

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI FERMENTASI JAMUR ENDOFIT**

*Aspergillus Fumigatus* VARIASI pH DAN AGITASI



**DISUSUN OLEH :**

**LESKA MAYYETRI GUSNI**

**NIM : 2010262023**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN**

**UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA**

**PADANG**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Optimalisasi fermentasi Jamur Endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi

Nama Mahasiswa : Leska mayyetri gusni

NIM : 2010262023

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medik

Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan dihadapan dalam ujian Skripsi, yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan di Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medik pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia.

**Menyetujui**  
**Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr, apt. Dewi Yudiana Shinta, M.S.i**  
**NIDN :1016017602**

**M.Diki Juliandi, M.Biotek**  
**NIDN :1010079501**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Leska mayyetri gusni

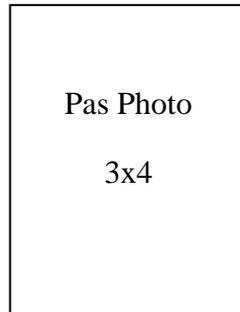
NIM :2010262023

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang ditulis dengan judul **“optimalisasi fermentasi Jamur Endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi”** adalah kerja/karya sendiri dan bukan merupakan duplikat dari hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan. Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar maka status kelulusan saya menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 09 Februari 2024

LESKA MAYYETRI GUSNI

## **BIODATA PENULIS**



Nama : Leska Mayyetri Gusni

Tempat,Tanggal lahir : Padang Aro,09 Agustus 2002

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Perempuan

Alamat :Desa sungai liuk,kota sungai penuh,provinsi jambi.

Riwayat Pendidikan : 1. SDN 045/XI KOTO DUA  
2. SMPN 7 SUNGAI PENUH  
3. MAN 1 KOTA SUNGAI PENUH

## ABSTRAK

FOTO	a) Tempat/Tgl : Padang, 03 Mei 2003; b). Nama Orang Tua (Ayah) Hartawan (Ibu) Masdiyana; c).Program Studi: Sarjana Terapan TLM; d).Fakultas Ilmu Kesehatan; e).NIM: 2010262051; f).IPK :,... i). Lama Studi : 4 Tahun; j). Alamat : Bingin Teluk Kec. Rawas Ilir, Kab.Musi Rawas Utara, prov Sumatera Selatan.
------	--

### **OPTIMALISASI FERMENTASI JAMUR ENDOFIT *ASPERGILLUS FUMIGATUS* VARIASI pH DAN AGITASI.**

SKRIPSI

OLEH : LESKA MAYYETRI GUSNI

PEMBIMBING : 1. Dr,Apt.Dewi Yudiana Shinta,M.S.i 2. M.Diki Juliandi, M.Biotek

#### **Abstrak**

Resistensi antibiotik adalah masalah yang mengancam manusia, menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO).Banyak dari obat-obatan ini berasal dari bahan alam, atau produk natural, tetapi ada juga yang berasal dari produk sintesis.(Azim et al., 2021). Tujuan penelitian adalah untuk mengoptimalkan fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* dengan variasi pH dan agitasi yang paling efektif. manfaat penelitian ini untuk mengembangkan bioteknologi dalam proses penemuan zat obat baru. Metode difusi cakram digunakan dalam penelitian ini. Hasil uji statistic one way anova menunjukkan nilai P value 0,196 dan P 0 ,05, yang menunjukkan aktivitas bakteri terhadap metabolit skunder pada hari ke -5 , hari ke-10, dan hari ke-20 dari variasi media Huang pada pH dan agitasi.

**Kata Kunci :resistensi antibiotik ,variasi pH ,variasi Agitasi**

**Kata Kunci :..... , ..... , .....**

Skrpsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan Dinyatakan lulus pada tanggal .. Juli 2024

Abstrak ini telah di setujui oleh penguji :

Tanda Tangan	1.	2.	3.
Nama Terang			

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Dr.....

## ABSTRAK

FOTO	a) Tempat/Tgl : Padang, 03 Mei 2003; b). Nama Orang Tua (Ayah) Hartawan (Ibu) Masdiyana; c).Program Studi: Sarjana Terapan TLM; d).Fakultas Ilmu Kesehatan; e).NIM: 2010262051; f).IPK :,... i). Lama Studi : 4 Tahun; j). Alamat : Bingin Teluk Kec. Rawas Ilir, Kab.Musi Rawas Utara, prov Sumatera Selatan.
------	--

### **OPTIMALISASI FERMENTASI JAMUR ENDOFIT *ASPERGILLUS FUMIGATUS* VARIASI pH DAN AGITASI.**

SKRIPSI

OLEH : LESKA MAYYETRI GUSNI

PEMBIMBING : 1. Dr,Apt.Dewi Yudiana Shinta,M.S.i 2. M.Diki Juliandi, M.Biotek

#### **Abstrak**

Antibiotic resistance is a problem that threatens humans, according to the World Health Organization (WHO). Many of these medicines come from natural ingredients, or natural products, but some also come from synthetic products (Azim et al., 2021). The aim of the research was to optimize the fermentation of the endophytic fungus *Aspergillus fumigatus* with the most effective pH variations and agitation. The benefits of this research are to develop biotechnology in the process of discovering new medicinal substances. The disc diffusion method was used in this study. The results of the one way anova statistical test showed a P value of 0.196 and P 0.05, which indicated bacterial activity towards secondary metabolites on day 5, day 10 and day 20 of variations in Huang media in terms of pH and agitation.

**Keywords : antibiotic resistance, pH variations, agitation variations.**

**Kata Kunci :..... , ..... , .....**

Skrpsi ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan Dinyatakan lulus pada tanggal .. Juli 2024

Abstrak ini telah di setujui oleh penguji :

Tanda Tangan	1.	2.	3.
Nama Terang			

Mengetahui,  
Ketua Program Studi : Dr.....

\_\_\_\_\_

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “OPTIMALISASI FERMENTASI JAMUR ENDOFIT *Aspergillus Fumigatus* VARIASI pH DAN AGITASI”.

Penulis dan penyusun skripsi ini merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan program studi serjana terapan D4 Teknologi laboratorium medik di universitas perintis Indonesia (UPERTIS) provinsi Sumatera Barat. Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan, petunjuk, dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya yang telah memberi dukungan moral, materiil maupun semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Apt. Dewi Yudianta Shinta, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak M. Diki Julianda M. Biotek selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan serta kritikan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Adi Hartono M. Biomed selaku penguji yang telah memberi masukan serta kritikan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan saran dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih memerlukan penyempurnaan lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tulisan ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin ya rabbal'alam.

Padang, Februari 2024

LESKA MAYYETRI GUSNI

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian .....	4
1.4 Manfaat penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Jamur Endofit .....	5
2.2 <i>Aspergillus Fumigatus</i> .....	11
2.2.1 Jamur <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	11
2.3 Fermentasi .....	13
2.4 Kerangka Operasional .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Jenis Dan Desain Penelitian .....	26
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	26
3.3 Populasi Dan Sampel Penelitian.....	26

3.4 Variabel penelitian.....	26
3.5 Alat dan Bahan .....	27
3.6 Mikroorganisme yang digunakan.....	28
3.7 Metode penelitian .....	28
3.8 Prosedur Penelitian.....	29
3.9 Analisa Data .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil.....	35
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Pembahasan .....	41
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2 Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Media Media Huang .....	20
Tabel 2. 2 Komposisi Media Huang.....	21
Tabel 4. 1 Hasil Uji Daya Hambat Variasi pH .....	36
Tabel 4. 2 Hasil Uji Daya Hambat Variasi Agitasi.....	37
Tabel 4. 3 Hasil Uji Aktivitas Bakteri Terhadap Metabolit Sekunder .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jamur Aspergillus fumigatus .....	12
Gambar 4. 1 Pertumbuhan Jamur Endofit Aspergillus fumigatus .....	35
Gambar 5. 1 Pengaruh pH Terhadap Fermentasi Jamur Endofit Aspergillus Fumigatus menunjukkan $p > 0,05$ .....	44
Gambar 5. 2 Pengaruh Proses Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Jamur Endofit Aspergillus Fumigatus variatis agitasi.....	45

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah mengumumkan bahwa masalah resisten antibiotik merupakan masalah serius yang mengancam manusia. Semakin hari bumi ini semakin menua, kegiatan sosial, ekonomi, serta aktivitas pelayanan kesehatan semakin pesat. Aktivitas pelayan kesehatan tidak akan terlepas dari kegiatan mengonsumsi obat-obatan. Obat-obatan tersebut banyak yang berasal dari sumber bahan alam (natural produk), namun tidak sedikit juga berasal dari produk sintesis. Namun seiring berkembangnya zaman, para peneliti terus bekerja dalam mengembangkan obat-obatan, hal ini dikarenakan terjadinya resistensi terhadap bakteri, jamur, virus serta patogen lainnya yang dipengaruhi oleh aktivitas sosial serta pola hidup konsumtif dari masyarakat (Azim et al., 2021).

Penelitian kimia bahan alam terhadap senyawa-senyawa bioaktif (senyawa metabolit sekunder) yang berasal dari tumbuh-tumbuhan khususnya tumbuhan yang berkhasiat obat, khususnya di Indonesia, telah banyak dilaporkan. Akan tetapi, penelitian kimia bahan alam terhadap senyawa metabolit sekunder dari mikroorganisme seperti bakteri atau jamur yang terdapat pada tanaman obat masih belum banyak atau bahkan belum ada hasil penelitian yang dilakukan dan dilaporkan di Indonesia (Mayaserli & Shinta, 2021).

Senyawa kimia bioaktif alami telah berperan penting dalam kehidupan manusia di bidang kesehatan terhadap pengobatan berbagai macam jenis penyakit.

Pengobatan penyakit dengan ramuan atau campuran tanaman obat telah lama digunakan oleh masyarakat baik secara tradisional maupun secara modern. Pendekatan secara etnobotani maupun kemotaksonomi (fitofarmaka) merupakan teknik yang telah digunakan oleh para ilmuwan dalam upaya pencarian senyawa kimia bahan alam untuk sumber bahan obat (Bahi, 2013). Pemakaian obat antibakteri sintesis secara terus-menerus tidak hanya membunuh bakteri itu sendiri namun juga mempercepat terjadinya resistensi patogen. Untuk itu diperlukan alternatif obat antibakteri yang aman yang berasal dari bahan alam (Shinta et al., 2019). Senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai bahan obat antibiotika serta menunjukkan aktivitas antimikrobia dari tanaman obat khususnya di Indonesia sudah banyak dilaporkan. Akan tetapi, penelitian terhadap senyawa antibiotika dari bakteri dan jamur endofit yang berasal dari tanaman obat masih belum banyak atau bahkan belum ada yang dilaporkan di Indonesia. Secara umum, endofit didefinisikan sebagai mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tumbuhan tanpa menimbulkan efek negatif pada tanaman induknya. Dan telah ditemukan adanya jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* yang berwarna ungu terdapat pada umbi *dahlia* mempunyai kemampuan menghasilkan metabolit sekunder (Bahi, 2013).

Kemampuan mikroba endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder melalui mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut. Apabila mikroba endofit dapat menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif yang langka dan penting seperti yang

dimiliki tanaman inangnya, maka endofit dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber bahan baku dari tanaman inangnya, dengan demikian keanekaragaman hayati yang ada dapat dipertahankan. Selain itu, penggunaan mikroba sebagai sumber produk metabolit sekunder yang berkhasiat dapat dilakukan dengan proses yang lebih mudah dan ekonomis, sehingga dapat dihasilkan produk dengan harga lebih kompetitif (Kuncoro et al., n.d.).

melalui penelitian (Jose, 2016). dengan adanya penemuan ini maka akan dilanjutkan lagi penelitian tentang senyawa bioaktif anti jamur dan anti bakteri yang terkandung pada umbi dahlia dengan cara isolasi dan identifikasi. Penelitian ini juga melibatkan pengaruh agitasi terhadap fermentasi untuk menghasilkan *Aspergillus Fumigatus*. Adapun fungsi agitasi dalam fermentasi ini adalah Untuk mensuspensikan mikroorganisme dan nutrient secara merata selama kultivasi serta meningkatkan laju perpindahan panas antara permukaan kultivasi dengan permukaan dingin.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka peneliti mencoba meneliti tentang "optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi".

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang usai diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut : Bagaimana optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi?

### **1.3 Tujuan penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan umum**

Untuk mendapatkan optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi.

#### **1.3.2 Tujuan khusus**

1. Untuk mendapatkan optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* dengan variasi pH.
2. Untuk mendapatkan optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* dengan variasi agitasi.

### **1.4 Manfaat penelitian**

#### **1.4.1 Bagi peneliti**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk pengembangan bioteknologi dalam pencarian senyawa obat baru.

#### **1.4.2 Bagi institusi**

Dapat menyumbangkan ilmu bagi mahasiswa dan mahasiswi Universitas Perintis Indonesia tentang optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Jamur Endofit**

Jamur endofit merupakan jamur yang hidup dalam jaringan tanaman dengan cara simbiosis mutualisme (Marlinda et al., 2019). Jamur endofit masuk ke dalam jaringan tanaman bisa melalui beberapa cara diantaranya dengan menghasilkan enzim ekstraseluler dan dapat juga melalui jaringan yang luka. Jamur endofit hidup dalam jaringan tanaman dan mengalami koevolusi di dalam jaringan tanaman inangnya. Jamur endofit adalah mikroorganisme yang berkoloni di bagian dalam jaringan tumbuhan yaitu pada akar, batang, daun, bunga atau biji tanpa menimbulkan efek yang merugikan pada tumbuhan inangnya.

Jamur endofit didefinisikan sebagai jamur yang hidup di jaringan tanaman tingkat tinggi yang sehat dengan cara berkoloni tanpa menimbulkan efek negatif pada inangnya. Jamur endofit dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi inangnya dengan memproduksi metabolit sekunder yang memberikan perlindungan, zat pengatur tumbuh, antimikroba, antivirus, dan insektisida, atau bahkan menjadi perantara resistensi terhadap beberapa jenis cekaman abiotik (Haryani et al., 2013). Ko-evolusi atau transfer genetik (rekombinasi genetik) dari inang ke cendawan endofit diasumsikan sebagai penyebab produksi metabolit sekunder tersebut (Haryani et al., 2013).

### **2.1.1 Karakteristik Jamur Endofit**

Karakterisasi isolat jamur endofit dilakukan dengan cara makroskopik dimana diamati warna dari koloni isolat jamur endofit dan secara mikroskopik langsung serta tidak langsung. Mikroskopik secara langsung dilakukan dengan cara diambil 1 ose isolat jamur endofit yang diperoleh, diigores=kan di atas object glass yang telah disterilkan kemudian difiksasi dengan pembakar spiritus. Selanjtnya ditetesi dengan 1 tetes metilen blue dan ditutup dengan cover glass dan diamati dengan mikroskop pada perbesaran 10 ,40 dan 100 kali. Mikroskop tidak langsung dilakukan dengan cara disterilkan Object glass dan cover glass dalam cawan petri dengan penyangga alumunium foil dan alat kertas saring. Diinokulasikan isolat jamur endofit ke object glass yang telah berisi 1 tetes medium PDA yang belum padat dan ditutup cover glass isolat jamurendofit.Ditetesi kertas saring dengan gliserin merata kemudian diinkubasi selama 3-5 hari selanjutnya diamati menggunakan mikroskop.

### **2.1.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jamur endofit**

#### **1. Variasi Media**

Media adalah bahan yang digunakan untuk menumbuhkan mikroba yang terdiri atas campuran nutrisi atau zat – zat makanan. Selain untuk menumbuhkan mikroba, media dapat juga digunakan untuk isolasi, memperbanyak, pengujian sifat-sifat fisiologis dan perhitungan jumlah mikroba (Shinta et al., 2019). Menyatakan bahwa suatu media dapat menumbuhkan mikroorganisme dengan baik diperlukan persyaratan sebagai berikut :

- a. Media harus mempunyai tekanan osmose antara sel mikroba dengan media harus memiliki tekanan osmose yang sama, oleh karena itu untuk pertumbuhannya jamur membutuhkan media yang isotonis.
- b. Derajat keasaman (pH) yang sesuai jamur tumbuh baik dalam kondisi asam yang tidak menguntungkan bagi bakteri. pH optimumnya adalah 3,8-5,6.
- c. Media harus steril pemeriksaan mikrobiologis tidak mungkin dilakukan apabila media yang digunakan tidak steril, karena mikroorganisme yang diidentifikasi atau diisolasi tidak akan dapat dibedakan dengan pasti apakah mikroorganisme tersebut berasal dari material yang diperiksa atautakah hanya kontaminan. Untuk mendapatkan suatu media yang steril maka setiap tindakan (pengambilan media, penuangan media dan lain-lain) dikerjakan secara aseptik dan alat-alat yang digunakan harus steril (Jose, 2016).

## **2. Variasi pH**

Derajat keasaman air (pH) adalah indikator yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Beberapa dampak kesehatan jika kadar pH air tidak seimbang adalah keseimbangan keasaman dan alkalinitas tubuh, mempertahankan tingkat elektrolit, dan pH yang rendah kurang dari 7

(netral) maka akan dapat mengakibatkan air tidak stabil dan mengalami perubahan warna, bau dan rasa. Ion hidrogen ( $H^+$ ) dan hidroksida ( $OH^-$ ) yang terkandung dalam air konsentrasinya sangat kecil sehingga agar memudahkan penulisan digunakan besaran lain. Derajat keasaman lingkungan atau pH substrat sangat penting untuk pertumbuhan jamur, karena enzim tertentu hanya dapat mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Pada umumnya jamur hidup pada pH di bawah 7.0. Bahkan jenis khamir tertentu dapat tumbuh pada pH cukup rendah yaitu pH 4.5 – 5.5. Dengan memperhatikan sifat tersebut menjadi sangat penting bagi industri supaya jamur yang ditumbuhkan menghasilkan produk yang optimal, misalnya pada produksi asam sitrat, kefir, enzim protease- asam, antibiotik dan juga untuk mencegah pembusukan bahan pangan (Ginting et al., 2023).

Menurut (Dahlia & Ms, 2024). air merupakan pelarut yang paling polar dengan konstanta dielektrik sebesar 80, dengan adanya variasi pH pada pelarut air yang digunakan maka polaritas air sedikit menurun sehingga dapat mengekstrak tidak hanya senyawa polar dalam propolis tetapi juga senyawa semi polarnya. Pengaruh pH selama ekstraksi propolis berpengaruh pada hasil kandungan flavonoid nya. Terdapat tiga ukuran yang menunjukkan kepolaran suatu pelarut yaitu momen dipol, konstanta dielektrik dan kelarutannya dengan air.

### 3. Variasi Agitas

Agitasi merupakan factor penentu keberhasilan proses kultivasi dimana tujuan proses tersebut adalah untuk mendispersikan udara di dalam larutan media dan menyeragamkan suhu dan konsentrasi nutrient di dalam fermentor. Bahan kimia sering digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur. Contohnya formalin yang disemprotkan pada tekstil yang akan disimpan untuk waktu tertentu sebelum dijual. Hal ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan kapang yang bersifat selulolitik seperti *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, dan *Cladosporium cladosporoides* yang dapat merapuhkan tekstil atau meninggalkan noda-noda hitam akibat sporulasi yang terjadi, sehingga menurunkan kualitas bahan tersebut (MARYANTI, 2016).

### 4. Variasi Suhu

Suhu air mempunyai peranan dalam kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota perairan (Shinta, 2024). Berdasarkan hasil pengukuran, suhu terdeteksi berkisar antara 28–31 C. Secara umum, suhu mengalami peningkatan seiring dengan semakin jauhnya stasiun dari daratan. Optimasi suhu dengan variasi suhu 10°C, 27°C, 37°C dan 40°C. Sebanyak 50 ml inokulum jamur endofit (5%) b/v diinokulasi ke dalam 1 liter media produksi media kemudian diinkubasi selama 20 hari pada suhu 10HAI C, 27HAI C (suhu ruangan), 37HAI C dan 40HAI C (suhu waterbath). Pada hari ke 5, 10, 15 dan 20 dilakukan uji anti mikroba. Kultur jamur hasil fermentasi di ambil dan disentrifugasi selama 20 menit untuk memisahkan

supermatan dan massa sel.ekstrak jamur endofit ini akan digunakan untuk uji antimikroba.hasil uji variasi suhu ini akan menunjukkan hasil optimum dan di lanjutkan untuk variasi aerasi pada media fermentasi.

## 5. Variasi Aerasi

Aerasi adalah penambahan udara kedalam air sehingga kadar oksigen dalam air menjadi cukup dengan bantuan alat aerasi atau aerator.Menurut (Shinta, 2024). salah satu cara meningkatkan kontak dengan air yaitu dengan peralatan mekanis yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oksigen yang masuk dalam air.

Sebanyak 50 ml inokulum jamur endofit (5%) b/v diinokulasi ke dalam 1 liter *Aspergillus Fumigatus* media produksi, kemudian diinkubasi penghambatannya melawan *Staphlococcus aureus* adalahjuga signifikan pada suhu 37°C dengan daya hambat 13,3-17,3 mm, sedangkan control positif memberikan daya hambat terhadap *Staphlococcus aureus* dari18,5mm. Untuk *Candida albicans*jamur, daya hambatnya signifikan dengan besaran 6,4-23,5 nm untuk kedua variasi media pada suhu 37°C dan 40°C. Hasil skrining aktivitas antimikroba terhadap faktor suhu fermentasi menunjukkan adanya pengaruh yang nyata pada suhu 37°C dan 40°C untuk *Candida albicans*jamur. Sedangkan untuk *Stafilokokus aureus*menunjukkan pengaruh yang signifikan pada suhu 37°C, misalnya *E.coli*pada suhu 27°C.

## 2.2 *Aspergillus Fumigatus*

### 2.2.1 Jamur *Aspergillus fumigatus*

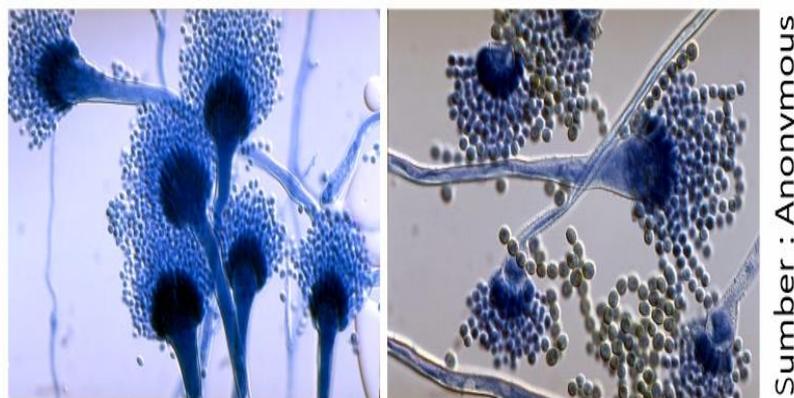
Jamur *Aspergillus fumigatus* adalah jamur saprofit yaitu berada dimana-mana dan terutama terkait dengan tanah dan pembusukan bahan sayuran. *Aspergillus fumigatus* di alam tumbuh sebagai massa hifa bercabang namun, juga menghasilkan sejumlah besar spora aseksual, yang dikenal sebagai konidia, dalam struktur dikenal sebagai konidiafor. Konidia dilepaskan ke lingkungan dan dapat dibawa dengan udara, sehingga memberikan sarana untuk mencemari makanan dan sumber air. Konsentrasi konidia di udara bisa berkisar antara 1 sampai 100 per meter<sup>3</sup>. Oleh karena itu, secara rutin dihirup oleh manusia dan ukurannya (kira-kira 2-3  $\mu\text{m}$ ) memungkinkan untuk menembus jauh ke dalam sistem pernafasan bagian bawah (Djohan et al., n.d.).

Menurut (Sinaga et al., 2012). klasifikasi *Aspergillus fumigatus* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Deuteromycota
Kelas	: Eurotiomycetes
Ordo	: Eurotiales
Family	: Trichocomaceae
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>Aspergillus fumigatus</i>

### 2.2.2 Morfologi Jamur *Aspergillus Fumigatus*

Koloni *Aspergillus fumigatus* muncul sebagai filamen putih kemudian berubah warna hijau tua atau hijau gelap dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh berwarna hijau kebiruan, diameter 1-2 cm, permukaan seperti beludru (Iriani et al., 2017). Kapang *Aspergillus fumigatus* mempunyai koloni berwarna hijau tua karena lebatnya konidiofor yang terbentuk dari miselia yang ada di agar dan juga dari miselium aerial. Kepala konidia berbentuk kolumnar, koniofor pendek, berdinding halus dan berwarna hijau. Vesikula berbentuk gada yang lebar, diameter 20- 30  $\mu\text{m}$  dan berwarna hijau. Fialid terbentuk langsung pada vesikula, seringkali berwarna hijau, berukuran 6-8 x 2-3  $\mu\text{m}$ . Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, diameter 2,5-3  $\mu\text{m}$ , berwarna hijau dan berdinding kasar hingga berduri (Prasetyaningsih et al., 2015).



Sumber : Anonymous

*Aspergillus fumigatus* (kiri) dan *aspergillus flavus* (kanan)

Gambar 2. 1 Jamur *Aspergillus fumigatus*

### 2.3 Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi di mana mikroba dimanfaatkan untuk menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan. Tahap awal pada proses fermentasi biasanya ditandai dengan adanya pertumbuhan mikroba yang dikendalikan, hal ini utamanya terjadi dalam proses pengembangan inokulum dengan tujuan diperolehnya sel yang hidup. Pengendalian sendiri dilakukan dengan menggunakan pengaturan kondisi pada media, komposisi media, suplai O<sub>2</sub>, dan agitasi. Bahkan, jumlah mikroba yang digunakan dalam fermentor juga harus turut dikendalikan sehingga tidak terjadi kompetisi dalam penggunaan nutrisi (Prasetyaningsih et al., 2015).

Di samping itu, objek lain yang juga perlu dikendalikan adalah nutrisi dan produk fermentasi. Hal ini penting untuk dilakukan karena jika dalam kondisi berlebih, nutrisi dan produk metabolit hasil fermentasi tersebut dapat menyebabkan inhibisi dan represi. Pada proses fermentasi diperlukan substrat sebagai media tumbuh mikroba yang mengandung zat-zat nutrisi yang dibutuhkan selama proses fermentasi berlangsung. Lebih lanjut dinyatakan bahwa substrat dapat berupa substrat sumber karbon dan substrat sumber nitrogen. Selulosa sebagai salah satu sumber karbon dalam proses fermentasi telah banyak digunakan karena mudah didapat. Media fermentasi selanjutnya diberikan glukosa beserta zat-zat lain yang berfungsi sebagai sumber makronutrien, mikronutrien, dan *growth factor*. Sebagaimana yang diungkapkan sebelumnya, pemrediksian proses produksi biomassa dalam suatu proses fermentasi dapat dilakukan melalui pengamatan kinetika proses pertumbuhan mikroba yang nyatanya sangat dinamis.

Disebutkan bahwa pertumbuhan dan perilaku mikroba dalam proses fermentasi utamanya dipengaruhi oleh faktor intraseluler dan faktor ekstraseluler (Iriani et al., 2017).

Faktor intraseluler meliputi struktur, mekanisme, metabolisme, dan genetika. Sedangkan, faktor ekstraseluler berkaitan dengan kondisi lingkungan meliputi pH, suhu, aerasi, tekanan, dan komposisi media fermentasi.

Batas proses pertumbuhan mikroba adalah pada suatu masa setelah melewati tahap minimum, mikroba kemudian akan mengalami fase kematian. Adanya penyusutan konsentrasi nutrisi yang digunakan selama proses pertumbuhan mikroba karena habis dikonsumsi disinyalir sebagai faktor henti tumbuh dari mikroba. Selain itu, penghambat pertumbuhan mikroba juga dapat disebabkan oleh inhibisi dan represi sebagai produk akhir dari adanya metabolisme.

Tahap pertumbuhan mikroba terbagi ke dalam beberapa fase yang dijelaskan sebagai berikut.

1. **Fase *stationer*** atau disebut juga fase adaptasi/*lag phase*. Fase ini adalah ketika mikroba melakukan proses penyesuaian diri dengan lingkungan dan media baru sebagai tempat tumbuh dan berkembang biaknya. Pada fase ini mikroba juga berusaha mengubah materi-materi yang terkandung dalam media yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Apabila kemudian di dalam media tersebut ditemukan komponen-komponen asing, mikroba akan memproduksi enzim ekstraseluler guna merombak komponen

tersebut. Dalam fase ini juga terdapat proses seleksi, di mana hanya mikroba yang dapat mencerna nutrisi yang terkandung di dalam media yang dapat bertahan hidup.

2. **Fase pertumbuhan dipercepat** adalah fase di mana mikroba telah bertumbuh dan membelah diri dalam kuantitas yang banyak sehingga jumlahnya meningkat dengan cepat. Pada fase ini mikroba telah mampu memanfaatkan nutrisi yang terkandung di dalam media fermentasinya. Laju pertumbuhan  $\mu = dX/dt$  meningkat dan mampu mencapai nilai maksimumnya  $\mu =$  laju pertumbuhan mikroba (sel/detik)  $X =$  jumlah mikroba hidup.
3. **Fase eksponensial** adalah akhir dari fase sebelumnya, yakni pertumbuhan dipercepat. Pada fase ini, laju pertumbuhan mikroba tetap berada pada laju pertumbuhan maksimum ( $\mu$  maks.). Besaran nilai  $\mu$  maks. ini ditentukan oleh konstanta jenuh atau saturasi substrat dan untuk setiap mikroba masing-masingnya memiliki substrat yang spesifik atau tertentu.
4. **Fase pertumbuhan diperlambat** dimulai ketika fase eksponensial mencapai akhir tahapannya. Fase ini terjadi ketika pertumbuhan mikroba terjadi begitu cepat namun tidak diimbangi dengan persediaan nutrisi yang memadai. Ketika suatu proses fermentasi dilakukan dengan metode *batch*, di mana umpan nutrisi dimasukkan hanya pada awal proses dilakukannya fermentasi, pada satu waktu tertentu saat jumlah mikroba yang mengkonsumsi nutrisi tersebut melebihi daya dukungnya, maka akan terjadi suatu kondisi yang disebut dengan kekurangan

nutrisi. Faktor lain yang menjadi penghambat pertumbuhan mikroba adalah terjadinya inhibisi ataupun represi. Hal ini biasanya disebabkan oleh akumulasi produkmetabolit sekunder yang merupakan hasil dari aktivitas fermentasi mikroorganismemitu sendiri.

5. **Fase kematian** terjadi ketika nutrisi yang ada sudah benar-benartidak dapat lagi mencukupi kebutuhan mikroorganisme. Keadaan inidapat diperparah dengan adanya akumulasi produk metabolit primerdanskekunderyangtidakdipanensehinggaterusmenginhibisiataupunmerepresipertumbuhanselmikroorganisme.Selainitu,faktor umur sel yang sudah tua dapat menyebabkan pertahan selterhadaplingkungan baru menjadi berkurang.

### 2.3.1 Fermentasi jamur endofit *Aspergillus Fumigatus*

Fermentasi jamur endofit merupakan salah satu media produksi senyawa antimikroba dari mikroorganisme. Fermentasi dilakukan dengan bervariasisumber karbon dan sumber nitrogen dari media Huang, *et.al.*, (2007) dimana sumber karbon sukrosa diganti dengan Na CMC dan sumber nitrogen ekstrak ragi diganti dengan ammonium sulfat dan pepton. Ini bertujuan untuk melihat pengaruh komposisi media terhadap produksi senyawa antimikroba.Pada saat fermentasi jamur endofit menyesuaikan diri dengan lingkungan dan media fermentasi tempat tinggalnya.Pertumbuhannya dimulai dari tahap adaptasi, tahap eksponensial, tahap stationer dan tahap menuju kematian. Pada tahap stationer, nutrisi pada media mulai berkurang sehingga jamur endofit berada pada keadaan kritis, untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya maka jamur endofit akan mengeluarkan senyawa-senyawa metabolit sekunder untuk

pertahanan dirinya. Metabolit sekunder ini dapat juga berfungsi sebagai nutrisi darurat untuk bertahan hidup (Kuncoro et al., n.d.). Senyawa antimikroba dari jamur endofit ini diproduksi pada saat endofit mulai memasuki fase stationer, karena pada fase ini nutrisi pada media mulai berkurang. Aktivitas antimikroba baru terlihat pada saat hari ke-20. Sebelum hari ke-20 kemungkinan nutrisi pada media masih sangat cukup sehingga jamur endofit belum memproduksi senyawa antimikroba.

Fermentasi jamur endofit dilakukan dengan fermentasi cair menggunakan media SDB (Sabouraud Dextrose Broth). Koloni murni jamur endofit pada cawan petri PDAC yang telah diinkubasi selama 5-7 hari, kemudian dengan menggunakan ose bulat diambil 3 potongan biakan jamur berukuran  $\pm 1 \times 1$  cm. Potongan jamur tersebut kemudian diinokulasikan ke dalam media cair SDB sebanyak 50 mL dalam labu Erlenmeyer ukuran 100 mL dan diinkubasi 3-5 hari. Kemudian diambil 20 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi medium SDB 250 mL dan pecahan beling yang telah disterilkan. Selanjutnya dilakukan fermentasi goyang menggunakan rotary shaker 150 rpm (putaran/menit) pada suhu kamar selama 14 hari. Dari masing-masing kultur yang telah difermentasi dimasukkan ke dalam tabung sentrifus ukuran 15 mL yang sebelumnya telah disterilisasi terlebih dahulu, kemudian di sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Supernatan diambil dan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Miselia yang mengendap kemudian diambil dan dikeringkan di oven pada suhu 40 °C selama 3 jam dan kemudian di rendam dengan metanol selama 2 hari. Selanjutnya di saring,

ekstrak miselia jamur endofit kemudiandi keringkan di waterbath dan ekstrak yang diperoleh kemudian di uji. Uji aktivitas antimikroba ini diujikan terhadap tiga jenis yaitu terhadap bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*), bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*), jamur patogen *Candida albicans*, semuanya ini merupakan patogen yang umum sebagai penyebab penyakit pada manusia(Djohan et al.,n.d.).

Uji aktivitas antimikroba ekstrak kasar jamur endofit *aspergilus fumigat* dilakukan dengan menggunakan metoda difusi cakram. Daya hambat yang dihasilkan dibandingkan dengan kontrol positif yaitu ciprofloaxin dengan konsentrasi 50 µg(b/v) untuk bakteri patogen dan ketokonazol 50 µg(b/v) untuk jamur patogen. Untuk kontrol negatif digunakan media steril untuk memastikan aktivitas antimikroba yang dihasilkan bukan pengaruh dari media itu sendiri. Uji aktivitas antimikroba dilakukan setiap 5 hari, 10 hari, 15 hari dan 20 hari, sebelumnya dilakukan setiap hari tapi hasilnya baru ditemukan pada hari ke-5 sehingga interval uji aktivitas antimikroba dilakukan selang 5 hari, ini bertujuan untuk mengetahui waktu produksi senyawa antimikroba yang ditunjukkan dengan aktivitas antimikroba paling tinggi dengan ditandai daya hambat paling besar.

Media yg digunakan pada penelitian ini yaitu media huang glukosa+inulin dan media huang glukosa+NaCMC.

### **1. Media Huang Glukosa+Inulin**

Media Huang Glukosa+Inulin adalah sebuah jenis media pertumbuhan yang digunakan dalam mikrobiologi untuk kultivasi mikroorganisme tertentu.

Media ini memiliki komposisi yang mengandung dua komponen utama: glukosa dan inulin. Berikut deskripsi singkat tentang kedua komponen ini:

1. Glukosa: Glukosa adalah bentuk gula sederhana yang sering digunakan sebagai sumber energi untuk mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menggunakannya sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksi mereka.
2. Inulin: Inulin adalah jenis karbohidrat kompleks yang terdiri dari rantai panjang fruktosa. Ini tidak dapat dicerna oleh manusia dan sering digunakan sebagai prebiotik, yang berarti itu dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang bermanfaat dalam saluran pencernaan.

Penggunaan glukosa dan inulin dalam media pertumbuhan dapat membantu mempromosikan pertumbuhan mikroorganisme tertentu yang memerlukan kombinasi gula sederhana (glukosa) dan karbohidrat kompleks (inulin) sebagai sumber nutrisi. Media ini digunakan dalam penelitian mikrobiologi untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan mempelajari mikroorganisme yang dapat memanfaatkan glukosa dan inulin dalam pertumbuhan mereka.

## **2. Media Huang Glukosa+NACMC**

Media Huang Glukosa + NACMC adalah jenis media pertumbuhan yang digunakan dalam mikrobiologi untuk kultivasi mikroorganisme tertentu. Di sini, "NACMC" mungkin merujuk pada Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC) yang merupakan komponen khusus dalam media ini. Media ini digunakan

dalam penelitian mikrobiologi untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan mempelajari mikroorganisme yang dapat memanfaatkan glukosa dan CMC dalam pertumbuhan mereka.

1. **Glukosa:** Glukosa adalah bentuk gula sederhana yang digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menggunakan glukosa sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksi.
2. **Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC):** CMC adalah derivat selulosa yang digunakan dalam media ini. Mikroorganisme yang mampu menghidrolisis CMC menunjukkan kemampuan untuk menguraikan senyawa selulosa. Ini sering digunakan dalam penelitian lingkungan dan dekomposisi bahan organik.

Media Huang Glukosa + NACMC mungkin digunakan untuk menilai kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan selulosa (sebagai karbon tambahan) selain glukosa. Media seperti ini sering digunakan dalam studi mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi selulosa dan bio-penguraian bahan organik lainnya.

Tabel 2. 1 Komposisi Media Media Huang.

<b>Komposisi media</b>	<b>Media yang dibutuhkan (gram)</b>
<b>Glukosa :NaCMC</b>	<b>7,5 gr:7,5 gr</b>
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	<b>0,5 gr</b>

<b>FeSO<sub>4</sub>h<sub>2</sub>O</b>	<b>0,01 gr</b>
<b>Amonium sulfat</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>KCL</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>MgSo<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>NaN<sub>3</sub></b>	<b>4,5 gr</b>
<b>Aquadest</b>	<b>500 ml</b>

Sumber: (Huang.et.al.,2017)

Tabel 2. 2 Komposisi Media Huang.

<b>Komposisi media</b>	<b>Media yang dibutuhkan (gram)</b>
<b>Glukosa : inulin</b>	<b>7,5 gr: 7,5 gr</b>
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	<b>0,5 gr</b>
<b>FeSO<sub>4</sub>h<sub>2</sub>O</b>	<b>0,01 gr</b>
<b>Amonium sulfat</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>KCL</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>MgSo<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O</b>	<b>0,25 gr</b>
<b>NaN<sub>3</sub></b>	<b>4,5 gr</b>
<b>Aquadest</b>	<b>500 ml</b>

Sumber: (Huang.et.al.,2017)

Tujuan bervariasi komposisi media Huang, *et.al.*, (2007) adalah untuk mendapatkan kondisi optimum dalam fermentasi jamur endofit *Aspergillus Fumigat* dengan mengganti sumber karbonnya yaitu Na CMC. Sumber nitrogen dalam komposisi media Huang, *et.al.*, (2007) juga diganti dari yeast menjadi pepton dan ammonium sulfat, sehingga dapat dibandingkan sumber nitrogen yang mana menghasilkan senyawa antimikroba yang banyak.

### **2.3.2 Fungsi fermentasi jamur *aspergillus fumigatus* pada variasi ph.**

pH dalam proses fermentasi adalah faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi. Nilai pH yang optimal akan bervariasi tergantung pada jenis mikroorganisme dan produk yang dihasilkan. Hal ini berarti tiap jenis mikroorganisme yang digunakan memiliki pH optimal dalam berfermentasi sehingga mampu dihasilkan senyawa-senyawa aktif yang optimal. Semakin optimalnya pH fermentasi maka mikrobia akan berkembang dengan baik dan aktif, sehingga mampu menguraikan kandungan kimia dalam bahan (Kumalaningsih, 2016). Mikroba umumnya dapat tumbuh pada pH 3-6 dan dipengaruhi oleh pH optimum yang menyebabkan pertumbuhannya optimum. Berdasarkan daerah pH berkembangbiaknya mikroba dapat dibagi menjadi 3 yaitu mikroba asidofilik yang tumbuh pada pH 2-5, mikroba mesofilik yang tumbuh pada pH 5,5-8 dan mikroba alkalifilik yang hidup pada pH 8,4-9,5 (Shinta et al., 2019).

Pertumbuhan jamur sangat dipengaruhi oleh pH media tempat jamur tumbuh. Jika pH medianya sesuai dengan jamur maka akan memacu jamur untuk mempercepat konsumsi glukosa, sehingga glukosa cepat berkurang yang menimbulkan pencapaian maksimum dari pertumbuhan jamur jadi lebih cepat. Hal ini membuktikan bahwa proses fermentasi sangat bergantung pada pH media, jika pH yang disukai oleh jamur untuk tumbuh maka konsumsi glukosa akan dipercepat dan proses fermentasi akan berjalan dengan cepat.

### **2.3.3 Fungsi fermentasi jamur *aspergillus fumigatus* pada variasi agitasi**

Agitasi adalah proses pengadukan atau penggerakan bahan dalam suatu sistem, terutama dalam konteks proses industri, laboratorium, atau teknik kimia. Ini biasanya dilakukan dengan tujuan mencampur bahan secara merata, meningkatkan pertukaran massa atau panas, atau memastikan reaksi kimia berjalan dengan baik. Agitasi dapat mencakup pengadukan bahan cair atau padat.

Dalam berbagai proses seperti fermentasi, produksi kimia, dan pembuatan produk farmasi, agitasi penting untuk menjaga kondisi yang konsisten dan merata di seluruh sistem. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai peralatan seperti mixer, pengaduk, atau agitator yang menggerakkan bahan dengan berbagai cara, seperti pengadukan mekanis atau aliran fluida. Agitasi juga dapat dikendalikan untuk mencapai tingkat energi yang berbeda tergantung pada kebutuhan proses.

Agitasi dalam konteks fermentasi adalah proses pengadukan atau penggerakan media fermentasi, seperti cairan yang mengandung mikroorganisme dan nutrisi, untuk memastikan distribusi nutrisi dan oksigen yang merata di seluruh media.

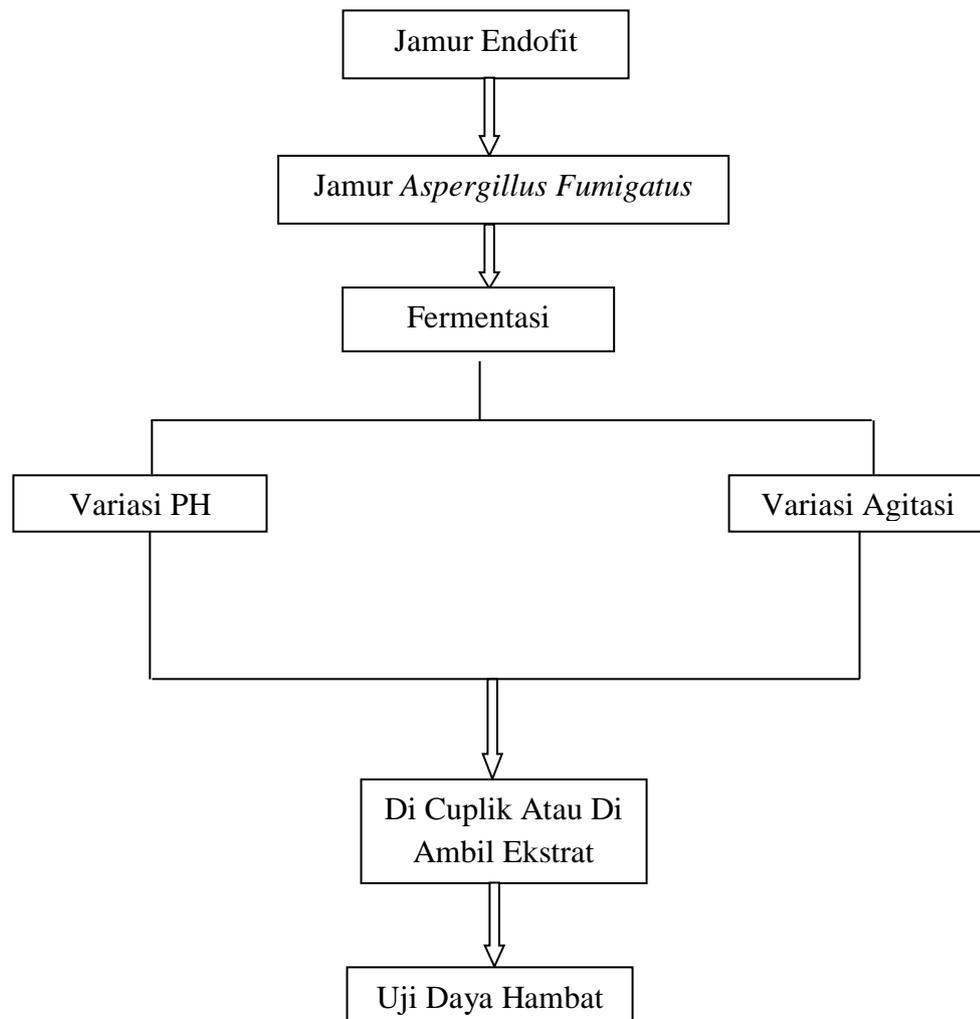
Agitasi dalam fermentasi sangat penting karena memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, produksi metabolit, dan kualitas hasil akhir. Beberapa alasan penting untuk agitasi dalam fermentasi meliputi:

1. Distribusi Nutrien: Agitasi membantu mencampur nutrien dengan mikroorganisme, memastikan mereka tersedia untuk pertumbuhan dan metabolisme.
2. Pemberian Oksigen: Agitasi memungkinkan oksigen terlarut dalam media, yang penting terutama untuk mikroorganisme aerobik yang memerlukan oksigen.
3. Pencegahan Flokulasi: Agitasi dapat mencegah pembentukan flok mikroorganisme yang dapat mengendap dan mengganggu proses fermentasi.
4. Penghindaran Gradien Suhu: Agitasi membantu menjaga suhu seragam di seluruh media fermentasi.

Cara agitasi dilakukan bisa bervariasi, termasuk penggunaan agitator mekanis atau pengadukan dengan gelembung udara. Intensitas agitasi dan kecepatan pengadukan akan bergantung pada jenis mikroorganisme, jenis fermentasi, dan tujuan produksi. Agitasi yang tepat harus diatur sesuai dengan kebutuhan spesifik dari proses fermentasi yang Anda lakukan.

Dalam fermentasi jamur, agitasi memainkan peran penting dalam memastikan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi jamur yang diinginkan. Pengaturan agitasi dapat bervariasi tergantung pada jenis jamur yang Anda budidayakan dan metode budidaya yang digunakan.

## 2.4 Kerangka Operasional



## 2.5 Hipotesis

Ha : adanya perbedaan optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi.

H0 : tidak adanya perbedaan optimalisasi fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan agitasi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksplorasi kuantitatif. Eksplorasi dilakukan dengan cara optimalisasi produksi melalui fermentasi dan mengisolasi jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* dari umbi dahlia (*Dahlia variabilis*).

#### **3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian**

Penelitian Dilakukan Di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Universitas Perintis Indonesia pada bulan agustus sampai januari 2024.

#### **3.3 Populasi Dan Sampel Penelitian**

##### **3.1.1 Populasi**

Populasi pada penelitian yaitu Jamur endofit.

##### **3.1.2 Sampel**

Sampel penelitian yaitu Jamur endofit *Aspergillus fumigat*.

#### **3.4 Variabel penelitian**

##### **3.4.1 Variabel Independen**

Variabel independen dalam penelitian ini adalah ekstrak bunga dahlia.

##### **3.4.2 Variabel dependen**

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli*, *candida albicans* dan *stapyhylococcus aureus*.

### 3.5 Alat dan Bahan

#### 3.5.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer (thermo Genesi 10S UV-VIS), Autoclaf 1925x (Wiconsin Aluminium Foundry Co.Inc.Monitowoc), High Speed Micro Centrifuge Model CT 15RE, vortex mixer H-VM-300, Water Bath Grant SUB28, incubator Memmert, rotary shaker (Daihan Labtech Co.LTD), spektrofotometer IR Shimadzu Prestige 2100, lampu UV untuk pengungkap noda model UV GL-58 UV 254 dan 365 nm, High Resolution-Mass spectroscopy (Agilent), spektrofotometer Agilent, JEOL 500<sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR dan 2D-NMR (DEPT 90,135, HMBC,HSQC dan COSY), oven, cawan petri, jarum ose, bunsen, kompor gas, pengaduk kaca, pinset, kertas saring, inkubator, aluminium foil, mikroskop, *cover glass*, gelas obyek, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volume, erlenmeyer, jangka sorong, botol media, shaker incubator, sentrifugasi, timbangan analitik dan silet, plat kromatografi, chamber kromatografi.

#### 3.5.2 Bahan

Bahan -bahan yang digunakan adalah media Potato Dextrose Agar (PDA) Sabouraud Dextrose Broth (SDB) Sabouraud Dextrose Agar (SDA), media Nutrient Agar (NA), media Nutrient Broth (NB). (semua media diproduksi oleh Merck KGaA Germany), natrium klorida (NaCl), media Huang *et al* (2007), Kalium Dihidrogen Pospat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), Magnesium sulfat hepta hidrat (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), dan besi sulfat hepta hidrat (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O). Milipore syringe filter 0,2 µm (Puradisc TM 13mm cat no 6786-1302), kertas cakram 6mm.

### **3.6 Mikroorganisme yang digunakan.**

Isolat jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* yang telah diisolasi dari umbi tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*) pada. Mikroorganisme yang digunakan dalam uji antimikroba adalah bakteri *Staphylococcus aureus strain ATCC 25923*, *Escherichia coli strain ATCC 25922* dan *Candida albicans* yang di dapat dari koleksi RS M.Djamil Padang.

### **3.7 Metode penelitian**

#### **1. Peremajaan mikroba *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*.**

Bakteri *E.coli* di remajakan menggunakan media endo agar dan bakteri *Staphylococcus aureus* diremajakan menggunakan media Mannitol Salt Agar. Untuk membuktikan bakteri tersebut dilakukan pewarnaan Gram sederhana kemudian dilakukan tes IMVCMU dan TSIA. Pada bakteri *Staphylococcus aureus* dilakukan tes katalase dan koagulase. Sedangkan *Candida albicans* diremajakan pada media Potato Dextrosa Agar lalu dilakukan pewarnaan Gram. Koloni jamur yang terpisah diambil secara aseptis dengan jarum ose dan digoreskan pada media Nutrient Agar, kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam. Dalam penelitian ini untuk membuktikan bahwa mikroba mikroba ini adalah benar maka dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis.

#### **2. Pembuatan suspensi mikroba *E.coli*, *S.aureus*, dan *Candida albicans*.**

Biakan mikroba *E.coli*, *S.aureus*, dan *Candida albicans* yang telah diremajakan 24 jam diambil 1 ose dan dilarutkan dalam NaCl sebanyak 2 ml

dan kekeruhan dibandingkan dengan standart kekeruhan Mc Farland 0,5 (mengandung bakteri 108 CFU/ml).

### **3. Uji Aktivitas Antimikroba menggunakan metode Difusi Cakram.**

Kertas cakram dengan diameter 4 mm dari kertas saring yang dipotong dengan pelubang kertas, dimasukkan dalam cairan ekstrak sesuai dengan konsentrasi masing masing dan didiamkan selama 30 menit selanjutnya kertas cakram dikeluarkan dari cairan ekstrak dan dikeringkan pada suhu sekitar 50oC hingga cairan tidak menetes. Penuangan media Mueller Hinton yang telah disterilkan kedalam petridish. Setelah dingin dan memadat selanjutnya ditanami bakteri *E.coli*, *S.aureus*, dan *Candida albicans*. Selanjutnya diratakan hingga seluruh permukaan media Mueller Hinton dengan menggunakan lidi kapas steril. Cakram diletakkan dalam media Mueller Hinton yang telah ditanami bakteri *E.coli*, *S.aureus*, dan *Candida albicans*, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37C. Aktivitas antimikroba terbesar ditunjukkan oleh luas diameter zona bening terbesar yang terbentuk dari konsentrasi tersebut. Konsentrasi terkecil dari sampel yang mampu menghambat bakteri yang di inokulasikan dengan terbentuknya zona bening merupakan nilai konsentrasi hambat minimum (KHM).

## **3.8 Prosedur Penelitian**

### **3.8.1 Persiapan media**

#### **1. Media Potato Dextrose Agar (PDA)**

Media PDA digunakan untuk peremajaan isolat jamur endofit. Persiapan

media dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada kemasan produk. Media PDA ditimbang sebanyak 19,5 g dan dilarutkan dalam 500 ml aquadest. Campuran dipanaskan hingga larut kemudian dibagi ke dalam tabung reaksi dengan volume 15 ml/tabung untuk uji anti jamur dan 8 ml/tabung untuk peremajaan jamur. Kemudian disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C (tekanan uap 15 lbs) selama 20 menit. Media dapat digunakan apabila tidak terlihat adanya kontaminasi. Media peremajaan dimiringkan 45° dan dibiarkan selama 2-3 hari. Media agar untuk uji jamur yang telah membeku harus dicairkan terlebih dahulu dengan penangas air. Setelah agar mencair seluruhnya, agar dimasukkan ke dalam waterbath 50°C selama lebih kurang 30 menit.

## **2. Media Nutrient Agar (NA)**

Media NA digunakan untuk peremajaan bakteri patogen *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus* serta sebagai media agar untuk uji antibakteri. Persiapan media dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat dalam kemasan produk.

Media NA ditimbang sebanyak 10 g dan dilarutkan dalam 500 ml aquadest. Campuran dipanaskan hingga larut kemudian dibagi ke dalam tabung reaksi dengan volume 15 ml/tabung untuk uji anti bakteri dan 8 ml/tabung untuk peremajaan bakteri. Kemudian disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C (tekanan uap 15 lbs) selama 20 menit. Setelah disterilisasi, media dapat digunakan apabila tidak terlihat adanya kontaminasi. Media peremajaan dimiringkan 45° dan dibiarkan selama 2-3 hari. Media agar untuk uji bakteri yang telah membeku harus dicairkan terlebih dahulu dengan penangas air.

Setelah agar mencair seluruhnya, agar dimasukkan kedalam waterbath 50°C selama  $\pm$  30 menit.

### **3. Media Nutrient Broth (NB)**

Media ini digunakan untuk peremajaan bakteri patogen sebelum uji antibakteri. Persiapan dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada kemasan produk. Media sebanyak 4g dicampur ke dalam 500 ml aquadest. Campuran dipanaskan hingga larut kemudian dibagi kedalam erlenmeyer dengan volume masing-masing sebanyak 20 ml, dan disterilisasi ke dalam autoklaf pada suhu 121°C (tekanan uap 15 lbs) selama 20 menit. Setelah media dingin, bakteri patogen diinokulasikan dengan menggunakan ose steril. Kemudian diinkubasi dalam inkubator selama  $\pm$  24 jam pada suhu 37°C.

### **4. Media Sabouraud Dextrose Broth (SDB)**

Persiapan media ini digunakan untuk peremajaan jamur. Persiapan media dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdapat pada kemasan produk. Medium sebanyak 19,5 g dilarutkan dalam 500 ml aquadest. Campuran dipanaskan hingga larut kemudian dibagi ke dalam erlenmeyer dengan volume masing-masing sebanyak 20 ml dan disterilkan di dalam autoklaf pada 121°C (tekanan uap 15 lbs) selama 20 menit.

#### **3.8.2 Persiapan fermentasi jamur endofit**

##### **1. Peremajaan isolat jamur endofit**

Masing-masing stok jamur endofit diambil dengan jarum ose steril dan dinokulasikan pada agar miring. Kemudian diinkubasi pada temperatur ruang ( $\pm$ 29-31°C) selama 4-5 hari.

## **2. Persiapan inokulum jamur endofit**

Keempat isolat endofit yang telah diremajakan pada agar miring diinokulasikan sebanyak 1 ose kedalam 20 ml media produksi Huang, *et.al.*,(2007). Inokulum diinkubasi selama 48 jam, inokulum ini nantinya yang akan digunakan sebagai starter fermentasi.

### **3.8.3 Cara Kerja Variasi pH**

#### **1. Pembuatan media**

Fermentasi dilakukan pada kondisi optimum yaitu suhu 40c,pH 4,aerasi 50vvm dan agitasi 150rpm dengan variasi pH 4 dan 6.cara kerja pertama timbang zat media glukosa sebanyak 7,5 gr,Kh<sub>2</sub>Po<sub>4</sub> sebanyak 0,5 gr,amonium sulfat sebanyak 0,25 gr,KCL sebanyak 0,25 gr,MgSo<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O sebanyak 0,25 gr, FeSo<sub>4</sub> sebanyak 0,01 gr.setelah semua zat selesai di timbang di masukkan kedalam erlemayer dan tambahkan aquadest sebanyak 500ml dan tutup dengan kapas.setelah selesai panaskan di atas Hot plate dan tunggu hingga mendidih.setelah selesai masukkan kedalam autoklaf untuk di sterilkan selama 1 ATM.setelah selesai di sterilkan masukkan ke dalam leminar air flow. sebelum dipindahkan siapkan 3 erlemayer untuk dibagi 250ml untuk produksi 1 dan 250 ml untuk produksi 2, dan 50 ml untuk stater dan sisanya untuk blanko.setelah selesai di pindahkan masukkan jamur biru kedalam stater dengan menggunakan ose dan langsung dihomogenkan.setelah jamur selesai dimasukkan tunggu stater selama 5 hari,setelah 5 hari lakukan uji spektrofotometer.OD untuk fermentasi harus 0,1.setelah di cek di dapatkan OD 0,1 lanjutkan dengan tahap produksi.

## **2. Cara Produksi**

Pipet sebanyak 5 ml stater, setelah itu masukkan kedalam produksi 1 dan 2, setelah dimasukkan tutup keduanya dengan plastik dan diikat dengan karet, setelah selesai letakin di atas hot plate dengan masukkan oksigen kedalam kedua produksi tersebut dan atur pH 4 untuk produksi 1 dan pH 6 untuk produksi 2, setelah itu biarkan di atas hot plate selama 20 hari, dan di cuplik per 5 hari, setelah 5 hari cuplik produksi pH 4 dan pH 6 untuk cuplikan pertama di masukkan ke dalam cup sampel dan di beri label dan sampai seterusnya selama 20 hari.

### **3.8.4 Cara Kerja Variasi Agitasi**

#### **1. Pembuatan Media**

Fermentasi dilakukan pada kondisi optimum yaitu suhu 40°C, pH 4, aerasi 50 vvm dan agitasi 150 rpm dengan variasi Agitasi 100 dan 150. cara kerja pertama timbang zat media glukosa sebanyak 7,5 gr,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  sebanyak 0,5 gr, amonium sulfat sebanyak 0,25 gr, KCL sebanyak 0,25 gr,  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  sebanyak 0,25 gr,  $\text{FeSO}_4$  sebanyak 0,01 gr. setelah semua zat selesai di timbang di masukkan kedalam erlemayer dan tambahkan aquadest sebanyak 500 ml dan tutup dengan kapas. setelah selesai panaskan di atas Hot plate dan tunggu hingga mendidih. setelah selesai masukkan kedalam autoklaf untuk di sterilkan selama 1 ATM. setelah selesai di sterilkan masukkan ke dalam lembaran air flow. sebelum dipindahkan siapkan 3 erlemayer untuk dibagi 250 ml untuk produksi 1 dan 250 ml untuk produksi 2, dan 50 ml untuk stater dan sisanya untuk blanko. setelah selesai di pindahkan masukkan jamur biru

kedalam stater dengan menggunakan ose dan langsung dihomogenkan. setelah jamur selesai dimasukkan tunggu stater selama 5 hari, setelah 5 hari lakukan uji spektrofotometer. OD untuk fermentasi harus 0,1. setelah di cek di dapatkan OD 0,1 lanjutkan dengan tahap produksi.

## **2. Cara Produksi**

pipet sebanyak 5 ml stater, kemudian dimasukkan kedalam produksi 1 dan 2, setelah itu tutupkan keduanya dengan plastik dan diikat dengan karet, setelah selesai letakan di atas hot plate dan masukkan oksigen kedalam kedua produksi tersebut dan atur agitasi 100 untuk produksi 1 dan agitasi 150 untuk produksi 2, setelah itu biarkan di atas hot plate selama 20 hari, dan di cuplik per 5 hari, setelah 5 hari cuplik produksi agitasi 100 dan 150 untuk cuplikan pertama di masukkan ke dalam cup sampel dan di beri label dan sampai seterusnya selama 20 hari.

## **3.9 Analisa Data**

Hasil uji antimikrobia disajikan secara statistik deskriptif dengan T test untuk optimalisasi dari variabel pH, suhu, aerasi, agitasi dan komposisi media untuk mengetahui variasi variabel yang berpengaruh terhadap variabel yang lain. Untuk uji bioaktivitas terhadap bakteri dan jamur patogen dilakukan analisa ONE WAY ANOVA.

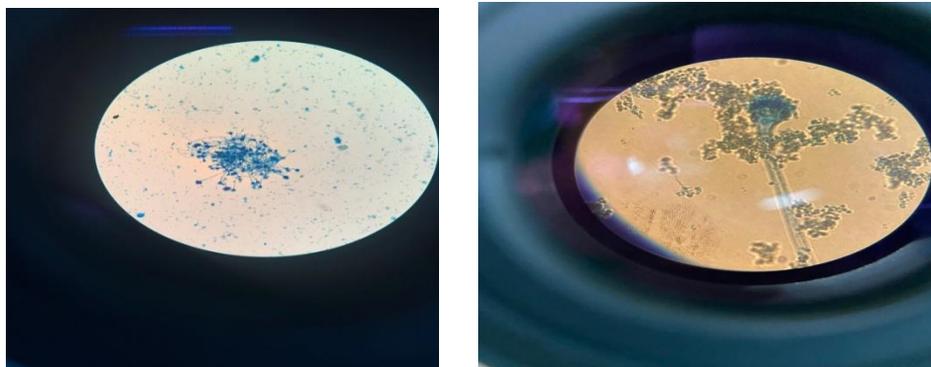
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Hasil Pengamatan

Hasil Pengamatan pertumbuhan pada fermentasi jamur endofit *Aspergillus fumigatus* variasi pH dan Agitasi Pada Hasil pertumbuhan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur endofit *Aspergillus fumigatus* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Pertumbuhan Jamur Endofit *Aspergillus fumigatus*  
(Sumber : Hasil Penelitian)

Pada penelitian ini dilakukan upaya peningkatan produksi senyawa bioaktif melalui teknik fermentasi dengan jamur *Aspergillus fumigatus*. Aktivitas anti jamur dari ekstrak fermentasi setiap kultur di uji terhadap patogen bakteri *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus* dan jamur *Candida Albicans*.

#### 4.1.2 Hasil Uji Daya Hambat Variasi pH

Hasil uji daya hambat jamur endofit *Aspergillus fumigatus* Terhadap Bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan jamur *Candida albicans* variasi pH dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4. 1 Hasil Uji Daya Hambat Variasi pH

Jamur	Hari	pH 4	pH 6
<i>Escherichia coli</i>	5	1,4 mm	3 mm
	10	1 mm	2 mm
	15	7,9 mm	1,9 mm
	20	11,2 mm	5 mm
	K+	2,4 mm	2,5 mm
	K-	0	0
<i>Staphylococcus Aureus</i>	5	9 mm	1 mm
	10	1,2 mm	4 mm
	15	1,3 mm	4 mm
	20	1,5 mm	2 mm
	K+	2,7 mm	3 mm
	K-	0	0
<i>Candida albicans</i>	5	1,5 mm	1,6 mm
	10	1,3 mm	1,4 mm
	15	3,1 mm	2,0 mm
	20	6,7 mm	1 mm
	K+	3,2 mm	3,7 mm

	K-	0	0
--	----	---	---

(Sumber : Analisa Data)

Berdasarkan hasil temuan pada jamur *Escherichia coli* pada pH 4 terbaik pada hari ke 20 yaitu 11,2 dan pH 6 pada hari ke 20 yaitu 5,0. Pada jamur *Staphylococcus aureus* pada pH 4 terbaik pada hari ke 5 yaitu 9,0 dan pH 6 pada hari ke 10 dan 15 yaitu 4,0 dan Pada *Candida albicans* pada pH 4 terbaik pada hari ke 20 yaitu 6,7 dan pH 6 pada hari ke 15 yaitu 2,0.

#### 4.1.3 Hasil Uji Daya Hambat Variasi Agitasi

Hasil Uji Daya Hambat Jamur endofit *Aspergillus fumigatus* Terhadap Bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan Jamur *Candida albicans* variasi Agitasi dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4. 2 Hasil Uji Daya Hambat Variasi Agitasi

Jamur	Hari	Agitasi 100 rpm	Agitasi 150 rpm
<i>Escherichia coli</i>	5	8 mm	9 mm
	10	5,1 mm	9,8 mm
	15	12,4 mm	12,8 mm
	20	9 mm	13,7 mm
	K+	20,7 mm	25,4 mm
	K-	0	0
<i>Staphylococcus Aureus</i>	5	14,3 mm	11 mm
	10	8,5 mm	8,44 mm
	15	8,5 mm	9,1 mm

	20	8,5 mm	10,9 mm
	K+	18 mm	19,7 mm
	K-	0	0
<i>Candida albicans</i>	5	10,4 mm	13,8 mm
	10	11,9 mm	18,1 mm
	15	11,9 mm	15 mm
	20	13,9 mm	17,1 mm
	K+	27,8 mm	24,9 mm
	K-	0	0

(Sumber : Analisa Data)

Berdasarkan hasil temuan pada jamur *Escherichia coli* pada agitasi 100 terbaik pada hari ke 15 yaitu 12,4 dan agitasi 150 pada hari ke 20 yaitu 13,7. Pada jamur *Staphylococcus aureus* pada agitasi 100 terbaik pada hari ke 5 yaitu 14,3 dan agitasi 150 pada hari ke 20 yaitu 10,9 dan Pada *Candida albicans* pada agitasi 100 terbaik pada hari ke 20 yaitu 13,9 dan agitasi 150 pada hari ke 10 yaitu 18,1.

#### 4.1.4 Hasil Uji aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder

Hasil Uji aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder hari ke-5, hari ke 10, hari ke-15, hari ke-20 dari variasi pH dan agitasi.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Aktivitas Bakteri Terhadap Metabolit Sekunder

Kelompok	Hari	N	Mean±SD	Pvalue
pH 4	5	3	3,96±4,35	
	10	3	1,16±0,15	

	15	3	4,10±3,41	0,196
	20	3	6,46±4,85	
	K+	3	2,76±0,40	
	K-	3	0	
pH 6	5	3	1,86±1,02	0,094
	10	3	2,46±1,36	
	15	3	2,63±1,18	
	20	3	2,66±2,08	
	K+	3	3,06±0,06	
	K-	3	0	
Agitasi 100 rpm	5	3	10,9±3,17	0,000
	10	3	8,50±3,40	
	15	3	10,9±2,12	
	20	3	10,4±7,16	
	K+	3	22,1±5,06	
	K-	3	0	
Agitasi 150 rpm	5	3	11,2±2,41	0,000
	10	3	12,1±5,24	
	15	3	12,3±2,98	
	20	3	13,9±3,10	
	K+	3	23,3±3,15	
	K-	3	0	

(Sumber : Analisa Data)

Berdasarkan tabel 4.3 diperoleh hasil penelitian pada pH 4 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 6,46. Hasil uji statistic *one way anova* diperoleh nilai pvalue 0,196 ( $p < 0,05$ ) sehingga terbukti terdapat aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder hari ke-5, hari ke 10, hari ke-15, hari ke-20 dari variasi media Huang pada pH 4.

Pada pH 6 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 2,66 dan pada K+ yaitu 3,06. Hasil uji statistic *one way anova* diperoleh nilai pvalue 0,094 ( $p < 0,05$ ) sehingga terbukti terdapat aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder hari ke-5, hari ke 10, hari ke-15, hari ke-20 dari variasi media Huang pada pH 6.

Pada agitasi 100 rpm nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 15 yaitu 10,9 Hasil uji statistic *one way anova* diperoleh nilai pvalue 0,000 ( $p < 0,05$ ) sehingga terbukti terdapat aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder hari ke-5, hari ke 10, hari ke-15, hari ke-20 dari variasi media Huang pada variasi agitasi 100 rpm.

Pada agitasi 150 rpm nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 13,9. Hasil uji statistic *one way anova* diperoleh nilai pvalue 0,000 ( $p < 0,05$ ) sehingga terbukti terdapat aktivitas bakteri terhadap metabolit sekunder hari ke-5, hari ke 10, hari ke-15, hari ke-20 dari variasi media Huang pada variasi agitasi 150 rpm.

Pada variasi pH 4 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 6,64. Pada variasi pH 6 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 2,66. Sedangkan pada variasi agitasi 100 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 15 yaitu 10,9 dan pada variasi agitasi 150 nilai rata-rata tertinggi pada hari ke 20 yaitu 13,9.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pembahasan**

Mikroba endofit merupakan organisme yang hidup di dalam jaringan tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah. Endofit dan tumbuhan inang dapat bersimbiosis mutualisme, dalam hal ini endofit mendapatkan nutrisi dari hasil metabolisme tumbuhan yang mempunyai aktivitas untuk melindungi tumbuhan inangnya sedangkan tumbuhan mendapatkan derivat nutrisi dan senyawa aktif yang diperlukan selama hidupnya. Endofit yang diisolasi dari suatu tanaman obat dapat menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan tanaman aslinya atau berbeda namun khasiat yang dipunyai bisa sangat beragam dan berkontribusi menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki karakteristik tertentu.

Jamur endofit merupakan organisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit terhadap tanaman inangnya dan memiliki potensi besar untuk menghasilkan metabolit sekunder yang bermanfaat sebagai senyawa obat, dan senyawa bioaktif tersebut antara lain alkaloid, terpenoid, steroid, quinon, dan fenol. Bentuk perkembangan bioteknologi dalam hal ini adalah peningkatan produksi metabolit sekunder melalui mikroba khususnya jamur yaitu melalui proses fermentasi. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan produk metabolit sekunder yang bersifat unggul dan dalam jumlah melimpah. Pembentukan produk hasil fermentasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu agitasi dan pH. Pengukuran pH dilakukan agar medium dapat

dipertahankan berada pada pH optimum selama fermentasi. Sedangkan agitasi juga berperang penting dalam proses pengadukan atau penggerakan media fermentasi, seperti cairan yang mengandung mikroorganisme dan nutrisi, untuk memastikan distribusi nutrisi dan oksigen yang merata di seluruh media agar agitasi optimal.

Dalam proses fermentasi, pH adalah komponen penting yang mempengaruhi perkembangan dan aktivitas mikroorganisme. Nilai pH ideal berbeda-beda tergantung pada jenis mikroorganisme yang digunakan dan produk yang dihasilkan, jadi tiap jenis mikroorganisme akan memiliki pH ideal saat berfermentasi sehingga mampu menghasilkan senyawa-senyawa aktif yang ideal. Semakin tinggi pH fermentasi, mikrobia akan berkembang dengan lebih baik dan aktif, memungkinkan mereka untuk menguraikan kandungan bahan kimia. (Kumalaningsih). Mikroba umumnya dapat tumbuh pada pH 3-6 dan dipengaruhi oleh pH optimum yang menyebabkan pertumbuhannya optimal.

Sedangkan pertumbuhan jamur sangat dipengaruhi oleh pH media tempat jamur tumbuh. Jika pH medianya sesuai dengan jamur maka akan memacu jamur untuk mempercepat konsumsi glukosa, sehingga glukosa cepat berkurang yang menimbulkan pencapaian maksimum dari pertumbuhan jamur jadi lebih cepat. Hal ini membuktikan bahwa proses fermentasi sangat bergantung pada pH media, jika pH yang disukai oleh jamur untuk tumbuh maka konsumsi glukosa akan dipercepat dan proses fermentasi akan berjalan dengan cepat.

Dalam berbagai proses seperti fermentasi, produksi kimia, dan pembuatan produk fermentasi, agitasi juga penting untuk menjaga kondisi yang konsisten dan merata di seluruh sistem. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai

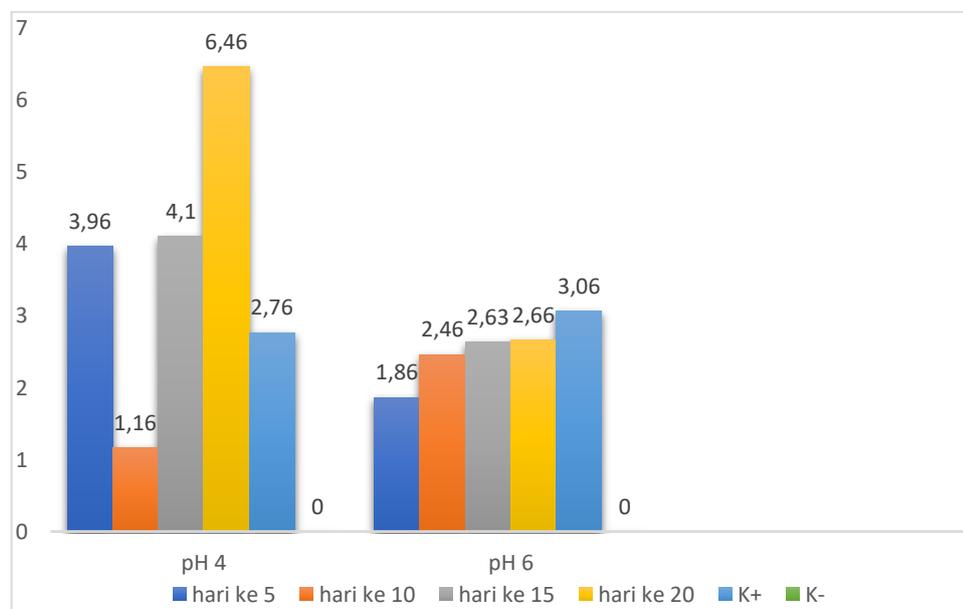
peralatan seperti pengaduk, atau agitator yang menggerakkan bahan dengan berbagai cara, seperti pengadukan mekanis atau aliran fluida. Agitasi juga dapat dikendalikan untuk mencapai tingkat energi yang berbeda tergantung pada kebutuhan proses. Dalam fermentasi jamur, agitasi memainkan peran penting dalam memastikan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi jamur yang diinginkan. Pengaturan agitasi dapat bervariasi tergantung pada jenis jamur yang Anda budidayakan dan metode budidaya yang digunakan. Dalam fermentasi pH dan agitasi berperan penting dalam proses fermentasi jamur endofit.

Pada saat fermentasi pada media starter, mikroba endofit akan menyesuaikan diri dengan lingkungan fermentasi dan media tempat tinggalnya. Pertumbuhan mikroba endofit dimulai dari tahapan adaptasi atau Lag yaitu sel sedang menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya, tahap eksponensial atau log yaitu sel akan membelah secara cepat sehingga terjadi kenaikan populasi, tahap stasioner yaitu jumlah sel yang hidup sebanding dengan jumlah sel yang mati dan tahap menuju kematian yaitu jumlah sel yang mati lebih banyak dari pada sel yang hidup. Proses fermentasi dibuat dengan cara kultur starter sebanyak 1 mL, diinokulasikan ke dalam masing-masing erlemayer yang berisikan media PDB sebanyak 50 mL yang telah disterilkan. Fermentasi dilakukan selama 20 hari pada suhu ruang.

Uji aktivitas antimikroba dalam penelitian ini dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans* yang merupakan bakteri patogen penyebab pada manusia yang mewakili dari bakteri gram negatif serta positif. Uji aktivitas antimikroba jamur endofit *Aspergillus Fumigatus*

dilakukan dengan menggunakan difusi agar metode kertas cakram. Aktivitas penghambatan yang dihasilkan oleh jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* media fermentasi jamur endofit tersebut dibandingkan dengan kontrol positif. Kontrol positif yang digunakan untuk uji antibakteri adalah amoxicillin 0,08 dalam 100 ml aquadest dan kontrol negatif yang digunakan adalah NaCl fisiologis 0,9%.

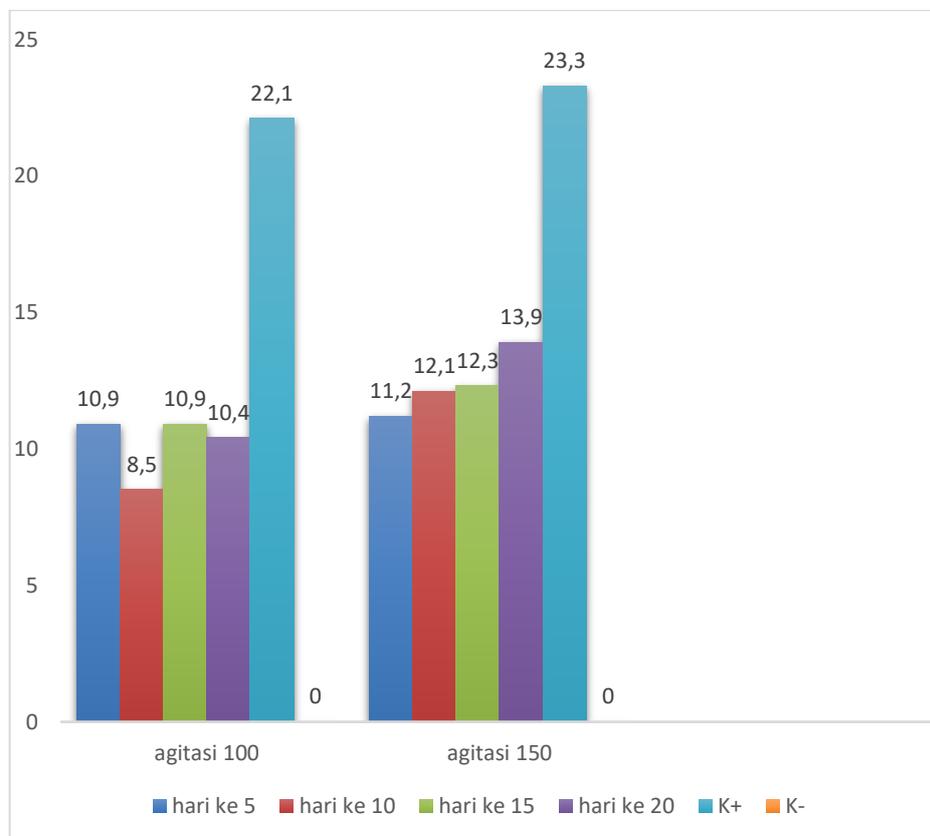
Jika dilihat dari tujuan penelitian mengenai pH optimum dari fermentasi jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* dapat hasil sebagai berikut :



Gambar 5. 1 Pengaruh pH Terhadap Fermentasi Jamur Endofit *Aspergillus Fumigatus* menunjukkan  $p > 0,05$   
(Sumber : Analisa Data)

Berdasarkan hasil SPSS didapatkan kesimpulan bahwa pH mempunyai pengaruh yang signifikan atau berbeda nyata yaitu  $\text{sig} < 0,05$  terhadap pertumbuhan mikroba (jamur endofit) meskipun faktor lingkungan pertumbuhan mikroba seperti pH dapat mempengaruhi penyerapan nutrisi dari mikroba tersebut dan perbedaan media yang digunakan juga mempengaruhi nutrisi mikroba dalam pertumbuhannya.

Untuk daya hambat terbesar dari ekstrak fermentasi jamur endofit *Aspergillus Fumigatus* dapat dilihat pada grafik variasi agitasi dibawah ini :



Gambar 5. 2 Pengaruh Proses Fermentasi Terhadap Peetumbuhan Jamur Endofit *Aspergillus Fumigatus* variaais agitasi.  
(Sumber : Analisa Data)

Berdasarkan hasil pengolahan data program SPSS didapatkan kesimpulan bahwa proses fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan atau berbeda nyata dimana nilai signfiikannya yaitu  $0,000 < 0,05$ . Hal ini disebabkan karena proses fermentasi memiliki beberapa fase yaitu fase lag merupakan fase adaptasi mikroba yang diperkirakan muncul atau terjadi pada hari ke 5 fermentasi, fase log atau eksponensial merupakan fase dimana metabolisme sel sangat aktif yang diperkirakan muncul atau terjadi pada hari ke 10, fase stasioner merupakan fase

dimana metabolit sekunder muncul yang diperkirakan terjadi pada hari ke 15 dan fase kematian merupakan fase dimana mikroba mulai memasuki fase kematian diakrenakan nutrisi sudah berkurang dan kelebihan sisa metabolit (Cappucino% Sherman, 2011).

Hasil daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli*, *staphylococcus aureus* dan *candida albicans* dengan media produksi Huang *et al* . pada gambar 1 dan 2 memperlihatkan adanya aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Escherichia coli*, *staphylococcus aureus* dan *candida albicans* dengan variasi pH dan Agitasi dengan daya hamabat terbesar pada hari ke 20 dan hari ke 20 dengan pH 4 dan agitasi 150.

## AFTAR PUSTAKA

- A, D. Y. S., Yusmarini, B., C, H. S. M. S., & D, H. Y. T. (2015). Artikel Penelitian Variasi media produksi homogenitas anti mikroba dari jamur endofit benih tanaman dahlia ( *Dahlia variabilis* ), 7, 239–245.
- Asli, A. (2024). Machine Translated by Google Uji daya hambat mikroba dan optimalisasi suhu , aerasi fermentasi *Fusarium* sp LBKURCC 41 endofit dari Umbi Dahlia ( *Dahlia variabilis* ), 13(1), 77–82.
- Azim, M., Shiono, Y., & Arieftha, N. R. (2021). Eksplorasi Jamur Endofit Dari Tanaman Kerinyu (*Cromolaena odorata* L.) Dampak Stres Lingkungan Serta Aktifitas Anti Bakteri Dan Anti Jamurnya. *Kimia & Pendidikan Kimia*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.20414/spin.v3i1.3108>
- Bahi, M. (2013). Senyawa Antibiotika dari Bakteri dan Jamur Endofit : Mini review. 429–432.
- Dahlia, U., & Ms, H. S. (2024). suhu , aerasi fermentasi endofit *Fusarium* spLBKURCC 41 dari. 77–82. <https://doi.org/10.15562/bmj.v13i1.4879>
- Djohan, A., Kuswinanti, T., Chandrappa, C. P., & Govindappa, M. (n.d.). Terpenoid sebagai Antibakteri yang Dihasilkan oleh Endofit *Fusarium oxysporum* LBKURCC41 dari Umbi Dahlia *variabilis*.
- Fitriyah, D., Jose, C., & Saryono. (2013). Skrining aktivitas antimikroba dan uji fitokimia dari kapang endofitik tanaman dahlia ( *dahlia variabilis* ). *J. Ind. Acta*, 3(2).

- Ginting, C. N., Cambuk, T., Maaf, S. M., & Fachrial, E. D. Y. (2023). Identifikasi molekuler bakteri termofilik dengan aktivitas antimikroba yang diisolasi dari sumber air panas di Sumatera Utara , Indonesia. 24, 752–758.
- Haryani, Y., Riau, U., Puspita, F., Riau, U., Saryono, S., & Riau, U. (2013). Skrining jamur endofit dari umbi Dahlia variabilis.
- Handayani, T. (2022). PERBEDAAN DIAMETER KOLONI JAMUR *Aspergillus fumigatus* PADA MEDIA Sabouraud Dextrose Agar (SDA) DAN Malt Extract Agar (MEA). *Jurnal Kesehatan*, 6(6), 9–33. Retrieved from
- Hasiani, V. V., Ahmad, I., & Rijai, L. (2015). Isolasi Jamur Endofit dan Produksi Metabolit Sekunder Antioksidan dari Daun Pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(4), 146–153.
- Hendris, S., Fitriyah, D., Jose, C., & Nugroho, T. T. (2015). Artikel Penelitian Aktivitas antimikroba dan karakterisasi molekuler strain jamur endofit yang diisolasi dari dahlia (*Dahlia variabilis* ), 7, 201–208.
- Hendris, S., Nugroho, T. T., & Saryono, -. (2015). IDENTIFIKASI ISOLAT FUNGI ENDOFIT LBKURCC43 BERDASAR SEKUENS ITS rDNA DARI UMBI TANAMAN DAHLIA (*DAHLIA VARIABILIS*). *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 5(2), 1–7.
- Iriani, P., Suprianti, Y., & Yulistiani, F. (2017). Fermentasi Anaerobik Biogas Dua Tahap Dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.16>.

Jose, C. (2016). OPTIMASI PRODUKSI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA ANTIMIKROB DARI JAMUR ENDOFIT *Sporothrix* sp LBKURCC43 TANAMAN DAHLIA ( *Dahlia*. 7(1), 35–38.

Kuncoro, H., Bidang, K., Biologi, I., Fakultas, F., Universitas, F., Unmul, K., Kelua, G., Kimia, D., Fakultas, F., Universitas, F., & Timur, J. (n.d.). Mini Review JAMUR ENDOFIT, BIODIVERSITAS, POTENSI DAN PROSPEK PENGGUNAANNYA SEBAGAI SUMBER BAHAN OBAT BARU. 247–262.

Lingkungan, T., Teknik, F., & Padang, I. T. (2024). Uji daya hambat mikroba dan optimalisasi suhu , aerasi fermentasi endofit *Fusarium* sp LBKURCC 41 dari umbi Dahlia ( *Dahlia variabilis* ), 13(1), 77–82.

Marlinda, S., Teruna, H. Y., & Pratiwi, N. W. (2019). Antioxydant Extract of Endophytic fungi *Fusarium oxysporum* LBKURCC41 Antioksidan dari Ekstrak Jamur Endofit *Fusarium oxysporum* LBKURCC41. 17(2), 1–9.

MARYANTI, A. (2016). ISOLASI DAN KARAKTERISASI KAPANG ENDOFIT DARI RANTING TANAMAN PARIJOTO (*Medinilla speciosa* REINW. EX BLUME) DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIBAKTERI. 4(1), 1–23.

Mayaserli, D. P., & Shinta, D. Y. (2021). Uji Daya Hambat Dan Daya Bunuh Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* Linn) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. JURNAL KESEHATAN PERINTIS (Perintis's Health Journal), 8(1), 67–74. <https://doi.org/10.33653/jkp.v8i1.622>

- Prasetyaningsih, Y., Nadifah, F., Susilowati, I., D3, P., Kesehatan, A., Guna, S., Yogyakarta, B., & Prodi, ). (2015). Distribusi Jamur *Aspergillus Flavus* Pada Petis Udang Yogyakarta. *University Research Coloquium*, 307–314.
- Revy Rahayu, B., Wahyuni Proborini, M., & Bagus Gede Darmayasa, I. (2019). Isolasi, Identifikasi dan Persentase Keberadaan Hifa Jamur Endofit pada Tanaman Gemitir (*Tagetes erecta* L.) di Beberapa Daerah di Bali Isolation, Identification and Percentage Hyphae of Endophytic Fungi in Gemitir Plant (*Tagetes erecta* L.) at Some Areas in Bali. *Jurnal Metamorfosa*, 6(1), 75–82. Retrieved from .
- Saryono, Chainulfiffah, A. M., Ardhi, A., & Pratiwi, N. W. (2015). Production, purification, and characterization of inulinase from dahlia rizhosphere-isolated *aspergillus clavatus*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(9), 165–176.
- Shinta, D. Y. (2021). Jamur Endofit Sebagai Sumber Bahan Obat Alami. 1–5.
- Shinta, D. Y. (2024). Machine Translated by Google Uji daya hambat mikroba dan optimalisasi suhu , aerasi fermentasi *Fusarium* sp LBKURCC 41 endofit dari Umbi Dahlia ( *Dahlia variabilis* ). 13(1), 77–82. <https://doi.org/10.15562/bmj.v13i1.4879>
- Shinta, D. Y., Ms, H. S., & Teruna, H. Y. (2019). Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa murni dari Jamur Endofit *Sporothrix* sp Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. 3, 37–44.

- Shinta, D. Y., & Hartono, A. (2018). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocareus costarisensis*) Terhadap *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, DAN *Candida albicans*. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(1), 26.
- Shinta, D. Y., Juliandi, M. D., Widyastuti, Herix Sonata, M. S., & Saryono. (2023). Microbial inhibition test and optimization of temperature, aeration fermentation of endophytic *Fusarium* sp LBKURCC 41 from *Dahlia tuber* (*Dahlia variabilis*). *Bali Medical Journal*, 12(3), 77–82.
- Sinaga, E., Noverita, & Fitria, D. (2012). Diisolasi Dari Daun Dan Rimpang Lengkuas ( *Alpinia Galanga Sw* ).1. Sinaga E, Noverita, Fitria D. *Farmasi Indonesia*, 4(4), 161–170.
- Wali, A. R., Nursyirwani, Verawaty, M., & Saryono.(2019). Antimicrobial Production Using Endophytic Fungus *Sporothrix* sp. LBKURCC43 by Carbon and Nitrogen Modification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1167(1).