

**ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS
PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN BAKTERI
ESCHERICHIA COLI DAN *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*
OLEH *ECO-ENZYME* DAN PEMBERSIH LANTAI
KOMERSIAL**

KARYA ILMIAH

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Kelulusan



Disusun oleh:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. 29783 Annabelle Cleavera Wibowo | XII MIPA 1 / 01 |
| 2. 29806 Bryan Hoinanda Shaun | XII MIPA 1 / 03 |
| 3. 30082 Michael Lee Hartanto | XII MIPA 1 / 23 |
| 4. 30095 Nathaneal Deaven Sentosa | XII MIPA 1 / 27 |
| 5. 30117 Patricia Shereen Kalena Nuralim | XII MIPA 1 / 29 |
| 6. 30151 Stanley Evan Jang | XII MIPA 1 / 32 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2025**

**ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS
PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN BAKTERI
ESCHERICHIA COLI DAN *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*
OLEH *ECO-ENZYME* DAN PEMBERSIH LANTAI
KOMERSIAL**

KARYA ILMIAH

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Kelulusan



Disusun oleh:

7. 29783 Annabelle Cleavera Wibowo	XII MIPA 1 / 01
8. 29806 Bryan Hoinanda Shaun	XII MIPA 1 / 03
9. 30082 Michael Lee Hartanto	XII MIPA 1 / 23
10.30095 Nathaneal Deaven Sentosa	XII MIPA 1 / 27
11.30117 Patricia Shereen Kalena Nuralim	XII MIPA 1 / 29
12.30151 Stanley Evan Jang	XII MIPA 1 / 32

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PROPOSAL KARYA ILMIAH

Judul : Analisis Perbandingan Efektivitas Penghambatan Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Staphylococcus Aureus* Oleh *Eco-Enzyme* Dan Pembersih Lantai Komersial

Penyusun :

1.	29783	Annabelle Cleavera Wibowo	XII MIPA 1/01
2.	29806	Bryan Hoinanda Shaun	XII MIPA 1/03
3.	30082	Michael Lee Hartanto	XII MIPA 1/23
4.	30095	Nathaneal Deaven Sentosa	XII MIPA 1/27
5.	30117	Patricia Shereen Kalena Nuralim	XII MIPA 1/29
6.	30151	Stanley Evan Jang	XII MIPA 1/32

Pembimbing I : F. Asisi Subono, S,Si., M.Kes.

Pembimbing II : Dahlia Adiati, S.Pd.

Tanggal Presentasi : 3 Februari 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

F. Asisi Subono, S,Si., M.Kes.

Dahlia Adiati, S.Pd.

Mengetahui,

Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya

Dra. Sri Wahjoeni Hadi S.

ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIVITAS *ECO-ENZYME* SEBAGAI PEMBERSIH LANTAI ANTI BAKTERI DENGAN PEMBERSIH LANTAI KOMERSIAL BERDASARKAN PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN BAKTERI

ABSTRAK

Hartanto, M.L., Jang, S.E., Nuralim, P.S.K., Sentosa, N.D., Shaun, B.H., Wibowo, A.C. SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya. (2025). Analisis Perbandingan Efektivitas Penghambatan Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Staphylococcus Aureus* Oleh *Eco-Enzyme* Dan Pembersih Lantai Komersial.

Penumpukan sampah makanan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menyebabkan proses dekomposisi anaerobik yang membentuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), serta gas rumah kaca yang berbahaya lainnya. *Eco-enzyme* merupakan solusi dalam pengelolaan sampah rumah tangga kulit buah menjadi produk bermanfaat seperti pembersih lantai anti bakteri yang ramah lingkungan. Penelitian ini menganalisis efektivitas *eco-enzyme* sebagai pembersih lantai anti bakteri dengan pembersih lantai komersial sebagai perbandingan. Setelah studi pustaka, penelitian ini dilakukan dengan mengukur zona hambat *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram. Untuk menguji hipotesis, analisis data menggunakan Uji-T independen menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas penghambatan pertumbuhan bakteri antara pembersih lantai *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *eco-enzyme* terbukti bersifat anti bakteri, namun memiliki respon hambat pertumbuhan bakteri yang tergolong lemah, dengan diameter zona hambat sebesar $0,134 \pm 0,047$ cm untuk *E. coli* dan $0,35 \pm 0,118$ cm untuk *S. aureus*. Sedangkan, pembersih lantai komersial memiliki respon hambat pertumbuhan bakteri dengan rentang sedang hingga sangat kuat, dengan diameter zona hambat sebesar $0,80 \pm 0,082$ cm pada *E. coli* dan $2,28 \pm 0,340$ cm pada *S. aureus*. Diharapkan penelitian *eco-enzyme* sebagai pembersih lantai anti bakteri dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menguji bakteri lain, mengoptimalkan fermentasi *eco-enzyme*, menguji konsentrasi *eco-enzyme*, dan dibandingkan dengan lebih banyak pembersih komersial lainnya.

Kata Kunci: *Eco-enzyme*, anti bakteri, pembersih lantai, difusi cakram

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkat, dan penyertaan-Nya dalam pembuatan laporan dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan kelulusan sehingga dapat berjalan dengan lancar. Pertama-tama, kami hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya dan Pelindung kegiatan ini
2. Yohanna Murniasih, Sp.Pd., selaku Wali Kelas XII MIPA 1
3. F. Asisi Subono, S.Si., M.Kes., selaku Asisten Kepala Sekolah, Pembimbing I, dan guru mata pelajaran Biologi
4. Dahlia Adiati, S.Pd., selaku Wakasek Kurikulum, Pembimbing II, dan guru mata pelajaran Matematika
5. Orang tua dan teman-teman kelas XII MIPA 1 SMA Katolik St. Louis 1 yang telah mendukung dalam penyusunan karya ilmiah ini

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan laporan ini, terutama kepada pembimbing dan teman-teman yang telah memberikan masukan berharga. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam pengelolaan sampah serta upaya pelestarian lingkungan.

Surabaya, 2 Desember 2024

Penyusun,

Ketua Kelompok

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PROPOSAL KARYA ILMIAH.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Hipotesis.....	3
D. Tujuan Penulisan.....	4
E. Manfaat Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Sampah.....	5
1. Pengertian Sampah.....	5
2. Jenis Sampah.....	5
B. Fermentasi.....	7
C. Eco-enzyme.....	8
D. Pembersih Lantai.....	11
E. Bakteri.....	11
1. Staphylococcus aureus.....	11

2. Escherichia coli.....	13
3. Inokulasi Bakteri.....	14
F. Difusi Cakram.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
C. Langkah-langkah Pembuatan Produk Penelitian.....	19
D. Langkah-langkah Penelitian.....	20
1. Perlakuan Penelitian.....	20
2. Pengamatan.....	22
E. Tahapan Penelitian (Diagram Air Penelitian).....	23
F. Metode Pengumpulan Data.....	23
1. Studi Pustaka.....	23
2. Observasi.....	23
G. Variabel Penelitian.....	24
1. Variabel Bebas.....	24
2. Variabel Terikat.....	24
3. Variabel Kontrol.....	24
H. Teknik Analisis Data.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Hasil Penelititan.....	27
1. Hasil Uji-T independen diameter zona hambat eco-enzyme dan pembersih lantai komersial pada E. coli.....	28
2. Hasil Uji-T independen diameter zona hambat eco-enzyme dan pembersih lantai komersial pada S. aureus.....	29
B. Pembahasan.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32

A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.E.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	13
Gambar II.E.2. <i>Escherichia coli</i>	14
Gambar II.E.3.a.i. <i>Nutrient Agar</i>	15
Gambar II.E.3.a.ii. <i>Nutrient Broth</i>	16
Gambar III.D.2. Diameter Zona Hambat.....	22

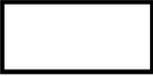
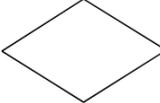
DAFTAR TABEL

Tabel II.C. Fungsi dan Aplikasi Eco-enzyme.....	9
Tabel II.C. Lanjutan.....	10
Tabel IV.A.1. Diameter zona hambat pembersih lantai EE dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	27
Tabel IV.A.2. Respon Hambat Pertumbuhan pembersih lantai EE dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	28

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
C_2H_5OH	Etanol
$C_6H_{12}O_6$	Glukosa
CO_2	Karbon dioksida
EE	<i>Eco-enzyme</i>
H_2O	Air
O_2	Oksigen
pH	<i>potential of hydrogen</i>

DAFTAR SIMBOL

	<p><i>Startpoint</i> Menggambarkan permulaan dari sebuah sistem yang akan dikerjakan, biasanya terletak pada pojok kiri atas.</p>
	<p><i>Endpoint</i> Menggambarkan akhir dari sebuah sistem.</p>
	<p><i>Association</i> Menggambarkan hubungan antara <i>initial no deactivities</i> <i>fork decision point</i> dan <i>activity final node</i> sebuah sistem.</p>
	<p><i>Activity</i> Menggambarkan aktivitas yang dilakukan pada sistem.</p>
	<p><i>Fork</i> Menggambarkan sebuah activity yang berjalan secara bersamaan, biasanya mempunyai 1 transisi masuk dan dua atau lebih transisi keluar atau bisa lebih dari satu transisi masuk dan hanya satu transisi keluar.</p>
	<p><i>DecisionPoint</i> Menggambarkan hubungan transisi sebuah garis dari atau ke <i>decisionpoint</i>.</p>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Konsultasi Pembuatan Karya Tulis.....	40
Lampiran 2. Diagram Air Penelitian.....	40
Lampiran 3. Tabel Uji-T Statistik.....	41
Lampiran 4. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri E. coli oleh EE.....	41
Lampiran 5. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri E. coli oleh Pembersih Lantai Komersial.....	41
Lampiran 6. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri S. aureus oleh EE.....	42
Lampiran 7. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri S. aureus oleh Pembersih Lantai Komersial.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampah organik merupakan materi apa pun yang berasal dari tumbuhan atau hewan, dan dapat diurai oleh mikroorganisme (*biodegradable*) menjadi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan molekul organik sederhana, atau terdiri dari sisa-sisa, residu, atau produk limbah organisme apa pun (M. Contreras et al., 2020). Sampah organik terdiri dari beberapa jenis, yaitu sampah makanan, sampah kertas, sampah kayu, sampah tekstil, kotoran hewan, dan sampah taman. Semua jenis sampah organik tersebut akan mengalami dekomposisi baik secara aerobik, yaitu dengan oksigen, maupun anaerobik, yaitu tanpa oksigen. Dekomposisi aerobik menghasilkan karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), dan sedikit panas. Sedangkan, dekomposisi anaerobik menghasilkan metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), dan terkadang gas-gas berbahaya lainnya.

Menurut laporan Food Waste Index 2024 dari United Nations Environment Program (UNEP), terdapat 1,05 miliar ton sampah makanan secara global pada tahun 2022. Dari total sampah makanan, 60 persen terjadi di tingkat rumah tangga. Laporan tersebut juga melaporkan bahwa Indonesia menjadi negara penyumbang sampah makanan terbesar ke-8 di dunia dengan 14,73 juta ton/tahun. Hal ini terbukti dari banyaknya Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau *landfill* yang sudah melebihi kapasitas daya tampungnya. Ketika sampah menumpuk di TPA dan tidak

mendapatkan pasokan udara atau oksigen, proses dekomposisi yang terjadi menjadi anaerobik. Hal ini menyebabkan terbentuknya metana, gas rumah kaca yang jauh lebih kuat menangkap panas di atmosfer per molekul daripada karbon dioksida. Bahkan, metana telah bertanggung jawab atas sekitar 30% pemanasan global sejak era pra-industri.

Terdapat banyak solusi untuk mengatasi masalah sampah makanan dan gas metana tersebut, salah satunya adalah dengan mengolahnya menjadi *eco-enzyme* melalui proses fermentasi. *Eco-enzyme* yang dihasilkan dari sampah organik, seperti kulit buah, memiliki banyak manfaat, termasuk sebagai bahan baku ramah lingkungan untuk pembuatan produk-produk pembersih, seperti pembersih lantai. Menggunakan *eco-enzyme* sebagai bahan dasar pembersih lantai tidak hanya membantu mengurangi jumlah sampah organik, tetapi juga dapat menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan produk kimia sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas *eco-enzyme* sebagai pembersih lantai dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa ukuran zona hambat *Eco-enzyme* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada media agar?
2. Berapa ukuran zona hambat pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada media agar?
3. Bagaimana perbandingan respon hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial?

C. Hipotesis

1. Hipotesis untuk *E. coli*
 - a. Hipotesis Nol (H_0): Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada efektivitas penghambatan pertumbuhan *E. coli* antara pembersih lantai *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial.
 - b. Hipotesis Alternatif (H_1): Terdapat perbedaan yang signifikan pada efektivitas penghambatan pertumbuhan *E. coli* antara pembersih lantai *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial.

2. Hipotesis untuk *S. aureus*

- a. Hipotesis Nol (H_0): Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada efektivitas penghambatan pertumbuhan *S. aureus* antara pembersih lantai *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial.
- b. Hipotesis Alternatif (H_1): Terdapat perbedaan yang signifikan pada efektivitas penghambatan pertumbuhan *S. aureus* antara pembersih lantai *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial.

D. Tujuan Penulisan

Dari rumusan masalah di atas dapat disimpulkan tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui efektivitas pembersih lantai *Eco-enzyme* dalam menghambat pertumbuhan bakteri.
2. Mengetahui efektivitas pembersih lantai komersial dalam menghambat pertumbuhan bakteri.
3. Membandingkan pembersih lantai *Eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial berdasarkan ukuran zona hambat yang terbentuk pada media pertumbuhan bakteri.

E. Manfaat Penulisan

Dari tujuan penelitian di atas dapat disimpulkan manfaat penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui efektivitas *Eco-enzyme* sebagai pembersih lantai anti bakteri.
2. Mendorong pemanfaatan *Eco-enzyme* sebagai pembersih lantai dalam kehidupan sehari-hari.
3. Memahami tentang penggunaan *Eco-enzyme* untuk penghambatan pertumbuhan bakteri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sampah

1. Pengertian Sampah

Menurut World Health Organization (WHO) sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2007). Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 menyatakan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau dari proses alam yang berbentuk padat (RI, 2008). Sampah adalah barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi bagi sebagian orang masih bisa dipakai jika dikelola dengan prosedur yang benar (Nugroho, 2013).

2. Jenis Sampah

Berdasarkan sifatnya, sampah terbagi menjadi dua jenis yaitu:

a. Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai. Sampah

organik bisa dibagi lagi menjadi tiga jenis, yaitu sampah organik kering dan basah.

Jenis sampah organik kering memiliki kandungan air yang sedikit hingga tidak ada, contohnya adalah ranting pohon, dedaunan kering, tulang belulang, dsb.

Jenis sampah organik basah memiliki kandungan air yang cukup tinggi, membuatnya lebih cepat membusuk dan dapat terurai lebih cepat dibandingkan sampah kering. Contoh sampah organik basah adalah sisa sayuran, buah-buahan, dsb.

b. Sampah Anorganik

Sampah Anorganik adalah sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya. Beberapa sampah anorganik yang dapat dijual adalah plastik wadah pembungkus makanan, botol dan gelas bekas minuman, kaleng, kaca, dan kertas.

B. Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan kimia pada substrat organik yang terjadi melalui aktivitas enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur, dalam kondisi tertentu, baik aerob maupun anaerob (Suprihatin, 2010). Proses ini memerlukan *starter*, yaitu mikroorganisme yang ditumbuhkan pada substrat. *Starter* adalah populasi mikroba dengan jumlah dan kondisi fisiologis tertentu yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2011).

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan tidak melibatkan penambahan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, sementara fermentasi tidak spontan melibatkan penambahan *starter* atau ragi selama proses. Dalam proses fermentasi, mikroorganisme berkembang biak dan aktif mengubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi yang optimal bergantung pada jenis organisme yang digunakan (Sulistyaningrum, 2008). Hidayat dan Suhartini (2013) juga menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi antara lain suhu, pH awal fermentasi, inokulum, substrat, serta kandungan nutrisi dalam media.

C. *Eco-enzyme*

Eco-enzyme adalah hasil biokonversi limbah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fermentasi sampah organik menggunakan substrat gula atau molase sehingga menghasilkan alkohol, asam asetat, asam laktat, dan beberapa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai anti bakteri (Rohmah et al., 2020; Ramadani et al., 2022). Prinsip dasar pembuatan *eco-enzyme* mirip dengan proses pembuatan kompos, dengan tambahan air sebagai media pertumbuhan, sehingga menghasilkan produk akhir dalam bentuk cair yang lebih mudah digunakan dan memiliki berbagai manfaat (Junaidi et al., 2021). Selama proses fermentasi, gula ($C_6H_{12}O_6$) yang terkandung dalam bahan organik akan diubah menjadi etanol (C_2H_5OH) dan karbon dioksida (CO_2) melalui reaksi kimia:



Keunggulan *eco-enzyme* dibandingkan dengan kompos terletak pada kemudahan proses pembuatan yang tidak memerlukan lahan luas atau bak komposter khusus. Proses fermentasi *eco-enzyme* dapat dilakukan dalam wadah sederhana berupa plastik yang dilengkapi dengan tutup rapat sehingga lebih praktis untuk diterapkan dalam berbagai skala. *Eco-enzyme* umumnya terbuat dari sisa bahan organik seperti kulit buah (misalnya kulit pisang dan kulit nanas), serta sisa sayuran seperti kol, sawi putih, dan batang kangkung, yang memiliki nilai guna tinggi dalam mendukung keberlanjutan dan pengelolaan sampah organik (Nurhamidah et al., 2021).

Eco-enzyme dapat diformulasikan menjadi berbagai produk bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut.

Tabel II.C. Fungsi dan Aplikasi Eco-enzyme

No.	Fungsi	Aplikasi
1.	Pembersih Alami	digunakan untuk membersihkan permukaan seperti lantai, kaca, dan peralatan dapur secara alami, tanpa bahan kimia berbahaya.
2.	Penghilang Bau	Berfungsi untuk menghilangkan bau tak sedap, terutama pada dapur, kamar mandi, dan tempat sampah.
3.	Antibakteri dan Antifungal	Memiliki sifat antibakteri dan antifungal yang dapat membunuh kuman dan jamur secara alami, sehingga membantu menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan.

Tabel II.C. Lanjutan

4.	Pestisida Alami	Dalam pertanian, <i>eco-enzyme</i> dapat digunakan sebagai pestisida alami untuk mengendalikan hama tanpa merusak lingkungan dan organisme non-target.
5.	Pemeliharaan Tanaman	Dapat digunakan untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan kesehatan tanaman dengan cara merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah yang bermanfaat.
6.	Bahan Pembuatan Sabun	Sebagai bahan tambahan dalam pembuatan sabun natural, <i>eco-enzyme</i> meningkatkan sifat pembersihan sabun, membuatnya lebih lembut dan ramah lingkungan.
7.	Pengelolaan Sampah Organik	Membantu mendaur ulang sampah organik (seperti kulit buah dan sayuran) menjadi produk yang bermanfaat, mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir.

D. Pembersih Lantai

Produk pembersih lantai merupakan produk cairan yang digunakan untuk membersihkan dan menghilangkan bau pada lantai (Ramadhani, 2020). Pembersih lantai mengandung berbagai macam komposisi antara lain zat disinfektan, air, pewarna, dan pewangi. Produk pembersih lantai bertujuan untuk membunuh mikroorganisme pada lantai.

Produk ini umumnya mengandung surfaktan, disinfektan, dan pewangi yang berfungsi meningkatkan efektivitas pembersihan serta memberikan aroma yang menyegarkan setelah digunakan (Widodo, 2015). Surfaktan bekerja dengan menurunkan tegangan permukaan air sehingga kotoran lebih mudah terangkat, sedangkan disinfektan membunuh bakteri, virus, dan jamur yang dapat berkembang di lantai, terutama di area lembab seperti kamar mandi dan dapur (Rahmawati, 2018).

E. Bakteri

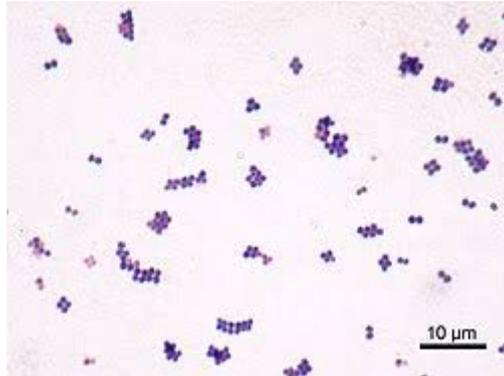
Bakteri merupakan salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja (Jawetz et al., 2004).

1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri berbentuk bulat atau lonjong dan memiliki diameter sebesar 0.8-0.9 μm . Bakteri ini termasuk dalam jenis bakteri yang tidak bergerak (non-motil), tidak memiliki simpai dan spora (Gupte, 1990). Bakteri *Staphylococcus*

aureus (*S.aureus*) merupakan suatu bakteri yang dijumpai sebagai flora di kulit dan hidung. Pada manusia, kolonisasi bakteri ini paling banyak di hidung walaupun juga ada di bagian tubuh yang lain. Dua puluh persen dari populasi hampir selalu dijumpai kolonisasi dari bakteri ini. Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu penyebab terbanyak infeksi di kulit (Noorhamdani, 2018).

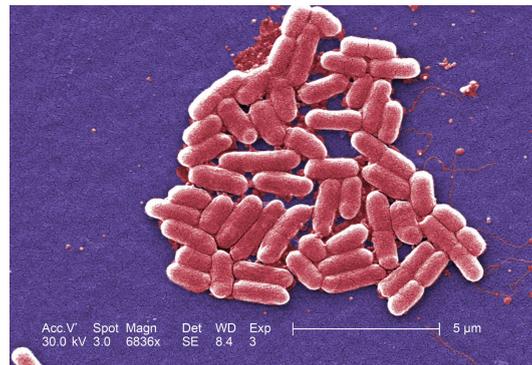
Staphylococcus aureus termasuk bakteri Gram-positif berbentuk kokus yang merupakan bagian dari flora normal manusia pada kulit dan mukosa. Patogen oportunistik ini adalah anaerob fakultatif yang sangat tangguh yang dapat bertahan hidup dalam kondisi ekstrem, tumbuh subur di lingkungan yang cukup asam (pH 4–6) dan pada suhu sekitar 37°C. Bakteri ini sangat resistan terhadap antibiotik, seperti methicillin dan antibiotik β -laktam, dan dapat menyebabkan berbagai macam infeksi termasuk infeksi saluran pernapasan, jaringan lunak, dan epidermis (Cohen & Kurzrock, 2004). Selain pada kulit manusia, *Staphylococcus aureus* dapat bertahan hidup di lantai yang terbuat dari bahan seperti vinil, porselen, dan kayu (Gupta M. et al., 2017).



Gambar II.E.1. *Staphylococcus aureus*

2. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri *coliform* yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan merupakan flora alami pada usus mamalia (Yang dan Wang 2014). Bakteri ini diketahui dapat bertahan hidup di berbagai permukaan dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk pada permukaan lantai (Williams et al., 2008).



Gambar II.E.2. Escherichia coli

3. Inokulasi Bakteri

Penanaman bakteri atau inokulasi bakteri adalah suatu metode pembiakan bakteri dengan menggunakan media universal atau selektif yang dilakukan dengan proses pemindahan biakan murni ke medium baru untuk menumbuh atau memperbanyak kultur murni dan inokulasi dilakukan dalam kondisi aseptik, yakni kondisi dimana semua alat yang ada dalam hubungannya dengan medium dan pengerjaan, dijaga agar tetap steril untuk menghindari terjadinya kontaminasi (Putri et al., 2017). Inokulasi bakteri dilakukan untuk peremajaan kultur murni, pengujian aktivitas antibakteri, atau tujuan lain yang memerlukan pengamatan terhadap perilaku bakteri dalam kondisi tertentu.

a. Media

i. *Nutrient Agar* (NA)



Gambar II.E.3.a.i. Nutrient Agar

Nutrient Agar merupakan media semi alami yang digunakan sebagai media universal pertumbuhan sebagian besar jenis bakteri (Rossita et al., 2017). Media NA juga dapat digunakan sebagai media uji sensitivitas bakteri (Yuliana, 2012). Komposisi yang terpenting dalam media NA adalah karbohidrat dan pepton yang berasal dari ekstrak daging sebagai sumber glukosa dan asam amino serta paling umum digunakan untuk menumbuhkan bakteri (Thohari et al., 2019).

ii. *Nutrient Broth* (NB)



Gambar II.E.3.a.ii. Nutrient Broth

Nutrient Broth (NB) adalah salah satu media yang berbentuk cair yang biasanya digunakan untuk menumbuhkan suatu bakteri. *Nutrient Broth* disubstansikan dari sumber karbon dan nitrogen sehingga kesediaan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri dapat terpenuhi. *Nutrient Broth* yang tersusun dari *beef extract* sebagai sumber karbon serta pepton yang digunakan sebagai sumber nitrogen (Wahyuningsih dan Zulaika, 2018).

F. Difusi Cakram

Metode difusi cakram merupakan pengukuran daerah zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang digunakan untuk mengetahui aktivitas antimikroba (Intan et al., 2021). Area atau zona bening di sekitar

kertas cakram diamati untuk menunjukkan ada tidaknya pertumbuhan mikroba. Diameter area atau zona bening sebanding dengan jumlah mikroba uji yang ditambahkan pada kertas cakram (Bonang, 1992). Kelebihan dari metode cakram yaitu dapat dilakukan pengujian dengan lebih cepat pada penyiapan cakram (Listari, 2009)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada:

1. Hari/Tanggal : Kamis/30 Januari 2025 - Jumat/31 Januari 2025

Pukul : 15.00-17.00 WIB

Tempat : Laboratorium Bioproses Teknologi Universitas

Katolik Widya Mandala Surabaya, Jalan Kalijudan

No.37, Pacar Kembang, Kec. Tambaksari, Surabaya,

Jawa Timur 60114

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat:

1. Wadah dengan penutup rapat
2. Timbangan
3. Saringan
4. Sendok
5. Cawan Petri
6. Inkubator
7. Cakram difusi
8. Tabung reaksi
9. Penggaris

10. Loop inokulasi
11. Oven
12. Pembakar bunsen
13. Korek api
14. *Sterile cotton swab*
15. Pinset

Bahan:

1. Kulit buah
2. *Aquades*
3. Molase
4. Pembersih lantai komersial
5. Media pertumbuhan *Nutrient Agar* (NA)
6. Media kultur *Nutrient Broth* (NB)
7. Biakan murni bakteri patogen *Staphylococcus aureus*
8. Biakan murni bakteri patogen *Escherichia coli*
9. Etanol

C. Langkah-langkah Pembuatan Produk Penelitian

1. Pembuatan *eco-enzyme*
 - a. Siapkan kulit buah dan sayuran, gula merah, dan *aquades*.
 - b. Selanjutnya dilakukan pencampuran bahan dengan perbandingan 1:3:10 dimana gula merah (1 bagian), sampah organik (3 bagian), dan *aquades* (10 bagian).

- c. Kemudian larutkan gula merah di dalam *aquades*.
- d. Setelah itu, masukkan campuran ke dalam wadah dengan penutup rapat.
- e. Letakkan di tempat yang sejuk, kering, dan tidak terkena sinar matahari langsung.
- f. Dilanjutkan dengan proses fermentasi selama 3 bulan.
- g. Pada minggu pertama, buka tutup wadah setiap hari untuk mengeluarkan gas.
- h. Setelah proses fermentasi, maka *eco-enzyme* sudah siap digunakan.

D. Langkah-langkah Penelitian

1. Perlakuan Penelitian

- a. Kultur Bakteri:
 - i. Ambil tabung reaksi bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang sudah diremajakan dalam media NA.
 - ii. Sterilkan loop inokulasi dan mulut tabung reaksi dengan pembakar bunsen.
 - iii. Pindahkan kedua bakteri dari media NA ke tabung reaksi media NB yang sudah dilabeli menggunakan loop inokulasi dengan teknik aseptik.
 - iv. Inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dalam inkubator.

b. Tahapan Pengujian

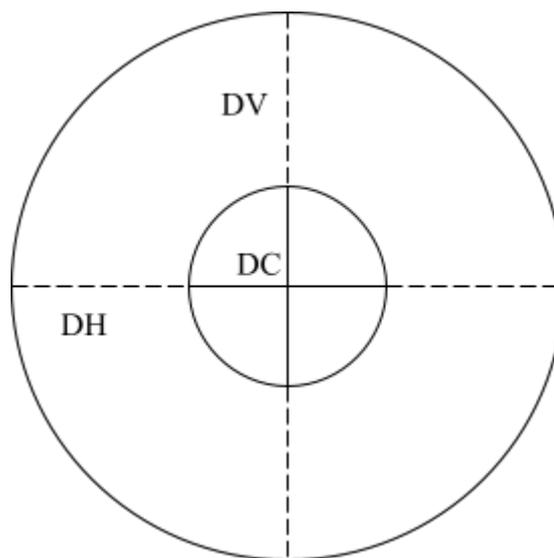
- i. Suspensikan 8 gram NA dalam 1 liter air demineralisasi.
- ii. Tuangkan media NA steril ke dalam cawan petri steril, kemudian autoclave 15 menit, 121°C.
- iii. Celupkan *cotton swab* ke dalam tabung reaksi NB yang sudah dikultur *S. aureus* menggunakan teknik aseptik.
- iv. Goreskan *cotton swab* pada agar di cawan petri secara merata.
- v. Lakukan sebanyak 6 kali, kemudian lakukan hal yang sama pada kultur *E. coli*.
- vi. Tuangkan sampel EE dan pembersih lantai komersial ke dua cawan petri yang berbeda.
- vii. Rendam 6 kertas cakram di masing-masing sampel selama 15 menit.
- viii. Letakkan satu kertas cakram yang sudah direndam dengan pinset yang sudah disterilkan dengan etanol pada tengah cawan petri yang sudah digoreskan bakteri.
- ix. Inkubasi cawan petri selama 24 jam di inkubator dengan suhu 37°C.

2. Pengamatan

- a. Ukur diameter zona hambat pada semua perlakuan menggunakan penggaris.
- b. Tentukan klasifikasi respon hambat pertumbuhan bakteri berdasarkan diameter zona hambat dengan rumus:

$$D = \frac{(DV-DC)+(DH-DC)}{2}$$

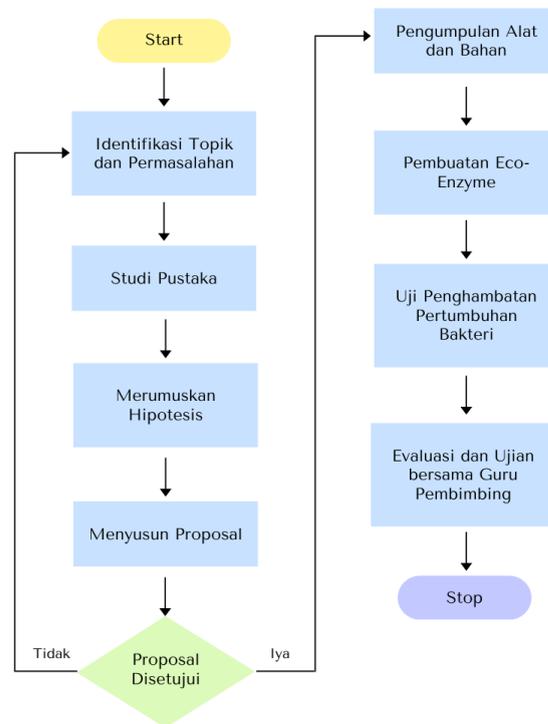
Keterangan: DV: Diameter Vertikal; DH: Diameter Horizontal; DC: Diameter Cakram.



Gambar III.D.2. Diameter Zona Hambat

Menurut Davis dan Stout (1971), klasifikasi daya hambat pertumbuhan dibagi menjadi 4, yaitu sangat kuat (>2 cm), kuat (1-2 cm), sedang (0,5-1 cm) dan lemah (<0,5 cm).

E. Tahapan Penelitian (Diagram Air Penelitian)



F. Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka

Metode pada artikel ini menggunakan studi pustaka (*library research*) yaitu metode dengan pengumpulan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berhubungan dengan penelitian tersebut.

2. Observasi

Observasi adalah kegiatan terhadap suatu proses atau objek dengan maksud merasakan dan kemudian memahami pengetahuan

dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan suatu penelitian.

G. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel yang independen sehingga dapat dimanipulasi atau diubah untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel ini dianggap sebagai penyebab atau faktor yang memengaruhi hasil penelitian. Adapun variabel bebas penelitian ini yaitu pembersih lantai.

2. Variabel Terikat

Variabel yang diukur atau diamati dalam penelitian untuk melihat pengaruh dari variabel bebas. Variabel ini adalah hasil atau respons yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Adapun variabel terikat penelitian ini yaitu diameter zona hambat.

3. Variabel Kontrol

Variabel yang tidak diubah atau dikendalikan dalam penelitian, namun tetap dipertahankan konstan untuk memastikan bahwa hasil penelitian hanya dipengaruhi oleh variabel bebas dan tidak oleh faktor lain yang tidak diinginkan. Adapun variabel kontrol penelitian ini yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

H. Teknik Analisis Data

Metode analisis data dibagi menjadi 2, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif.

Metode kualitatif merupakan metode yang fokus pada pengamatan yang mendalam. Oleh karenanya, penggunaan metode kualitatif dalam penelitian dapat menghasilkan kajian atas suatu fenomena yang lebih komprehensif.

Sedangkan, penelitian kuantitatif adalah metode penelitian menggunakan angka dan statistik dalam pengumpulan serta analisis data yang dapat diukur. Penelitian ini menggunakan metode Uji-T independen, yaitu uji statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok yang berbeda. Rumus untuk menghitung Uji-T independen sebagai berikut.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Tingkat signifikansi (α) menunjukkan batas probabilitas yang digunakan untuk menentukan apakah hasil uji statistik cukup kuat untuk menolak hipotesis nol. Tingkat signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 0,05$) menunjukkan adanya kemungkinan sebesar 5% untuk terjadinya kesalahan tipe I, yaitu menolak hipotesis nol (H_0) padahal H_0 tersebut benar. Dengan

demikian, risiko 5% diterima dalam kesimpulan bahwa terdapat perbedaan atau hubungan yang signifikan, meskipun pada kenyataannya tidak terdapat perbedaan atau hubungan yang nyata.

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Derajat kebebasan untuk uji t independen dihitung dengan rumus:

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

Nilai t-kritis diperoleh dari tabel distribusi t dengan derajat kebebasan df dan tingkat signifikansi α . Jika nilai t yang dihitung lebih besar dari t kritis, maka hipotesis nol (H_0) ditolak.

$$t > t_{crit}$$

Jika nilai p (probabilitas) $< \alpha$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak, yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok.

$$p_{value} < 0,05$$

Keterangan:

\bar{x}_1 = rata-rata diameter zona hambat *eco-enzyme*

\bar{x}_2 = rata-rata diameter zona hambat pembersih lantai komersial

S_1 = varians diameter zona hambat *eco-enzyme*

S_2 = varians diameter zona hambat pembersih lantai komersial

n_1 = jumlah sampel *eco-enzyme*

n_2 = jumlah sampel pembersih lantai komersial

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran diameter zona hambat pembersih lantai EE dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *S. aureus* dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel IV.A.1. Diameter zona hambat pembersih lantai EE dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus*

Bakteri Uji	Sampel Uji	DV (cm)	DH (cm)	DC (cm)	D (cm)	
<i>Escherichia coli</i> (gram negatif)	<i>Eco-Enzyme</i>	I	1,1	1,1	1,0	0,1
		II	1,2	1,2	1,0	0,2
		III	1,1	1,1	1,0	0,1
	Pembersih Lantai Komersial	I	2,0	1,8	1,0	0,9
		II	1,6	1,8	1,0	0,7
		III	1,8	1,8	1,0	0,8
<i>Staphylococcus aureus</i> (gram positif)	<i>Eco-Enzyme</i>	I	-	-	1,0	-
		II	-	-	1,0	-
		III	1,4	1,3	1,0	0,35
	Pembersih Lantai Komersial	I	3,2	3,2	1,0	2,2
		II	3,5	3,4	1,0	2,45
		III	3,3	3,1	1,0	2,2

Keterangan: DV (Diameter Vertikal); DH (Diameter Horizontal); DC

(Diameter Cakram); D (Diameter Akhir); I, II, III (Pengulangan)

Tabel IV.A.2. Respon Hambat Pertumbuhan pembersih lantai EE dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus*

Bakteri Uji	Sampel Uji	Diameter Zona Hambat (cm)			Rata-rata Diameter Zona Hambat \pm SD (cm)	Respon Hambat Pertumbuhan
		I	II	III		
<i>Escherichia coli</i> (gram negatif)	<i>Eco-Enzyme</i>	0,1	0,2	0,1	0,134 \pm 0,047	lemah
	Pembersih Lantai Komersial	0,9	0,7	0,8	0,8 \pm 0,082	sedang
<i>Staphylococcus aureus</i> (gram positif)	<i>Eco-Enzyme</i>	0,35	-	-	0,35	lemah
	Pembersih Lantai Komersial	2,2	2,45	2,2	2,2834 \pm 0,118	sangat kuat

1. Hasil Uji-T independen diameter zona hambat *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *E. coli*

$$\bar{x}_1 \approx 0,134$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{(0,1-0,134)^2 + (0,2-0,134)^2 + (0,1-0,134)^2}{3}} \approx 0,0471452$$

$$\bar{x}_2 = 0,8$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{(0,9-0,8)^2 + (0,7-0,8)^2 + (0,8-0,8)^2}{3}} \approx 0,0816497$$

$$t = \frac{0,8-0,134}{\sqrt{\frac{0,0816497^2}{3} + \frac{0,0471452^2}{3}}} \approx 12,23489$$

$$df = 3 + 3 - 2 = 4$$

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Berdasarkan tabel Uji-T Statistik, didapat:

$$t_{crit} = 2,776$$

$$t > t_{crit}$$

$$p\text{-value} < 0,05$$

Hasil Uji-T independen menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan.

2. Hasil Uji-T independen diameter zona hambat *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *S. aureus*

$$\bar{x}_1 = 0,35$$

$$\bar{x}_2 \approx 2,2834$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{(2,2-2,2834)^2 + (2,45-2,2834)^2 + (2,2-2,2834)^2}{3}} \approx 0,117851$$

$$t = \frac{2,2834-0,35}{\sqrt{\frac{0,117851^2}{3} + \frac{0^2}{3}}} \approx 28,41509$$

$$df = 3 + 3 - 2 = 4$$

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Berdasarkan tabel Uji-T Statistik, didapat:

$$t_{crit} = 2,776$$

$$t > t_{crit}$$

$$p\text{-value} < 0,05$$

Hasil Uji-T independen menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan.

B. Pembahasan

1. Pembahasan Uji-T independen diameter zona hambat *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *E. coli*

Rata-rata diameter zona hambat *eco-enzyme* terhadap pertumbuhan *E. coli* (\bar{x}_1) adalah 0,134. Standar deviasi (S_1) dari \bar{x}_1 yaitu sebesar 0,0471452. Rata-rata diameter zona hambat pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *E. coli* (\bar{x}_2) adalah 0,8. Standar deviasi (S_2) dari \bar{x}_2 yaitu sebesar 0,0816497. Dari data-data tersebut didapat nilai t sebesar 12,23489. Berdasarkan Tabel Uji-T Statistik, dengan derajat kebebasan (df) sebesar 4 dan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%, didapat nilai t -kritis sebesar 2,776 dan p -value lebih kecil dari 0,05. Karena t lebih besar dari t_{crit} dan p -value lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

2. Pembahasan Uji-T independen diameter zona hambat *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial pada *S. aureus*

Diameter zona hambat *eco-enzyme* terhadap pertumbuhan *S. aureus* (\bar{x}_1) adalah 0,35. Rata-rata diameter zona hambat pembersih lantai komersial terhadap pertumbuhan *S. aureus* (\bar{x}_2) adalah 2,2834. Standar deviasi (S_2) dari \bar{x}_2 yaitu sebesar 0,117851.

Dari data-data tersebut didapat nilai t sebesar 28,41509. Berdasarkan Tabel Uji-T Statistik, dengan derajat kebebasan (df) sebesar 4 dan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%, didapat nilai t -kritis sebesar 2,776 dan p -value lebih kecil dari 0,05. Karena t lebih besar dari t_{crit} dan p -value lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Hasil Uji-T Independen yang dilakukan menunjukkan adanya perbedaan efektivitas antara *eco-enzyme* dan pembersih lantai komersial. Di antara kedua jenis pembersih tersebut, pembersih lantai komersial masih lebih mampu membentuk zona hambat bakteri yang lebih besar dibanding *eco-enzyme*. Pembersih lantai komersial memiliki rentang respon hambat pertumbuhan bakteri dari sedang hingga sangat kuat, dengan diameter hambat sebesar $0,80 \pm 0,082$ cm pada *E. coli* dan $2,28 \pm 0,340$ cm pada *S. aureus*. Sebaliknya, *eco-enzyme* memiliki respon hambat pertumbuhan bakteri yang tergolong lemah, dengan diameter hambat sebesar $0,134 \pm 0,047$ cm untuk *E. coli* dan $0,35 \pm 0,118$ cm untuk *S. aureus*. Hal ini disebabkan oleh kandungan bahan aktif kimia dalam pembersih komersial yang secara spesifik diformulasikan untuk membunuh bakteri dengan cepat dan efektif. Sebaliknya, *eco-enzyme* menggunakan bahan kimia alami dan melalui proses fermentasi, yang umumnya memerlukan waktu yang lebih lama untuk menghasilkan efek anti bakteri yang signifikan. Namun, karena keterbatasan waktu yang ada, proses fermentasi *eco-enzyme* belum bisa

berlangsung sepenuhnya, sehingga dapat mempengaruhi konsentrasi dan efektivitas anti bakterinya.

Meskipun demikian, *eco-enzyme* tetap menunjukkan adanya zona hambat, walaupun ukurannya lebih kecil dibandingkan pembersih lantai komersial. Dari hasil uji yang dilakukan, *eco-enzyme* terlihat lebih efektif dalam membentuk zona hambat pada bakteri *S. Aureus* (0,35 cm) dibanding *E. Coli* ($0,134 \pm 0,047$ cm). Hal ini menunjukkan bahwa *eco-enzyme* berpotensi untuk menjadi pengganti pembersih lantai komersial tanpa menggunakan bahan kimia yang tidak ramah lingkungan. Dibutuhkan pengembangan lebih lanjut agar pembersih lantai berbahan dasar *eco-enzyme* menjadi lebih efektif untuk membentuk zona hambat bakteri yang luas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil uji efektivitas penghambatan pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* oleh *eco-enzyme* sebagai pembersih lantai anti-bakteri, dibandingkan dengan pembersih lantai komersial melalui metode difusi cakram, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam efektivitas keduanya. Berdasarkan hasil Uji-T independen, diperoleh bahwa Hipotesis Nol (H_0) ditolak dan Hipotesis Alternatif (H_1) diterima dengan $p\text{-value} < 0,05$, baik pada bakteri uji *Escherichia coli* maupun *Staphylococcus aureus*. *Eco-enzyme* memiliki respon hambat bakteri yang tergolong lemah, dengan diameter zona hambat sebesar $0,134 \pm 0,047$ cm untuk *E. coli* dan $0,35 \pm 0,118$ cm untuk *S. aureus*. Sedangkan, pembersih lantai komersial memiliki respon hambat bakteri yang tergolong sedang hingga sangat kuat, dengan diameter zona hambat sebesar $0,80 \pm 0,082$ cm pada *E. coli* dan $2,28 \pm 0,340$ cm pada *S. aureus*. Jadi, bisa disimpulkan bahwa pembersih lantai komersial lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* daripada *eco-enzyme*. Meskipun demikian, penelitian ini juga membuktikan bahwa *eco-enzyme* merupakan solusi pengolahan sampah kulit buah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri sehingga bisa digunakan sebagai pembersih lantai yang ramah lingkungan.

B. Saran

Untuk memperoleh hasil yang lebih mendalam, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas *eco-enzyme* terhadap berbagai jenis bakteri guna memahami spektrum antibakterinya secara lebih luas. Selain itu, perbandingan dengan lebih banyak pembersih lantai komersial serta pengujian variasi konsentrasi *eco-enzyme* perlu dilakukan untuk menentukan dosis optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan membersihkan lantai secara efektif.

Namun, perlu diperhatikan bahwa perbedaan konsentrasi dengan pembersih lantai komersial dapat menyebabkan efektivitas *eco-enzyme* lebih rendah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor seperti durasi fermentasi, komposisi bahan baku, dan kondisi penyimpanan yang belum optimal. Oleh karena itu, penelitian lanjutan juga perlu mengeksplorasi optimasi proses fermentasi agar *eco-enzyme* memiliki efektivitas antibakteri yang lebih tinggi dan dapat menjadi alternatif pembersih lantai yang ramah lingkungan, aman, serta efektif digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonang, G., 1992. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Chandra, B., 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan P Widyastuti*, ed., Jakarta: EGC.
- Cohen PR, Kurzrock R. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin infection: an emerging clinical problem. *J Am Acad Dermatol*. 2004 Feb;50(2):277-80. doi: 10.1016/j.jaad.2003.06.005. PMID: 14726887.
- Gupta M, Bisesi M, Lee J. Comparison of survivability of *Staphylococcus aureus* and spores of *Aspergillus niger* on commonly used floor materials. *Am J Infect Control*. 2017 Jul 1;45(7):717-722. doi: 10.1016/j.ajic.2017.02.014. Epub 2017 Mar 18. PMID: 28318645.
- Gupte, S. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Terjemahan E.Suryawidjaja : *The Short Textbook of Medical Microbiology*. Bina rupa Aksara. Jakarta
- Hidayat, N dan Suhartini, S. 2013. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta.
- Intan, A. E. K., Zuhro, F., & Ramadhani, R. L. 2021. *Pharmacological Activities of Ziziphus Maritiana*.
- Jawetz, M.A., Brooks, G.F., Butel, J.S. and Morse, S.A. (2004) *Medical Microbiology*. 23rd Edition, McGraw Hill Companies Inc., Singapore, 818 p.
- J.H. Collier, P.B. Messersmith, *Biomimetic Mineralization: Mesoporous Structures*, Editor(s): K.H. Jürgen Buschow, Robert W. Cahn, Merton C.

Flemings, Bernhard Ilschner, Edward J. Kramer, Subhash Mahajan, Patrick Veyssi re, *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, Elsevier, 2001, Pages 602-606, ISBN 9780080431529, <https://doi.org/10.1016/B0-08-043152-6/00115-7>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0080431526001157>)

Joflius Dobiki. 2018. Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan Di Pulau Kumo dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Spasial* Volume 5 No.2, 2018 ISSN : 2442-3262

Junaidi, M. R., Zaini, M., Ramadhan, Hasan, M., Ranti, B. Y. Z. B., Firmansyah, M. W., Umayasari, S., Sulisty, A., Aprilia, R. D., & Hardiansyah, F. (2021). Pembuatan Eco Enzyme Sebagai Solusi Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 118–123.

Kusumawati, Dwi & Putri, Chintiana. (2022). Pelatihan Pembuatan Sabun *Eco-enzyme* Berbahan Limbah Organik Rumah Tangga di Kelompok Ibu-Ibu PKK Desa Batusari Demak. *Nuansa Akademik: Jurnal Pembangunan Masyarakat*. 7. 13-22. 10.47200/jnajpm.v7i1.1081.

Listari, Y. 2009. Efektifitas Penggunaan Metode Pengujian Antibiotik Isolat *Streptomyces* dari Rizosferfamilia poaceae terhadap *Escherichia coli*. Jurnal online. PP.1.1–6.

M. Contreras, M.J. G zquez, M. Romero, J.P. Bol var. 5 - Recycling of industrial wastes for value-added applications in clay-based ceramic products: a global review (2015–19). Editor(s): Pijush Samui, Dookie Kim, Nagesh R. Iyer, Sandeep Chaudhary. *New Materials in Civil Engineering*,

- Butterworth-Heinemann, 2020, Pages 155-219, ISBN 9780128189610, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818961-0.00005-3>.
- Nester, E. W., Anderson, D. G., Roberts, C. E., & Nester, M. T. 2009. *Microbiology A Human Perspective* (6th Edition ed.). New York: McGraw-Hill.
- N.H. Robbani. 2021. *Uji Efektivitas Eco-Enzyme dari Kulit Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) Sebagai Desinfektan Alami*. https://perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id/index.php/web_kti/detail_by_id/41227
- Noorhamdani, A. (2018). Infeksi Bakteri MRSA pada Kulit dalam Buku: *Skin Infection: It's Must Know Disease*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Nugroho, Panji. 2013. Panduan Membuat Kompos Cair. Jakarta: Pustaka Baru Press Hikmat, Harry. 2013. *Strategi Pemberdayaan Masyarakat: cetakan keenam*. Bandung:Humaniora
- Nurhamidah, Amida, N., Rohiat, S., Elvinawati. (2021). Pengolahan Sampah Organik Menjadi Eco-enzyme pada Level Rumah Tangga menuju Konsep Eco-community. *ANDROMEDA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Rafflesia* Vol. 1 No. 2:43-46.
- Prabowo, A. 2011. Pengawetan Dedak Padi dengan Cara Fermentasi. Available at <http://sumsel.litbang.deptan.go.id/index.php/component/content/article/531/206-dedak-padi>.
- Putri, M.H. Sukini, dan Yodong. 2017, *Mikrobiologi*, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.

- Rahmawati, D. Handayani, R.D., Fauzzia, W. 2018. Hygiene dan Sanitasi Lingkungan di Obyek Wisata Kampung Tulip. DOI: <https://doi.org/10.31294/jabdimas.v1i1.3127> DOI (PDF): <https://doi.org/10.31294/jabdimas.v1i1.3127.g2000>
- Ramadani AH, Karima R, Ningrum RS. (2022). Antibacterial Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Propionibacterium acnes*). Indonesian Journal of Chemical Research, Vol. 9(3). DOI:<http://dx.doi.org/10.30598/ijcr.2022.9-nin>
- Ramadhani, Ayu Rizki. 2020. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Preferensi Konsumen pada Go-Pay di Kota Medan. Universitas Sumatera Utara
- Rohmah NU, Astuti AP, Maharani ETW. (2020). Organoleptic Test of The Ecoenzyme Pineapple Honey with Variations in Water Content. Seminar Nasional Edusaintek: Vol (4):408-414. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/582/584>
- Rossita AS., Munandar K., dan Komarayanti S. (2017) Komparasi Media NA Pabrik dengan NA Modifikasi untuk Media Pertumbuhan Bakteri. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, IPA dan Pembelajarannya I*. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/PB2017/article/view/955/765>
- Sulistyaningrum, L.S. 2008. Optimasi Fermentasi Asam Kojat Oleh Galur Mutan *Aspergillus flavus* NTGA7A4UVE10. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Farmasi. Universitas Indonesia

- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA Pres.
- Thohari, N. M., Pestariati, & Istanto, W. (2019). Pemanfaatan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Sebagai Media Alternatif NA (Nutrient Agar) Untuk Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Analisis Kesehatan*, 8(2), 725–737.
- United Nations Environment Programme (2024). Food Waste Index Report 2024. *Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230>.
- Wahyuningsih N dan Zulaika E. 2018. Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik Pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 7, No. 2, 2337-3520
- Waluyo, L., 2004, *Mikrobiologi Umum*, Malang, UMM press.
- Widodo, S.E., 2015, *Manajemen Pengembangan Sumber Daya Manusia / Suparno Eko Widodo*
- Williams, A.P. Avery, L.M. Killham, K. Jones, D.L. Moisture, sawdust, and bleach regulate the persistence of *Escherichia coli* O157:H7 on floor surfaces in butcher shops, *Food Control*, Volume 19, Issue 12, 2008, Pages 1119-1125, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.12.001>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713507002605>)
- Yang, X., H. Wang. 2014. *Pathogenic E. coli*. Lacombe Research Centre, Lacombe. Canada.

Yuliana, Adiwilaga. E. M., Harris. E., dan Pratiwi. N. T. M. (2012). Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan IPB-Bogor. Jawa Barat. Jurnal Akuatik. 3 (2): 169-179.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Konsultasi Pembuatan Karya Tulis

**FORM KONSULTASI PEMBUATAN KARYA
TULIS SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA**

Judul Penelitian : Analisis Tingkat Keasaman Sabun Natural Berdasarkan Rasio
ke Solution dan Eco enzyme dari Sampah Kulit Buah dan Sayuran

Pembimbing 1 : F. Anis, S. Wibisono, S., S. M. Kes.....

Pembimbing 2 : Diahita, Adiaty, S. Pd.....

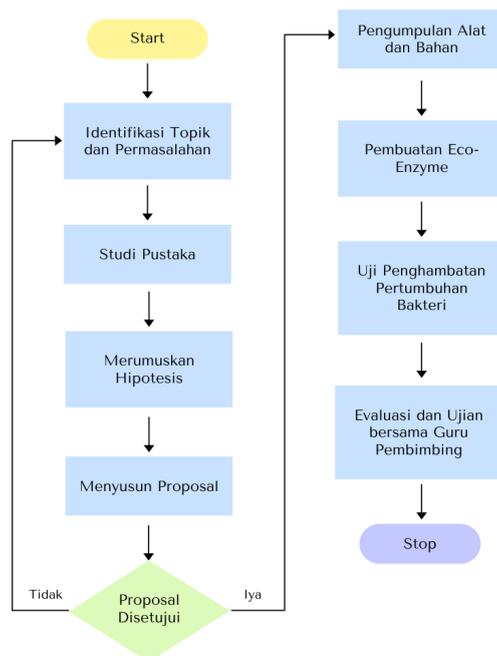
Penyusun : XII MIPA - 1 / Kelompok 4

Nama	No Absen	Nama	No Absen
1. Anqbelle Clesvera Wibowo	01	4. Nathaniel Devan Serenta	27
2. Bryan Heimanda Shauri	03	5. Perica Shereen Kalera N.	29
3. Michael Lee Hartanto	23	6. Stanley Evan Jang	32

No.	Hari, Tanggal	Kegiatan Konsultasi	Tanda Tangan
1	10 Okt 2024	Konsultasi Pembantu - eco enzyme dari kulit buah & sayuran - vegan banner - sampah plastik	<i>[Signature]</i>
2	18 Okt 2024	Konsultasi judul	<i>[Signature]</i>
3	11 Nov 2024	Konsultasi inovasi	<i>[Signature]</i>
4	22 Nov 2024	Konsultasi inti penelitian	<i>[Signature]</i>
5	29 Nov 2024	Konsultasi kerangka judul dan Metodologi	<i>[Signature]</i>
6			
7			
8			

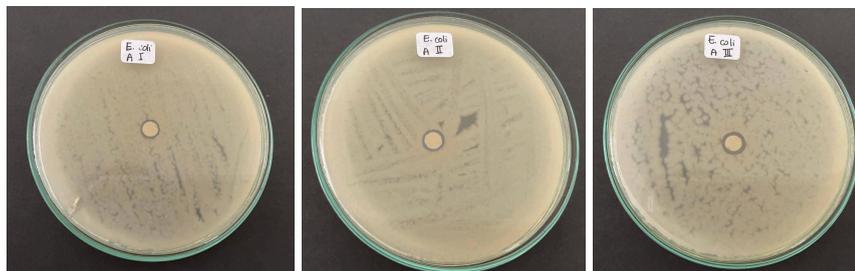
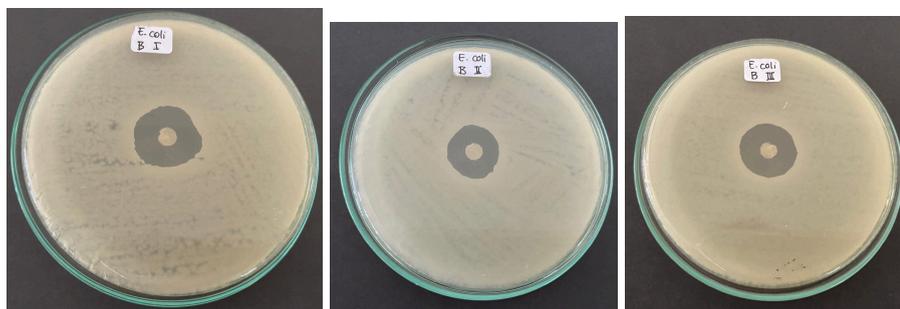
47

Lampiran 2. Diagram Air Penelitian

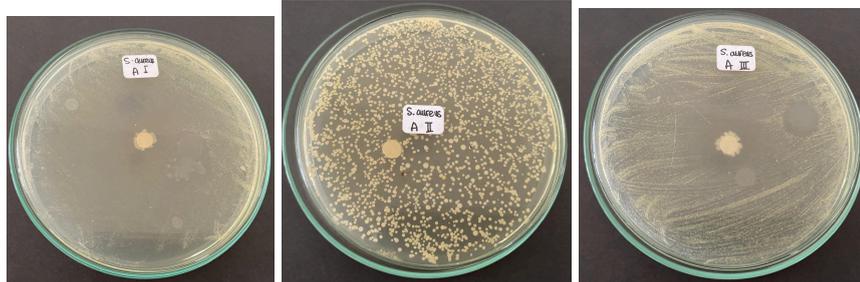


Lampiran 3. Tabel Uji-T Statistik

dk	α untuk Uji Satu Pihak (<i>one tail test</i>)					
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
	α untuk Uji Dua Pihak (<i>two tail test</i>)					
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Lampiran 4. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *E. coli* oleh EELampiran 5. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *E. coli* oleh Pembersih Lantai Komersial

Lampiran 6. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *S. aureus* oleh EE



Lampiran 7. Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *S. aureus* oleh Pembersih Lantai Komersial

