

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI *ECO-ENZYME* BERBAHAN  
DASAR BUAH BERGENUS *Citrus* TERHADAP  
*Staphylococcus aureus***

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

**Oleh**

**AMANDA SAFNI AZZAHRA  
1811060106**

**Program Studi : Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
T.A 1444 H/2023 M**

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI *ECO-ENZYME* BERBAHAN  
DASAR BUAH BERGENUS *Citrus* TERHADAP  
*Staphylococcus aureus***

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi**

**Oleh:**

**Amanda Safni Azzahra**

**1811060106**



**Program Studi : Pendidikan Biologi**

**Pembimbing I: Dr Yuni Satitiningrum, M.Si.**

**Pembimbing II: Shinta Anisya, S.P., M.Si.**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
T.A 1444 H/2023**

## ABSTRAK

### **Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* terhadap *Staphylococcus aureus***

Oleh

**AMANDA SAFNIAZZAHRA**

*Citrus* adalah genus buah yang tergolong kedalam buah beri yang memiliki karakteristik rasa buah yang masam dan sedikit pahit, berwarna hijau-kuning hingga oren. Tumbuhan jeruk-jerukan secara umum memiliki kandungan fitokimia aktif seperti nomilin, limonin, oktanol, cineole dan naringin. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa buah jeruk-jerukan memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Limbah kulit buah jeruk-jerukan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *eco-enzyme* dengan menambahkan air dan molase dengan perbandingan 3: 10: 1. *Eco-enzyme* diduga memiliki kemampuan sebagai antibakteri karena memiliki pH rendah, dimana lingkungan asam dapat merusak kelenturan dinding sel sehingga metabolisme bakteri terhambat. Bakteri yang akan diujikan adalah bakteri *Staphylococcus aureus*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri *eco-enzyme* berbasis kulit buah jeruk-jerukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan uji yang dilakukan, yaitu MIC dan MBC. Pengujian yang dilakukan akan membandingkan aktivitas antibakteri terbaik antara *eco-enzyme* dengan lama fermentasi 2 bulan dan 3 bulan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. berdasarkan hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh waktu fermentasi *eco-enzyme* berbasis kulit buah bergenus *Citrus* yang signifikan dengan signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $p < \alpha$ ) terhadap aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai MIC terbaik dihasilkan oleh *eco-enzyme* dengan lama fermentasi 2 bulan berada 50 mg/ml (50.000 ppm) dan tidak memiliki kemampuan untuk membunuh.

**Kata kunci:** *Eco-enzyme*, kulit buah bergenus *Citrus*, *Staphylococcus aureus*

## ABSTRACT

### **Antibacterial Activity of Eco-enzyme Based on *Citrus* Fruits against *Staphylococcus aureus***

by  
**AMANDA SAFNIAZZAHRA**

Citrus is a genus of fruit that belongs to the berries which have a characteristic sour and slightly bitter fruit taste, green-yellow to orange in color. Citrus plants generally contain active phytochemicals such as nomilin, limonin, octanol, cineole and naringin. Previous research has proven that citrus fruits have antibacterial abilities. Orange peel waste can be used as raw material for making eco-enzyme by adding water and molasses in a ratio of 3: 10: 1. Eco-enzyme is thought to have antibacterial capabilities because it has a low pH, where an acidic environment can damage the flexibility of cell walls so that inhibited bacterial metabolism. The bacteria that will be tested are *Staphylococcus aureus* bacteria. The aim of this research was to determine the antibacterial activity of orange peel-based eco-enzyme against *Staphylococcus aureus* bacteria using the tests carried out, namely MIC and MBC. The tests carried out will compare the best antibacterial activity between eco-enzyme with a fermentation period of 2 months and 3 months against *Staphylococcus aureus* bacteria. Based on the results of the Kruskal-Wallis test, it shows that there is a significant influence on the fermentation time of eco-enzyme based on the peel of Citrus fruit with a significance of  $0.00 < 0.05$  ( $p < \alpha$ ) on the antibacterial activity of *Staphylococcus aureus* with the best MIC value produced by eco-enzyme with a fermentation time of 2 months it is 50 mg/ml (50,000 ppm) and does not have the ability to kill.

**Key words:** Eco-enzyme, fruit peels of the genus *Citrus*, *Staphylococcus aureus*



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Let. Kol.H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

---

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amanda Safni Azzahra

NPM : I811060106

Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*”** adalah benar - benar hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebutkan dalam *footnote* atau daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, Oktober 2023





**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Leikōl H. Endro Surawin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi** : **Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* terhadap *Staphylococcus aureus***  
**Nama** : **Amanda Safni Azzahra**  
**NPM** : **1811060106**  
**Jurusan** : **Pendidikan Biologi**  
**Fakultas** : **Tarbiyah dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan  
dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Raden Intan Lampung

**Pembimbing I**

**Dr. Yuni Satitiningrum, M.Si.**

**NIP. -**

**Pembimbing II**

**Shinta Anisya, S.P., M.Si.**

**NIP. -**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi**

**Dr. Heru Juabdin Sada, M.pd.I**

**NIP. 198409072015031001**



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp.(0721) 703260

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul : **“Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* terhadap *Staphylococcus aureus*”** disusun oleh: **Amanda Safni Azzahra NPM. 1811060106**, Jurusan Pendidikan Biologi telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: **Kamis, 12 Oktober 2023** pukul **09:00-10:30 WIB** bertempat di **Ruang Munaqasyah PSPB**.

**TIM DEWAN PENGUJI MUNAQASYAH**

**Ketua** : Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd. (.....)

**Sekretaris** : Meita Dwi Solviana, M.Pd (.....)

**Penguji Utama** : Nurhaidah Widiani, M. Biotech (.....)

**Penguji Pendamping I** : Dr. Yuni Satitiningrum, M.Si. (.....)

**Penguji Pendamping II**: Shinta Anisya, S.P., M.Si. (.....)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



**Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd**  
NPM. 0602281988032002

## MOTTO

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ طِبَاقًا ط مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفَوتٍ ط  
فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ ﴿٣﴾

### Q.S Al-Mulk: 3

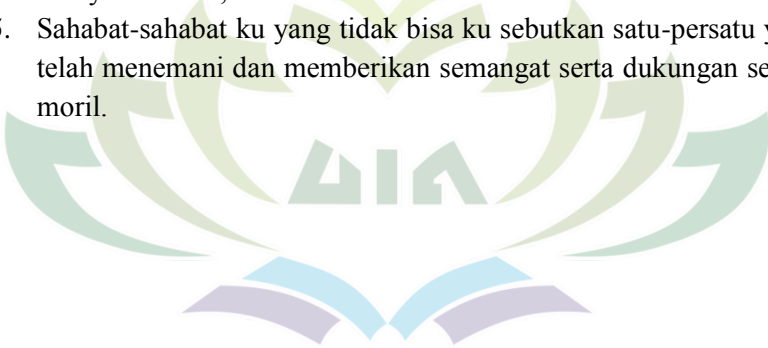
*Artinya: Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Tidak akan kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih. Maka lihatlah sekali lagi, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?*



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat ku sayangi, Ayahanda Aswandi dan Ibunda Asnaini Dinar yang selalu memberikan kasih sayang, do'a terbaik, serta dukungan dan kepercayaan penuh kepada ku untuk menjadi anak yang dapat mereka banggakan.
2. Kakak ku M. Adnan yang selalu ada sebagai saudara yang peduli, sebagai sahabat yang mendukung dan sebagai orang tua yang selalu menasehati.
3. Kepada Tiara Hadi sahabat ku yang selalu ada sebagai teman diskusi dan menyemangati ku disaat kepercayaan diri ku menurun.
4. Kepada lima manusia dengan segala perbedaannya yang menjadikan rumah terasa dekat saat ku di tanah rantau, sahabat ku Agnes Pramanik, Agustin Tri Setiawati, Laras Jaya Subekti, Nisa Sakiya Azzhara, dan Eka Oktari Putri.
5. Sahabat-sahabat ku yang tidak bisa ku sebutkan satu-persatu yang telah menemani dan memberikan semangat serta dukungan secara moril.



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis Bernama Amanda Safni Azzahra, atau akrab dipanggil Amanda atau Zahra, lahir dan di Depok, Jawa Barat pada tanggal 25 Mei 2000. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Aswandi dan Asnaini Dinar. Penulis memiliki seorang kakak laki-laki bernama Mohammad Adna Fachrurodzy. Penulis tumbuh dan besar di kota Depok dan mengenyam pendidikan formal pertamanya pada tahun 2005 di Taman Kanak-Kanak (TK) Nurul Aini. Lalu pada tahun 2006 melanjutkan ke jenjang sekolah dasar di SDN Baktijaya 4 lulus pada tahun 2012. Selanjutnya penulis meneruskan pendidikannya di SMP Negeri 4 Depok dan lulus pada tahun 2015 dan menjadi siswi di SMA Negeri 5 Depok lalu lulus pada tahun 2018. Tumbuh menjadi anak terahir dengan satu kakak laki-laki membuat hidup penulis selalu dalam naungan, hingga akhirnya penulis memutuskan untuk mencoba hidup mandiri dan menempuh Studi Pendidikan S1 di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Jurusan Pendidikan Biologi fakultas Terbiyah dan Keguruan.

Bandar Lampung, 5 Agustus 2023  
Penulis

**AMANDA SAFNI AZZAHRA**  
**1811060106**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT. Yang selalu memberikan Rahmat serta kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus***” sebagai persyaratan guna mendapat gelar sarjana dalam ilmu Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Penulis menyadari skripsi ini tidak dapat berjalan dan selesai tanpa adanya bimbingan, masukan dan bantuan dari berbagai pihak yang terkait. Maka penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah terlibat dan membantu secara moril maupun material sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, rasa hormat dan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Dr. Heru Juabdin Sada, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Dr Yuni Satitiningrum, M.Si. selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktu untuk membimbing hingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Shinta Anisya,S.P.,M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak membimbing dan memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah membimbing serta memberikan ilmu yang berlimpah.
6. Ibu Nunuk Kurniati Nengsih,Sfarm.,Apt selaku analis laboratorium biofarmaka IPB yang telah membimbing selama penelitian dilaksanakan.
7. Teman-teman Jurusan Pendidikan Biologi kelas I angkatan 2018 yang telah berjuang bersama dan memberikan motivasi selama penulis menjadi mahasiswa Universitas Islam Negeri Raden Intan

Lampung.

8. Seluruh pimpinan dan karyawan perpustakaan serta seluruh civitas akademika fakultas.
9. Almamater ku Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Bandar Lampung, 5 Agustus 2023  
Penulis

**AMANDA SAFNI AZZAHRA**  
**1811060106**



## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Pengesahan Judul .....	1
B. Latar Belakang Masalah.....	2
C. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian .....	10
F. Manfaat Penelitian .....	10
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	10
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
A. Buah Bergenus Citrus .....	13
1. Lemon (Citrus limon L) .....	14
2. Jeruk bali (Citrus maxima (Burm. f.) Merr.) .....	16
3. Jeruk siam (Citrus nobilis Lauriro) .....	17
4. Jeruk mandarin (Citrus reticulata L) .....	18
5. Jeruk nipis (Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle).....	20

6. Jeruk limau ( <i>Citrus amblycarpa</i> (Hassk.) Ochs.) .....	22
B. Eco-enzyme .....	23
C. Antibakteri .....	25
D. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
E. Metode Dilusi .....	29
1. Metode dilusi cair (broth dilution) .....	29
2. Metode dilusi padat (solid dilution) .....	30
F. Rotary evaporator.....	30
G. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Reader .....	31

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	33
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian .....	33
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data .....	33
D. Variabel Penelitian .....	34
1. Variabel Bebas .....	34
2. Variabel Terikat .....	34
E. Definisi Operasional .....	34
1. Inokulum <i>Staphylococcus aureus</i> .....	34
2. Eco-enzyme berbasis kulit buah bergenus <i>Citrus</i> .....	35
3. Metode dilusi mikropelat .....	35
4. Kelompok uji .....	35
5. Kelompok kontrol .....	35
6. Uji MIC (Minimum Inhibitory Concentration) .....	35
7. Uji MBC (Minimum Bactericidal Concentration) .....	36
8. Nilai absorbansi .....	36
F. Prosedur Penelitian .....	36
1. Alat dan Bahan .....	36
2. Metode Penelitian .....	37
a. Pembuatan Eco-enzyme .....	37
b. Pembuatan Media TSB (Tryptic Soy Broth) .....	38
c. Persiapan Alat dan Bahan .....	38
d. Persiapan suspensi bakteri <i>Staphylococcus</i>	

aureus.....	38
e. Persiapan Larutan Eco-enzyme.....	38
f. Persiapan larutan induk kloramfenikol.....	40
g. Uji Aktivitas Antibakteri Eco-enzyme.....	40
1) MIC (Mnimum Inhibitory Concentration) .....	41
2) MBC (Minimum Bactericidal Concentration) .....	42
G. Instrumen Penelitian .....	43
H. Alur Penelitian .....	44

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Deskripsi Data .....	47
1. Eco-enzyme Berbasis Kulit Buah Genus Citrus.....	47
2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri pada Eco-enzyme Berbasis Kulit Buah Genus Citrus .....	48
B. Hasil Penelitian dan Analisis.....	52
1. Eco-enzyme Berbasis Kulit Buah Genus Citrus.....	52
2. Aktivitas Antibakteri pada Eco-enzyme Berbasis Kulit Buah Genus Citrus .....	54

#### **BAB V PENUTUP**

A. Simpulan.....	65
B. Rekomendasi.....	65

#### **DAFTAR RUJUKAN**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

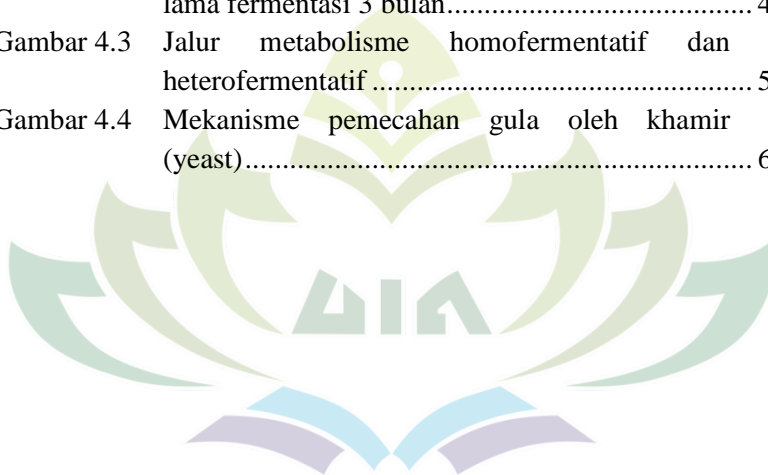
Tabel 4.1 Rata-rata dan Standar deviation nilai absorbansi.....	49
Tabel 4.2 Aktivitas antibakteri eco-enzyme berbasis kulit buah jeruk terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	51
Tabel 4.3 Sifat kepolaran senyawa fitokimia yang ada pada tanaman bergenus Citrus .....	62





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Citrus limon (L).....	15
Gambar 2.2	Citrus maxima (Burm. f.) Merr.....	17
Gambar 2.3	Citrus nobilis (Lauriro).....	18
Gambar 2.4	Citrus reticulata (L) .....	19
Gambar 2.5	Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle.....	21
Gambar 2.6	itrus amblycarpa (Hassk.) Ochse .....	23
Gambar 2.7	Rotary evaporator .....	31
Gambar 4.1	Hasil ekstrak eco-enzyme .....	47
Gambar 4.2	Tampak atas hasil ekstrak eco-enzyme dengan lama fermentasi 3 bulan.....	48
Gambar 4.3	Jalur metabolisme homofermentatif dan heterofermentatif .....	59
Gambar 4.4	Mekanisme pemecahan gula oleh khamir (yeast).....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Uji normalitas nilai absorbansi MIC Kolmogorov-Smirnov
- Lampiran 2.** Data uji homogenitas varians data absorbansi MIC menggunakan metode *Levene*
- Lampiran 3.** Hasil transformasi data nilai absorbansi MIC pada 2 perlakuan berbeda menggunakan aplikasi SPSS versi 22
- Lampiran 4.** Data uji normalitas dengan Uji Kolmogorov-Smirnov setelah transformasi data nilai absorbansi MIC *eco-enzyme*
- Lampiran 5.** Data uji homogenitas *Levene* setelah data nilai absorbansi MIC ditransformasi
- Lampiran 6.** Data uji non-parametrik *Kruskal-Wallis* nilai absorbansi MIC
- Lampiran 7.** Data hasil uji *Kruskal-Wallis* nilai absorbansi MBC
- Lampiran 8.** Proses pemotongan dan pembersihan kulit buah jeruk-jerukan
- Lampiran 9.** Proses fermentasi dan penyaringan hasil *eco-enzyme* berbasis kulit buah jeruk
- Lampiran 10.** Uji aktivitas antibakteri
- Lampiran 11.** Alat dan bahan uji aktivitas antibakteri

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Penegasan Judul

Judul memegang peranan penting dalam sebuah karya ilmiah, karena judul merupakan wajah sebuah karya ilmiah dan dari judul orang dapat mengetahui gambaran besar dari karya ilmiah yang dibahas. Adapun judul dari karya ilmiah yang penulis sajikan adalah “Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Kulit Buah Bergenus *Citrus* Terhadap *Staphylococcus aureus*”. Miskonsepsi merupakan hal yang dihindari, maka dari itu akan penulis jabarkan istilah pokok yang terkandung pada judul karya ilmiah ini.

1. Aktivitas diartikan sebagai sebuah bentuk kerja atau salah satu kegiatan di dalam sebuah bagian.<sup>1</sup>
2. Antibakteri adalah sebuah zat yang mempunyai kemampuan untuk menghambat atau mematikan pertumbuhan bakteri.<sup>2</sup>
3. *Eco-enzyme* adalah sebuah produk bioteknologi yang menggunakan prinsip fermentasi, atau dapat diartikan sebagai hasil fermentasi sampah organik berupa tumbuh-tumbuhan yang dicampur dengan air dan gula atau molase.<sup>3</sup>
4. Buah bergenus *Citrus* adalah buah bermarga *Citrus* yang biasanya memiliki karakteristik rasa masam dan sedikit pahit memiliki wangi yang khas dan berkulit kuning-kehijauan hingga oren.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> KKBI, online (diakses pada bulan, Agustus 2022)

<sup>2</sup> KKBI, online (diakses pada bulan, Agustus 2022)

<sup>3</sup> Hasanah. Y, et al. 2020. “Eco Enzyme and Its Benefits For Organic Rice Production and Disinfectant” *Journal of Saintech Transfer*. Medan. Vol 3. No 2. Hal.119-128.

<sup>4</sup> Giovanni, D and Angelo, D.G. 2004. *Citrus: The Genus Citrus*. Canada: Taylor & Francis e-Library. Hal.1-2

- 5 *Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram-Positif berbentuk bulat dan berdiameter 0,7-1,2  $\mu\text{m}$ , fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan tidak memiliki alat gerak.<sup>5</sup> Pada agar miring akan tumbuh berlimpah, akan terlihat buram, halus, rata, lembab dan berwarna putih, kuning atau jingga.<sup>6</sup>

## B. Latar Belakang

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri gram positif yang umum ditemukan pada infeksi kulit seperti jerawat dan bisul. Apabila *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada kulit wajah melebihi jumlah normal maka dapat menimbulkan toksin yang dapat menyebabkan infeksi pada kulit. Ketika minyak pada wajah diproduksi berlebih, pori-pori akan tersumbat oleh timbunan lemak yang bercampur dengan keringat, debu dan kotoran lain, hal ini akan menyebabkan komedo. Jika komedo terinfeksi bakteri, maka akan terjadi peradangan yang disebut dengan jerawat.<sup>7</sup> Infeksi bakteri *Staphylococcus aureus* ini termasuk penyebab infeksi sekunder (infeksi kulit bersamaan dengan infeksi sebelumnya) karena kemampuannya yang mudah menginfeksi kulit dengan masuk ke dalam stratum korneum sehingga memperparah ruam dan rasa gatal pada jerawat.<sup>8</sup>

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Imasari dan Emasari (2021) mendata dari 14 sampel siswa dari kelas XI di SMK 1 Pagerwojo teridentifikasi 79% mengalami infeksi jerawat akibat infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*.<sup>9</sup> Penelitian

---

<sup>5</sup> Tamher. 2008. *Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Trans Info Media: Jakarta Timur. Hal. 25

<sup>6</sup> Buchanan R. E. & Gibbons N. E. (1974). *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology 8<sup>th</sup> edition*. The Williams & Wilkins Company

<sup>7</sup> Imasari T. dan Emasari F. A. (2021). "Deteksi Bakteri *Staphylococcus* sp. Penyebab Jerawat Dengan Tingkat Pengetahuan Perawatan Wajah Pada Siswa Kelas XI di SMK Negeri 1 Pagerwojo" *Jurnal Sintesis*. Vol 2. No 2.

<sup>8</sup> Engelman D. Et al (2013). "Toward the Global Control of Human Scabies: Introducing the International Alliance for the Control of Scabies" *PLOS Neglected Tropical Diseases*. Vol 7. Issue 8.

<sup>9</sup> Imasari T. dan Emasari F. A. (2021). "Deteksi Bakteri *Staphylococcus* sp. Penyebab Jerawat Dengan Tingkat Pengetahuan Perawatan Wajah Pada Siswa Kelas XI di SMK Negeri 1 Pagerwojo" *Jurnal Sintesis*. Vol 2. No 2. Pp: 58-65.

tersebut menggambarkan mudahnya bakteri *Staphylococcus aureus* menginfeksi. Umumnya bakteri gram positif memiliki ketahanan hidup yang lebih lemah bila dibanding dengan bakteri gram negatif, namun *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan bertahan hidup yang relatif tinggi.. *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya bahkan telah dilaporkan bahwa *Staphylococcus aureus* telah berevolusi bahkan dalam beberapa kasus ditemukan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus* resistan terhadap beberapa antibiotik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suyasa dan Mastra (2020) untuk mengetahui gambaran MRSA (*Methicillin-resistant Staphylococcus aureus*) pada petugas kesehatan RSUD Wangaya Kota Denpasar, secara keseluruhan MRSA didapat sebanyak 2,63% petugas kesehatan terinfeksi dari banyak sampel 38 orang petugas kesehatan RSUD Wangaya. Pada hasil uji sensitifitas *Staphylococcus aureus* terhadap antibiotik, didapat 11 dari 22 jenis antibiotik rekomendasi CLSI (*Clinical and Laboratory Standards Institute*) dinyatakan resisten terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.<sup>10</sup> Hal ini menyebabkan sulitnya penanganan bakteri *Staphylococcus aureus*. Kasus lain dilaporkan oleh Pratami dkk (2013) pada penelitiannya mengenai identifikasi mikroorganisme pada tangan tenaga medis dan paramedis, teridentifikasi sebanyak 11 bakteri yang ditemukan pada tangan tenaga medis dan paramedik dari seluruh jenis bakteri yang diidentifikasi, bakteri terbanyak adalah *Staphylococcus aureus* sebanyak 29%.<sup>11</sup>

Selain dapat menginfeksi langsung ke manusia bakteri *Staphylococcus aureus* juga dapat menempel pada benda-benda yang biasa digunakan pada kehidupan sehari-hari. Seperti yang telah dilaporkan oleh Diyaningsih, (2019) melaporkan bahwa

---

<sup>10</sup> Suyasa I.B.O dan Mastra N. (2020). "Gambaran *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) pada Petugas Kesehatan RSUD Wangaya Kota Denpasar" *Jurnal Meditory*. Vol 8, No 1. Hal 46-52.

<sup>11</sup> Pratami H.A, et al (2013). "Identification of Microorganisms on The Hands of Medical and Paramedical Personnel in The Unit Perinatology Abdul Moeloek Bandar Lampung Hospital" *Medical Journal of Lampung University*.

*Staphylococcus aureus* teridentifikasi pada swab alat beda minor di ruang IGD RSD Mangusa Bandung sebanyak 88,24% dari total bakteri gram positif lainnya yang teridentifikasi. Menjadikan bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri gram positif yang dominan sebagai kontaminan.<sup>12</sup> Selain itu kasus kontaminasi bakteri *Staphylococcus aureus* lainnya dilaporkan oleh Indrawan dan Sujaya (2021) dimana dikatakan bahwa hasil identifikasi bakteri patogen pada uang kertas paling banyak ditemukan, yaitu bakteri *Staphylococcus aureus*. Kontaminasi bakteri pada uang kertas ini dapat dicegah dengan menjaga kebersihan secara personal, sanitasi lingkungan dan menjaga pola hidup yang sehat.<sup>13</sup>

Dari hasil studi terdahulu menunjukkan bahwa kasus kontaminan dan infeksi kulit yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* masih dapat ditemukan. Beberapa studi juga menjelaskan bahwa *Staphylococcus aureus* memiliki sensitifitas yang rendah atau resisten terhadap kebanyakan antibiotik.<sup>14</sup> Pada sebuah jurnal laporan kasus dermatitis kontak okupasional pada perawat, dikatakan bahwa kewajiban untuk menjaga kebersihan tangan bagi tenaga kesehatan menimbulkan alergi dan iritasi pada kulit. Iritasi akibat etanol dan metanol sering terjadi kepada paramedis, petugas laboratorium, dokter dan pengguna kosmetik. Alkohol dapat membuat kulit kering dan iritasi. Alergi karena alkohol biasa disebabkan karena adanya komponen etil alkohol murni, butil, amil, dan isopropil alkohol. Disamping itu penggunaan sabun dan detergen dilaporkan sebagai salah satu penyebab iritasi dan kerusakan kulit. Mekanisme kerusakan kulit terjadi dengan cara merusak lapisan keratin sehingga permeabilitas stratum korneum meningkat, lapisan lipid menghilang, menghilangkan asam

---

<sup>12</sup> Diyaningsih N. (2019) "Identifikasi Bakteri Patogen pada Alat Bedah Minor di Ruang IGD RSD Mangusada" *Skripsi*. Analisis Kesehatan. Denpasar.

<sup>13</sup> Indarwan P. N. dan Sujaya I. N. (2021) "Kontaminasi Bakteri pada Uang Kertas: *Systematic Review*" *Jurnal Arc. Com. Health*. Vol. 8 No. 496-513. Bali

<sup>14</sup> Dryden. M. S, (2009) "Skin and soft tissue infection: microbiology and epidemiology," *International Journal of Antimicrobial Agents*, vol. 34, supplement 1, pp. S2-S7.

amino sehingga kemampuan stratum korneum mengikat air berkurang dan menyebabkan jaringan kulit mengering.<sup>15</sup> Maka dari itu penelitian menggunakan bahan-bahan nabati sebagai alternatif pengobatan infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* banyak dikembangkan hingga saat ini.

Indonesia sebagai negara tropis memiliki keuntungan dalam bidang hortikultura karena memiliki iklim yang baik untuk pertumbuhan tanaman buah dan sayuran. Pengaruh suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari masuk kedalam aspek-aspek iklim yang memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura.<sup>16</sup> Salah satu tanaman yang subur tumbuh di Indonesia adalah tanaman buah-buahan bergenus *Citrus*. Buah jeruk sendiri dikenal sebagai buah yang kaya akan vitamin C. Buah jeruk memiliki rasa cenderung masam dan manis juga memiliki bau khas yang harum. Wangi harum ini timbul karena adanya kandungan minyak atsiri yang terdapat pada kulit buah jeruk. Harum dari minyak atsiri ini yang membedakan antara buah jeruk dengan buah lainnya. Beberapa jenis minyak atsiri yang umum ada pada buah jeruk antaralain nomilin, limonin, oktanol, cineole dan naringin. Minyak atsiri itu sendiri memiliki kemampuan untuk melawan hama patogen sehingga dapat menjadi antimikroba alami bagi mikroorganisme patogen.<sup>17</sup>

Menurut Badan Pusat Statistik mencatat produksi jeruk pada tahun 2021 mencapai 2,51 juta ton. Konsumsi buah jeruk pada sektor rumah tangga pada tahun 2021 mencapai 1.153,43 ribu ton, naik sebesar 29,95% (265,81 ribu ton) dari tahun 2020. Adapun partisipasi rumah tangga terhadap konsumsi jeruk

---

<sup>15</sup> Ariwibowo L, dkk (2013) “Dermatitis Kontak Okupasional pada Tangan Perawat Bangsal Rumah Sakit: Kasus Seri” *Jurnal Laporan Kasus*. Vol 40. Hal 42s-49s. Yogyakarta

<sup>16</sup> Kristiandi K. et al. (2022). “Pengaruh Parameter Iklim terhadap Produktivitas Jeruk Siam di Kabupaten Sambas” *Jurnal Ilmiah Pertanian*. Vol 18. No 1.

<sup>17</sup> Jinyin. C, et al. 2019. “Inhibition of Key Citrus Postharvest Fungal Strains by Plant Extracts In Vitro and In Vivo: A Review” *Jurnal Tumbuhan*. China. Vol. 8, no. 26

adalah sebesar 31,58%.<sup>18</sup> Beberapa jenis jeruk yang umum dikonsumsi secara langsung maupun sebagai campuran makanan adalah jeruk siam (*Citrus nobilis*), jeruk mandarin (*Citrus reticulata*), jeruk bali (*Citrus maxima*), jeruk lemon (*Citrus limon*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), dan jeruk limau (*Citrus amblycarpa*). Kenaikan konsumsi jeruk meningkat setara dengan meningkatnya kebutuhan Vitamin C, sayangnya hal ini dapat menimbulkan efek buruk bagi lingkungan. Kulit buah jeruk yang dibuang dan menumpuk dapat menjadi limbah organik yang mencemari lingkungan apabila tidak ditangani dengan serius.

Sampah organik merupakan sampah yang mudah terurai seperti kulit buah dan sayur dihasilkan oleh industri pengolahan makanan, pasar sayur, restoran, dan limbah dapur rumah. Sampah organik sering pula disebut sebagai limbah dapur. Secara global pengelolaan sampah organik menjadi isu utama. Masalah utama yang berkaitan dengan sampah adalah kurangnya pengelolaan sampah, sehingga menimbulkan beban lingkungan. Rendahnya tingkat pengomposan sampah organik dibandingkan dengan komposisi sampah organik yang ada menjadi masalah yang krusial.<sup>19</sup> Sistem pemilahan sampah masih kurang efektif karena ketika telah sampai pada TPA (Tempat Pembuangan Akhir) pengelolaan sampah masih belum terpisah. *Eco-enzyme* dapat menjadi solusi penanganan limbah rumah tangg, yaitu dengan cara memotong jalur distribusi sampah menuju TPA dan langsung mengolahnya di rumah menjadi produk yang bermanfaat.<sup>20</sup> Sampah organik yang dibuang ke lingkungan dapat digunakan untuk menghasilkan produk bio bernilai tambah, hal ini dikembangkan dan dipopulerkan oleh seorang ilmuwan Thailand yang bernama Dr. Rosukon Poompanvong yang sekaligus seorang pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand. Dr. Rosukon

---

<sup>18</sup> Badan Pusat Statistik Indonesia (2021)

<sup>19</sup> Mahyudin R.P. 2017. "Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan Di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir)" *Jurnal Teknik Lingkungan*. Banjarbaru. Vol. 3. No. 1. Hal. 66-74.

<sup>20</sup> Nurhamidah, Amida N., et al (2021) "Pengolahan Sampah Organik Menjadi Eco-enzyme pada Level Rumah Tangga menuju Konsep Eco-Community" *Jurnal Pengabdian Masyarakat Rafflesia*. Vol 1. No 2



memperkenalkan hasil penelitiannya sebagai *eco-enzyme*.<sup>21</sup> *Eco-enzyme* dapat dimanfaatkan menjaadi pembersih kamar mandi, pengganti detergen pencuci pakaian, pembersih lantai, peptisida untuk buah dan sayur, cairan pembersih lantai, dan hand sanitizer. Seperti firman Allah SWT. dalam Al-Qur'an yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ

فَوَيْلٌ لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

**Artinya:** “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.” (QS Sad : 27)<sup>22</sup>

Berdasarkan tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah/ Markaz Ta'dzhim al-Qur'an di bawah pengawasan Syaikh Prof. Dr. Imad Zuhair Hafidz, professor fakultas al-Qur'an Universitas Islam Madinah bahwa Allah SWT telah menciptakan langit, bumi, dan seisinya -berupa berbagai makhluk yang menakjubkan, beraneka ragam dan penuh ketelitian- untuk sesuatu yang batil dan sia-sia. Dan keyakinan bahwa makhluk-makhluk ini diciptakan tanpa mengandung hikmah merupakan keyakinan orang-orang kafir. Maka neraka bagi mereka akibat pada hari kiamat kekafiran dan prasangka buruk mereka terhadap Allah Yang Menciptakan mereka.<sup>23</sup>

Melalui penafsiran ayat di atas kita dapat mengetahui bahwa Allah SWT telah menciptakan segala yang ada di bumi dan di langit dengan teliti dan tidak ada yang sia-sia maka semua yang berada di atas bumi pasti memiliki manfaat dan hikmah.

<sup>21</sup> I Nengah Muliarta, I Ketut Darmawan. 2021. “Processing Household Organic Waste into Eco-Enzyme as an Effort to Realize Zero Waste” *Agriwar Journal*. Bali. Vol. 1, No.1, hal. 6-11.

<sup>22</sup> Kemenag RI. (2023). Al-Quran Kemenag: Surah Sad. <https://quran.kemenag.go.id/sura/8>

<sup>23</sup> Referensi online: <https://tafsirweb.com/8513-surat-shad-ayat-27.html>, 12 Agustus 2023 (11.24 WIB)

Sama seperti kulit buah jeruk yang dianggap tidak memiliki manfaat, sedangkan kenyataannya kulit buah jeruk memiliki kandungan yang berkhasiat dan dapat diolah kembali menjadi produk yang berguna. Pemanfaatan kembali limbah kulit buah jeruk-jerukan menjadi produk berguna merupakan bentuk pengamalan ayat tersebut dan juga sebagai bukti kebesaran dan keagungan Allah SWT sebagai pencipta alam semesta. Salah satu produk hasil pemanfaatan limbah kulit buah jeruk-jerukan adalah *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* adalah produk bioteknologi dari hasil fermentasi sampah organik yang dicampur dengan air dan gula atau molase dengan perbandingan 1:3:10 (gula, limbah dapur berupa tumbuhan, air).<sup>24</sup> Penelitian mengenai *eco-enzyme* telah dikembangkan selama sepuluh tahun terakhir dan telah menghasilkan banyak penemuan baru. *Eco-enzyme* memiliki beberapa manfaat, beberapa diantaranya adalah sebagai pembersih lantai, insektisida, cairan pembersih selokan, disinfektan dan antibakteri.<sup>25</sup> Geetha dan Jyothi (2017), menyatakan menurut hasil penelitiannya bahwa *eco-enzyme* berbahan dasar kulit buah jeruk memiliki aktivitas antimikroba sehingga dapat menjadi antibakteri alternatif berbahan dasar nabati yang ramah lingkungan.<sup>26</sup> Dari segala manfaat yang didapat dari *eco-enzyme* terdapat satu kendala yang dikeluhkan masyarakat, yaitu waktu fermentasi *eco-enzyme* yang lama (3 bulan).

Berdasarkan landasan-landasan masalah tersebut menjadi alasan perlunya dilakukan penelitian dengan judul “Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan dasar Buah Bergenus *Citrus* Terhadap *Staphylococcus aureus*”

---

<sup>24</sup> Lapsia, V dan Makarand N. 2020. “Production, Extraction and Uses Of Eco-enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste” *Jurnal of Microbiol Biotech*. India. Vol. 22 (2), ISSN-0972-3005. hal.346-351.

<sup>25</sup> Septi Presenta Dewi, et al. (2021). “Pembuatan dan Uji Organoleptik *Eco-enzyme* dari Kulit Buah Jeruk” *Jurnal HUBISINTEK*. Jawa Tengah. Hal. 649-657.

<sup>26</sup> Geetha Saramanda and Jyothi Kaparapu. 2017. “Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract” *Jurnal of Engineering Research and Application*. ISSN : 2248-9622, Vol. 7, Issue 11, ( Part -7). hal.25-28.

### C. Identifikasi dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka dapat diidentifikasi dan dapat dibatasi masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Infeksi akibat bakteri *Staphylococcus aureus* masih ditemukan di Indonesia.
2. Bakteri *Staphylococcus aureus* resisten terhadap banyak antibiotik sehingga dibutuhkan alternatif.
3. Penggunaan antibakteri berbahan dasar kimia untuk penyembuhan infeksi akibat *Staphylococcus aureus* dapat menimbulkan alergi.
4. Limbah organik yang tidak ditangani dengan baik mencemari lingkungan.
5. Lamanya proses fermentasi *eco-enzyme*, yaitu 3 bulan menjadi penghambat masyarakat untuk membuat produk *eco-enzyme* di rumah.

#### 2. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan pada penelitian ini maka peneliti membatasi penelitian ini hanya pada variasi konsentrasi *eco-enzyme* yang digunakan dan lama waktu fermentasi untuk proses pembuatan *eco-enzyme* dengan parameter daya hambat dan daya bunuh yang dihasilkan oleh aktivitas antimikroba *eco-enzyme* terhadap *Staphylococcus aureus*.

### D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dipaparkan, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah *eco-enzyme* memiliki aktivitas antibakteri terhadap

*Staphylococcus aureus*?

2. Apakah waktu fermentasi *eco-enzyme* mempengaruhi daya aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*?

### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri dari *eco-enzyme* berbahan dasar buah- buahan bergenus *Citrus* terhadap *Staphylococcus aureus*.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi *eco-enzyme* sebagai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*.

### **F. Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan memiliki manfaat, yaitu:

1. Menambah literasi dan informasi mengenai aktivitas *eco-enzyme* sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*.
2. Sebagai informasi untuk menentukan waktu efektif fermentasi *eco-enzyme* dan kemampuannya sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*.

### **G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan**

Terdapat sekumpulan keterkaitan terhadap tema “Aktivitas Antibakteri *Eco-enzyme* Berbahan Dasar Buah Bergenus *Citrus* Terhadap *Staphylococcus aureus*” adalah sebagai berikut:

1. Sebuah jurnal dengan judul “Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract” yang disusun oleh Geetha dan Jyothi pada tahun 2017 melaporkan bahwa *eco-enzyme* berbahan dasar kulit buah jeruk dengan konsentrasi 15% diketahui telah dapat menghambat pertumbuhan dari

bakteri *E. coli*, *S. aureus*, *Sterptococcus pyogens*, *Salmonella typhi* dan *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>27</sup>

2. Ginting N. dan kawan-kawan telah melaporkan pada sebuah jurnal yang berjudul “Dilution of Eco Enzyme and Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus*” bahwa *eco-enzyme* berbasis limbah buah-buahan dengan konsentrasi perbandingan pengenceran, yaitu 1:100 memiliki antibakteri terbaik dengan nilai hambat sebesar 12,5 mm (indikasi menghambat kuat) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.<sup>28</sup>
3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mavani dan kawan-kawan pada tahun 2020 didapat bahwa *eco-enzyme* berbahan dasar campuran kulit buah (jeruk dan nanas) dengan konsentrasi 50% sudah memiliki nilai hambat sehingga dapat dikatakan bahwa *eco-enzyme* memiliki aktivitas antibakteri.<sup>29</sup>
4. Sebuah jurnal yang berjudul “Antibacteria Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*)” melaporkan bahwa konsentrasi hambat minimum *eco-enzyme* menggunakan kulit buah nanas terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 50%.<sup>30</sup>
5. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahma, Haque dkk (2020) diketahui bahwa GE (*Garbage Enzyme*) yang dibuat dari limbah organik berupa tumbuhan, ditambah dengan molase dan air dengan perbandingan 3:1:10 memiliki

---

<sup>27</sup> Geetha Saramanda and Jyothi Kaparapu “Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract” *Journal of Engineering Research and Application*. ISSN : 2248-9622, Vol. 7, Issue 11, (Part -7), (2017), hal.25-28.

<sup>28</sup> Ginting Nurzainah, Hasnudi, Yunilas, dan Prayito L. “Dilution of Eco Enzyme and Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus*” *Jrnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 9, no. 1 (2020): 123-128

<sup>29</sup> Mavani H. A. K, Tew I. M, Wong L. et al. “Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study” *International Journal of Environmental Research and Public Health*. (2020)

<sup>30</sup> Ramadani A. H. et.al “Antibacteria Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*)” *Indo. J. Chem. Res*. 9, no. 3 (2022): 201-207

kemampuan sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat sebesar 5,0 mm.<sup>31</sup>

Dapat disimpulkan dari penelitian sebelumnya bahwa, *eco-enzyme* secara umum memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Keterbaharuan dari penelitian ini adalah untuk mencari tahu keberadaan aktivitas antibakteri *eco-enzyme* berbahan dasar buah bergenus *Citrus* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi *eco-enzyme*.



---

<sup>31</sup> Rahma Samina, Haque Irshadul, et al “Characterizaion and FPLC Analysis of Garbage Enzyme: Biocatalytic and Antimicrobial Activity” Journal of Waste and Biomass Valorization. (2020)

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Buah Bergenus Citrus

Buah-buahan bergenus *Citrus* memiliki karakteristik buah masam dan sedikit pahit, hal ini dikarenakan kandungan fitokimia aktif seperti nomilin, limonin, oktanol, cineole dan naringin yang umumnya berada pada buah-buahan bergenus *Citrus*. Kandungan fitokimia aktif tersebut memiliki kemampuan menghambat patogen mikroorganisme.<sup>32</sup> Buah bergenus *Citrus* tergolong kedalam buah beri, yaitu buah yang berdaging, berbiji banyak, tidak mengandung bagian yang keras kecuali bijinya. Umumnya buah bergenus *Citrus* tergolong kedalam hesperidia, dimana bagian buah yang berdaging dibagi menjadi beberapa segmen dan dikelilingi oleh kulit yang dapat dipisahkan. Biji obovoid atau pipih dan menempel secara adaksial (dekat poros tengah atau inti), memiliki kulit biji yang halus atau bergerigi dan mengandung satu hingga banyak embrio. Segmen diisi dengan versikel pulp fusiform bertangkai yang berair, memiliki jaringan bersel besar. Segmen dikelilingi oleh endokarp putih, di luarnya terdapat kulit yang mengandung banyak kelenjar minyak.<sup>33</sup>

Umumnya buah-buahan bergenus *Citrus* memiliki kulit berwarna hijau selama tahap awal perkembangan buah dan berubah menjadi kuning atau oren saat matang. Buah muncul dari fragmen bunga yang berada di ketiak daun. Bunga buah Citrus adalah sempurna memiliki tangkai, kelopak bunga berbentuk cangkir dengan tiga hingga lima lobus dan subglabrous. Terdiri dari empat sampai delapan kelopak (biasanya lima), yang di luarnya berwarna putih atau merah muda, menutupi dan tebal.

---

<sup>32</sup> Okwu D. E., Awurum A. N. & Okoronkwo J. I. (2007) "Phytochemical Composition and In Virto Antifungal Activity Screening of Extract from Citrus Plants against *Fusarium oxysporum* of Okra Plant (*Hibicus esculentus*)" *Journal of Pest Technology*. 1(2), pp. 145-148

<sup>33</sup> Talon, M. (2020). *The Genus Citrus*. UK: Woodhead. Hal. 57

Biasanya terdapat empat kali banyak benang sari bebas atau koheren pada dasarnya sebagai kelopak, meskipun mungkin ada hingga sepuluh kali lebih banyak. Discus terbentuk pendek dengan kelenjar nektar. Ovarium berisi 3-18 lokus, yang masing-masing berisi dua hingga delapan ovarium yang terdiri dalam dua baris.<sup>34</sup>

#### 1. Lemon (*Citrus limon* L)

Pohon jeruk lemon tergolong tanaman berduri, saat dewasa tinggi pohon jeruk lemon dapat mencapai 30 meter. Daun jeruk lemon berwarna hijau gelap dan berbentuk oval. Daun tumbuh tersusun pada batangnya. Memiliki kelopak bunga yang terdiri dari 5 kelopak, berwarna putih dan berbau harum. Buah jeruk lemon memiliki warna kuning kehijauan hingga kuning cerah dan memiliki bentuk yang membulat, memiliki panjang 8-9 cm.<sup>43</sup> Klasifikasi jeruk lemon adalah sebagai berikut:<sup>35</sup>

Regnum: Plantae

Subregnum: *Spermatophyta*

Divisi: *Magnoliophyta*

Kelas: *Magnoliopsida*

Subkelas: *Rosidae*

Ordo: *Sapindales*

Famili: *Rutaceae*

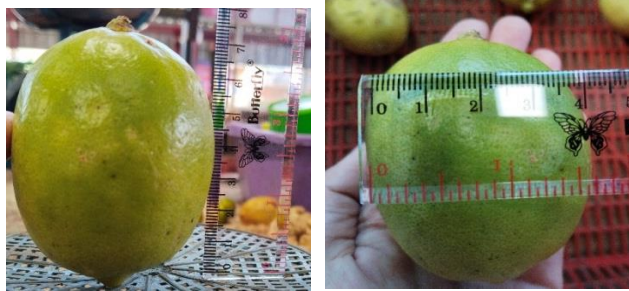
Genus: *Citrus* Spesies: *Citrus limon* (L)

---

<sup>34</sup> Talon, M. (2020). *The Genus Citrus*. UK: Woodhead. Hal. 58

<sup>35</sup> Dev, Chaturvedi dan Shrivastava R. 2016. "Basketful Benefit of Citrus limon" *International Research of Journal Pharmacy*. 7 (6): 8.





Gambar 2.1 *Citrus limon* (sumber: Dokumen pribadi, 2023)

Ciri-ciri utama dari buah lemon adalah tingkat keasaman yang tinggi dengan bentuk lonjong hingga elips dengan tonjolan diujung-ujungnya (terkadang memiliki ujung yang cekung), kulit buah melekat erat dan memiliki bau harum yang kuat, buah berwarna pucat, biasanya memiliki biji poliembrionik. Pohon lemon sangat sensitif terhadap kondisi dingin. Rasa dan aroma yang berbeda dari lemon disebabkan oleh adanya limonin dan D- limonen.<sup>36</sup>

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Bashir dkk. (2020) menunjukkan bahwa ekstrak lemon memiliki kandungan saponin, tanin, fenol, alkaloid dan flavanoid. Kandungan saponin yang ditemukan di dalam jeruk lemon bertanggung jawab atas rasa pahit yang ada pada jeruk lemon dan sebagai sifat antijamur dari tanaman ini. Kehadiran tanin dan senyawa fenolik menunjukkan bahwa tanaman jeruk lemon memiliki sifat antimikroba karena fenol dan senyawa fenolik banyak digunakan di dalam pencegahan penyakit dan tetap menjadi standar yang membandingkan bakterisida atau fungisida lain. Fenolik membentuk kelompok besar senyawa alami, beragam dan tersebar luas yang bertanggung jawab atas sifat antijamur atau bakterisida.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Talon, M. (2020). *The Genus Citrus*. UK: Woodhead. Hal. 89

<sup>37</sup> L. U. Bashir et al. 2020. "Phytochemical screening and antifungal potentials of *Citrus limon* peels against *Fusarium oxysporum* and *Rhizopus stolonifer* causing

2. Jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm. f.) Merr.)

Buah jeruk bali memiliki ukuran buah besar dibandingkan dengan buah jeruk lainnya, berbentuk bulat dengan bagian atas lonjong atau hampir meruncing dan bagian bawah mjeruk endatar. Kulit buahnya berwarna hijau saat muda dan akan berubah menjadi warna kekuningan saat menua. Kulitnya lebih tebal bila dibandingkan dengan jeruk lainnya. Memiliki daging buah berwarna putih hingga merah, rasanya manis agak sedikit kecut dan pahit, tekstur daging buah halus dan buah memiliki kandungan air yang banyak. Antar daging buah sangat rapat. Umumnya jumlah biji pada jeruk bali sedikit, bahkan ada yang tidak memiliki biji sama sekali. Pada pohonnya memiliki sedikit duri.<sup>38</sup> Jeruk bali memiliki klasifikasi sebagai berikut:<sup>39</sup>

Regnum: *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Subkelas: *Rosidae*

Ordo: *Sapindales*

Famili: *Rutaceae*

Genus: *Citrus*

Spesies: *Citrus maxima* (Burm. f.) Merr.

---

rots in water melon (*Citrullus lanatus* L.)” *Jurnal of Experimental Sciences*. Nigeria. Vol 11. Hal. 1-5

<sup>38</sup> Giovanni, D and Angelo, D.G. 2004. *Citrus: The Genus Citrus*. Taylor & Francis e-Library: Canada. Hal. 22

<sup>39</sup> Kenastino, P.S. 2003. “Kadar Kolesterol Darah Mencit (*Mus Musculus*) setelah Pemberian Pektin Kulit Jerukbali dan Korelasinya Terhadap Berat Hati dan Sekum”. *Skripsi*. FMIPA UPI. Jakarta.



Gambar 2.2 *Citrus maxima* (sumber: <https://www.organicseeds4you.com/tr/home/citrus-grandis-pomelo-seeds-decumana-citrus-maxima-frost-hardy.html>)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pariury (2021), *Citrus maxima* atau yang biasa disebut sebagai jeruk bali memiliki kandungan antioksidan dan vitamin C, dimana kandungan ini sebagian besar berada pada kulitnya. Kandungan antioksidan yang ada pada jeruk bali, yaitu likopen, vitamin C, fenol, tanin, triterpenoid, saponin, dan flavonoid.<sup>40</sup>

### 3. Jeruk siam (*Citrus nobilis* Lauriro)

Jeruk siam memiliki kulit yang tipis dan lebih lekat dengan dagingnya dan berwarna hijau kekuningan. Jeruk siam memiliki permukaan kulit yang halus dan mengkilap. Daging buahnya tidak berongga dan memiliki kandungan air yang tinggi. Jeruk siam memiliki rasa yang manis dan mengandung vitamin C yang cukup tinggi. Ukuran buah jeruk siam akan bertambah selama pertumbuhan sebanding dengan pertambahan berat pada buah. Semakin luas diameter buah maka semakin berat massanya. Persentase kulit dalam dan kulit luar semakin berkurang selama pertumbuhan dan

---

<sup>40</sup> Pariury et al. 2021. "Potensi Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima* Merr) Sjeruk ebagai Antibakteri Propionibacteriumacne Penyebab Jerawat" *Jurnal HTMJ*. Vol 19. No 1.

perkembangan buah.<sup>41</sup>klasifikasi dari tanaman jeruk adalah sebagai berikut.<sup>42</sup>

Regnum: *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Sub Divisi: *Angiospermae*

Kelas: *Dicotyledoneae*

Ordo: *Rutales*

Famili : *Rutaceae*

Genus : *Citrus*

Spesies: *Citrus nobilis* (Lauriro)



Gambar 2.3. *Citrus nobilis* (sumber: Dokumen pribadi, 2023)

#### 4. Jeruk mandarin (*Citrus reticulata* L)

Ciri-ciri dari buah ini yaitu bentuknya sama dengan buah jeruk keprok namun memiliki warna oren cerah bila dibandingkan dengan jeruk siam (*Citrus nobilis*). Buahnya berbentuk bulat dan rasanya relatif manis.<sup>52</sup> Pohon jeruk mandarin memiliki tinggi sekitar 2-8 meter. Batangnya

<sup>41</sup> Supriyadi. 2017. “Kelayakan Usahatani Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.) di Desa Sambimaya Kecamatan Juntiyuat Kabupaten Indramayu” *Jurnal Agriwiralodra*. 9 (1): 3-7.

<sup>42</sup> Permata Hanafi. (2020). “Karakterisasi Morfologi Organ Generatif Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.) di Dua Sentra Lokasi yang Berbeda” Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan syarif Kasim Riau Pekanbaru.

berbentuk bulat atau setengah bulat dengan percabangan yang banyak dan memiliki tajuk yang rindang. Daunnya berbentuk bulat telur memanjang, dengan pangkal yang tumpul dan ujung daun meruncing seperti tombak. Permukaan atas dari daun jeruk mandarin berwarna hijau tua mengkilat sedangkan bagian bawahnya berwarna hijau muda. Daun jeruk mandarin memiliki panjang 4-8 cm dan lebar 1,5-4 cm.<sup>43</sup> Adapun taksonomi dari jerukmandarin, yaitu:<sup>44</sup>

Regnum: *Plantae*

Divisi: *Magnoliophyta*

Kelas: *Magnoliopsida*

Subkelas: *Rosidae*

Ordo: *Sapindales*

Famili: *Rutaceae*

Genus: *Citrus*

Spesies: *Citrus reticulata* L



Gambar 2.4 *Citrus reticulata* (sumber: Dokumen pribadi, 2023)

<sup>43</sup> Soelarso, R.B. 1996. *Budidaya Jeruk Bebas Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius.

<sup>44</sup> Backer, A and Van Den Brink, B., (1965). *Flora of Java (Spermatophytes Only)*, Volume I. N.V.P. TheNederlands: Noordhoff-Groningen.

Menurut hasil studi yang dilakukan oleh Tunmunin *Citrus reticulata* mengandung tanin, fenolik dan flavonoid yang tergolong kedalam antioksidan kuat dan berpotensi sebagai antioksidan alami.<sup>45</sup>

##### 5. Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle)

Jeruk nipis tergolong kedalam pohon kecil dengan ketinggian pohon sekitar 1,5-3,5 m bercabang, memiliki batang bulat, berduri pendek, kaku dan tajam. Daunnya merupakan daun tunggal dengan bentuk oval hingga bulat telur, tangkai daun bersayap sempit, pangkal daun berbentuk bulat, ujungnya tumpul, memiliki tepi daun beringgit, permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua mengkilap, permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda dengan panjang daun sekitar 2,5-9 cm dan lebar daun sekitar 2-5 cm. Bunganya termasuk majemuk, yang tersusun dalam malai yang keluar dari ketiak daun, bunga berbentuk bintang dengan diameter 1,5-2,5 cm berwarna putih dan memiliki bau harum.<sup>46</sup> Jeruk nipis memiliki bakal buah berwarna hijau kekuningan, buah yang masih muda berwarna hijau dan saat tua akan menjadi kuning. Buah berbentuk bulat, memiliki diameter berkisar 3,5-5 cm. Memiliki biji berwarna putih kehijauan, dengan bentuk pipih bulat telur. Pohon jeruk nipis memiliki akar tunggal.<sup>47</sup> Adapun klasifikasi dari jeruk nipis, yaitu:

---

<sup>45</sup> Tunmunin, D, et al. (2021). "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco) Sebagai Teh Tradisional" *Journal of Biological Sciences*. Bali. 8(2): 274-283.

<sup>46</sup> Dalimartha, S. 2006. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Trubus Agriwidya.

<sup>47</sup> Suharmiati and Handayani, L. 2005. *Ramuan Tradisional untuk Keadaan Darurat di Rumah*. PT AgromediaPustaka, Depok.

Regnum: *Plantae*

Divisi :*Spermatophyta*

Sub Divisi: *Angiospermae*

Kelas: *Dicotyledoneae*

Ordo: *Rutales*

Famili: *Rutaceae*

Genus: *Citrus*

Spesies: *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle



Gambar 2.5 *Citrus aurantifolia* (sumber: Dokumen pribadi, 2023)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Devi Silvia (2018), ekstrak jeruk nipis memiliki kandungan fitokimia berupa flavonoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna hitam, alkaloid terlihat dari terbentuknya endapan berwarna kecoklatan, tanin terlihat dengan terbentuknya warna hijau kehitaman, dan saponin terbukti dengan terbentuknya busa stabil. Keempat kandungan tersebut memiliki kemampuan menghambat mikroba.<sup>48</sup> Selain itu kulit jeruk nipis memiliki kandungan seperti asam sitrat, asam amino, minyak atsiri, resin, asam sitrat, glikosida, fosfat, kalsium, besi, vitamin C

---

<sup>48</sup> Devi Silvia. 2018. "Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Jamur *Candida albicans*" *Skripsi*. Fakultas dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya

dan B1. Salah satu minyak atsiri yang berada di dalam jeruk nipis adalah flavonoid dan saponin dimana kedua zat memiliki peranan penting sebagai antimikroba.<sup>49</sup>

6. Jeruk limau (*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Ochse)

Tanaman limau tergolong kedalam tanaman perdu dengan tinggi pohon sekitar 3-10 m. Memiliki ranting berduri pendek menyerupai paku. Memiliki helai daun berbentuk bulat telur, ellipitis atau memanjang, dengan ujung tumpul atau meruncing tumpul. Bagian atas daun berwarna hijau tua bercahaya dan bagian bawahnya berwarna hijau kekuning-kuningan. Buah jeruk limau memiliki bentuk bola dengan salah satu ujungnya meruncing, buah memiliki diametr 4-7,5 cm, berwarna hijau tua dan kulit buah tidak rata dengan ketebalan 0,3-0.5 cm.<sup>50</sup> Menurut Global Biodiversity Information Facility (2016), jeruk limau memiliki taksonomi sebagai berikut:<sup>51</sup>

Regnum: *Plantae*

Divisi: *Magnoliophyta*

Sub Divisi: *Spermatophyta*

Kelas: *Magnoliopsida*

Ordo: *Sapindales*

Famili: *Rutaceae*

Genus : *Citrus*

Spesies: *Citrus amblycarpa* (Hassk.) Ochse

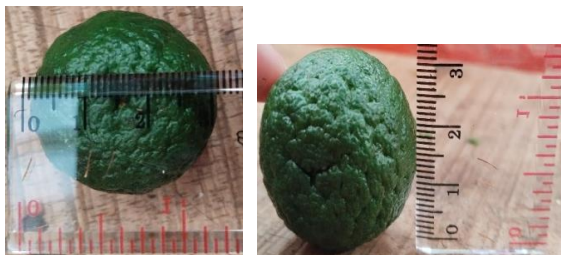
---

<sup>49</sup> Evy R.E, et all. 2019. "Lime (*Citrus aurantifolia*) Peel as Natural Antibacteria for Wound Skin Infection Caused by *Staphylococcus aureus*" *International Journal of Pharmaceutical Research*. Surabaya. Vol. 11. No. 1

<sup>50</sup> Sarwono. 1993. *Jeruk dan Kerabatnya Cetakan 6*. Jakarta: Penebar Swadaya.

<sup>51</sup> GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2016 (Diakses 5 Mei 2022)





Gambar 2.3 *Citrus amblycarpa* (Sumber: Dokumen pribadi, 2023)

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Putra et. al. (2018) menyatakan bahwa jeruk limau memiliki kandungan flavonoid, polifenol, tanin, glikosida dan minyak atsiri. Seperti buah jeruk-jerukan lainnya, limau juga menjadi sumber vitamin C.<sup>52</sup>

## B. *Eco-enzyme*

*Eco-enzyme* dapat dibuat menggunakan tiga bahan utama dan merupakan bahan-bahan yang mudah didapat dan murah. Tiga bahan tersebut ialah sampah organik seperti kulit-kulit buah dan sisa sayuran, molase atau gula merah dan air dengan perbandingan 3:1:10. Wadah pembuatan *eco-enzyme* menggunakan wadah plastik yang kedap udara agar proses fermentasi dapat berjalan dengan baik. Proses fermentasi selama pembuatan produk *eco-enzyme* akan menghasilkan gas, untuk menghindari ledakan gas maka buka tutup wadah minimal seminggu sekali sehingga tumpukan gas fermentasi dapat terbebaskan.<sup>53</sup>

Hasil uji organoleptik *eco-enzyme* berbahan dasar kulit buah jeruk yang dilakukan oleh Septi (2021) menyatakan bahwa

<sup>52</sup> G. M. D. Putra. Et al. (2018). “Standarisasi dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 70% Daun Jeruk Limau(*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Osche)” *Jurnal Kimia*. Bali. 12 (2): 187-194

<sup>53</sup> Kerker S.S, et all. (2020). “Aplication of Eco-Enzyme for Domestic Waste Water Treatment” *International Journal for Reserch in Engineering Aplication and Management*. India. Vol 05. Issue 11.

cairan *eco-enzyme* memiliki aroma menyengat asam segar kulit buah jeruk.<sup>54</sup> Aroma asam yang muncul pada produk cairan *eco-enzyme* berasal dari asam asetat, dimana asam asetat ini dapat memberikan aroma dan rasa asam pada cairan atau makanan. Asam asetat ini terbentuk dari proses fermentasi mikroorganisme yang terdapat di dalam buah dan sayur. Proses fermentasi adalah proses metabolisme anaerobik dan merupakan upaya mikroorganisme untuk memperoleh energi dalam keadaan anaerob (tanpa oksigen). Produk sampingan yang dihasilkan dari proses fermentasi berupa alkohol dan asam asetat, meskipun kebanyakan dari bakteri menghasilkan asam asetat, namun fungi dan beberapa jenis bakteri menghasilkan alkohol. Pada proses fermentasi terdapat mikroorganisme yang akan menghasilkan enzim dan enzim inilah yang membuat proses fermentasi berjalan. Kedua zat ini memiliki khasiat sebagai disinfektan.<sup>55</sup>

Produk *eco-enzyme* dapat dikatakan berhasil ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna kecoklatan dan memiliki aroma asam (tidak berbau busuk). Hal ini sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh Muninggar (2020), dimana warna dari produk *eco-enzyme* mengalami perubahan menjadi warna cokelat keruh. Perubahan warna menjadi cokelat keruh dikarenakan pengaruh dari gula jawa yang digunakan yang kemudian tercampur dengan residu dari kulit buah atau sayur-sayuran yang digunakan.<sup>56</sup> Proses fermentasi *eco-enzyme* akan menghasilkan gas yang mana hal ini menyebabkan berkurangnya volume awal cairan *eco-enzyme* dengan volume akhir yang dihasilkan.<sup>57</sup>

---

<sup>54</sup> Septi Presenta Dewi, et al. 2021. "Pembuatan dan Uji Organoleptik Eco-enzyme dari Kulit Buah Jeruk" *Jurnal HUBISINTEK*. Jawa Tengah. Hal. 649-657

<sup>55</sup> Dewi, et al. 2021. "Pembuatan dan Uji Organoleptik Eco-enzyme dari Kulit Buah Jeruk" *Jurnal HUBISINTEK*. Jawa Tengah. Hal. 649-657

<sup>56</sup> Vika, et al. 2020. "Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk *Eco-enzyme*" *Jurnal Seminar Nasional Edusainstek*. Semarang. ISBN :978-602-5614-35-4 . Hal. 393-399

<sup>57</sup> Septi Presenta Dewi, et al. 2021. "Pembuatan dan Uji Organoleptik Eco-enzyme dari Kulit Buah Jeruk" *Jurnal HUBISINTEK*. Jawa Tengah. Hal. 649-657

Para produsen *eco-enzyme* biasanya tidak melakukan fermentasi selama tiga bulan, durasi fermentasi ditentukan oleh alokasi produksi. Produsen *eco-enzyme* untuk dijadikan sebagai disinfektan dapat melalui masa fermentasi selama 8-10 hari. Fermentasi dengan masa maksimum 10 hari sudah dapat menghasilkan *eco-enzyme* dengan kandungan alkohol 60-70% dan pH dibawah 4. Sehingga *eco-enzyme* dengan masa fermentasi 10 hari ini sudah dapat dijadikan disinfektan.<sup>58</sup>

### C. Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa kimia yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh koloni bakteri. Mekanisme antibakteri yang dapat dikelompokkan menjadi empat aksi utama, yaitu penghambatan terhadap sintesis dinding sel, penghambatan terhadap fungsi membran sel, penghambatan terhadap sintesis protein, dan penghambatan terhadap sintesis asam nukleat. Aktivitas antibakteri dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu aktivitas bakteriostatik dan aktivitas bakterisidal. Aktivitas bakteriostatik merupakan aktivitas suatu agen untuk menghambat pertumbuhan patogen sedangkan bakterisida artinya adalah suatu agen yang dapat membunuh patogen dalam kisaran luas.<sup>59</sup> Suatu bahan dapat dikatakan sebagai agen antimikroba bila dapat menghambat atau menghancurkan patogen tanpa merusak bagian yang disembuhkan.<sup>60</sup>

Bakteri gram positive dan negative dapat dibedakan menggunakan metode pewarnaan yang dikembangkan oleh Hans Christian Gram pada tahun 1884. Metode ini menggunakan pewarna kristal violet yang nantinya akan diberikan pada specimen yang akan diuji. Bakteri gram positive memiliki

---

<sup>58</sup> I Nengah Muliarta dan I Ketut Darmawan. 2021. "Processing Household Organic Waste into Eco-Enzyme asan Effort to Realize Zero Waste" *Agriwar Journal*. Bali. Vol. 1, No.1, hal. 6-11

<sup>59</sup> Mazayaniq Z.A. 2008. *Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta Timur: Trans Info Media. Hal. 83

<sup>60</sup> Burton, et al. 2004. *Microbiology For The Health Sciencis (Seventh Edition)*. USA: Lippincot William & Wilkins. Hal. 230

membrane luar berupa peptidoglikan yang tebal, yaitu 20-80 nm akibatnya bakteri gram positive akan mengambil kompleks *stain-mordant* (pengikat zat warna) primer dan mengeluarkan warna biru hingga ungu saat diamati di bawah mikroskop. Bakteri gram negative cenderung memiliki peptidoglikan yang tipis, yaitu 7-8 nm dan menyebabkan bakteri jenis gram negative tidak dapat mengikat kompleks *stain-mordant* dan akan mengeluarkan warna merah saat diamati di bawah mikroskop. Selain itu gram positive dan negative juga dapat dibedakan berdasarkan bentuknya. Gram positive terdiri dari kokus (*Staphylococcus pneumoniae*), basil/filamen bercabang (*Actinomyces*) sedangkan bakteri gram negative terdiri dari batang (*Escherichia coli* dan *Bacillus anthracis*).<sup>61</sup>

Manusia memiliki sistem kekebalan alami (*immunity*) yang terbentuk di dalam tubuh. Terdapat 2 mekanisme pertahanan tubuh, yaitu sistem kekebalan spesifik dan tidak spesifik. Sistem kekebalan spesifik adalah suatu sistem tubuh yang dapat mengetahui materiil asing yang masuk ke dalam tubuh dan meningkatkan rangkaian respon kekebalan yang spesifik terhadap materiil asing tersebut. Sedangkan kekebalan tidak spesifik adalah bentuk pertahanan tubuh yang berperan sebagai bentuk pertahanan garis depan, sistem kekebalan ini didapat dari fagositosa, lisosom, dan lisosom. Kedua sistem ini didapat secara alamiah dan dapat pula secara buatan (antibodi dan vaksin). Pemberian vaksin dan antibodi dilakukan karena beberapa virus atau bakteri telah berevolusi dan secara alami manusia tidak memiliki sistem kekebalan yang dapat melawan patogen tersebut, meskipun begitu beberapa orang memiliki tingkat imun yang berbeda-beda dimana terdapat kasus dapat mengakibatkan alergi ringan hingga berat.<sup>62</sup>

Pengendalian mikroorganisme patogen juga diupayakan dengan cara meminimalisir jangkitan seperti melakukan

---

<sup>61</sup> Sizar O, Leslie SW, Unakal CG. [Updated 2023 Feb 19]. *Gram Positive Bacteria*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 January.

<sup>62</sup> Hasyimi. H. M. (2010) .Mikrobiologi & Parasitologi Untuk Mahasiswa Keperawatan. Trans Info Media: Jakarta. Hal.54-56

*degerming* atau menghilangkan mikroba dari permukaan kulit, biasa dilakukan dengan cara mencuci tangan dengan sabun atau seperti pada saat petugas kesehatan mengusap kulit dengan alkohol sebelum melakukan injeksi. Pasteurisasi adalah upaya penggunaan suhu panas untuk membunuh patogen dan mengurangi mikroorganisme pembusukan, biasa dilakukan pada makanan seperti susu, jus buah, dan produk makanan lainnya. Upaya lainnya adalah sanitasi atau proses mendisinfeksi tempat dan peralatan yang biasa digunakan untuk mengurangi mikroba patogen, dapat dilakukan dengan penguapan, pencucian dengan air panas bertekanan tinggi, bahan kimia seperti disinfektan atau detergen.<sup>63</sup> *Eco-enzyme* disisilkan merupakan bentuk upaya dalam bentuk sanitasi karena dirasa memiliki aktivitas antibakteri. Selain sebagai bentuk menanggulangi limbah organik, beberapa penelitian menunjukkan adanya potensi aktivitas antimikroba pada *eco-enzyme*. Suatu zat dapat dijadikan sebagai antibakteri ketika memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri hingga membunuh bakteri, dimana untuk mengetahui ada tidaknya daya hambat dan daya bunuh biasa dilakukan uji aktivitas antibakteri berupa MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) dan MBC (*Minimum Bactericidal Concentration*).

#### D. *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram-Positif berbentuk bulat dan berdiameter 0,7-1,2  $\mu\text{m}$ , fakultatif anaerob, tidak membentuk spora dan tidak memiliki alat gerak. Bila dibandingkan dengan bakteri lain yang tidak membentuk spora, maka *S. aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahan hidupnya. *S. aureus* tetap bisa hidup berbulan-bulan pada medium agar miring, baik dalam lemari es atau pada suhu ruangan. Bakteri ini juga tetap bisa hidup pada lingkungan kering pada benang, kain, kertas dan dalam nanah dapat tetap hidup

---

63 Bauman. R. W. (2017) .Microbiology With Diseases by Taxonomy. Pearson Education Limited: Malaysia. Cetakan ke-15. Hal.289

selama 6-14 minggu.<sup>64</sup> *Staphylococcus aureus* dapat tumbuh pada suhu optimum 37 °C, namun pigmen terbentuk paling baik pada suhu kamar, yaitu sekitar 20-25 °C. koloni berbentuk bundar, menonjol, halus dan berkilau. Pada medium padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan.<sup>65</sup> Pada medium agar, koloninya berbentuk cembung, bulat berdiameter 1-2 mm dan memiliki konsistensi lunak. Pada lempeng agar darah biasanya koloni berbentuk lebih besar dan pada varietas tertentu koloninya dikelilingi oleh zona hemolisis. Menurut Syahrurachman (2010), *Staphylococcus aureus* memiliki klasifikasi sebagai berikut:<sup>66</sup>

Domain: *Bacteria*

Kingdom: *Eubacteria*

Ordo: *Eubacteriales*

Famili: *Micrococcaceae*

Genus: *Staphylococcus*

Spesies: *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* adalah golongan bakteri Gram-Positif yang dapat ditemukan dipermukaan kulit tangan. Bakteri ini dapat masuk ke aliran darah dan infeksiya bisa terjadi di beberapa organ dalam. Infeksi bakteri *S. aureus* terjadi tergantung pada strain yang terlibat dan tempat infeksiya. Bakteri ini dapat mengikat protein matriks ekstraseluler dan fibronektin dalam kasus karditis endokarditis infeksiosa. Dinding sel bakteri yang berasosiasi dengan protein seperti fibrinogen merupakan perantara terjadinya karditis endo infeksi. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* adalah pneumonia dan emfisema, gastroenteritis, meningitis dan infeksi saluran

---

64 Tamher. 2008. Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan. Trans Info Media: Jakarta Timur. Hal. 25

65 Jawetz et al. 2008. Medical Microbiology. 24th ed. North America: Lange Medical book.

66 Syahrurachman. et al. 2010. Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta: Binarupa Aksara Publishers 2010.

kemih.<sup>67</sup> *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri yang bertanggung jawab atas penyakit diare yang dapat ditemukan pada kulit dan nasofaring tubuh manusia<sup>68</sup> serta salah satu penyebab umum keracunan makanan, dengan cara melepaskan enterotoksin ke dalam makanan.<sup>69</sup>

## E. Metode Dilusi

Uji aktivitas antibakteri dapat menggunakan metode dilusi, dimana metode ini tergolong metode sederhana karena pengujiannya menggunakan alat-alat standar laboratorium. Substansi antimikroba dalam kadar bertingkat dicampur ke dalam medium bakteriologis cair maupun *solid*. Biasanya menggunakan substansi antimikroba dengan pengenceran dua kalilipat ( $\log_2$ ). Selanjutnya medium akan diinokulasi dengan bakteri penguji dan diinkubasi. Titik akhir adalah jumlah substansi antimikroba yang diperlukan untuk menghambat atau membasmi mikroorganisme yang diuji.<sup>70</sup>

Keuntungan menggunakan metode dilusi adalah memungkinkan dilaporkannya hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah bakterisida tertentu yang diperlukan untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme yang diuji. Metode dilusi biasa digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba. metode ini juga metode paling sederhana pengujiannya. Metode dilusi dibedakan menjadi dua berdasarkan jenis medianya, yaitu dilusi cair (*broth dilution*) dan dilusi padat (*solid dilution*).

1. Metode dilusi cair (*broth dilution*) dapat mengukur MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) dan MBC (*Minimum*

---

<sup>67</sup> Gloria, et al. (2021). "Effectiveness of Green Betel Leaf and Lime Extract Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*" Jurnal Biodiversitas. Cirebon. Volume 22. Number 8. Pages: 3452-3457.

<sup>68</sup> Ryan KJ. & CG. Ray. 2004. *Sherris Medic Microbil*. New Yor (US): McGraw Hill

<sup>69</sup> Saeb S. et al. (2016). "Evaluation of Antibacterial Activities of Citrus limon, Citrus reticulata, and Citrus grandis Against Pathogenic Bacteria" *International Journal Enteric Pathogens*. Iran. Vol 4. No 4.

<sup>70</sup> Jawetz M. Dan Adelberg. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 25. Jakarta: Salemba Medika. Hal. 362

*Bactericidal Concentration*) dengan cara membuat seri pengenceran pada agen yang akan diuji aktivitas antimikroba pada medium cair lalu ditambahkan dengan mikroba uji. Larutan uji agen antimikroba pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan mikroba uji dan ditetapkan sebagai MIC. Larutan yang ditetapkan sebagai MIC tersebut selanjutnya diukur ulang pada media cair tanpa penambahan mikroba uji ataupun agen antimikroba, kemudian diinkubasi selama 18–24 jam. Media cair yang tetap terlihat jernih setelah inkubasi ditetapkan sebagai MBC.<sup>66</sup> MBC adalah konsentrasi minum antimikroba yang mampu membunuh lebih dari 99,99% bakteri.<sup>71</sup>

2. Metode dilusi padat (*solid dilution*) serupa dengan metode cair, namun yang membedakan adalah medium yang digunakan, yaitu media padat (*solid*). Keuntungan dari metode ini adalah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji.<sup>72</sup>

#### **F. Rotary Evaporator**

*Rotary evaporator* adalah alat destilasi yang menggunakan prinsip penguapan, dimana alat ini akan mengangkat laju penguapan dengan cara menyusutkan titik didih pelarut dengan cara menurunkan tekanan, *rotate* (memutar) sampel sehingga efektifitas luas permukaan meningkat, memanaskan larutan, lalu sampel yang telah diuapkan didinginkan dan hasil penembunan ditampung di dalam kondensor kaca. *Rotary Evaporator* terdiri

---

<sup>71</sup> Melcon C.R, et al. (2022). “Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) for Twelve Antimicrobials (Biocides and Antibiotics) in Eight Strains of *Listeria monocytogenes*” *Journal Biology*. Vol 11. No 46.

<sup>72</sup> Jawetz M. Dan Adelberg. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 25. Jakarta: Salemba Medika. Hal. 362



dari komponen-komponen, yaitu kondensator, saluran uap, labu, motor, *chamber water bath*, pengatur suhu, main unit.<sup>73</sup>



**Gambar 2.7** *Rotary Evaporator* (Sumber: Sumalatha, dkk (2022))

### **G. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Reader***

ELISA (*Enzyme linked immune-sorbant assay*) reader masih umum digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, beberapa keunggulannya, yaitu alat yang sederhana, berkapasitas tinggi, proses uji cepat dan hemat biaya bila dibandingkan dengan uji lain karena tidak memerlukan bahan tambahan lainnya. Serbaguna karena memungkinkan banyak sistem hanya dengan menggunakan kombinasi reagen yang berbeda. Mudah diukur menggunakan mata karena hasil dalam bentuk spektrum warna, data dapat disimpan, data analisis yang dihasilkan secara statistik.<sup>74</sup> Prinsip kerja ELISA reader, yaitu berbasis perbandingan warna berupa intensitas cahaya yang diserap dalam larutan berwarna dengan gelombang tertentu yang terdeteksi dan dibaca nilai absorbansinya.

---

<sup>73</sup> Sumalatha, M, Vamsi. S. S, et al. (2022) “Modeling and Static Analysis of Rotary Evaporator Part Using Solidworks” *Journal of VRSEC*. India.

<sup>74</sup> Crowther. J. R. (2001) *The ELISA Guidebook*. Humana Press: New Jersey. Pages 2.



## DAFTAR RUJUKAN

- Ariwibowo L, dkk. “Dermatitis Kontak Okupasional pada Tangan Perawat Bangsal Rumah Sakit: Kasus Seri” *Jurnal Laporan Kasus*. Vol 40. (2013). Hal 42s-49s. Yogyakarta
- Backer, A and Van Den Brink, B., (1965). *Flora of Java (Spermatophytes Only), Volume I*. N.V.P. The Netherlands: Noordhoff-Groningen.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (2021)
- Bashir L.U. et al. “Phytochemical screening and antifungal potentials of *Citrus limon* peels against *Fusarium oxysporum* and *Rhizopus stolonifer* causing rots in water melon (*Citrullus lanatus*L.)” *Jurnal of Experimental Sciences*. Nigeria. Vol 11. (2020). Hal. 1-5.
- Bauman. R. W. (2017) *Microbiology With Diseases by Taxonomy*. Pearson Education Limited: Malaysia. Cetakan ke-15. Hal. 289 & 325
- Belitz H, Grosch W & Schieberle P. (2009). *Food Chemistry 4<sup>th</sup> edition*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg. Pp. 521
- Buchanan R. E. & Gibbons N. E. (1974). *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology 8<sup>th</sup> edition*. The Williams & Wilkins Company
- Burton, et al. 2004. *Microbiology For The Health Sciencis (Seventh Edition)*. USA: Lippincot William & Wilkins. Hal. 230.
- Cahyani,V.R. 2014. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Pangan*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Cheng. C, Martinez. A. W, et al. “Paper-Based ELISA” *Angewandte Chemie Journal*.Vol.122. (2010) Pages.4881-4884.
- Crowther. J. R. (2001) *The ELISA Guidebook*. Humana Press: New Jersey. Pages 2.
- Dalimartha, S. 2006. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Trubus Agriwidya.

- Devi Silvia. (2018). “Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Jamur *Candida albicans*” *Skripsi*. Fakultas dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Dev, Chaturvedi dan Shrivastava R. “Basketful Benefit of *Cirus limon*” *International Research of Journal Pharmacy*. 7 (6): 8. (2016).
- Dewi. Y. C. “Uji Aktivitas Antibakteri Kadar Hambat Minimum, Kadar Bunuh Minimum, Antibiofilm (Penghambatan Pertumbuhan Biofilm) *Aspergillus niger* Terhadap *UroPathogenic Escherichia coli*” *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Malang. (2021). Hal. 43-44
- Diyaningsih N. “Identifikasi Bakteri Patogen pada Alat Bedah Minor di Ruang IGD RSD Mangusada” *Skripsi*. Analisis Kesehatan. Denpasar. (2019)
- Dryden. M. S. “Skin and soft tissue infection: microbiology and epidemiology,” *International Journal of Antimicrobial Agents*, vol. 34, supplement 1, (2009). pp. S2–S7.
- Engelman D. Et al. “Toward the Global Control of Human Scabies: Introducing the International Alliance for the Control of Scabies” *PLOS Neglected Tropical Diseases*. Vol 7. Issue 8. (2013).
- Evy R.E, et all. “Lime (*Citrus aurantifolia*) Peel as Natural Antibacteria for Wound Skin Infection Caused by *Staphylococcus aureus*” *International Journal of Pharmaceutical Research*. Surabaya. Vol. 11. No. 1. (2019)
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2016 (*Diakses 5 Mei 2022*)
- Geetha Saramanda and Jyothi Kaparapu “Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract” *Jurnal of Engineering Research and Application*. ISSN : 2248-9622, Vol. 7, Issue 11, (Part -7), (2017), hal.25-28.

- Ginting Nurzainah, Hasnudi, Yunilas, dan Prayito L. "Dilution of Eco Enzyme and Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus*" Jnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis. 9, no. 1 (2020): 123 -128, <http://ojs.uho.ac.id/index.php/peternakan-tropis>.
- Giovanni, D and Angelo, D.G. 2004. *Citrus: The Genus Citrus*. Canada: Taylor & Francis e- Library. Hal.1-2, 22
- Gloria, et al. "Effectiveness of Green Betel Leaf and Lime Extract Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*" *Jurnal Biodiversitas*. Cirebon. Volume 22. Number 8. (2021). Pages: 3452 -3457.
- Gunawan. I. A. "Aktivitas Kefir dan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Kefir Dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*" *Manuscript*. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan. Semarang. (2018) Hal.8-9
- Hanifah I. A. et al. "The Effect of Variation in Sugar Types and Fermentation Time on Enzyme Activity and Total Titrated Acid on Eco-enzyme Results of Fermentation" *Journal Advances in Biological Research*. vol.22. (2021). hal. 588
- Hasanah. Y, et al. "Eco Enzyme and Its Benefits For Organic Rice Production and Disinfectant" *Journal of Saintech Transfer*. Medan. Vol 3. No 2. (2020).Hal.119-128.
- Hasyimi. H. M. (2010) *Mikrobiologi & Parasitologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Trans Info Media: Jakarta. Hal.54-56
- Imasari T. dan Emasari F. A. "Deteksi Bakteri *Staphylococcus* sp. Penyebab Jerawat Dengan Tingkat Pengetahuan Perawatan Wajah Pada Siswa Kelas XI di SMK Negeri 1 Pagerwojo" *Jurnal Sintesis*. Vol 2. No 2. (2021). Pp: 58-65.
- Indarwan P. N. dan Sujaya I. N. "Kontaminasi Bakteri pada Uang Kertas: *Systematic Review*" *Jurnal Arc. Com. Health*. Vol. 8 No. 496-513. (2021). Bali

- I Nengah Muliarta dan I Ketut Darmawan. "Processing Household Organic Waste into Eco- Enzyme as an Effort to Realize Zero Waste" *Agriwar Journal*. Bali. Vol 1. No 1. (2021). hal. 6-11.
- Jawetz et al. 2008. *Medical Microbiology*. 24th ed. North America: Lange Medical book.
- Jawetz M. Dan Adelberg. 2013. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 25. Jakarta: Salemba Medika. Hal. 362
- Jinyin. C, et al. "Inhibition of Key Citrus Postharvest Fungal Strains by Plant Extracts In Vitro and In Vivo: A Review" *Jurnal Tumbuhan*. China. Vol. 8, no. 26. (2019).
- KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), online (2022)
- Kemenag RI. (2023). Al-Quran Kemenag: Surah Sad. <https://quran.kemenag.go.id/sura/8>.
- Kenastino, P.S. "Kadar Kolesterol Darah Mencit (*Mus Musculus*) setelah Pemberian Pektin Kulit Jeruk bali dan Korelasinya Terhadap Berat Hati dan Sekum" *Skripsi*. FMIPA UPI. (2003). Jakarta.
- Kerkar S.S, et all. "Aplication of Eco-Enzyme for Domestic Waste Water Treatment" *International Journal for Reserch in Engineering Aplication and Management*. India. Vol 05. Issue 11. (2020).
- Kholifah N. "Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Rumpun Bambu (*Lophatherum gracile* Brongn) dan Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*" *Skripsi*. Fakultas Sains dan teknologi. (2018). Malang.
- Kismiantini. "Handout Rancangan Percobaan" Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. (2011). Yogyakarta.
- Kristiandi K. et al. "Pengaruh Parameter Iklim terhadap Produktivitas Jeruk Siam di Kabupaten Sambas" *Jurnal Ilmiah Pertanian*. Vol. 18, No 1. (2022).
- Kumar A. R. "Antimicrobial Sensitivity Pattren of *Staphylococcus aureus* Isolated from Pus From tertiary Care Hospital,

- Surendranagar, Gujarat and Issues Related to The Rational Selection of Antimicrobials” Sch. Journal of Applied Medical Sciences. 1(5). (2013). Pages.602.
- Kusumawardhani N. et al. “*Citrus hystrix* D.C Juice Inhibits The Growth of *Staphylococcus aureus*” *Journal Trropical Health and Medical Reserch*. Banjarbaru. Vol 2. No 1. (2020). Pp: 34-38.
- Lapsia, V dan Makarand N. “Production, Extraction and Uses Of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste” *Jurnal of Microbiol Biotech*. India. Vol. 22 (2), ISSN-0972-3005.(2020). hal.346-351.
- Madigan, Mertinko, Stahl, and Clark. (2009) *.Brock Biology Of Microorganisms 20<sup>th</sup> edition*. Pearson Benjamin Cummings: San Francisco. Pages. 419
- Mahyudin. R.P. “Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan Di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir)” *Jurnal Teknik Lingkungan*. Banjarbaru. Vol. 3. No. 1. (2017). Hal. 66-74.
- Mardhiyah. A. K. “Karakterisasi dan Isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Ecoenzyme yang Dibuat Menggunakan Bahan Organik Variasi Limbah Kulit Jeruk” *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. (2022). Padang
- Mavani H. A. K, Tew I. M, Wong L. et al. “Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study” *International Journal of Environmental Research and Public Health*. (2020)
- Mayanti T. (2009). *Kandungan Kimia dan Bioaktivitas Tanaman Duku*. Unpad Press: Bandung. Hal. 13 & 32
- Mazayaniq Z.A. 2008. *Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta Timur: Trans Info Media. Hal. 83.
- Melcon C.R, et al. “Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) for Twelve Antimicrobials (Biocides and Antibiotics) in Eight Strains of

- Listeria monocytogenes*” *Journal Biology*. Vol 11. No 46. (2022).
- Nurhamidah, Amida N., et al. “Pengolahan Sampah Organik Menjadi *Eco-enzyme* pada Level Rumah Tangga menuju Konsep *Eco-Community*” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Rafflesia*. Vol 1. No 2. (2021)
- Nurhayati, Utami. R. R & Yusdianto. “Teknologi Digital Sensor Warna Untuk Mengukur Tingkat Fermentasi Kakao (Ulasan)” *Jurnal Ulasan BBIHP*. (2020). Hal.18
- Nurmayanti P. et al. “*Value Added Eco Enzyme* Sebagai Sabun Antiseptik” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol. 6, No. 5. (2022). Hal. 1203-1216.
- Okwu D. E., Awurum A. N. & Okoronkwo J. I. “Phytochemical Composition and In Virto Antifungal Activity Screening of Extract from Citrus Plants against *Fusarium oxysporum* of Okra Plant (*Hibicus esculentus*)” *Journal of Pest Technology*. 1(2). (2007). pp. 145-148
- Pariury et al. “Potensi Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima* Merr) Sjeruk ebagai Antibakteri *Propionibacterium acne* Penyebab Jerawat” *Jurnal HTMJ*. Vol 19. No 1. (2021).
- Permata Hanafi. “Karakterisasi Morfologi Organ Generatif Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.) di Dua Sentra Lokasi yang Berbeda” *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan syarif Kasim Riau Pekanbaru. (2020).
- Permatananda P. A. N. K dan Pandit I. G. S. “Characteristic of Orange Peel Waste-Based on Eco-Enzyme at Different Fermentation Duration” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9, no. 6 (2023): 4289-4293, <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/index>.
- Prasdiyanti N.C. “Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Dari Ekstrak Kloroform Daun *Piper crocatum* Ruiz & Pav. Terhadap *Staphylococcus aureus* Resisten Ampicillin” *Skripsi*. Fakultas MIPA. (2018). Yogyakarta.



- Pratami H.A, et al. "Identification of Microorganisms on The Hands of Medical and Paramedical Personnel in The Unit Perinatology Abdul Moeloek Bandar Lampung Hospital" *Medical Journal of Lampung University*. (2013).
- Putra G. M. D. Et al. "Standarisasi dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 70% Daun Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Osche)" *Jurnal Kimia*. Bali. 12 (2) (2018). Hal. 187-194
- Radji, Maksu. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*. Jakarta: EGC
- Rahma Samina, Haque Irshadul, et al "Characterizaion and FPLC Analysis of Garbage Enzyme: Biocatalytic and Antimicrobial Activity" *Journal of Waste and Biomass Valorization*. (2020), <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00956-z>.
- Ramadani A. H. et.al "Antibacteria Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*)" *Indo. J. Chem. Res.* 9, no. 3 (2022): 201-207, <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/ijcr>.
- Rasit N., Fern L. H. and Ghani W. A. "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 (IJCET)*. 10, no. 03 (2019): 967-980, <http://iaeme.com/Home/issue/IJCIET?Volume=10&Issue=3>.
- Rochani. A, Yuniningsih. S & Ma'sum. Z. "Pengaruh Konsentrasi Gula Larutan Molases Terhadap Kadar Etanol pada Proses Feremntasi" *Jurnal Reka Buana*. Vol 1. No 1. (2016). Hal. 46-48
- Ryan KJ. & CG. Ray. (2004). *Sherris Medic Microbil*. New Yor (US): McGraw Hill
- Sabrina E. P. "Pengaruh Konsentrasi Gula dan Penambahan Jumlah Inokulum pada Media Molase Terhadap Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus plantarum* FNCC 0027 CCRC

- 12251” *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Malang. (2018).
- Saeb S. et al. “Evaluation of Antibacterial Activities of *Citrus limon*, *Citrus reticulata*, and *Citrus grandis* Against Pathogenic Bacteria” *International Journal Enteric Pathogens*. Iran. Vol 4. No 4. (2016)
- Safitri. R & Novel. S. S (2010). *Medium Analisis Mikroorganisme (Isolasi dan Kultur)*. Trans Info Media: Jakarta. Hal. 61 & 89
- Sarwono. 1993. *Jeruk dan Kerabatnya Cetakan 6*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sastrohamidjojo. H (2018). *Kimia Minyak Atsiri*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. Hal. 1-3
- Septi Presenta Dewi, et al. “Pembuatan dan Uji Organoleptik Eco-enzyme dari Kulit Buah Jeruk” *Jurnal HUBISINTEK*. Jawa Tengah. (2021). Hal. 649-657.
- Setiawati P. L. “Karakteristik dan Efektivitas *Eco enzyme* Berbahan Dasar Limbah Organik yang Berbeda Sebagai Pengawet Buah Tomat (*Solanum esculentum* MiL)” Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. (2023), Bandar Lampung.
- Sihombing R.M. “Efektivitas Penggunaan Magot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pakan Terhadap Pertumbuhan Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarisia gariepinus burchell*)” *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Bandung. (2018).
- Sinthalarosa M. D. et al. “Uji Daya Hambat Ekoenzim terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus spp.* Yang Diisolasi dari Jaringan Ektodermal Kulit Anjing” *Jurnal Buletin Veteriner Udayana*. Vol.15, No.2. (2023). hal.278-285.
- Sizar O, Leslie SW, Unakal CG. [Updated 2023 Feb 19]. *Gram Positive Bacteria*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 January.
- Soelarso R.B, (1996) . *Budidaya Jeruk Bebas Penyakit*. Yogyakarta: Kanisius.

- Sulfiati. "Pengaruh Variasi Komponen *Eco-Enzyme* Terhadap Aktivitas Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*" *Skripsi*. (2022). Makassar.
- Sumalatha. M, Vamsi. S. S, et al. "Modeling and Static Analysis of Rotary Evaporator Part Using Solidworks" *Journal of VRSEC*. (2022). India.
- Supriyadi "Kelayakan Usahatani Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.) di Desa Sambimaya Kecamatan Juntiyuat Kabupaten Indramayu" *Jurnal Agriwiralodra*. 9 (1). 2017. Hal: 3-7.
- Suyasa I.B.O dan Mastra N. "Gambaran *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) pada Petugas Kesehatan RSUD Wangaya Kota Denpasar" *Jurnal Meditory*. Vol 8. No 1. (2020). Hal 46- 52.
- Syahrurachman. et al. 2010. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Binarupa Aksara Publishers.
- Syahidah. R. N, et al. "Difusi, Osmosis dan Imbibisi" *Jurnal Fisiologi Tumbuhan*. (2020). Jakarta
- Suharmiati and Handayani, L. 2005. *Ramuan Tradisional untuk Keadaan Darurat di Rumah*. Depok: PT Agromedia Pustaka.
- Switaning. R, Fajari. N, Dwi. M. A. "Ekstraksi Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk Manis Di Desa Gadingkulon Kecamatan Dau Kabupaten Malang Sebagai Campuran Minyak Goreng untuk Penambah Aroma Jeruk" *Jurnal Kreativitas Mahasiswa*. Universitas Negeri Malang. (2010). Hal. 8-10
- Talon M. (2020). *The Genus Citrus*. UK: Woodhead. Hal. 57, 58, 89
- Tamher. 2008. *Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Trans Info Media: Jakarta Timur. Hal.25.
- Tunmuni. D, et al. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco) So'eSebagai Teh Tradisional" *Journal of Biological Sciences*. Bali. 8(2). (2021). Hal: 274-283.
- Vika, et al. "Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk Eco-enzyme" *Jurnal Seminar Nasional*

*Edusainstek*. Semarang. ISBN :978-602-5614-35-4. (2020).  
Hal. 393-399.

Yuliana. S & Handayani. D. “Jenis-Jenis Cendawan dari Ampas Ecoenzyme dengan Sumber Bahan Organik Berbagai Jenis Kulit Jeruk” *Jurnal Serambi Biologi*. Vol.7. no.1. (2022). pp. 120-126.

