangga Angga Sebagai Pengawet Buah Tomat Cherry. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS*, 380- 392.
- Widyastuti, R. E., Prabandari, S., & Berlian, A. A. (2018). Gambaran Penggunaan Obat Antibiotik Amoxicillin 500mg dan Cefadroxil 500mg Di Puskesmas Patimuan Kabupaten Cilacap 1,2 (pp. 1-6). pp. 1-6. Tegal: Politeknik Harapan Bersama.
- Yanti, D., & Awalina, R. (2021). Sosialisasi dan pelatihan pengolahan sampah organik menjadi Eco-Enzyme. *Warta Pengabdian Andalas*, 28(2), 84-90. <https://doi.org/10.25077/iwa.28.2.84-90.2021>

Lampiran 12. Biodata Mahasiswa**BIODATA MAHASISWA**

Nama : Mutiara Nur Suci Febrianti
NIM : 21080080
Jenis Kelamin : P
TTL : Jakarta, 9 Februari 2003
Alamat : Mangkukusuman No. 15 RT 05/RW 02, Tegal Timur, Kota Tegal
No. HP : 089502095821

RIWAYAT PENDIDIKAN
SD : MI Assalafiyah Kota Tegal
SMP : SMP N 2 Tegal
SMA : SMA N 1 Tegal
DIPLOMA III : Politeknik Harapan Bersama Tegal

ORANG TUA
Ayah : Ali Mustofa
Ibu : Elyta Eparlina
Pekerjaan Ibu : Guru MI
Alamat : Mangkukusuman No. 15 RT 05/RW 02, Tegal Timur, Kota Tegal

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Lama Fermentasi Bahan Organik pada *Eco-enzyme* terhadap Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus*

Tegal, 23 April 2024
Mahasiswa,



Mutiara Nur Suci Febrianti
NIM. 21080080