

**EFEKTIVITAS LARUTAN FERMENTASI LIMBAH ORGANIK KULIT  
NANAS MADU, KULIT PISANG BARANGAN DAN KULIT BAWANG  
MERAH SEBAGAI ANTIFUNGI TERHADAP *Fusarium oxysporum*  
IPBCC.07.540**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana sains  
di Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**DEBI YOLA BR SINUKABAN**

**08041282025047**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Efektivitas Larutan Fermentasi Limbah Organik Kulit Nanas Madu, Kulit Pisang Barangan Dan Kulit Bawang Merah Sebagai Antifungi Terhadap *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540

Nama Mahasiswa : Debi Yola Br Sinukaban

Nim : 08041282025047

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Telah disidangkan pada tanggal 05 Desember 2024

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing :

Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si.  
NIP. 198812112019032012

  
(.....)

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Efektivitas Larutan Fermentasi Limbah Organik Kulit Nanas Madu, Kulit Pisang Barangan Dan Kulit Bawang Merah Sebagai Antifungi Terhadap *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540

Nama Mahasiswa : Debi Yola Br Sinukaban

Nim : 08041282025047

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Pada tanggal 05 Desember 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Desember 2024

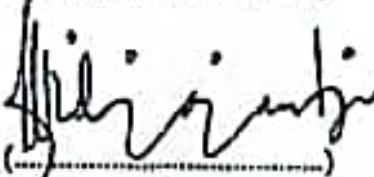
Pembimbing :

Dwi Hardestyarniki, S.Si., M.Si.  
NIP. 198812112019032012

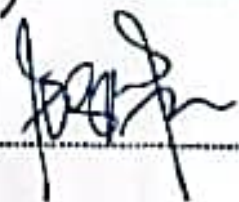
  
(.....)

Penguji :

1. Prof. Dr. Hary Widjajanti, M.Si.  
NIP. 196211111991022001


  
(.....)

2. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.  
NIP. 196207091992031005

  
(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya



  
Dr. Laila Hanum, S.Si., M.Si.  
NIP. 197308311998022001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Debi Yola Br Sinukaban  
NIM : 08041282025047  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Desember 2024



Debi Yola Br Sinukaban  
NIM. 08041282025047

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Debi Yola Br Sinukaban  
NIM : 08041282025047  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right)" atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Efektivitas Larutan Fermentasi Limbah Organik Kulit Nanas Madu, Kulit Pisang Barangan Dan Kulit Bawang Merah Sebagai Antifungi Terhadap *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540"

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Desember 2024



Debi Yola Br Sinukaban  
NIM. 08041282025047



## HALAMAN PERSEMBAHAN

### Motto:

#### 1 KORINTUS 10:13

Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu.

Pada waktu kamu dicobai Ia akan memberikan kepadamu jalan ke luar, sehingga kamu dapat menanggungnya.

#### AMSAL 23:18

Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang

### Kupersembahkan Skripsi ini untuk :

- ♥ Sebagai bentuk rasa syukurku terhadap Tuhan Yesus Kristus sebagai juruselamat manusia
- ♥ Sebagai bentuk tanda bukti serta baktiku kepada kedua orang tua tercinta (Bapak Jenni Sinukaban dan Ibu Rosameta Br Ginting) yang selalu mendo'akanku, memberi kasih sayang yang tiada hentinya, mendukungku, yang selalu memberikan kesempatan untuk aku terus belajar dan berkembang
- ♥ Sebagai bukti tanda terima kasih kepada abangku Jhon Klimok Sinukaban, Kakakku Elfiska Br Sinukaban, Mendiang kakak Jesika Br Sinukaban dan adikku Delon Septianus Sinukaban karna kalian aku semangat dalam menuntut ilmu
- ♥ Ibu Dwi Hardestyriki S.Si.. M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir saya yang membimbing dan sudah mempercayakan penelitian ini.
- ♥ Keluarga besar kedua orang tuaku (Sinukaban Mergana dan Ginting Mergana) serta kerabat dan sahabat terima kasih unuk doa, nasihat dan memberi semangat.
- ♥ Almamaterku, Universitas Sriwijaya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul penelitian **"Efektivitas Larutan Fermentasi Limbah Organik Kulit Nanas Madu, Kulit Pisang Barangan Dan Kulit Bawang Merah Sebagai Antifungi Terhadap *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540"**. Penulisan skripsi ini sebagai salah satu untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya bapak Jenni Sinukaban dan Rosmeta Br Ginting yang telah membesarkan, mendidik dan tidak pernah lelah dalam memberikan dukungan semangat, kasih sayang, dan untaian Do'a demi keberhasilan dan kesuksesan. Serta ucapan terima kasih kepada Ibu Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam memberikan ilmu, bimbingan, arahan, dan saran dalam proses penelitian hingga penyelesaian penulisan skripsi ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Hary Widjajanti, M.Si dan Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si selaku dosen penguji saya yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam merampung skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih dari berbagai pihak yang telah membantu dan bimbingan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufik Marwa, S.E., M.Si. selaku Rektor dan Civitas akademik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Sriwijaya atas segala dukungan dan kemudahan yang diberikan selama masa perkuliahan.
3. Prof. Dr. Arum Setiawan, S,Si, M.Si., C,EIA, selaku Ketua Jurusan Biologi dan Bapak Sarno, M.Si Selaku sekretaris Jurusan Biologi di Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas yang diperlukan selama masa studi.

4. Bapak Drs. Enggar Patriono, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) yang selalu memotivasi saya, memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan studi ini.
5. Para Dosen pengajar dan Staf karyawan jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Rosmania, S.T., M.Si. selaku Analisis Laboratorium Mikrobiologi dan Kak Agus Wahyudi, S.Si. selaku Analisis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi yang telah membantu dalam proses penelitian.
7. Kak Andi dan Kak Bambang selaku admin Jurusan Biologi yang telah banyak membantu dalam segala urusan pemberkasan jurusan biologi.
8. Abang Jhon Klimok Sinukaban, kakak Elfriska Br Sinukaban, mendiang kakaku Jesika Br Sinukaban dan adik Delon Sinukaban sebagai saudara kandung saya dan keluarga besar saya yang selalu mendukung dan memotivasi saya selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya.
9. Sahabat saya Lia Dwi Marta yang telah menemani dan membantu saya.
10. Rekan-rekan seperjuangan dari Laboratorium mikrobiologi.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat dan kerjasama selama perkuliahan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, namun telah memberikan kontribusi yang berarti selama perkuliahan di Universitas Sriwijaya.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa melimpahkan serta membalas amal kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa yang akan datang.

**Indralaya,**

**Debi Yola Br Sinukaban**



**EFFECTIVITY OF FERMENTATION SOLUTION OF ORGANIC  
WASTE OF *Ananas comosus* L. Merr SKIN, *Musa ancuminata* SKIN, And  
*Allium cepa* L. SKIN AS AN ANTIFUNGAL AGENT AGAINST  
*Fusarium Oxysporum* IPBCC.07.540**

**Debi Yola Br Sinukaban  
08041250025047**

**SUMMARY**

Organic waste is the remaining materials of human activities that are easily decomposed such as fruit and vegetable peels which cause environmental pollution and health problems, for this reason, organic waste management is carried out into a fermentation solution product of organic waste skin with brown sugar and water. Organic waste fermentation solution contains acetic acid and alcohol as well as secondary metabolite compounds as antifungal compounds. *F. oxysporum* is a pathogen that causes wilting in plants. The results of previous research show that organic waste fermentation solution has antifungal effectiveness against *F. oxysporum*.

This study aims to determine the chemical characteristics of organic waste fermentation solutions including pH, alcohol and acetic acid, secondary metabolite compounds as antifungal against *F. oxysporum* from fermented solutions of organic waste of barangan banana skin, honey pineapple skin and shallots. The research was conducted from March to August 2024. The research location was at the Microbiology Laboratory and Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

This study examines the chemical characteristics of organic waste fermentation solution of barangan banana peel, honey pineapple peel and shallots as antifungal against *F. oxysporum*. The results showed that the fermentation solution of organic waste had a pH of 3.4; alcohol content of 7.45% and acetic acid of 2.87% and positive secondary metabolite compounds contained alkaloid, flavonoid, saponin and tannin compounds. The effectiveness of inhibition of *F. oxysporum* growth with the percentage of inhibition reached 90.76% at the highest concentration of 45%. Bioautography test showed the presence of inhibition zones on the spots of phenolic and flavonoid compound groups.

**Keywords** : Organic Waste, Fermentation, *Fusarium oxysporum*, Antifungal.

**EFEKTIVITAS LARUTAN FERMENTASI LIMBAH ORGANIK KULIT  
NANAS MADU, KULIT PISANG BARANGAN DAN KULIT BAWANG  
MERAH SEBAGAI ANTIFUNGI TERHADAP *Fusarium oxysporum*  
IPBCC.07.540**

**Debi Yola Br Sinukaban  
08041250025047**

**RINGKASAN**

Limbah organik merupakan bahan-bahan sisa aktivitas manusia yang mudah terurai seperti kulit buah dan sayuran yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan masalah kesehatan, untuk itu dilakukan pengelolaan limbah organik menjadi produk larutan fermentasi limbah organik kulit dengan gula merah dan air. Larutan fermentasi limbah organik memiliki kandungan asam asetat dan alkohol serta senyawa metabolit sekunder sebagai senyawa antifungi. *F. oxysporum* merupakan patogen menyebabkan layu pada tanaman. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan larutan fermentasi limbah organik memiliki efektivitas antifungi terhadap *F. oxysporum*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia larutan fermentasi limbah organik meliputi pH, alkohol dan asam asetat, senyawa metabolit sekunder sebagai antifungi terhadap *F. oxysporum* dari larutan hasil fermentasi limbah organik kulit pisang barangan, kulit nanas madu dan bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Agustus 2024. Lokasi penelitian bertempat di laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Genetika dan bioteknologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penelitian ini mengkaji karakteristik kimia larutan fermentasi limbah organik kulit pisang barangan, kulit nanas madu dan bawang merah sebagai antifungi terhadap *F. oxysporum*. Hasil penelitian menunjukkan larutan fermentasi limbah organik memiliki pH yaitu 3,4; kadar alkohol 7,45% dan asam asetat 2,87% dan senyawa metabolit sekunder positif terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan tannin. Efektivitas penghambatan pertumbuhan *F. oxysporum* dengan persentase penghambatan mencapai 90,76% pada konsentrasi tertinggi yaitu 45%. Uji bioautografi menunjukkan adanya zona hambat pada bercak golongan senyawa fenolik dan flavonoid.

**Kata Kunci** : Fermentasi, Limbah Organik, *Fusarium oxysporum*, Antifungi.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY .....	ix
RINGKASAN .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>23</b>
2.1. Limbah Organik.....	23
2.1.1 Kulit Nanas Madu ( <i>Ananas Comosus</i> L. Merr.) .....	24
2.1.2 Kulit Pisang Barangan ( <i>Musa acuminata</i> ).....	25
2.1.3 Kulit Bawang merah ( <i>Allium cepa</i> L.) .....	26
2.2. Fermentasi Limbah Organik.....	27
2.3. Metabolit Sekunder .....	29
2.3.1 Flavonoid .....	30

2.3.2	Alkaloid.....	30
2.3.3	Fenolik .....	31
2.3.4.	Saponin .....	31
2.3.5.	Tanin .....	31
2.4.	Antifungi.....	32
2.5.	<i>Fusarium oxysporum</i> .....	33
2.4.1.	Penyakit Layu <i>Fusarium</i> .....	35
2.6.	Kromatografi Lapis Tipis (KLT)-Bioautografi .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1.	Waktu dan Tempat.....	38
3.2.	Alat dan Bahan .....	38
3.3.	Cara Kerja.....	39
3.3.1.	Sterilisasi Alat dan Bahan .....	39
3.3.2.	Pembuatan Larutan fermentasi limbah organik .....	39
3.3.3.	Pengukuran pH.....	40
3.3.4.	Pengukuran Kadar Alkohol.....	40
3.3.5.	Pengukuran Kadar Asam Asetat .....	41
3.3.6	Skrining fitokimia .....	41
3.3.7	Uji Aktivitas Antifungi .....	42
3.3.8	Uji KLT-Bioautografi Larutan fermentasi limbah organik.....	44
3.4.	Variabel Pengamatan.....	45
3.5.	Analisis Data .....	45
3.6.	Penyajian Data.....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Pengukuran pH, Kadar Alkohol dan Kadar Asam Asetat Larutan Fermentasi Limbah Organik.....	32
4.2	Skrining fitokimia larutan fermentasi limbah organik .....	35

4.3. Efektivitas Larutan Fermentasi Limbah Organik Sebagai Antifungi Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> .....	37
4.4. Pengujian Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Bioautografi .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b>	Hasil pengukuran nilai pH, asam asetat, dan alkohol larutan hasil fermentasi limbah organik.....	32
<b>Tabel 4. 2</b>	Persentase penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i> dengan berbagai konsentrasi ekoenzim. ....	38
<b>Tabel 4. 3</b>	Hasil analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) larutan fermentasi limbah organik. ....	41
<b>Tabel 4. 4</b>	Hasil uji bioautografi larutan ekoenzim. ....	43

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Koloni <i>Fusarium oxysporum</i> secara mikroskopis .....	34
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil uji efektivitas larutan fermentasi limbah organik terhadap <i>F. oxysporum</i> .....	37
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	41
<b>Gambar 4. 3</b> Profil KLT-Bioautografi larutan fermentasi limbah organik terhadap pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> . .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Pembuatan larutan fermentasi limbah organik .....	60
<b>Lampiran 2</b> Analisis pengukuran pH, kadar alkohol dan asam asetat.....	61
<b>Lampiran 3</b> Skrining Fitokimia larutan fermentasi limbah organik.....	62
<b>Lampiran 4</b> Komposisi Media PDA ( <i>Potato Dextrose Agar</i> ) .....	63
<b>Lampiran 5</b> Peremajaan <i>Fusarium oxysporum</i> .....	64
<b>Lampiran 6</b> Fungi <i>Fusarium oxysporum</i> secara mikroskop.....	65
<b>Lampiran 7</b> Pembuatan konsentrasi larutan fermentasi limbah organik .....	66
<b>Lampiran 8</b> Persentase Aktivitas Antifungi Larutan Fermentasi Limbah Organik Terhadap <i>F. Oxysporum</i> .....	67

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Limbah organik merupakan bahan-bahan sisa aktivitas manusia yang mudah terurai secara alami melalui proses biologis. Limbah organik berasal dari rumah tangga seperti kulit buah, sisa sayuran dan makanan yang tidak digunakan lagi. Limbah organik berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan menyebabkan masalah kesehatan jika tidak dikelola dengan baik. Namun memiliki potensi jika dimanfaatkan kembali, seperti kompos, biogas atau bahan dasar produk bernilai tambah seperti larutan fermentasi (Astuti *et al.*, 2022).

Limbah organik yang terdegradasi oleh mikroorganisme mudah membusuk dan menimbulkan bau dari gas amoniak (Kahfi, 2017). Pengelolaan limbah organik adalah dengan mengkonversi limbah menjadi larutan fermentasi yang mendukung keberlanjutan lingkungan dan mengurangi dampak terhadap ekosistem (Billah dan Rahmi, 2022). Larutan fermentasi limbah organik merupakan larutan senyawa organik kompleks limbah organik sisa buah-buahan maupun sayuran dengan gula merah dan air ramah lingkungan dan tidak toksik pada manusia (Rasit *et al.*, 2019). Larutan fermentasi limbah organik bermanfaat sebagai cairan pembersih maupun desinfektan karena mengandung alkohol dan asam asetat yang mampu menghambat mikroba patogen (Rahayu *et al.*, 2021).

Kandungan alkohol dan asam asetat yang dihasilkan selama fermentasi berasal dari aktivitas mikroorganisme aktif, seperti jamur dan bakteri dengan memanfaatkan kandungan senyawa organik kulit buah sebagai sumber energi. Limbah organik mengandung karbohidrat yang menjadi substrat utama bagi

mikroba untuk mendukung produksi alkohol dan asam asetat (Septiani *et al.*, 2021). Limbah organik kulit nanas mengandung glukosa sebesar 13,65% (Rahmi *et al.*, 2023). Kulit nanas mengandung 17,53% karbohidrat (Kusuma *et al.*, 2019). Kulit pisang mengandung 18,5% karbohidrat (Ratrigis *et al.*, 2024). Sedangkan kulit bawang merah mengandung 1,28% karbohidrat (Muzhahir *et al.*, 2023).

Kandungan karbohidrat dalam limbah organik diubah menjadi asam volatil melalui proses fermentasi. asam-asam organik yang terurai selama fermentasi menyebabkan pH larutan bersifat asam (Supriyani *et al.*, 2020). Limbah organik yang mengandung senyawa organik terutama karbohidrat dimanfaatkan mikroba sebagai sumber glukosa dalam fermentasi. Selama proses fermentasi glukosa mengalami penguraian menjadi asam piruvat, asam piruvat dikatalisis oleh piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid, asetaldehid diubah menjadi alkohol dehidrogenase menjadi etanol dan karbon dioksida. Dalam proses fermentasi mikroba khususnya bakteri *Acetobacter* mengubah alkohol menjadi asetaldehid dan air, asetaldehida akan diubah menjadi asam asetat (Supriyani *et al.*, 2020).

Fermentasi limbah organik juga mengandung metabolit sekunder sebagai hasil aktivitas mikroba yang dapat bermanfaat sebagai antimikroba (Yanti dan Chandra, 2020). Hal ini dikarenakan substrat limbah organik mengandung metabolit sekunder. Kulit pisang barangan mengandung senyawa tannin, saponin flavonoid dan steroida (Chandra dan Lister, 2019). Kulit nanas mengandung senyawa tannin, saponin alkaloid, flavonoid dan bromelin (Maharani dan Purwaningsih, 2021). Kulit bawang merah mengandung flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid, minyak atsiri (Suryandari dan Kusumo, 2022).

Kandungan metabolit sekunder meningkat sebagai hasil dari proses fermentasi bahan organik yang dirombak oleh mikroba lokal. Mikroba tersebut memanfaatkan bahan limbah organik sebagai substrat untuk menghasilkan metabolit sekunder. Mikroorganisme lokal (MOL) mengandung berbagai mikroorganisme yang bermanfaat dalam membantu proses penguraian limbah organik (Yunilas *et al.*, 2022). Mikroorganisme menghasilkan metabolit sekunder sebagai akibat koevolusi atau terjadi transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya (Aryani *et al.*, 2020). Senyawa metabolit sekunder dihasilkan dari proses fermentasi melalui mekanisme biotransformasi, dimana mikroorganisme mengubah senyawa prekursor yang terdapat pada limbah organik menjadi metabolit sekunder (Méndez-Hernández *et al.*, 2023)

Larutan fermentasi limbah organik mampu menghambat patogen karena sifat alkohol dan asam asetat serta kandungan metabolit sekunder memberi manfaat sebagai antimikroba (Saramanda dan Kaparapu, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Noveriza dan Melati, (2022) membuktikan bahwa Larutan fermentasi limbah organik dari air cucian beras dan bahan organik kulit buah naga mampu menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum*. *Fusarium oxysporum* merupakan fungi yang menyebabkan penyakit layu fusarium pada tanaman (Suryaminarsih dan Mujoko, 2020).

*Fusarium oxysporum* sulit hilang dari tanah yang terinfeksi, bahkan tanpa inang, dapat bertahan hidup di dalam tanah dalam bentuk klamidospora selama lebih 10 tahun (Putra *et al.*, 2019). Penyakit layu fusarium yang diakibatkan oleh fungi *F. oxysporum* menimbulkan gejala kekuningan dan nekrosis daun hingga mengering, batang menjadi semu, hingga kematian (Wardhana *et al.*, 2021).

Upaya pengendalian patogen tanaman yang ramah lingkungan dapat memanfaatkan bahan alami seperti limbah organik yang difermentasikan. Penelitian Indriana *et al.*, (2023) uji efektivitas larutan fermentasi limbah organik kombinasi kulit pepaya, kulit sirsak, daun nimba dan sereh wangi sebagai antifungi *Curvularia* Sp. terbentuknya zona hambat konsentrasi 100%, 15%, 10%, dan 5% secara berturut-turut 8,85 mm; 6,02 mm; 4,82 mm; dan 3,50 mm. Penelitian Saramanda dan Kaparapu (2017), larutan fermentasi kulit jeruk lemon sebanyak 150  $\mu$ l dengan pH 3,6 mampu membentuk zona hambat fungi *Aspergillus niger* sebesar 21 mm, *Fusarium* sp. sebesar 22 mm dan *Cladosporium* sp. sebesar 30 mm.

Penelitian Amaliana (2023), larutan fermentasi limbah organik kulit nanas terhadap pertumbuhan fungi *Lasiodiplodia theobromae* dengan konsentrasi 20%, 40% dan 60% dikategorikan daya hambat sedang dengan nilai persentase secara berturut-turut 36,39%; 39,68%; dan 48,30%, pada konsentrasi 80% dikategorikan daya hambat kuat dengan nilai persentase 62,79% dan konsentrasi 100% termasuk dalam kategori daya hambat sangat kuat 76,34%.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan larutan fermentasi sebagai antimikroba, hingga saat ini belum ditemukan penelitian mengenai pemanfaatan kombinasi limbah kulit nanas madu, kulit pisang barangan dan kulit bawang merah terhadap *Fusarium oxysporum*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas larutan fermentasi dari kombinasi limbah organik tersebut terhadap *F. oxysporum*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa pH, alkohol dan asam asetat dari larutan hasil fermentasi limbah kulit nanas madu, pisang barangan dan kulit bawang merah?
2. Bagaimana efektivitas antifungi larutan fermentasi limbah kulit nanas madu, pisang barangan dan kulit bawang merah terhadap *F. oxysporum*?
3. Apa golongan senyawa aktif larutan fermentasi limbah kulit nanas madu, pisang barangan dan kulit bawang merah yang bersifat sebagai antifungi terhadap *F. oxysporum*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kadar pH, alkohol dan asam asetat dari hasil larutan fermentasi limbah kulit nanas madu, pisang barangan dan kulit bawang merah.
2. Mengetahui efektivitas antifungi larutan fermentasi limbah organik kulit nanas madu, kulit pisang barangan dan kulit bawang merah terhadap *F. oxysporum*.
3. Mengidentifikasi golongan senyawa aktif dari larutan fermentasi limbah kulit nanas madu, pisang barangan dan kulit bawang merah yang bersifat antifungi terhadap *F. oxysporum*

## 1.4. Manfaat Penelitian

Memberikan pengetahuan dalam memanfaatkan limbah organik rumah tangga sebagai produk larutan fermentasi limbah organik yang bersifat sebagai

antifungi terhadap *Fusarium oxysporum* penyebab layu fusarium pada tanaman dan pengembangan biopestisida alami pengganti biopestisida sintetis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adjou Euloge, S., Sandrine, K., Edwige, D. A., Sohounhloue Dominique, C. K., and Soumanou Mohamed, M. (2012). Antifungal activity of *Ocimum canum* Essential oil against Toxinogenic Fungi isolated from Peanut Seeds in post-harvest in Benin.
- Agustina, M., Soegianto, L., dan Sinansari, R. (2021). Uji aktivitas antibakteri hasil fermentasi kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan (Journal of Pharmacy Science and Practice)*. 8(1): 1-7.
- Agustrina, R., Nurcahyani, E., Irawan, B., Pramono, E., Listiani, I., Nastiti, E., and Hadi, S. (2020). The resistance of tomato plants from seed treated with a magnetic field of 0.2 m T against *Fusarium* sp. *Ecology, Environment and Conservation Journal Papers*. 26(3): 1036-1042.
- Aji, O. R., dan Rohmawat, Y. (2020). In vitro Antifungal Activity of *Morinda citrifolia* Leaves Extract Against *Fusarium oxysporum*. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 4(1): 20-26.
- Alimuddin, A. H., dan Sitorus, B. (2022). Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Fenolik Dari Daun Putat (*Planchonia Valida Blume*)(Isolation And Characterization Of Phenolic Compound From Putat Leaves (*Planchonia Valida Blume*)). *Indonesian Journal Of Pure And Applied Chemistry*. 5(2):85-98.
- Aliyah, S. H., Musfirotun, M., dan Antriana, N. (2021). Aktivitas antibakteri isolat kapang endofit dari kulit nanas (*Ananas Comosus* (L.) Meer). *Jurnal Biosense*. 4(02): 20-30.
- Amini A, Setiasih S, Handayani S, Hudiyono S, Saepudin E. 2018. Potential Antibacterial Activity of Partial Purified Bromelain from Pineapple Core Using Acetone and Ammonium Sulfate Againsts Dental Caries-Causing Bacteria. *AIP Conference Proceedings 2023*. Universitas Indonesia.
- Aminudin. (2022). Pengujian Aktivitas Antibakteri Dan Antijamur Cairan Ekoenzim Berbasis Pisang Kepok Manado (*Musa × Paradisiaca*) Matang Terhadap *Xanthomonas Campestris*, *Bacillus* Sp., Dan *Fusarium* Sp. Secara In Vitro. Bandar Lampung. Fakultas MIPA. Universitas Lampung
- Amri, A. U. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) Dengan Menggunakan Metode KLT-

- Bioautografi. Makassar Pharmaceutical Science Journal (MPSJ), 1(4), 281-294.
- Anhar, A., Khotimah, N. H., Putri, I. L. E., Farma, S. A., dan Putri, D. H. (2024). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity in Ecoenzymes with Variations in Carbon Sources. In *BIO Web of Conferences*. 91.(01007). EDP Sciences.
- Annisa Zahwa Salsabila (2023). Karakter Biokimia Ekoenzim Dari Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa Paradisiaca* Var. *Formatypica*) Muda Dan Daya Hambatnya Pada *Fusarium* sp. dan *Xanthomonas campestris*.
- Aprilia, A. D., dan Aini, L. Q. (2022). Pengujian Konsorsium Bakteri Antagonis Untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Di Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*. 10(1): 29-38.
- Aristi, N. (2018). Penentuan Kondisi Optimum Proses Fermentasi Bakteri Endofit *Bacillus Subtilis* Uaac 21622 Menggunakan Air Tebu, Ampas Tebu Dan Molase Sebagai Sumber Karbon Dan Uji Aktivitas Antibakterinya. Skripsi. Universitas Andalas, Lampung
- Aritonang, N. S., Chiuman, L., Klinis, F., Kedokteran, F., dan Gigi, K. (2022). Uji Identifikasi Senyawa Steroid Fraksi Ekstrak Metanol Andaliman (*Zanthoxylum acthopodium* DC) Secara Kromatografi Lapis Tipis. *J Health Sci*. 6(1): 90-8.
- Arun, C., and Sivashanmugam, P. (2015). Identification and optimization of parameters for the semi-continuous production of garbage enzyme from pre-consumer organic waste by green RP-HPLC method. *Waste Management*. 44: 28-33.
- Aryani, P., Kusdiyantini, E., dan Supriyadi, A. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Daun Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dan Metabolit Sekundernya yang Berpotensi sebagai Antibakteri. *Jurnal Akademika Biologi*. 9(2): 20-28.
- Asih, I. A. R. A., Rita, W. S., Ananta, I. G. B. T., dan Sri Wahyuni, N. K. D. M. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Pisang (*Musa* sp.) Terhadap *Escherichiacoli* dan *Staphylococcus aureus* Serta Identifikasi Golongan Senyawa Aktifnya. *Cakra Kimia*. 6(1): 56-63.
- Aslah A, Lolo WA, Jayanto I. 2019. Aktivitas antibakteri dan analisis KLT-bioautografi dari fraksi daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Pharmaccon*. 8(2): 505–515.
- Asni B, Syafrina S L, dan Diannita H. (2023). Ekoenzim Sebagai pengendalian Patogen *Fusarium* sp. Dan *Colletotrichum* sp. Pada tanaman pisang

- barangan (*Musa acuminata*). *Jurnal Of Biological sciences and applied biology*. 3(1): 8-14.
- Astuti, Y., Anugrah, D., dan Faruq, H. (2020). Efektivitas Fermentasi Bahan Organik dalam Pengelupasan Jaringan Mesofil Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea L.*). *JBIO: JURNAL BIOSAINS (The Journal of Biosciences)*. 6 (2): 32–36.
- Aulia, I. A., dan Handayani, D. (2022). Diversity of Fungi from Ecoenzyme Liquid with Organic Sources of Various Types of Orange Peel. *Serambi Biologi*, 7(1): 114-119.
- Billah, A. A., dan Rahmi, H. (2022). Efektivitas air fermentasi limbah organik terhadap pertumbuhan tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris L.*) Varietas Maxipro. *Jurnal Agrotech*. 12(2): 73-78.
- Chandra, F., dan Lister, I. N. E. (2019). Uji Aktivitas Antifungal Ekstrak Kulit Pisang Barangan (*Musa acuminata Colla*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Pityrosporum Ovale*. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*. 6(1): 32-40.
- Chatri, M., dan Primayani, S. A. 2018. Efektivitas Ekstrak *Hypoxis suaveolens* (L.) Poit. dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Sclerotium rolfsii* Secara In Vitro. *Jurnal Bio Sains*. Vol. 1(1):59-66
- Chatri, M., Jumjunidang, Zahratul A., Febriani D.S. 2022. Aktivitas Antifungi Ekstrak Daun *Melastoma malabathricum* terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Sclerotium rolfsii* secara In Vitro. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10 (3): 395-401.
- Chen, Z., Zhang, C., Du, H., Chen, C., Xue, Q., and Hu, Y. (2022). Effect of Starter Cultures on Dynamics Succession of Microbial Communities, Physicochemical Parameters, Enzyme Activities, Tastes and Volatile Flavor Compounds During Sufu Fermentation. *Food Chemistry Advances*. 1(2022): 100057.
- Dalimunthe, C. I., Sembiring, Y. R. V., Andriyanto, M., Siregar, T. H., Darwis, H. S., dan Barus, D. A. (2016). Identifikasi dan uji metabolit sekunder bangun-bangun (*Coleus amboinicus*) terhadap penyakit jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) di laboratorium. *Jurnal Penelitian Karet*. 34(2): 189-200.
- Dewanjee, S., Gangopadhyay, M., Bhattacharya, N., Khanra, R., and Dua, T. K. (2015). Bioautography and its scope in the field of natural product chemistry. *Journal of pharmaceutical analysis*. 5(2): 75-84.

- Dhiman, S. (2017). Eco-Enzyme-A Perfect House-Hold Organic Cleanser. *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*. 5(11): 19–23.
- Di, X., Takken, F. L., and Tintor, N. (2016). How phytohormones shape interactions between plants and the soil-borne fungus *Fusarium oxysporum*. *Frontiers in plant science*. 7: 182519.
- Dinastutie, R., Poeranto, S., dan NH, D. Y. (2015). Uji efektifitas antifungal ekstrak kulit pisang kepok (*Musa acuminata x balbisiana*) mentah terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara in vitro. *Majalah Kesehatan*. 2(3): 173-180.
- Dwivedi, S., Malik, C., and Chhokar, V. (2017). Molecular structure, biological functions, and metabolic regulation of flavonoids. *Plant Biotechnology: Recent Advancements and Developments*: 171-188
- Ekawandi, Nunik dan Arini Anzi Kusuma. (2018). Pengomposan Sampah Organik (Kubis dan Kulit Pisang) dengan Menggunakan EM4. *TEDC*. 12(1): 38-43..
- Ergina. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave Angustifolia*) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol. *Jurnal Akad Kim*. 3(3): 165-172.
- Fadhly, E., Kusrini, D., dan Fachriyah, E. (2015). Isolasi, Identifikasi Senyawa Alkaloid dari Daun *Rivina humilis* L. serta Uji Sitotoksik Menggunakan Metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 18(2): 67-72.
- Faj'ria, N., Wara, A. D., Sofiyani, R. D., Fadhilah, N., dan Mustikaningtyas, D. (2023, July). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Untuk Pembuatan Ekoenzim. In *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
- Fajriaty, I., Hariyanto, I. H., Andres, A., & Setyaningrum, R. (2018). Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis dari ekstrak etanol daun bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm. F.). *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 54-67.
- Faradiba, A., A. Gunadi dan D. Praharani. 2016. Daya Antibakteri Infusa Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn) terhadap *Streptococcus* mutans. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 4 (1): 55–60.
- Forestryana, D., dan Arnida, A. (2020). Skrining Fitokimia Dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol Daun Jeruju (*Hydrolea Spinosa* L.). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 11(2): 113-124. E-ISSN: 2715-9949.

- Gakuubi, M. M., Maina, A. W., and Wagacha, J. M. (2017). Antifungal activity of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. against selected *Fusarium* spp. *International journal of microbiology*, 2017.
- Galintin, O., Rasit, N., and Hamzah, S. (2021). Production and characterization of produced from fruit and vegetable wastes and its influence on the aquaculture sludge. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 11(3): 10205-10214.
- Garg, N., Singh, B., Vaish, S., and Kumar, S. (2021). Enzyme production from different fruit and vegetable waste using lactic acid fermentation. *Jurnal Of Natural Fibers*. 16(1): 74-76
- Ghufron, M., Nurcahyanti, S.D., dan Wahyuni, W.S. (2017). Pengendalian penyakit layu fusarium dengan *Trichoderma* sp. pada dua varietas tomat. *J. Agrotek. Trop*. 6 (1): 29-34.
- Ginting, N., Hasnudi, H., and Yunilas, Y. (2021). Eco-enzyme Disinfection in Pig Housing as an Effort to Suppress *Esherechia coli* Population. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 16(3): 283-287.
- Ginting, N., Hasnudi, Y., and Prayitno, L. (2022). Dilution of Eco Enzyme and Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus*. *JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis) Januari*. 9(1): 123-128.
- Goleniowski, M., Bonfill, M., Cusido, R., and Palazon, J. (2013). Phenolic acids. *Natural products*. 1951-1973.
- Halimu, B. R., Sulistijowati, S. R., dan Mile, L. (2017). Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia Alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5(4).
- Hanani E. (2015). Analisis Fitokimia. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hardiansi, F., Afriliana, D., Munteira, A., Wijayanti, E.D., (2020). Perbandingan Kadar Fenolik Dan Aktivitas Antimikroba Rimpang Jeringau (*Acorus calamus*) Segar Dan Terferment asi. *J. Farm. Medica Pharmacy Med. J. PMJ* 3 (16)
- Hartati, S. S., Rustiani, U. S., Puspasari, L. T., dan Kurniawan, W. (2016). Kompatibilitas Vegetatif *Fusarium oxysporum* dari Beberapa Tanaman Inang. *Agrikultura*. 27(3).
- Hendri, H., Zakiah, Z., and Kurniatuhadi, R. (2023). Antibacterial activity of pineapple peel eco-enzyme (*Ananas comosus* L.) on Growth *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(3): 464-474.

- Hikmah, N. (2018). Uji Efektivitas Ekstrak Beberapa Fungisida Nabati Dalam Menghambat Perkembangan Jamur *Fusarium Oxysporum* Schlecht Pada Tanaman Krisan (*chrysanthemum* sp.) Secara In Vitro. Disertasi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Hikmatriana, M., Firnadi, N. F., dan Nurhidayanti, N. (2022). Pembuatan dan Analisis Eco Enzyme dengan Memanfaatkan Limbah Rumah Tangga (Kulit Pisang, Kulit Buah Naga, Kentang, Wortel Dan Jagung). *Prosiding Sains dan Teknologi*. 1(1): 479-482.
- Hussein, R. A., dan El-Anssary, A. A. (2019). Plants secondary metabolites: the key drivers of the pharmacological actions of medicinal plants. *Herbal medicine*. 1(3): 11-30.
- Illing, I., Wulan, S dan Erfiana. 2017, Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Jurnal Dinamika*. 8(1): 66-84.
- Indah. (2023). Analisis KLT-Bioautografi Komponen Kimia Eco-Enzyme Dari Sampah Organik Sayur Terhadap Bakteri *Salmonella Thypi*. Skripsi Palu Sulawesi tengah. Universitas Tadulako.
- Indriana, N. P. T., Suartha, I. N., dan Sudipa, P. H. (2023). Uji Efektivitas Ekoenzim dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Curvularia* Sp. yang Diisolasi dari Kulit Anjing Secara In Vitro. *Buletin Veteriner Udayana*. 15(4): 531-539.
- Jayaprakashvel, M., Akila, S., Venkatramani, M., Vinothini, S., Bhagat, J., and Hussain, A. J. (2014). Production of bioethanol from papaya and pineapple wastes using marine associated microorganisms. *Jurnal Biosciences Biotechnology Research Asia*. 11(SE):193-199.
- Jumrah, E. (2024). Potensi Bakteri Endofit Tanaman Penghasil Senyawa Bioaktif. *Jurnal SAINTEK Patompo*. 2(2): 119-123.
- Kahfi, A. (2017) 'Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah', Jurisprudentie : Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum. 4(1). 12.
- Kartika, W., Yety Lindawati, N., Prian Nirwana. (2022). Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica*(L.) Urb) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* L. *Jurnal Farmasetis*. 11(3).
- Keryanti, K., Herliana, H., Anggraeni, N., dan Manfaati, R. (2023, August). Pengaruh Konsentrasi Tepung Kulit Nanas Pada Fermentasi Dengan Metode SHF dan SSF Untuk Menghasilkan Etanol. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 14(1): 539-547.

- Khalid, A., Ar shad, and A.Zh air. 2015. *Screening plant groet promot ing r hizo bacteria for improving growth and yield af wheat. Journal Microbiology.* 17(3): 96-104.
- Kusuma, A. P., Chuzaemi, S., dan Mashudi, M. (2019). Pengaruh lama waktu fermentasi limbah buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) terhadap kualitas fisik dan kandungan nutrien menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis.* 2(1): 1-9.
- Larasati, D., Astuti, A. P., dan Maharani, E. T. W. (2020). Uji organoleptik produk eco-enzyme dari limbah kulit buah (studi kasus di Kota Semarang). *Edusaintek.* 4.
- Lestari, D., Rahmawati, dan Mukarlina. (2018). Jenis-Jenis Jamur yang Diisolasi dari Daun Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard.) Bergejala Sakit di Desa Rasau Jaya 1. *Jurnal Protobiont.* 7(2): 10–18.
- Maharani, N., Siti, A dan Desi, P. 2021. Formulasi Mouthwash Ekstrak Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dengan Variasi Konsentrasi Gliserin sebagai Antibakteri Terhadap *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Journal of Pharmacy.* 10 (2) : 8-19.
- Mahendra, D., Brotojoyo, E., Rahayu, S., Purwantini, V. T., dan Widyastuti, I. (2022). Peningkatan Daya Guna Limbah Organik Menjadi Produk Eco-Enzyme. *JICS: Journal Of International Community Service.* 1(02): 55-63.
- Mahmudah, N. A., Maharani, E. T. W., dan Astuti, A. P. (2021). Analisis Efektivitas Ecoenzym Dari Limbah Organik Kulit Mentimun Sebagai Pengawet Tomat. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan.* 10(2): 182-192.
- Malik, T., Syaifudin, M., dan Amin, M. (2019). Maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*) melalui penggunaan air kelapa (*Cocos nucifera*) dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia.* 7(1): 13-24.
- Méndez-Hernández, J. E., Rodríguez-Durán, L., Páez-Lerma, J., and Soto-Cruz, N. (2023). Strategies for supplying precursors to enhance the production of secondary metabolites in solid-state fermentation. *Fermentation.* 9(9): 804.
- Maryanti, A., and Wulandari, F. (2023). The Production and Organoleptic Test of Onion Peel Eco enzyme. *Jurnal Biologi Tropis.* 23(2): 311-318.
- Mastuti, S. (2022). Potensi Bakteriosin pada Bakteri Asam Laktat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada,* 11(1), 25–30.



- Maula, R. N. M., Astuti, A. P., dan Maharani, E. T. W. (2020). Analisis efektifitas penggunaan pada pengawetan buah stroberi dan tomat dengan perbandingan konsentrasi. *EDUSAINTEK*. 4.
- Maulana, R., dan Khumaeroh, M. S. (2021). Pelatihan Pembuatan Ekoenzim di tengah Masa Pandemi Covid-19. *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. 1(36): 159-167.
- Mavani, H. A. K., Tew, I. M., Wong, L., Yew, H. Z., Mahyuddin, A., Ahmad Ghazali, R., and Pow, E. H. N. (2020). Antimicrobial efficacy of fruit peels against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(14): 5107.
- Mawandha, H.M. 2019. Uji Ekstrak Bagian Umbi Bawang Merah Terhadap Jamur *Magnaporthe grisea*. STIPER Yogyakarta.
- Méndez-Hernández, J. E., Rodríguez-Durán, L. V., Páez-Lerma, J. B., and Soto-Cruz, N. O. (2023). Strategies for supplying precursors to enhance the production of secondary metabolites in solid-state fermentation. *Fermentation*. 9(9): 804.
- Minarni, A., Widarti, W., dan Rahman, R. (2020). Uji Daya Hambat Beberapa Jenis Obat Antijamur Pada Jamur Yang Di Isolasi Dari Kuku Kaki. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. 11(2): 119-126.
- Mohapatra A, Rao VM, Ranjan M. 2013. Comparative Study of The Increase Production and Characterization of Bromelain From the Peel, Pulp and Stem Pineapples. *IJOART*. 2(8) : 24979
- Muliarta, I. N., and Darmawan, I. K. (2021). Processing Household Organic Waste into Eco as an Effort to Realize Zero Waste. *Agriwar journal*. 1(1): 6-11.
- Mutmainnah. 2017. Uji Aktivitas Bawang Merah Bima Basah dan Kering Terhadap bakteri MRSA (*Meticilin Resisten Staphylococcus aureus*). Politeknik Medica Farma Husada. Karya Tulis Ilmiah.
- Muzhahir, Z., Unzilairrizqi, Y. E. R., dan Fera, M. (2023). Analisa Proksimat Ekstrak Limbah Kulit Kedua Bawang Merah (*Allium Cepa L.*). *Journal of Food and Agricultural Product*. 3(2): 114-123.
- Nazim, F., and Meera, V. (2013). Treatment of synthetic greywater using 5 percent and 10 percent garbage enzyme solution. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*. 3: 111-117.

- Neupane, K. and Khadka, R., (2019). Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluations of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy. *Journal of Microbiology*. 6(1): 113-118.
- Noveriza, R. N. R., dan Melati, M. (2022, May). Potensi Pemanfaatan Ekoenzim Air Cucian Beras (AcB) Sebagai Biopestisida Dan Biofertilizer. *In Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA* (pp. 44-54).
- Nugraha, A.C., Agung, T, P dan Sri, M. 2017. Isolasi, Identifikasi, Uji Aktivitas Senyawa Flavonoid Sebagai Antibakteri dari Daun Manga. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 6(2): 1-6.
- Nugrahani, H. N., Apriyani, I., dan Bahri, S. (2021). Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (*Spondias dulcis Parkinson*) dengan Metode Titrasi Alkalimetri. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 14(2): 97-101.
- Nuraeni, Y., Wida D. 2021. Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati pada Tanaman Hutan. *Jurnal Galam*. Vol. 2 (1): 1-15.
- Nurlatifah, I., Agustine, D., dan Puspasari, E. A. (2022). Production and Characterization of Eco-Enzyme from Fruit Peel Waste. In *ICSST 2021: Proceedings of the 1st International Conference on Social, Science, and Technology, ICSST 2021, 25 November 2021, Tangerang, Indonesia* (p. 62). European Alliance for Innovation.
- Okungbowa, F. I., and H. O. Shittu. 2016. *Fusarium Wilts: An Overview*. *Environmental Research Journal*. 6(2): 83-102.
- Palupi, B., Rahmawati, I., dan Setiawan, F. A. (2020). Pemanfaatan limbah kulit pisang menjadi Nata de Musa di Kabupaten Lumajang. *Warta Pengabdian*. 14(3): 153-163.
- Paputungan, W. A., Lolo, W. A., dan Siampa, J. P. 2019. Aktivitas antibakteri dan analisis KLT-bioautografi dari fraksi biji kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). *Pharmacon*. 8(3): 516-524.
- Purwaningsih, D., dan Wulandari, D. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Hasil Fermentasi Bakteri Endofit Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L) terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginos*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 3(5): 750-759.
- Puspita, W., Puspasari, H., dan Restanti, N. A. 2020. "Formulation and Physical Properties Test of Spray Gel from Ethanol Extract of Buas-Buas Leaf (*Premna serratifolia* L.)". *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 11(2): 145-152.

- Putra, I Gusti Ngurah Bagus Surya Dwi; Suyasa, I. N. G. (2022). Perbedaan Kualitas Cairan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Kulit Jeruk, Kulit Mangga Dan Kulit Apel. *Jurnal Skala Husada: The Journal of Health*. 19(1): 1–4.
- Putra, M. T. M., Phabiola, T. A., Suniti, N. W. 2019. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada Tanaman Cabai Rawit *Capsicum frutescens* di Rumah Kaca dengan *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada Kompos. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 8(1): 2301-6515.
- Putrinesia, I., Tobing, Y. P. L., Asikin, N., dan Rahmalia, W. (2018). Formulasi dan uji aktivitas krim pengkelat merkuri berbahan dasar ekstrak etanol alga coklat (*Sargassum* sp.). *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*. 14(1): 168.
- Rahayu, M. R., and Situmeang, Y.P.(2021), Acceleration of Production Natural Disinfectants from the Combination of Eco-Enzyme Domestic Organic Waste and Frangipani Flowers (*Plumeria alba*). *SEAS (Sustainable Environment Agricultur Science)*. 5(1): 15-21.
- Rahmi, D Zulnazri, Rozanna Dewi, Novi Sylvia, dan Syamsul Bahri (2022), Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas Menjadi Bioetanol Dengan Menggunakan Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*). *Chemical Engineering Journal Storage 2*. (5): 147-160.
- Ramadani, A. H., Karima, R., and Ningrum, R. S. (2022). Antibacterial activity of pineapple peel (*Ananas comosus*) eco-enzyme against acne bacterias (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*). *Indonesian Journal of Chemical Research*., 9(3): 201-207.
- Rasit, N., and Mohammad, F. S. (2018). Production and characterization of bio catalytic enzyme produced from fermentation of fruit and vegetable wastes and its influence on aquaculture sludge. *MATTER: International Journal of Science and Technology*. 4(2): 12-26.
- Ratrigis, Y., Abdullah, M. S., Kihe, J. N., and Marawali, A. (2024). Pengaruh Level Substitusi Jagung Giling dengan Tepung Kulit Pisang Hasil Fermentasi dalam Pakan Konsentrat dan Imbuhan Zn Biokompleks terhadap Ukuran Linear Tubuh Sapi Bali Jantan Penggemukan. *Animal Agricultura*. 2(1): 316-323.
- Rianto, M. B. M. R. (2018). Pertumbuhan *Candida* sp dan *Aspergillus* sp dari Bilasan Bronkus Penderita Tuberkulosis Paru pada Media Bekatul. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 9(18): 74-82.
- Roska, T. P., Sahati, S., Fitrah, A. D., Juniarti, N., dan Djide, N. (2018). Efek sinergitas ekstrak kulit jeruk (*Citrus Sinensis* L) pada patch bioselulosa

- dalam meningkatkan penyembuhan luka bakar. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*, 4(2), 87-92.
- Rusdianasari, R., Syakdani, A., Zaman, M., Sari, F. F., Nasyta, N. P., and Amalia, R. (2021). Utilization of Eco-Enzymes from Fruit Skin Waste as Hand Sanitizer. *AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*. 5(3): 23-27.
- Sadh, P. K., Kumar, S., Chawla, P., & Duhan, J. S. (2018). Fermentation: a boon for production of bioactive compounds by processing of food industries wastes (by-products). *Molecules*, 23(10), 2560.
- Safitri, I., Yuliono, A., Sofiana, M. S. J., Helena, S., Kushadiwijayanto, A. A., dan Warsidah, W. (2021). Peningkatan kesehatan masyarakat teluk batang secara mandiri melalui pembuatan handsanitizer dan desinfektan berbasis eco-enzyme dari limbah sayuran dan buah. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 371-377.
- Salsabila, A. Z., Agustina, R., Arifiyanto, A., dan Saputri, D. A. (2024). Uji Efektivitas Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Kulit Pisang Kepok Manado (*Musa paradisiaca* var. *formatypica*) Muda Sebagai Antimikroba. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*. 9(1): 70-80.
- Samriti, S. S., and Arya, A. (2019). Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments. *The Pharma Innovation Journal*. 8(4): 1193-1197.
- Saputra, I., Chatri, M., Handayani, D., dan Irdawati. (2021). Efektivitas Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap Pertumbuhan Koloni *Fusarium oxysporum* secara InVitro. *Prosiding*. 2005: 1762–1768.
- Saramanda, G., and Kaparapu, J. (2017). Antimicrobial activity of fermented citrus fruit peel extract. *Journal of Engineering Research and Application*. 7(11): 2248-962225.
- Sari, M. U., Hartono, R., dan Hakim, L. (2013). Sifat Antirayap Ekstrak Kulit Bawang merah (*Allium cepa* L.)(Antitermites Properties of Onion Shell Extract). *Peronema Forestry Science Journal*. 2(1): 139-145.
- Sembiring, B. M. (2023). Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Ecoenzyme Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima* Merr.) Dan Potensinya Sebagai Antioksidan Dengan Metode Alkalimetri Dan DPPH. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*. 6(2): 955-961.

- Setiawati, R. A., Rahmawati, & P.W, E. R. (2020). Isolasi dan Identifikasi Jamur Pascapanen Penyebab Busuk Buah Pisang Ambon ( *Musa Paradisiaca* L.). *Jurnal Protobiont*. 9(2): 125–131.
- Sholihah, R. I., Sritamin, M., dan Wijaya, I. N. (2019). Identifikasi Jamur *Fusarium solani* yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus* sp .) Di Kecamatan Bangorejo , Kabupaten Banyuwangi. *Agroekoteknologi Tropika*. 8(1): 91–102.
- Sholikhah, S. L. L., dan Ratnasari, E. (2022). Aktivitas Biofungisida Ekstrak Daun Sangket (*Basilicum polystachyon* (L.) Moench) terhadap Pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 11(3): 594-602.
- Simanjuntak, H. A., dan Butar-Butar, M. (2019). Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Umbi Bawang Merah (*Allium Cepa* L.) Terhadap *Candida albicans* Dan *Pityrosporum Ovale*. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*. 4(2): 79.
- Sulistianingsih, E Dan Mimi, S. 2018. Efektivitas Air Rebusan dan Perasan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K. Schum) Dalam Menghambat Pertumbuhan *Trichophyton Rubrum* Jamur Penyebab Kutu Air (*Tinea Pedis*). *Jurnal Kesehatan*. 9(3): 1-7.
- Supriyani, Astuti, A. P., dan Maharani, E.T.W. (2020) ‘Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi Ekoenzim Menggunakan Limbah Buah dan Sayur.’, Prosiding Edusaintek Unimus, 4.
- Suryaminarsih, P., and Mujoko, T. (2020). Competition of biological agents of *Streptomyces* sp, *Gliocladium* sp, and *Trichoderma harzianum* to *Fusarium oxysporum* in Tomato Rhizosphere. *CROPSAVER-Journal of Plant Protection*. 3(1): 17-21.
- Suryandari, M., dan Kusumo, G. G. (2022). Identifikasi senyawa metabolit sekunder ekstrak kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dari berbagai macam pelarut. *Journal Pharmasci (Journal of Pharmacy and Science)*. 7(2) :131-135.
- Susanti Vh, E., Mulyani, S., Retno, S., Ariani, D., Budi Utomo, S., & Antrakusuma, B.(2021). Phytochemical Screening OfHoney Pineapple Peel Extract And Its Application As An Antibacterial Additive In Dish Soap Formulation. 6(1), 2021.
- Syamsu, R. F. (2023). Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Herba Krokot (Antioxidant Activity Of Endophytic Fungi From The Purslane Herb (*Portulaca Oleracea* L.)). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 15(1): 46-53.

- Tamang, J. P., Shin, D., Jung, S., and Chae, S. (2016). Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in Microbiology*. 7(April): 1–13.
- Tiffany, I., dan Amananti, W. 2020. Uji Efektivitas Antifungi Perasan Daun Turi Terhadap Jamur *Candida albicans*. *Jurnal Farmasi*. 17(1): 35–41.
- Vama, L. and Cherekar, M. N. (2020). 'Production, Extraction and Uses of EcoEnzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste', *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.*, 22(2): 346–351.
- Viza, R. Y. (2022). Uji organoleptik eco-enzyme dari limbah kulit buah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 5(1): 24-30.
- Waluyo, L. P. H., Marlina, E. T., dan Hidayati, Y. A. (2024). Pengaruh Molases Pada Ekoenzim Dan Filtrat Campuran Feses Sapi Potong Dan Jerami Padi Terhadap Ph, Total Bal Dan Kadar Alkohol. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 49(2): 224-233.
- Wang, T., Li, Q., Bi, K., 2018. Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian J. Pharm. Sci*. 13: 12–23.
- Wardhana, V. W., Wiyono, S., Hidayat, S. H., and Widodo, W. (2021). Pathogenicity of Endophytic *Fusarium oxysporum* Isolated from Weeds in Banana Plantations against Bananas Seedlings var. Raja Bulu. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 17(1): 1-8.
- Win, C. Y. 2011. Ecoenzyme Activating the Earth's Self-Healing Power. Alih Bahasa: Gan Chiu Har. *Malaysia: Summit Print SDN.BHD*. 6(8): 9-14.
- Wiryo, B., Muliatiningsih, M., dan Dewi, E. S. (2020). Pengelolaan sampah organik di lingkungan bebidas. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat (JADM)*. 1(1): 15-21.
- Xie Y, Yang W, Chen X. 2015. Antibacterial Activities of Flavonoids: Structure-Activity Relationship and Mechanism. *Curr Med Chem*. 22(1):1-10.
- Yuhemita, Y., dan Juniarti, J. (2011). Analisis senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol daun surian yang berpotensi sebagai antioksidan. *Makara Journal of Science*. 15(1): 27.
- Yuniarti, Y. (2010). Kajian Pemanfaatan Ekstrak Kulit *Acacia Mangium Willd.* Sebagai Antifungi Dan Pengujiannya Terhadap *Fusarium* sp. Dan *Ganoderma* sp. *Jurnal Berkala Ilmiah Sains dan Terapan Kimia*. 4(2): 1.