

**KEMAMPUAN EKSTRAK ETANOL CENDAWAN ENDOFIT  
DARI DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata L.*)  
TERHADAP PATOGEN *Alternaria* sp. dan *Penicilium* sp.**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh :**

**DEBY ARVINA**

**NIM. 170703023**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM, BANDA ACEH  
2023 M/ 1444 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**

**KEMAMPUAN EKSTRAK ETANOL CENDAWAN ENDOFIT  
DARI DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata L.*)  
TERHADAP PATOGEN *Alternaria sp.* dan *Penicillium sp.***

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Menperoleh Gelar Sarjana (S1)  
dalam Ilmu/Prodi Biologi

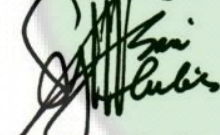
Oleh:

**DEBY ARVINA  
NIM. 170703023**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry  
Program Studi Biologi**

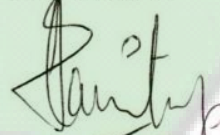
Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

**Pembimbing I,**



**Syafrina Sari Lubis, M.Si  
NIP. 19800425014032001**

**Pembimbing II,**



**Diannita Harahap, M.Si  
NIP. 198703222015032004**

Mengetahui,  
**Ketua program studi biologi**



**Muslich hidayat, M.Si  
NIP. 197903022008011008**

**KEMAMPUAN EKSTRAK ETANOL CENDAWAN ENDOFIT DARI  
DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata L.*) TERHADAP PATOGEN  
*Alternaria sp.* dan *Penicilium sp.***


**SKRIPSI**

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus  
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu/Prodi Biologi

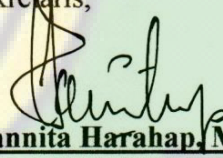
Pada Hari/Tanggal : Kamis, 06 Juli 2023  
17 Dzulhijjah 1444 H  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi:


Ketua,

  
Syafrina Sari Lubis, M.Si  
NIP. 19800425014032001

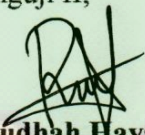
Sekretaris,

  
Diannita Harahap, M.Si  
NIP. 198703222015032004

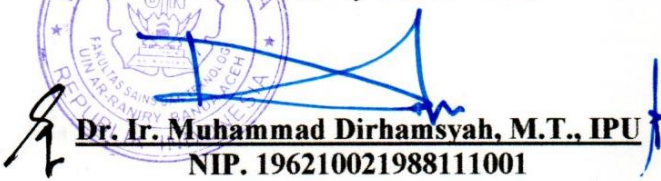
Penguji I,

  
Arif Sardi, M.Si  
NIP. 198606192014031002

Penguji II,

  
Raudhah Hayatillah, M.Sc  
NIP. 199312252020122032

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

  
Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU  
NIP. 196210021988111001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deby Arvina  
Nim : 170703023  
Prrogram Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul : Kemampuan Ekstrak Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*) Terhadap Patogen *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 22 Juli 2023

Yang menyatakan



( Deby Arvina )

## ABSTRAK

Nama : Deby Arvina  
NIM : 170703023  
Program Studi : Biologi  
Judul : Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*) Terhadap Patogen *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.  
Tanggal Sidang : 06 Juli 2023/ 17 Dzulhijah 1444 H  
Tebal Skripsi : 69 Halaman  
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si.  
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si.  
Kata kunci : Jagung, *Alternaria*, *Penicillium*, Ekstrak Etanol

Cendawan endofit merupakan cendawan yang terdapat pada jaringan tanaman yang tidak menyebabkan gejala penyakit pada tanaman inang. Cendawan endofit dapat memproduksi senyawa metabolit dan efektif dalam mengendalikan beberapa spesies patogen. Salah satu penyakit yang sering ditemukan dan dilaporkan adalah bercak daun *Alternaria* sp. dan penyakit bercak daun *Penicillium* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan uji antimikroba ekstrak etanol cendawan endofit dalam menghambat pertumbuhan terhadap *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. Ekstrak etanol cendawan endofit kode ED5 diekstraksi dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% dan didapatkan ekstrak kental. Uji fitokimia menggunakan metode tabung atau metode pengujian warna dengan menggunakan suatu pereaksi warna. Hasil uji fitokimia berdasarkan ekstrak etanol cendawan endofit kode ED5 mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin dan steroid. Uji aktivitas antimikroba ekstrak etanol cendawan endofit dengan menggunakan metode peracunan media menggunakan metode lubang atau sumuran. Hasil uji antimikroba ekstrak etanol cendawan endofit didapatkan persentase penghamabatan konsentrasi 50% menunjukkan aktivitas kuat terhadap *Alternaria* sp. sedangkan *Penicillium* sp. menunjukkan aktivitas lemah.

## ABSTRACT

Name : Deby Arvina  
NIM : 170703023  
Study Program : Biology  
Title : The Ability of Endophytic Mushroom Ethanol Extract from Leaves Sweet Corn (*Zea mays saccharata L.*) Against pathogens *Alternaria* sp. and *Penicillium* sp.  
Date of Hearing : 06 July 2023/ 17 Dzulhijah 1444 H  
Thesis Thickness : 69 Pages  
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si.  
Supervisor II : Diannita Harahap, M.Si.  
Keywords : *Corn, Alternaria, Penicillium, Ethanol Extract*

Endophytic fungi are fungi found in plant tissues which do not cause disease symptoms in the host plant. Endophytic fungi can produce metabolites and are effective in controlling several pathogenic species. One of the most common and reported diseases is leaf spot *Alternaria* sp. and wilt disease *Penicillium* sp. This study aims to determine the ability of the antimicrobial test of ethanol extract of endophytic fungi in inhibiting the growth of *Alternaria* sp. and *Penicillium* sp. The ethanol extract of endophytic fungi coded ED5 was extracted by maceration method with 70% ethanol solvent and a thick extract was obtained. The phytochemical test uses the tube method or the color testing method using a color reagent. Phytochemical test results based on the ethanol extract of endophytic fungi coded ED5 contain alkaloids, saponins, tannins and steroids. Test the antimicrobial activity of the ethanol extract of endophytic fungi using the media poisoning method using the hole or well method. The results of the antimicrobial test of ethanol extract of endophytic fungi obtained the percentage of inhibition of 50% concentration showed strong activity against *Alternaria* sp. while *Penicillium* sp. showed weak activity.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan serta petunjuk-Nya dalam menyelesaikan proposal dengan judul “**Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*) Terhadap Patogen *Alternaria sp.* dan *Penicillium sp.***”. Shalawat dan salam penulis tunjukan kepada Nabi Muhammad SAW yang mencintai umatnya tanpa memilih persyaratan.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang dihadapi, namun dengan semangat, kerja keras, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual akhirnya penulis dapat menyelesaikannya. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan segala ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M. T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Muslich Hidayat, M.Si selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu dalam segala keperluan dan selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan, nasihat dan bimbingan dalam menulis.
4. Diannita Harahap, M.Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat dan bimbingan dalam menulis.
5. Kamaliah, M.Si. selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah membimbing dan memberi saran serta nasihat.
6. Firman Rija Arhas, M.Si selaku Laboran Prodi yang telah membantu segala keperluan laboratorium.
7. Arif Sardi, M.Si, Ayu Nirmala Sari, M.Si, Raudhah Hayatillah, M.Sc, Feizia Huslina, M.Sc, Ilham Zulfahmi, M.Si, dan Lina Rahmawati, M.Si selaku Dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

8. Teristimewa kedua orang tua penulis, Ayah dan Ibu atas ketulusan kasih sayangnya, sehingga memberikan bantuan dalam bentuk material dan do'a untuk kesuksesan anaknya dalam menyelesaikan kuliah.
9. Kepada sahabat saya Amelia, Febby, Sarah, Mita Fadillah, Iyonnas Al Hayati, Siti Maulizar dan seluruh teman-teman dari Biologi leting 2017 yang telah memberikan semangat, dukungan, serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Rasa hormat dan terima kasih bagi semua pihak atas segala dukungan dan doa sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya di bidang pendidikan dan semoga Allah SWT memberi lindungan bagi kita semua.

Banda Aceh, 22 Juli 2023

Penulis,

Deby Arvina

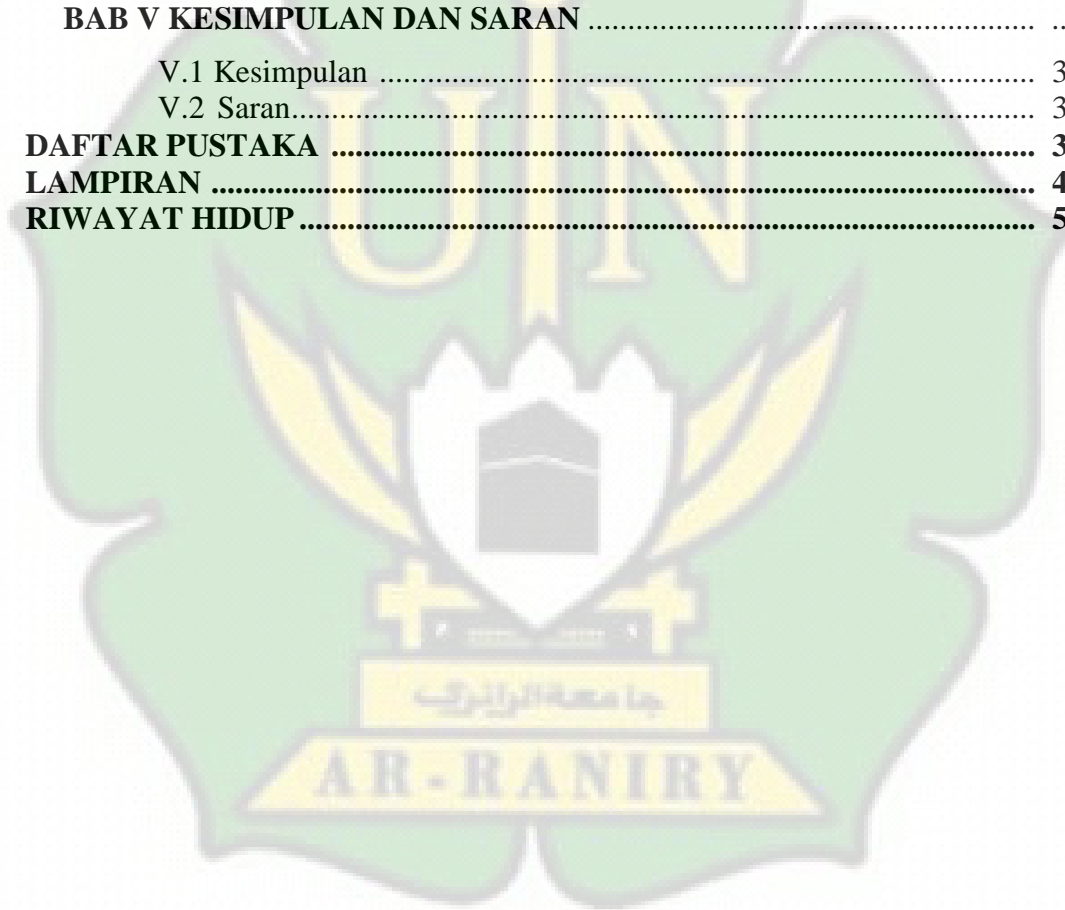


## DAFTAR ISI

Halaman

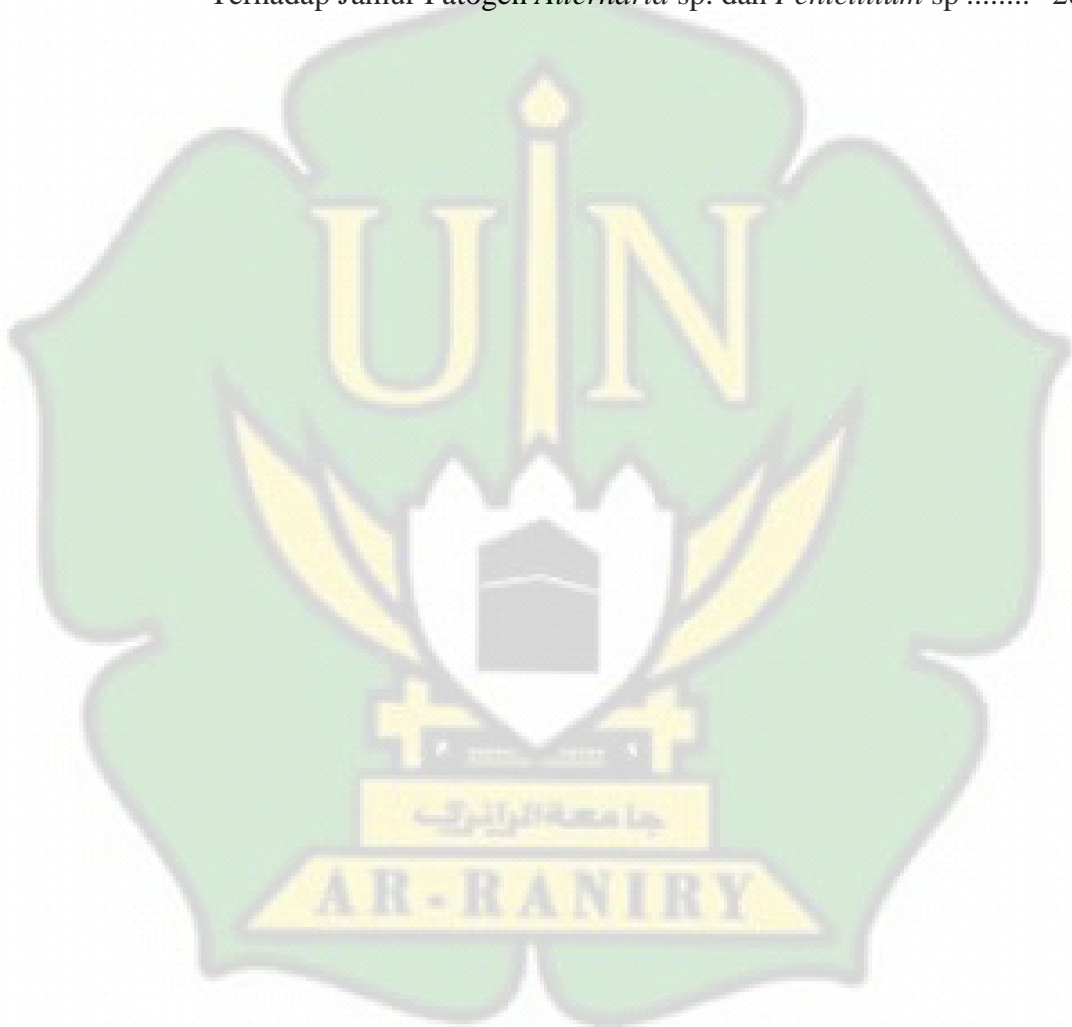
<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	6
I.3 Tujuan Masalah .....	6
I.4 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II PEMBAHASAN</b> .....	
II.1 Cendawan Endofit .....	7
II.2 Ekstrak Etanol .....	8
II.3 <i>Alternaria sp.</i> .....	9
II.4 <i>Penicilium sp.</i> .....	10
II.5 Uji Aktivitas Ekstrak .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN.</b>	
III.1 Waktu dan Tempat .....	14
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	14
III.3 Alat dan Bahan .....	14
III.3.1 Alat .....	14
III.3.2 Bahan .....	15
III.4 Prosedur Kerja.....	15
III.4.1 Isolasi jamur endofit dari daun jagung manis .....	15
III.4.2 Isolasi Jamur Patogen <i>Alternaria sp.</i> dan <i>Penicilium sp</i> .....	16
III.4.3 Pembuatan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit .....	16
III.4.4 Uji fitokimia .....	17
III.4.5 Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit .....	19
III.5 Analisis Data .....	20
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
IV.1 Hasil Penelitian .....	21
IV.1.1 Karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis ( <i>Zea mays saccharata L.</i> ) .....	21

IV.1.2	Karakteristik <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. Dari Daun Jagung Manis ( <i>Zea mays saccharata</i> L.) .....	25
IV.1.3	Hasil Uji Fitokimia filtrat (metabolit sekunder) Cendawan Endofit ( <i>Aspergillus niger</i> ) .....	27
IV.1.4	Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. ....	29
IV.2	Pembahasan.....	29
IV.2.1	karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis ( <i>Zea mays saccharata</i> L.) .....	29
IV.2.2	Karakterisasi <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. ....	32
IV.2.3	Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Cendawan Endofit ( <i>Aspergillus niger</i> ) .....	33
IV.2.4	Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. ....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		....
V.1	Kesimpulan .....	37
V.2	Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>47</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....		<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1 Bentuk Koloni dan Konidia <i>Altenaria</i> sp pada Media PDA .....	9
Gambar II.2 Jamur <i>Penicillium</i> sp. ....	11
Gambar III.1 Pengukuran Diameter Koloni Jamur .....	19
Gambar IV.1 Hasil Ekstraksi Cendawan Endofit .....	27
Gambar IV.2 Pertumbuhan Diameter Koloni Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap Jamur Patogen <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp .....	28



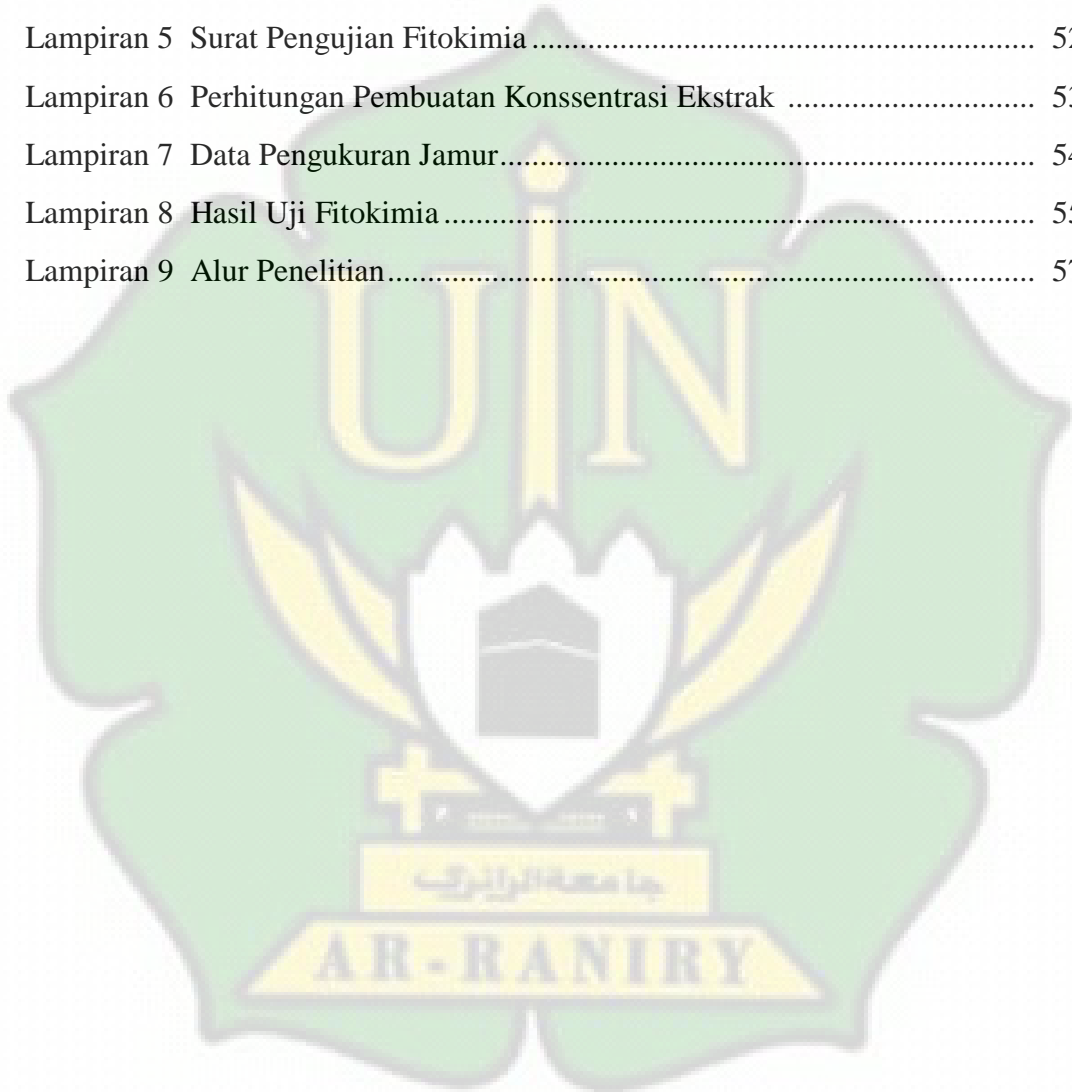
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	14
Tabel III.2 Tingkat Aktivitas Penghambatan .....	20
Tabel IV.1 Karakteristik Endofit Daun Jagung .....	22
Tabel IV.2 Perbandingan Karakteristik Endofit Daun Jagung .....	24
Tabel IV.3 Karakteristik <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. Dari daun Jagung	25
Tabel IV.4 Hasil Uji Fitokimia .....	27
Tabel IV.5 Hasil Uji Persentase Penghambatan Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap Patogen .....	30



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Foto Kegiatan Penelitian .....	47
Lampiran 2 Rancangan Biaya Penelitian .....	49
Lampiran 3 Surat Penetapan Pembimbing Skripsi .....	50
Lampiran 4 Surat Izin Penelitian .....	51
Lampiran 5 Surat Pengujian Fitokimia .....	52
Lampiran 6 Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Ekstrak .....	53
Lampiran 7 Data Pengukuran Jamur .....	54
Lampiran 8 Hasil Uji Fitokimia .....	55
Lampiran 9 Alur Penelitian .....	57



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PDA	Potato Dextrose Agar	15
C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> OH	Etanol	15
DMSO	<i>Dimethyl Sulfoxida</i>	15
NaOCl	<i>Natrium Hypocloride</i>	15
LAF	Laminar Air Flow	14
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>	37
<b>LAMBANG</b>		
ED	Endofit	15
Cm	sentimeter	15
Mg	Magnesium	17
Hcl	Asam Klorida	17
FeCl	Besi	17
°C	Derajat celcius	18
%	Persentase	19

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Berdasarkan informasi FAO mengenai produksi jagung manis per 2019-2020 memberikan data secara tidak resmi. Namun produksi jagung manis di Indonesia mengalami keadaan yang tidak stabil (Widi, 2022). Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi jagung adalah dengan melakukan kegiatan budidaya yang efektif dan efisien. Penyakit tanaman dapat menyebabkan kerugian secara langsung, karena dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil, serta meningkatkan biaya produksi (Wahyudin *et al.*, 2018). Tanaman jagung menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai senyawa bioaktif dan sangat berguna bagi kehidupan manusia. Setiap tanaman menghasilkan satu atau lebih senyawa bioaktif dengan aktivitas tertentu. Keberadaan senyawa metabolit sekunder sangat tergantung pada jenis tanaman. Kandungan kimia daun jagung telah dilaporkan Pangemanan *et al.*, (2020) bahwa ekstrak daun mengandung senyawa saponin dan flavonoid.

Salah satu penyakit yang sering ditemukan dan dilaporkan adalah bercak daun dan layu yang disebabkan oleh jamur. Penyakit merupakan hasil interaksi tiga komponen utama, yaitu patogen, inang, dan lingkungan. Penyakit pada tanaman jagung dapat berupa keadaan perubahan fisiologis pada seluruh tubuh atau sebagian organ tanaman, berupa bercak, gejala menguning dan layu dan sebagainya. Perkembangan jamur pada biji dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan lama penyimpanan (Bolango, 2018). Proses perkembangan penyakit bercak daun jagung dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembaban (Naufal, 2020). Berdasarkan penelitian Hanif, (2019) diperoleh jenis cendawan patogen terbawa benih yang diisolasi dari biji jagung lokal, yaitu, *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. dan *Rhizopus* sp. Dari jenis jamur patogen tersebut yang memiliki sebaran inang cukup luas yaitu *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

*Alternaria* sp. menyebabkan penyakit bercak daun pada tanaman jagung. Gejala penyakit yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. bagian daun memiliki gejala berupa bercak coklat yang meluas dan bercak kuning yang tidak beraturan

(Sucianto, 2019). Jamur ini dapat menyebar dengan sangat cepat, dan dalam penyebarannya dibantu oleh hembusan angin, percikan hujan, namun dapat disebarkan oleh manusia. Sedangkan gejala penyakit yang disebabkan oleh *Penicillium* sp. memiliki gejala bercak hijau dengan bercak kuning tidak beraturan kemudian bercak tersebut berubah warna menjadi coklat. Jamur *Penicillium* sp. pada daun dapat berasal dari spora yang terbawa angin atau dari percikan air dari tanah (Andriani *et al.*, 2019).

Penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. merupakan salah satu penyakit yang relatif merugikan tanaman. Patogen merupakan organisme pengganggu tanaman yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas jagung yaitu adanya organisme pengganggu tanaman yang menyerang jagung. Apabila persentase penyakit 25-50% penyakit tanaman belum dikategorikan berbahaya, sedangkan apabila persentase penyakit mencapai 50-75% maka penyakit tanaman sudah termasuk kondisi kritis sehingga perlu dilakukan pengendalian yang lebih baik (Wulansari *et al.*, 2022).

Mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan teknologi yang lebih ramah lingkungan sehingga dapat diproduksi secara aman bila dikonsumsi dengan menggunakan agen hayati berupa cendawan endofit. Kemampuan cendawan endofit dalam menghambat patogen disebabkan dari kemampuan cendawan endofit dalam menghasilkan senyawa kimia yang dapat menekan perkembangan patogen. Selain mekanisme tersebut, cendawan endofit juga mampu menekan patogen melalui mekanisme kompetisi ruang tumbuh dan nutrisi (Hidayat *et al.*, 2021).

Cendawan endofit adalah organisme yang terdapat dalam jaringan tanaman. Cendawan endofit merupakan sumber potensial untuk penemuan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologi seperti sitotoksik dan antibiotik. Cendawan endofit memiliki potensi sebagai agen hayati, antara lain karena keberadaan cendawan endofit ini sangat beragam dan melimpah, serta dapat ditemukan baik pada tanaman pertanian maupun rumput-rumputan. Cendawan endofit terdapat di semua jenis tanaman yang dapat memberikan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman (Handayani *et al.*, 2019). Pengendalian



mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan membunuh mikroorganisme yang terinfeksi, serta mencegah kerusakan dan pemusnahan bahan oleh mikroorganisme (Utomo *et al.*, 2018) Menurut Tumangger *et al.*, (2018) jamur endofit banyak terdapat pada akar, batang dan daun tanaman serta mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk menyerang penyakit tanaman dan dapat menyebabkan perkembangan serta meningkatkan ketahanan tanaman jagung.

Jamur *Penicillium* sp. memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen melalui persaingan dengan berbagai senyawa alkaloid seperti agroklavin dan ergometrin yang memiliki sifat antijamur sedangkan untuk mengendalikan serangan *Alternaria* sp. diperlukan upaya pengembangan ke depan khususnya dengan membuat ekstrak yang bertujuan untuk menciptakan produk agen hayati yang efektif dalam mengendalikan penyakit tanaman. Penyakit ini tergolong sangat penting karena kemampuannya dapat merusak jaringan tanaman yang tinggi dalam mengendalikan serangan yang menyerang seluruh bagian tanaman masih belum efektif untuk mengendalikan serangan *Alternaria* sp. sehingga perlu dilakukan pengendalian yang ramah lingkungan, efektif dan efisien (Paramita, 2020).

Salah satu pengendalian yang banyak dipelajari adalah pengendalian dengan cendawan endofit. Senyawa yang dihasilkan cendawan endofit berpotensi sebagai pengendali hayati. cendawan endofit dapat meningkatkan ketahanan tanaman inang serta dapat mengendalikan perkembangan jamur patogen. Cendawan endofit dapat membantu tanaman inang dalam membangun ketahanan terhadap patogen tanaman (Wulandari, 2018). Oleh karena itu, cendawan endofit mampu mengurangi serangan penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Cendawan ini dapat menimbulkan reaksi metabolik inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman dan meningkatkan produksi. Interaksi antara cendawan endofit dan akar dapat menyebabkan ketahanan tanaman terhadap patogen yang terletak di bagian atas tanaman. Cendawan ini juga dapat menginduksi reaksi metabolik inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman dalam meningkatkan produksinya. Cendawan endofit pada jaringan

tanaman menginduksi metabolit sekunder yang dapat menghambat jamur (Izzati *et al.*, 2019). Untuk mendapatkan senyawa efektivitas yang dikandung cendawan endofit dapat dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan bahan kimia seperti etanol (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>OH).

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan sifat tertentu, terutama kelarutannya dalam dua cairan tidak larut yang berbeda. Ekstraksi umumnya dilakukan dengan menggunakan zat terlarut berdasarkan bagian yang larut dan dalam kaitannya dengan bagian lain dalam campuran, biasanya air dan pelarut lainnya. organik. Bahan yang akan diekstraksi biasanya berupa bahan kering yang dihancurkan, biasanya berupa serbuk atau simplisia. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju ekstraksi adalah jenis ekstraksi, perlakuan pendahuluan sampel, waktu ekstraksi, ukuran sampel, suhu, dan jenis pelarut (Silalahi, 2019).

Ekstraksi adalah teknik untuk memisahkan senyawa berdasarkan perbedaan distribusi zat terlarut antara dua pelarut. Senyawa aktif dapat diekstraksi melalui metode ekstraksi. Karena etanol bersifat polar, maka peluang untuk mendapatkan senyawa alkaloid dari fraksi polar ini sangat besar. Sehingga dapat menimbulkan efek kavitas yang dapat merusak dinding sel bahan, sehingga komponen bioaktif dengan mudah keluar dan mendapatkan hasil ekstraksi yang maksimal dalam proses yang lebih singkat. Selain jenis perbedaan konsentrasi, hasil ekstraksi juga berpengaruh. Perbedaan konsentrasi etanol dapat menyebabkan perubahan kepolaran pelarut sehingga mempengaruhi kelarutan senyawa bioaktif (Badaring *et al.*, 2020).

Dari hasil penelitian uji aktivitas antijamur yang dilakukan Andriani *et al.*, (2021). diperoleh data bahwa ekstrak metabolit sekunder aktivitas antijamur yang bersifat fungistatik dengan daya hambat yang lemah terhadap jamur *Fusarium solani*. Hasil uji KHM menunjukkan bahwa ekstrak minimum yang dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium solani* adalah konsentrasi 0,5% dengan membentuk kategori hambatan yang lemah. Dalam konsentrasi yang diteliti semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin besar daya hambat ekstrak. Disebabkan karena adanya senyawa-senyawa metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antijamur seperti alkaloid, fenol, tanin, steroid, flavonoid,

saponin, dan terpenoid. Disebabkan karena adanya senyawa-senyawa metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antijamur seperti alkaloid, fenol, tanin, steroid, flavonoid, saponin, dan terpenoid. Senyawa ini memiliki potensi besar bagi senyawa bioaktif. Daya hambat ekstrak metabolit sekunder jamur ditandai dengan berubahnya warna permukaan agar menjadi lebih bening atau jernih disekitar daerah perkembangbiakan jamur patogen.

Menurut Rustini *et al.*, (2017) kandungan senyawa kimia akan tersebar di seluruh bagian tanaman, sehingga tidak menutup kemungkinan daun jagung juga memiliki kandungan kimia. Setiap tumbuhan memiliki satu atau lebih fungi endofit yang terdiri dari bakteri dan fungi. Cendawan endofit memperoleh substrat nitrogen dan karbohidrat dari tanaman inangnya, dimana substrat ini dikeluarkan oleh tanaman sebagai bagian dari sistem pembuangan racun tanaman. Substrat ini kemudian ditangkap oleh jamur endofit untuk digunakan dalam kehidupannya. Kehadiran cendawan endofit di dalam inang dan berasosiasi dengan inang dapat mengendalikan beberapa patogen. Cendawan endofit yang diperoleh dari tanaman jagung adalah fungi yang berasal dari jaringan akar, batang, dan daun (Pratama *et al.*, 2017).

Penelitian kemampuan ekstrak etanol cendawan endofit daun jagung manis (*Zea mays sacharata* L.) terhadap patogen *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. belum pernah dilakukan ekstraksi terhadap pelarut etanol. Oleh karena itu, sebelum dilakukan ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol, maka pada penelitian ini akan dilakukan pengujian beberapa pelarut polar yang efektif digunakan. Pelarut polar yang biasa digunakan untuk ekstraksi adalah metanol, aseton, dan etanol..

Dalam penelitian ini digunakan isolat jamur endofit yang mampu menghambat pertumbuhan patogen yang paling cepat pertumbuhannya. Berdasarkan uji antagonis terbukti mampu, sehingga untuk mendapatkan senyawa yang terdapat pada jamur tersebut diperlukan proses ekstraksi yaitu dengan pelarut etanol ( $C_5H_5OH$ ). Menurut Hakim, (2020) Penggunaan etanol sebagai pelarut dapat optimal jika konsentrasi, suhu, waktu dan pemilihan metode ekstraksi tepat. Etanol dapat menarik senyawa aktif yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis pelarut organik lainnya. Etanol memiliki titik didih

yang rendah yaitu 79°C sehingga memerlukan panas yang lebih sedikit untuk proses pemekatan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*) Terhadap Patogen *Alternaria sp.* dan *Penicillium sp.*”.

## **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana karakteristik endofit dari daun jagung manis ?
2. Bagaimana karakteristik *Alternaria sp.* dan *Penicilium sp.* yang diisolasi dari daun jagung manis?
3. Bagaimana hasil pengujian fitokimia ekstrak cendawan endofit?
4. Bagaimana kemampuan ekstrak etanol cendawan endofit terhadap patogen?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk melihat bagaimana karakteristik endofit dari daun jagung manis.
2. Untuk melihat karakteristik *Alternaria sp.* dan *Penicilium sp.* yang diisolasi dari daun jagung manis?
3. Untuk melihat bagaimana hasil pengujian fitokimia ekstrak cendawan endofit.
4. Untuk melihat bagaimana kemampuan ekstrak etanol cendawan endofit terhadap patogen?

## **I.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi bagi pembaca yang tertarik pada tanaman jagung manis dan cendawan endofit tentang adanya jamur patogen pada tanaman jagung (*Zea mays saccharata L.*).
2. Ekstrak etanol isolat cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata L.*) dapat menghambat jamur *Alternaria sp.* dan *Penicilium sp.* diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga dapat bermanfaat bagi peneliti yang tertarik pada tanaman jagung dan cendawan endofit untuk

mengendalikan jamur patogen yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. dan *Penicilium* sp.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Cendawan Endofit**

Cendawan endofit adalah fungi yang hidup pada jaringan tanaman tanpa menunjukkan adanya indikasi penyakit pada inangnya. Cendawan endofit yang terdapat pada jaringan tumbuhan merupakan mikroorganisme yang keberadaannya belum banyak diteliti. Cendawan endofit mampu menghasilkan senyawa bioaktif seperti antibakteri, antijamur, antivirus, antikanker, senyawa antimalaria dan sebagainya. Cendawan endofit menghasilkan berbagai senyawa yang memiliki aktivitas biologi antara lain alkaloid, terpenoid, fenolik dan sebagainya. Cendawan endofit seringkali memiliki aktivitas yang lebih besar dibandingkan aktivitas senyawa dari tanaman inangnya (Shinta *et al.*, 2019).

Cendawan endofit banyak ditemukan pada jaringan tumbuhan. Endofit akan jelas bersporulasi (menghasilkan spora baru) pada tanaman yang menua atau jaringan inang. Sterilitas permukaan diperlukan untuk menumbuhkan endofit pada tanaman inang. Cendawan endofit juga mampu menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan inangnya dan senyawa bioaktifnya. Hal ini dikarenakan cendawan endofit ini mengalami proses ko-evolusi yaitu transfer gen ke inang yang ada (Nahdah *et al.*, 2020).

Kemampuan mikroorganisme endofit untuk menghasilkan metabolit sekunder tergantung dari tanaman inangnya. Penggunaan cendawan endofit sebagai pengendalian hayati dalam pengendalian serangan patogen pada tanaman merupakan pengendalian lingkungan yang lebih aman dibandingkan pengendalian dalam bentuk produk kimia. Cendawan endofit dapat digunakan sebagai antibiotik, immunosupresan, pestisida, antioksidan, dan antijamur dalam mengendalikan serangan patogen pada tanaman (Aini *et al.*, 2022).

Keuntungan menggunakan cendawan endofit sebagai sumber senyawa bioaktif antara lain kemampuannya untuk menghasilkan sejumlah besar senyawa bioaktif yang sama dengan inangnya, dengan cendawan endofit memiliki siklus hidup yang pendek dan pertumbuhan yang mudah. Kemampuan cendawan endofit untuk mensintesis metabolit sekunder merupakan peluang untuk produksi skala besar dalam waktu singkat tanpa menyebabkan kerusakan ekologis. Isolasi

jenis tanaman cendawan endofit yang efektif dan efisien secara ekologis merupakan solusi yang ramah lingkungan (Jamilatun, 2019).

Cendawan endofit memiliki siklus hidup yang lebih pendek dibandingkan tanaman inang, sehingga peluang bagi endofit untuk menghasilkan aktivitas yang lebih besar sangat menguntungkan dan efisien. Efek menguntungkan dari endofit ini menjadi semakin penting dengan potensi untuk memperoleh senyawa baru yang penting untuk digunakan dalam bidang medis, dan endofit ini menghasilkan berbagai senyawa yang bersifat patogen lainnya. Mikroorganisme non-patogen, berperan dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Setiap tanaman dapat mengandung satu atau lebih mikroorganisme endogen yang terdiri dari jamur atau bakteri (Maheshwari, 2017).

## **II.2 Ekstrak Etanol**

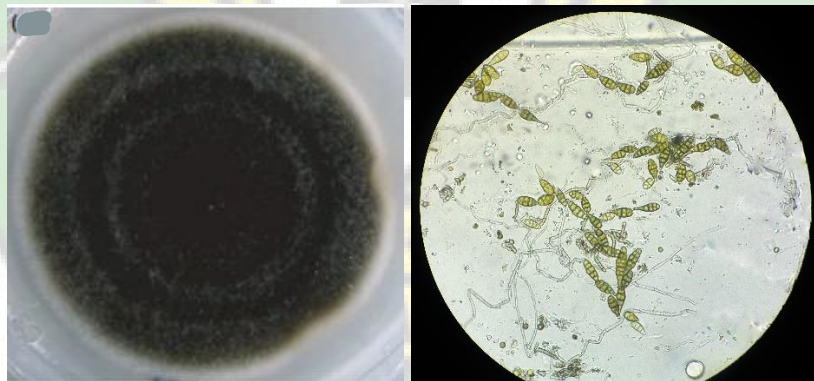
Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa berdasarkan perbedaan distribusi zat terlarut antara dua pelarut yang dapat bercampur. Dimana keduanya saling bercampur dan terjadi pemisahan senyawa sesuai dengan sifat senyawa yang akan dipisahkan. Ekstraksi bertujuan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang terdapat pada jaringan tanaman ke dalam pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi. Jenis dan kualitas pelarut yang digunakan juga menentukan keberhasilan proses ekstraksi. Pelarut yang digunakan harus dapat bercampur dengan zat yang diinginkan, titik didih rendah, murah, tidak beracun dan mudah terbakar (Amaliah *et al.*, 2019).

Ekstraksi pelarut didasarkan pada polaritas zat dalam pelarut pada saat ekstraksi. Senyawa polar hanya larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol dan air. Senyawa non polar hanya larut dalam pelarut non polar seperti eter dan n-heksana. Etanol merupakan pelarut alkohol yang paling umum digunakan dalam proses pemisahan senyawa organik alami karena memiliki gugus alkil non polar dan dapat melarutkan semua metabolit sekunder. Etanol dianggap sebagai pelarut karena etanol lebih selektif, tidak mudah ditumbuhi kapang dan jamur, tidak beracun, netral dan memiliki daya serap yang baik. Etanol dapat dilarutkan pada setiap rasio panas yang diperlukan untuk mengurangi perekatan (Tiara *et al.*, 2018).

Ekstraksi bertujuan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang terdapat pada jaringan tanaman ke dalam pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Pelarut yang digunakan disesuaikan dengan sifat kepolaran bahan. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode dingin yaitu pembasahan dengan pelarut etanol (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>OH). Berdasarkan beberapa literatur yang ada, ekstrak etanol 70% memiliki toksisitas paling rendah dibandingkan dengan ekstrak lainnya. Oleh karena itu, konsentrasi etanol 70% digunakan dalam penelitian ini (Ayustra, 2020).

### II.3 *Alternaria* sp.

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Dothideomycetes
Ordo	: Pleosporales
Famili	: Pleosporaceae
Genus	: <i>Alternaria</i>
Spesies	: <i>Alternaria</i> sp. (Itis.gov, 2022).



Gambar II.1 Bentuk Koloni dan Konidia *Alternaria* sp. pada Media PDA  
Sumber : (Yu *et al.*, 2018).

*Alternaria* sp. merupakan penyebab penyakit bercak coklat pada tanaman. Tanaman yang terserang bercak coklat menunjukkan gejala munculnya bercak bulat kecil dan bersudut, berwarna coklat tua sampai hitam. Penyakit bercak coklat yang menyerang tanaman merupakan jenis infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme di udara. Patogen penyebab penyakit di udara menyebarkan spora dengan bantuan angin, sehingga memudahkan tanaman yang sakit



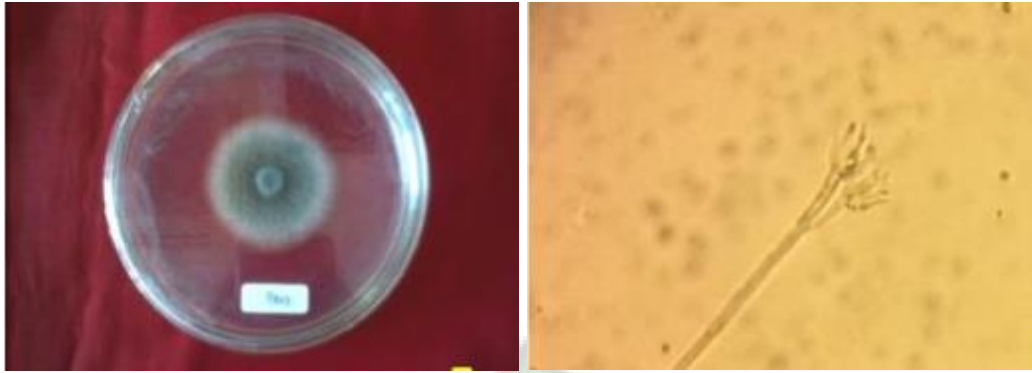
berpindah dari tanaman yang sehat ke tanaman yang padat. Selain itu, dengan kelembaban berkisar 60-80% dan suhu 26,8°C spora *Alternaria* sp. berkecambah dengan cepat (Alfiani *et al.*, 2021).

*Alternaria* sp. adalah jamur patogen pada tanaman. *Alternaria* sp. adalah penyebab penyakit staccburn. Gejala penyakit ini adalah bercak besar, lonjong atau bulat pada daun dengan tepi berwarna coklat, menyempit dan mengelilingi bercak seperti cincin. *Alternaria* sp. memiliki hifa berwarna orange dan berbentuk bulat. *Alternaria* sp. yang menyebabkan daun memiliki bercak melengkung, putih atau abu-abu, ukuran bercak bervariasi tergantung pada tingkat serangan. Dengan serangan lebih lanjut bercak berbentuk cincin dengan warna agak keunguan dikelilingi oleh zona kuning yang dapat memanjang ke atas dan ke bawah bercak dan ujung daun mengering (Marantika, 2019).

*Alternaria* sp. adalah produksi konidianya besar, multiseluler, gelap (*melanized*) dengan septa membujur dan melintang (*phaeodictyospores*). Konidia ini paling lebar di dekat pangkal dan secara bertahap meruncing ke paruh memanjang, memberikan penampilan seperti tongkat lihat (Gambar.2.1) *Alternaria* sp. dapat menyerang seluruh bagian tanaman yaitu daun, batang, umbi dan dapat menyebabkan kerugian hingga 57%. Dalam genus *Alternaria* sp., spesies juga terutama ditentukan berdasarkan karakteristik konidia. Kondium dari jamur *Alternaria* sp. mudah dilepaskan dan sangat cepat diterbangkan oleh angin. Kondium ini dapat berkecambah pada suhu 6° - 34°C dengan suhu optimum 28°-30°. *Alternaria* sp. berseptata dan membentuk spora berwarna gelap pada konidianya (Ramayana *et al.*, 2017)

#### II.4 *Penicillium* sp.

Kingdom	: Fungi
Divisio	: Ascomycota
Kelas	: Eurotiomycetes
Ordo	: Eurotiales
Famili	: Trichocomaceae
Genus	: <i>Penicillium</i>
Spesies	: <i>Penicillium</i> sp. (Itis.gov, 2022).



Gambar II.2 Bentuk Koloni dan Konidia *Penicillium* sp. pada Media PDA  
Sumber : (Rotasouw *et al.*, 2020).

*Penicillium* sp. ini adalah genus Deuteromycetes disebut sebagai jamur tidak sempurna karena jarang membentuk struktur reproduksi dan seksual. *Penicillium* sp. bereproduksi secara aseksual (konidia) dan reproduktif (askus). Deuteromycetes membentuk spora aseksual yang dikenal sebagai konidia. Miselium jamur ini berkembang dengan baik, bersepta dan bercabang. Spora berbetuk seperti sapu dan sterigmata (phialid). Konidia membentuk rantai dan muncul secara individual pada sterigma. Konidia pada *Penicillium* berwarna hijau sampai kebiruan atau kecoklatan (Andriani *et al.*, 2021). *Penicillium* dapat merusak pangan seperti sayuran, buah dan biji, serta serelia. Jamur dari genus *Penicillium* sp. merupakan jamur yang memiliki habitat kosmopolitan dan berbagai spesies yang beragam. Jamur ini umumnya bersifat saprofit dan terdapat beberapa parasit pada tanaman tingkat tinggi (Sari, 2017).

Jamur yang membentuk konidia di ujung hifa dan berkembang biak secara aseksual. Setiap konidium tumbuh menjadi jamur baru. Konidia berwarna hijau dan dapat hidup dari makanan, roti, buah busuk, kain atau kulit. Konidia berbeda dari sporangium, karena tidak memiliki selubung pelindung seperti sporangium. *Penicillium* sp. memiliki konidia dengan cabang melingkar, tunggal atau ganda yang menyerupai bentuk percabangan perdu. Saprofit yang hidup di berbagai tempat terutama pada substrat bergula (Suranto *et al.*, 2015).

*Penicillium* sp. memiliki keunggulan yang sangat menonjol dalam menghasilkan efek mematikan pada organisme yang sangat rentan dalam menghambat sintesis dinding sel peptidoglikan mikroorganisme, sehingga dinding sel bakteri yang terbentuk melemah yang pada akhirnya dapat mematikan. Mekanisme pengendalian *Penicillium* sp. terhadap patogen umumnya melalui

kompetisi dalam tanaman inang dan kemampuannya untuk menghasilkan antibiotik. *Penicillium* sp. dapat melindungi biji dengan membentuk lapisan hifa yang mengelilingi biji dan memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh biji sebelum digunakan oleh patogen (Sekti, 2020).

## II.5 Uji Aktivitas Ekstrak

Uji aktivitas merupakan indikator respon senyawa antibakteri dalam ekstrak terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri dan menentukan tingkat kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri, atau senyawa tersebut efektif bagi mikroorganisme. Uji aktivitas adalah suatu metode untuk menentukan derajat kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri untuk menentukan senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri (Serdiana, 2018). Uji ekstrak dilakukan dengan maserasi selama 48 jam. Ekstraksi dengan maserasi memiliki keunggulan yaitu mudah dan murah. Keberhasilan metode ekstraksi menggunakan maserasi ditentukan oleh jenis pelarut, konsentrasi pelarut serta waktu maserasi. Sehingga perlu dilakukan perlakuan pendahuluan untuk menentukan kondisi optimal ekstraksi senyawa bioaktif tersebut (Supriyanto *et al.*, 2017).

Metode yang digunakan adalah metode maserasi. Pelarut yang digunakan etanol 70%. Uji aktivitas ekstrak cendawan endofit dilakukan untuk melihat diameter koloni jamur yang dihasilkan cendawan endofit terhadap suatu senyawa uji yang dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan mengukur respon pertumbuhan populasi mikroorganisme terhadap patogen jamur. Uji aktivitas ekstrak pada penelitian ini menggunakan metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi dengan pelarut etanol ( $C_2H_5OH$ ). Metode ini membuat suspensi jamur lebih tersebar merata dan tebal tipisnya media tidak mempengaruhi pertumbuhan jamur (Triana *et al.*, 2016).

Pengamatan koloni jamur dilakukan di hari ke tujuh dengan mengukur peningkatan diameter koloni jamur. Pengukuran dilakukan dengan membuat delapan buah garis diameter yang saling tegak lurus pada bagian atas cawan petri menggunakan penggaris. Penelitian ini digunakan 3 macam konsentrasi yaitu 25%, 50%, dan 75%. Kemudian hasil maserasi digunakan untuk uji fitokimia.

Hasil uji fitokimia pada ekstrak menunjukkan bahwa adanya senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid dan saponin (Setiani *et al.*, 2017).



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November s/d Maret 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

#### III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian ini akan dilaksanakan seperti rincian kegiatan tabel di bawah ini:

Tabel III.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian (2022-2023)																			
		Nove mber				Desem ber				Januari				Februari				Maret			
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Persiapan dan Sterilisasi Alat dan Bahan	■																			
2	Isolasi Jamur Endofit dari Daun Jagung Manis					■	■	■	■												
3	Isolasi Jamur Patogen <i>Alternaria</i> sp. dan <i>Penicilium</i> sp.		■	■	■																
4	Ekstrak Etanol Cendawan Endofit											■	■	■							
5	Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit																■	■	■		
6	Analisis Data																			■	

#### III.3 Alat dan Bahan

##### III.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, oven, *autoklaf*, *mikroskop stereo*, *beaker glass*, inkubator, pipet tetes, vortex, gelas ukur, erlenmeyer 250 ml, batang pengaduk, *cork boorer* 5 mm, jarum ose, *Laminar Air Flow* (LAF), timbangan analitik, pinset, gunting, tabung reaksi, rak tabung reaksi,

pisau, mikropipet, *bluetip* steril, spatula, *hotplate*, bunsen, plastik, kertas, bunsen, *mikroskop stereo*, kaca benda, kamera dan alat tulis.

### III.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat cendawan endofit asal tanaman jagung manis, aluminium foil, kertas label, aquades, *kertas wrap*, tisu, biakan jamur *Alternaria* sp. dan *Penicilium* sp. kertas saring, etanol (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>OH) 70%, *natrium hypochloride* (NaOCl), alkohol 70%, DMSO 10%, *Potato Dextrose Agar* (PDA), dan *Lacthopenol Cotton Blue* (LCB).

## III.4 Prosedur Kerja

### III.4.1 Isolasi Jamur Endofit Dari Daun Jagung Manis

Sampel daun jagung manis dipotong berukuran 5x5 cm dengan gunting steril. Permukaan daun jagung manis dicuci dengan air aquades steril. Kemudian daun jagung manis dikeringkan dan diletakkan di atas tisu steril. Potongan daun jagung manis direndam selama 1 menit dengan NaClO 1% dan dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 1 menit. Kemudian dicuci sebanyak 3 kali dengan aquades steril selama 1 menit. Daun dipotong dengan gunting berukuran 1x1 cm<sup>2</sup> sebanyak 10 potong. selanjutnya isolat diletakkan pada media PDA, dan setiap cawan petri berisi 2 isolat. Isolat kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C (Sastrahidayat *et al.*, 2018).

Pemurnian isolat tunggal dilakukan berdasarkan perbedaan warna dan bentuk koloni yang tumbuh. Setiap koloni yang berbeda dilakukan inokulasi ke media PDA yang baru menggunakan jarum ose. Jika masih terdapat perbedaan warna dan bentuk koloni, dilakukan pemurnian ulang untuk mendapatkan biakan murni. Biakan murni cendawan endofit kemudian diinkubasi selama 5 hari. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat warna, bentuk, tekstur, dan pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis diambil koloni cendawan kemudian diletakkan pada kaca benda yang telah ditetesi larutan lactophenol blue untuk melihat bentuk hifa bersekat atau tidak bersekat, warna hifa (gelap atau hialin), warna konidia (gelap atau hialin) dan bentuk konidia bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan (Wakhidah *et al.*, 2021). Pengamatan mikrokopis

menggunakan mikroskop stereo untuk. Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi cendawan endofit dengan menggunakan buku panduan *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* (Barnet, 1998).

#### **III.4.2 Isolasi Jamur Patogen *Alternaria sp.* dan *Penicilium sp.***

Sampel daun jagung manis yang terserang penyakit dipotong bagian daun yang sakit dibawa ke laboratorium. Selanjutnya dipotong dengan ukuran 1x1 cm menggunakan gunting steril. Permukaan daun jagung manis dicuci dengan air aquades steril yang mengalir. Potongan daun jagung manis direndam selama 1 menit dengan NaOCl 1 % dan dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 1 menit. Kemudian dibilas dengan aquades steril selama 1 menit sebanyak 3 kali. Selanjutnya sampel daun dikeringkan di atas tisu steril, kemudian diletakkan pada media PDA, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 3-7 hari pada 25-30°C (Ruswandari *et al.*, 2020).

Setelah tumbuh jamur, dilakukan pemurnian isolat berdasarkan perbedaan pada masing-masing koloni yang tumbuh, seperti warna dan bentuk koloni. Setiap koloni yang berbeda diinokulasi dengan menggunakan jarum ose ke media PDA yang baru. Jika masih terdapat perbedaan warna dan bentuk koloni maka dilakukan purifikasi kembali hingga mendapatkan biakan murni. Biakan murni cendawan endofit diinkubasi selama 5 hari. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan melihat warna, bentuk, tekstur, dan pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengambil sebagian koloni cendawan dan diletakkan pada kaca benda yang telah ditetesi larutan lactophenol blue. Pengamatan mikroskopis dengan menggunakan *mikroskop stereo* untuk melihat bentuk hifa bersekat atau tidak bersekat, warna hifa (gelap atau hialin), warna konidia dan bentuk konidia bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan. (Wakhidah *et al.*, 2021). Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi cendawan endofit dengan menggunakan buku panduan *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* (Barnet, 1998).

### III.4.3 Pembuatan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit

Ekstraksi cendawan endofit dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Setiap cawan petri terdiri 3 biakan isolat cendawan endofit yang berumur 7 hari, kemudian isolat tersebut dipotong kecil seperti dadu. Cendawan endofit yang akan dilakukan ekstraksi sebanyak 10 cawan petri. Potongan isolat tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dimaserasi dalam etanol 70% sampai terendam selama 1 x 24 jam dengan mengganti pelarut setiap 1 x 24 jam. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil ekstrak yang maksimal. Setiap 24 jam ekstrak disaring menggunakan kertas saring Whatman no.1 dan dimaserasi kembali dalam etanol baru yang mengandung cendawan yang sama. Kemudian, ekstrak digabungkan jadi satu untuk mendapatkan filtrat. Selanjutnya diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40-50°C untuk mendapatkan ekstrak cendawan endofit pekat. Penggunaan suhu 50°C pada proses penguapan etanol relatif mudah dan singkat karena pada suhu tersebut etanol berada dalam kondisi vakum sehingga etanol sangat mudah menguap (Wardaniati, 2018).

### III.4.4 Uji Fitokimia

Ekstrak yang dihasilkan, dikentalkan dengan *rotary vacuum evaporator*. Kemudian hasil dilakukan untuk menentukan kandungan senyawa fitokimia yang dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia Unsyiah. Senyawa yang dianalisis adalah alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, polifenol, kuinon, steroid, dan triterpenoid (Purwati *et al.*, 2017).

#### Uji Alkaloid

Sebanyak 1-2 mL ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan dengan 2 mL kloroform. Campuran ditambahkan dengan 2 mL amoniak, dikocok dan disaring. Filtrat yang dihasilkan ditambahkan dengan asam sulfat pekat sebanyak 3-5 tetes dan dikocok sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan asam yang tidak berwarna dimasukkan ke dalam 2 tabung reaksi, lalu masing-masing tabung ditambahkan dengan pereaksi Mayer dan pereaksi Wagner sebanyak 4-5 tetes. Adanya alkaloid ditandai dengan terbentuknya warna putih



keruh setelah penambahan pereaksi Mayer dan berwarna kuning merah lembayung setelah penambahan pereaksi Wagner (Noval *et al.*, 2019).

#### Uji Tanin

Masukan ekstrak ke dalam tabung reaksi dan tambahkan 2-3 tetes FeCl<sub>3</sub> 1%. Jika sampel menunjukkan warna biru atau hijau kehitaman maka sampel positif mengandung tanin (Jannah *et al.*, 2017).

#### Uji saponin

Sebanyak 1 mg ekstrak ditambahkan aquades 10 mL dan dikocok selama 30 menit sampai muncul busa. Tabung reaksi diletakkan dalam posisi tegak selama 30 menit. Apabila masih terdapat busa, maka kemungkinan mengandung saponin. Untuk memastikan bahwa busa yang terbentuk berasal dari saponin maka diteteskan larutan asam sebanyak 3 tetes, bila busa stabil maka dipastikan terdapat saponin

#### Uji terpenoid/steroid

1 ml ekstrak ditambahkan dengan 2 ml kloroform dan 3 ml asam sulfat dengan pelan-pelan. warna awal hijau muda menjadi warna Endapan kemerahan untuk terpenoid (triterpenoid) dan mengandung steroid bila berwarna biru, ungu atau hijau.

#### Uji Flavonoid

Sebanyak 2 mL sampel dilarutkan dalam 2 mL metanol, kemudian ditambahkan serbuk Mg dan HCl pekat sebanyak 5 tetes. Adanya senyawa flavanoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah atau jingga.

#### Uji Polifenol

Sebanyak 1 mL ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan dengan larutan FeCl<sub>3</sub> 10% beberapa tetes. Terbentuknya warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam menunjukkan adanya flavonoid.

#### III.4.5 Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit

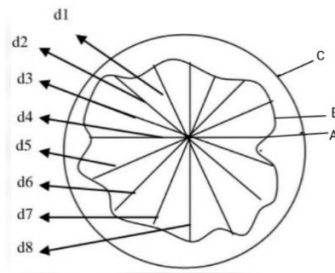
Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan jamur patogen yang diuji dalam media PDA yang telah dicampur dengan ekstrak etanol cendawan endofit dengan masing-masing konsentrasi perlakuan 25%; 50%; dan 75% , dengan menggunakan pelarut DMSO 10% sebanyak 2 ml, kemudian ditambahkan 10 ml media PDA. Masing-masing konsentrasi ekstrak etanol cendawan endofit dicampurkan secara perlahan-lahan dengan media PDA cair pada suhu  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ . PDA dan ekstrak diaduk menggunakan batang pengaduk agar campuran merata. Setelah rata, campuran media dituang sebanyak kurang lebih 10 ml ke dalam cawan petri dan ditunggu sampai memadat. Isolat patogen *Alternaria* sp. dan *Penicilium* sp. diambil dari biakan murni menggunakan *cork borer* berukuran 5 mm lalu diletakkan di tengah cawan petri. Kemudian diinkubasi dalam suhu 25-30°C selama 3-7 pada suhu hari untuk diamati pertumbuhan koloninya. Pengukuran diameter koloni dilakukan dengan membuat garis vertikal dan horizontal yang saling tegak lurus di bagian bawah cawan petri sebagai diameter vertikal dan diameter horizontal (Octaviani *et al.*, 2019). Kemudian diameter koloni dihitung menggunakan rumus persentase daya hambat,

$$P = \frac{D_k - D_p}{D_k} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Persentase penghambatan pertumbuhan jamur (%)
- Dk = Diameter koloni jamur patogen yang tumbuh pada perlakuan kontrol
- Dp = Diameter koloni jamur patogen pada perlakuan yang dicampur

Pengukuran diameter zona seperti yang ditunjukkan pada Gambar III.1



Gambar III. 1 Pengukuran Diameter Koloni Jamur  
 Sumber : (Wahyuni *et al.*, 2014).

Keterangan:

- A : Koloni jamur awal (cm)
- B : Koloni jamur setelah inkubasi (cm)
- C : Cawan petri
- d1 – d7 : Diameter pengukuran (cm)

Nilai diameter koloni ditentukan dengan menghitung rata-rata pengukuran diameter. Nilai diameter koloni dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Wahyuni *et al.*, 2014).

$$\text{Rerata Diameter (cm)} = \frac{d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7}{7}$$

Kategori aktivitas penghambatan menurut (Syahidah *et al.*, 2019) dapat dilihat pada tabel III.2.

Tabel III.2. Tingkat Aktivitas Penghambatan

No.	Aktivitas Penghambatan	Tingkat Aktivitas
1.	$P > 75\%$	Sangat Kuat
2.	$50\% < P < 75\%$	Kuat
3.	$25\% < P < 50\%$	Sedang
4.	$0\% < P < 25\%$	Lemah
5.	0	Tidak Aktif

### III.5 Analisis Data

Aktivitas antimikroba dilakukan dengan mengukur diameter koloni menggunakan jangka sorong pada setiap konsentrasi, untuk melihat kemampuan antimikroba ekstrak etanol serta mengetahui berapa persen (%) kemampuan

ekstrak cendawan endofit dalam menghambat *Alternaria* sp. dan *Penicilium* sp. Kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan program Microsoft Excel dan disajikan dalam bentuk tabel.

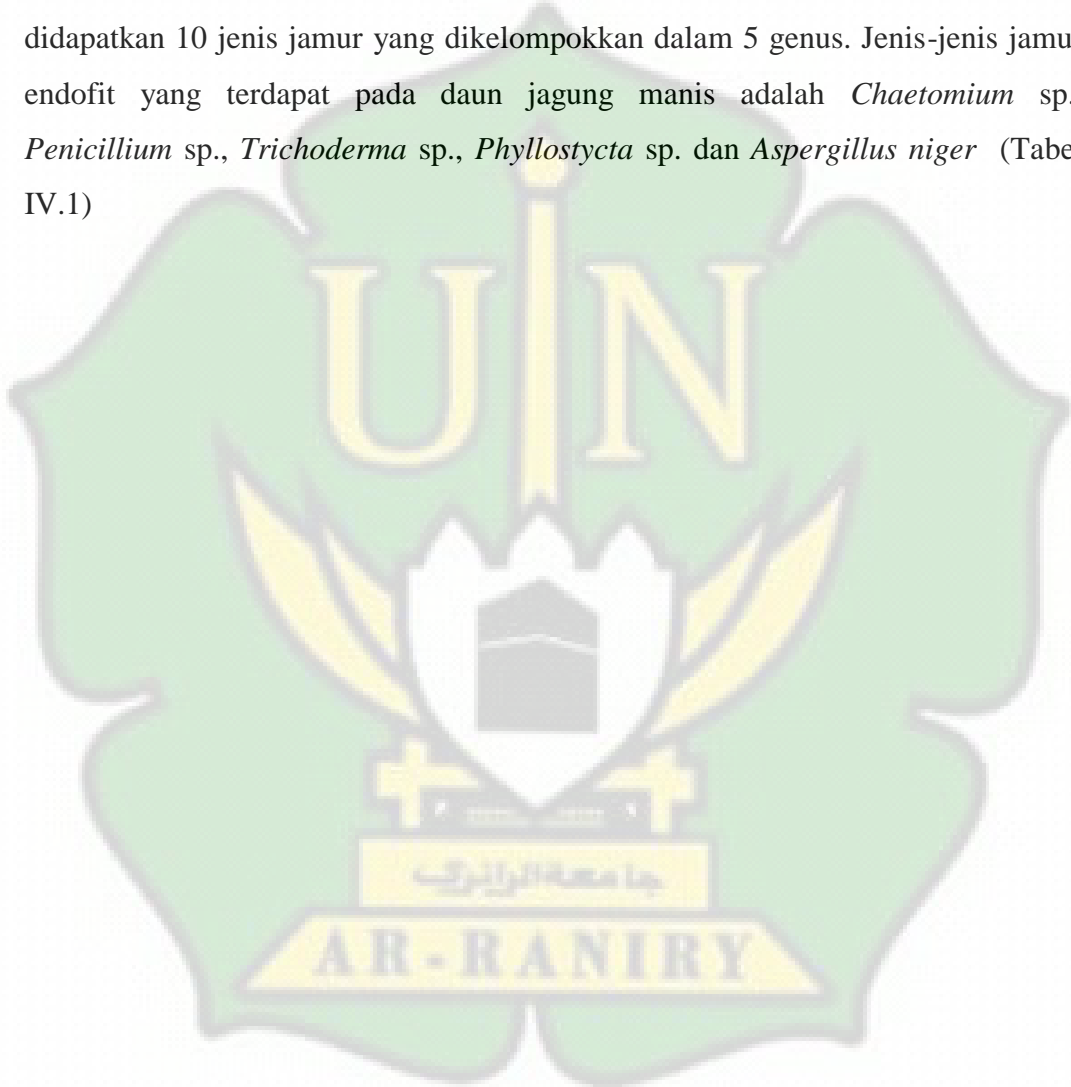


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

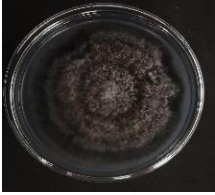

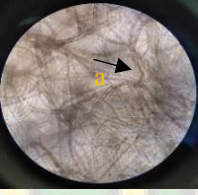

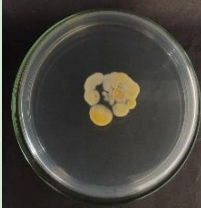
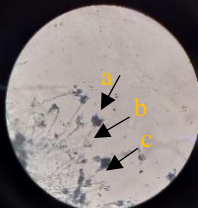
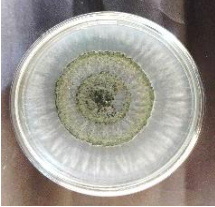

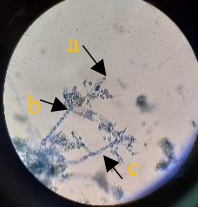
### IV.1 Hasil Penelitian

#### IV.1.1 Karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*)

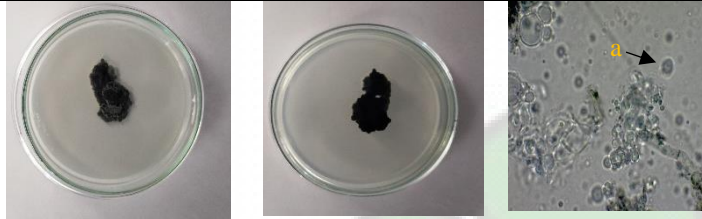
Hasil isolasi pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata L.*) didapatkan 10 jenis jamur yang dikelompokkan dalam 5 genus. Jenis-jenis jamur endofit yang terdapat pada daun jagung manis adalah *Chaetomium* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Phyllostycta* sp. dan *Aspergillus niger* (Tabel IV.1)



Tabel IV.1 Karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis

Kode Isolat	Tampak atas	Tampak bawah	Mikroskopis	Keterangan	Ciri Makroskopis	Ciri Mikroskopis
ED1				a. Hifa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koloni berwarna abu-abu kehitaman, sedangkan balik koloni hijau kehitaman</li> <li>• Koloni berbentuk bulat.</li> <li>• Memiliki tekstur permukaan kasar.</li> <li>• Tepi koloni tidak rata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hifa bersekat</li> </ul>
ED2				a. Konidia b. Hifa c. Konidiofor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koloni berwarna abu-abuan kehijauan, sedangkan balik koloni berwarna kuning.</li> <li>• Koloni berbentuk bulat oval.</li> <li>• Memiliki tekstur permukaan halus seperti, kapas.</li> <li>• Tepi koloni tidak rata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hifa berseptat</li> <li>• Konidia bulat/semi bulat</li> <li>• Konidiofor</li> </ul>
ED3				a. Konidia b. Konidiofor c. Hifa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koloni berwarna hijau, sedangkan balik koloni berwarna putih.</li> <li>• Koloni berbentuk bulat.</li> <li>• Memiliki tekstur permukaan kasar.</li> <li>• Tepi koloni rata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hifa bersekat</li> <li>• Konidia oval/elips</li> <li>• konidiofor</li> </ul>

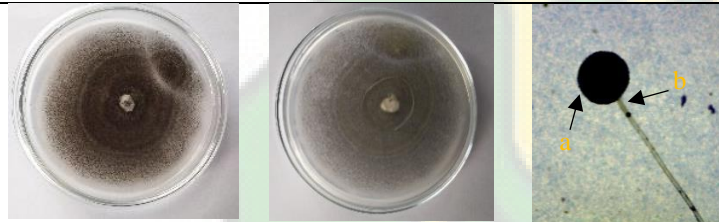
ED4



a. Konidia

- Koloni berwarna hitam sedangkan balik koloni hitam kehijauan.
- Koloni berbentuk oval.
- Memiliki tekstur permukaan kasar.
- Permukaan koloni rata dan tebal.
- Konidia bersel satu.
- Mempunyai bentuk jorong atau bulat telur.

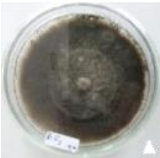

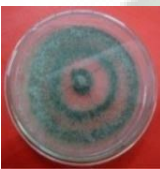
ED5



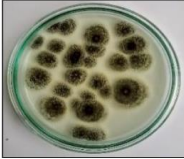
a. Konidia  
b. Hifa

- Koloni atas berwarna coklat dan putih dan balik koloni berwarna putih kekuningan.
- Koloni berbentuk bulat tidak beraturan.
- Memiliki permukaan tekstur koloni kasar dan timbul.
- Tepi koloni tidak rata/serbuk.
- Hifa tidak bersekat.
- Konidia berbentuk oval.
- Konidiofor

Tabel IV. 2. Perbandingan Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Cendawan Endofit

Isolat Cendawan Endofit	Ciri Makroskopis	Ciri Mikroskopis
<p>(<i>Chaetomium</i> sp.)</p>  <p>(Sugiharti, 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koloni memiliki tekstur bludru,</li> <li>• warna atas koloni hijau tua kehitaman dan kuning pada intinya, sedangkan balik koloni memiliki warna hijau kehitaman dan kuning juga pada intinya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spora yang nampak berbentuk bulat dengan dikelilingi rambut yang sangat halus,</li> <li>• hifa berbentuk memanjang</li> </ul>
<p>(<i>Penicillium</i> sp.)</p>  <p>(Ristiari <i>et al.</i>, 2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datar, berserabut, seperti beludru</li> <li>• Koloni awalnya adalah putih dan berubah menjadi biru kehijauan, abu-abu kehijauan, abu-abu zaitun, kadang- kadang kuning atau kemerah-merahan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konidiofor yang menjari Terdapat 2 – 3 hifa percabang</li> <li>• Konidia bulat, agak lonjong</li> <li>• memiliki sekumpulan fialid.</li> </ul>
<p>(<i>Trichoderma</i> sp.)</p>  <p>(Ristiari <i>et al.</i>, 2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna koloni putih kehijauan, semakin tua umur koloni warna semakin hijau.</li> <li>• Koloni seperti beludru.</li> <li>• Memiliki garis radier.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konidiofor bercabang-cabang berbentuk seperti piramid, setiap cabang memiliki fialid.</li> <li>• Konidia bulat berwarna hijau melekat ujung konidiofor, berdiameter 2,4-2,9µm.</li> <li>• Hifa memiliki septa.</li> </ul>
<p>(<i>Phyllostycta</i> sp.)</p>  <p>(Zhang <i>et al.</i>, 2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koloni berwarna hitam,</li> <li>• pertumbuhan koloni rata dan tebal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konidia berwarna coklat gelap hingga hitam,</li> </ul>



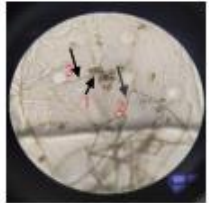


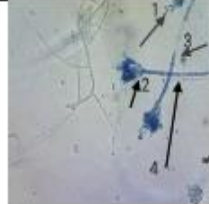


<p><i>Aspergillus niger</i></p>  <p>(Apriliani <i>et al.</i>, 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna koloni putih kehitaman semakin tua umur koloni semakin hitam.</li> <li>• Tekstur permukaan koloni kasar.</li> <li>• Tepi koloni tidak rata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hifa bersekat</li> <li>• Konidia berbentuk bulat.</li> <li>• Koniofor</li> </ul>
--	---	---

#### IV.1.2 Karakteristik *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Hasil isolasi pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata L.*) diambil daun yang memiliki gejala bercak daun berwarna kuning kecoklatan. Jenis jamur yang didapatkan dikelompokkan dalam 2 genus yaitu *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. (Tabel IV.3). Kemudian dilakukan pemurnian berdasarkan bentuk dan warna secara makroskopis pada media PDA yang baru, dihasilkan 2 jenis isolat jamur patogen. Masing-masing koloni memperlihatkan penampakan fisik yang beranekaragam dengan melihat ciri makroskopis dan ciri mikroskopis, dapat dilihat pada (Tabel IV.3).

Tabel IV.3. Karakteristik *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. Dari daun Jagung Manis

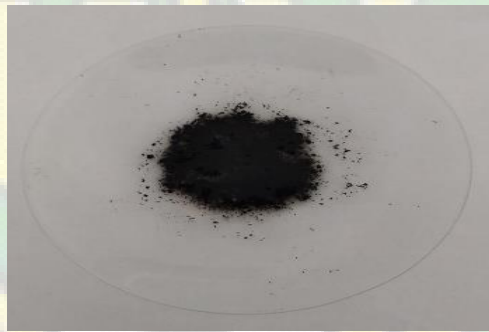
Isolat Patogen	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
<i>Alternaria</i> sp.				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konidia</li> <li>2. Hifa</li> <li>3. Konidiofor</li> </ol>
<i>Penicillium</i> sp.				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konida</li> <li>2. Konidiofor</li> <li>3. Phialid</li> <li>4. Hifa (hialin)</li> </ol>

Tabel IV.3. Karakteristik *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. Dari daun Jagung manis

	Karakteristik Morfologi	Hasil Pengamatan		
		Makroskopis	Mikroskopis	
<i>Alternaria</i> sp.	Warna Koloni	Hitam Keabu-Abuan	-	
	Warna Sebalik Koloni	Hitam	-	
	Margin Koloni	Bergerigi	-	
	Pertumbuhan Koloni	Ke Samping	-	
	Bentuk Koloni	Kapas	-	
	Hifa	-	Bersepta	
	Bentuk hifa	-	Lurus dan Bercabang	
	Warna Hifa	-	Agak Gelap	
	Konidia	-	septa	
	Warna Konidia	-	Kuning Kecoklatan	
	Bentuk Konidia	-	Bulat telur (obclave)	
	<i>Penicillium</i> sp.	Warna Koloni	Putih	-
		Warna Sebalik Koloni	Putih keabu-abuan	-
Margin Koloni		<i>Entire</i>	-	
Pertumbuhan Koloni		Ke Samping	-	
Bentuk Koloni		Beludru	-	
Hifa		-	Bersepta	
Bentuk hifa		-	Lurus dan Bercabang	
Warna Hifa		-	Hialin	
Konidia		-	septa	
Warna Konidia		-	Hialin	
Bentuk Konidia		-	Bulat telur (obclave)	
Konidiofor		-	Tunggal	

### IV.1.3 Hasil Uji Kandungan Fitokimia Cendawan Endofit (ED5)

Berdasarkan pengukuran pertumbuhan selama 7 hari, isolat kode ED5 yang memiliki pertumbuhan hifa paling cepat, memiliki kecepatan pertumbuhan dengan rata-rata diameter 84,75 cm. Cendawan endofit yang akan diekstraksi adalah kode ED5, berdasarkan isolat yang telah yang diawali dengan maserasi menggunakan pelarut etanol. Sampel yang digunakan dalam tahap maserasi adalah sampel cendawan endofit kode ED5. Ekstrak cair dari hasil maserasi disaring dan diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk proses ekstraksi metabolit sekunder. Setelah di ekstraksi cendawan endofit untuk melihat kandungan senyawa yang berperan menghambat pertumbuhan hifa. Berikut hasil ekstraksi dapat dilihat pada gambar IV.1.



Gambar IV.1 Hasil Ekstraksi Cendawan Endofit

Ekstrak kental cendawan endofit kode ED5 terdapat kandungan senyawa bioaktif. Hasil pengujian senyawa metabolit ekstrak etanol cendawan endofit kode ED5 secara kualitatif menunjukkan bahwa cendawan endofit mengandung berbagai kelompok golongan senyawa metabolit sekunder yaitu, alkaloid, saponin, tanin, dan steroid. (Tabel IV.4).

Tabel IV.4 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Cendawan Endofit ED5

Fitokimia	Hasil	Keterangan
Alkaloid	+	Larutan putih keruh, endapan coklat jingga
Saponin	+	Terbentuk gelembung
Tanin	+	Terbentuk larutan putih keruh
Flavonoid	-	Tidak terbentuk larutan merah
Terpenoid	-	Tidak terbentuk larutan merah
Steroid	+	Terbentuk larutan hijau

Keterangan : (+) menunjukkan ekstrak mengandung golongan senyawa tersebut.

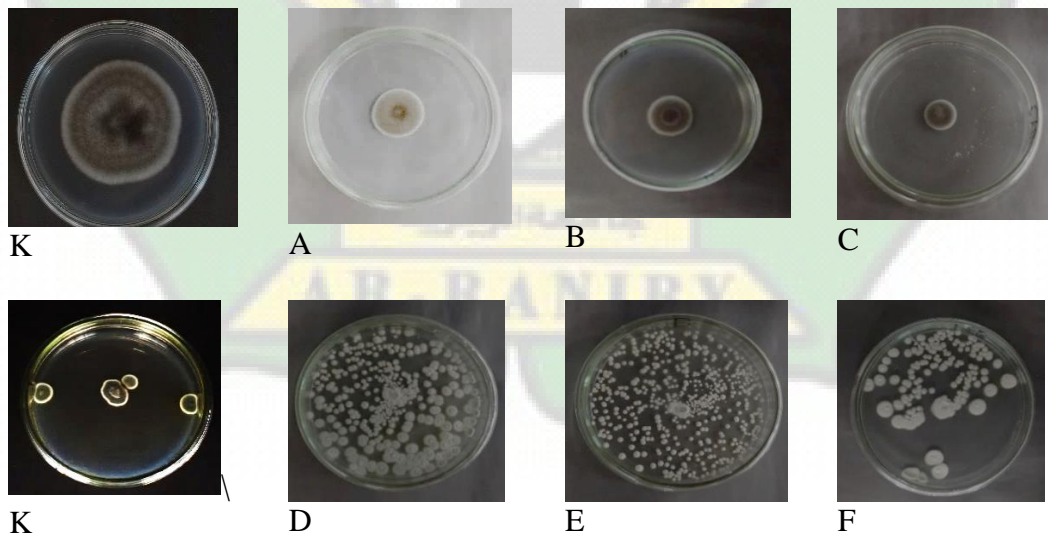
(-) menunjukkan ekstrak tidak mengandung golongan senyawa tersebut.

#### IV.1.4 Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Berdasarkan hasil tersebut, pertumbuhan diameter koloni *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. pada setiap konsentrasi menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Pengamatan pertumbuhan koloni *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. pada perlakuan kontrol lebih besar dibandingkan dengan perlakuan pemberian ekstrak etanol cendawan endofit.

Konsentrasi	Rata-rata Diameter Koloni <i>Alternaria</i> sp. (mm)	Rata-rata Diameter Koloni <i>Penicillium</i> sp. (mm)
25%	23,32	15,28
50%	17,63	15,53
75%	22,05	16,23

Hasil pengamatan selama tujuh hari menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter koloni *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. pada perlakuan konsentrasi 0% (kontrol) lebih besar dari pada perlakuan konsentrasi 25%, konsentrasi 50% dan konsentrasi 75%. (Gambar IV.2).



Gambar IV. 2 Hasil Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. setelah 7 hari (K) Kontrol, (a) *Alternaria* sp 25% (b) *Alternaria* sp 50% (c) *Alternaria* sp 75%. (d) *Penicillium* sp 25%, (e) *Penicillium* sp 50% (f) *Penicillium* sp 75%.

Berdasarkan hasil penelitian, Ekstrak etanol cendawan endofit ED5, mampu menghambat pertumbuhan *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. untuk mengetahui besarnya pengaruh pemberian ekstrak etanol terhadap pertumbuhan *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. dilakukan perhitungan persentase penghambatan. Nilai ini menunjukkan besarnya penghambatan setiap konsentrasi terhadap pertumbuhan diameter *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka nilai penghambatan terhadap pertumbuhan koloni *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. semakin besar. penghambatan pertumbuhan ditunjukkan dengan koloni jamur yang semakin kecil. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel IV.5.

Tabel IV.5. Hasil Uji Persentase Penghambatan Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit terhadap *Alternaria* sp dan *Penicillium* sp

Konsentrasi	Rerata Daya Hambat Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap <i>Alternaria</i> sp. (%)	Rerata Daya Hambat Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap <i>Penicillium</i> sp. (%)
25%	40,08*	22,31 <sup>^</sup>
50%	54,70 <sup>•</sup>	21,04 <sup>^</sup>
75%	43,34*	17,48 <sup>^</sup>

Keterangan : \* = Sedang, <sup>•</sup> = Kuat, <sup>^</sup> = Lemah

## IV.2 Pembahasan

### IV.2.1 Karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.)

Mikroorganisme cendawan endofit memiliki peran penting dalam jaringan tanaman inang yang mendorong interaksi timbal balik, seperti interaksi positif dengan inangnya dan interaksi negatif terhadap hama dan penyakit tumbuhan (Pratiwi *et al*, 2018). Mekanisme endofit menghasilkan berupa senyawa metabolit sekunder yang mampu menekan pertumbuhan patogen. Keberadaan endofit memiliki peranan penting dalam meningkatkan respon pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit, karena mikroorganisme endofit terlibat dalam meningkatkan produksi senyawa aktif pada sistem kekebalan tanaman (Sari, 2020).

Cendawan endofit adalah cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman dan tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang. Cendawan endofit dapat memproduksi senyawa metabolit yang efektif dalam mengendalikan beberapa jenis patogen. Senyawa metabolit sekunder tersebut memiliki sifat antimikroba dan dapat melawan patogen tumbuhan. Cendawan endofit juga mampu menghasilkan senyawa antimikroba yang berfungsi melindungi tanaman inang dari infeksi yang disebabkan oleh cendawan dan bakteri patogen (Irawati *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel IV.1. terdapat 5 spesies jamur endofit pada daun jagung manis yaitu, *Chaetomium* sp (ED1), *Penicilium* sp (ED2), *Trichoderma* sp (ED3), *Phyllostycta* sp (ED4), dan, *Aspergillus* sp (ED5).

Cendawan *Chaetomium* sp. termasuk dalam genus ascomycota bersifat saprofit. *Chaetomium* sp. bersifat endofit dalam banyak jenis tanaman. Kolonisasi asimptomatik meningkatkan toleransinya terhadap keracunan logam, seperti tembaga, yang dapat menekan pertumbuhan tanaman dan mengganggu proses metabolisme seperti fotosintesis (Suada, 2017). *Chaetomium* sp. memiliki tekstur permukaan seperti bludru dan warna abu-abu kehijauan pada bagian atas dan memiliki warna hijau tua kehitaman pada bagian bawah. Secara mikroskopis, spora *Chaetomium* sp. berbentuk bulat dan dikelilingi oleh rambut yang sangat halus, serta hifa berbentuk memanjang.

Cendawan *Penicilium* sp. sebagian besar senyawa metabolit yang diproduksi oleh jamur berupa penisilin, yang berperan sebagai antibakteri dengan cara mencegah pembentukan peptidoglikan dinding sel bakteri (Wahyuni, 2017). *Penicilium* sp. memiliki ciri-ciri, koloni berwarna hijau keabu abuan, koloni berbentuk bulat, koloni memiliki tekstur bludru, hifa berseptata, konidia berbentuk bulat dengan warna kehijauan dan konidiofor memanjang (Ristiari *et al.*, 2018).

Cendawan *Trichoderma* sp. berfungsi sebagai pengendali penyakit tanaman, sehingga dapat menghasilkan enzim kitinase. Kitinase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh fungi serta berperan penting dalam pemecahan kitin. Menurut Molebila *et al.*, (2020), *Trichoderma* sp. juga menghasilkan kitinase dan laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel cendawan lainnya. *Trichoderma* sp. memiliki permukaan datar dengan tekstur permukaan

kasar seperti berserat. Mula-mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengahnya berubah menjadi berwarna hijau muda dan hijau tua pada seluruh permukaan atas, hifa berwarna hijau, dan konidia berbentuk globuse (bulat) tumbuh pada ujung serta terdapat konidium terbentuk secara bergerombol berwarna hijau muda pada permukaan sel konidiofor (Suandana, 2019).

Cendawan *Phyllostycta* sp. dikenal sebagai patogen tanaman tetapi juga dapat terjadi secara endofit, telah diketahui berperan dalam melindungi tanaman inangnya terhadap penyakit dan lingkungan yang ekstrim. Keberadaan endofit mempunyai peran penting dalam meningkatkan respon pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit karena cendawan endofit terlibat dalam peningkatan produksi senyawa aktif pada sistem kekebalan tanaman (Abdel, 2018). *Phyllostycta* sp. memiliki hifa yang disebut dengan hipopodia (hifa yang mempunyai tonjolan-tonjolan di kedua sisinya dan berfungsi sebagai alat untuk merekat dan menyerap pada daun). Askokarp berbentuk lonjong dengan warna coklat agak kehitaman, spora bersepta (Yi *et al.*, 2015).

Cendawan endofit dari genus *Aspergillus* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat antagonis dan dapat berperan dalam ketahanan tanaman. Secara umum senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh *Aspergillus* sp. bersifat netral, polar dan memiliki gugus fenol. Fenol mampu mendenaturasi protein pada dinding dan membran sel fungi. *Aspergillus* sp. mampu menghasilkan mikotoksin yang salah satunya adalah aflatoksin yang paling sering ditemukan pada hasil panen pertanian. Aflatoksin adalah jenis toksin karsinogenik dan hepatotoksik (Mizana *et al.*, 2016). Cendawan *Aspergillus* sp. memiliki hifa bersekat, koloni berwarna hitam dengan tekstur permukaan yang halus, konidiofor konidia berbentuk bulat tersusun seperti rantai-rantai longgar membentuk askospora (Putra *et al.*, 2020).

Hasil penelitian yang sama dilaporkan Zea *et al.*, (2017), menyatakan bahwa penelitian yang sama menemukan beberapa isolat cendawan endofit genus *Aspergillus* sp., isolat JG1B2, isolat JG2A1, isolat JG5B4, isolat JG5A1 dan isolat JG3A1 yang diisolasi dari tanaman jagung. Agustina, (2017) menemukan cendawan endofit *Penicillium* sp. yang diisolasi dari tanaman jagung varietas Bisi18, serta *Cephalosporium* sp. dan *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari

tanaman jagung varietas BMD59. Wahyuni, (2017), mengisolasi cendawan endofit dari daun jagung dengan beberapa varietas dan menemukan cendawan *Curvularia* sp. dari varietas P35, TF8016, BISI18, genus *Fusarium* sp. dari varietas BMD57, dan *Colletrichum* sp. dari varietas BMD59.

#### **IV.2.2 Karakterisasi *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.**

Proses selanjutnya yaitu, isolasi *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. Gejala penyakit bercak daun beraturan yang disebabkan jamur genus *Penicillium* sp. pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* L.) dengan gejala awalnya daun berwarna hijau dengan bercak kuning, dan kemudian bercak berubah menjadi warna coklat tua seperti busuk. Secara makroskopis permukaan koloni awalnya berwarna putih kehijauan, kemudian berubah menjadi berwarna hijau botol dengan krem di tepinya berwarna putih serta terdapat struktur seperti serat kapas. Sedangkan secara mikroskopis jamur *Penicillium* sp. yaitu, memiliki hifa berseptat, hialin, konidia dan phialid. Berdasarkan identifikasi oleh Lestari et al., (2019) *Penicillium* sp. memiliki koloni dengan warna hijau sementara secara mikroskopis memiliki sel tunggal yang berkembang pada ujung sterigma yang tumbuh pada miselium bersekat. *Penicillium* sp. awalnya berwarna putih, kemudian berubah menjadi biru kehijauan, abu-abu kehijauan, abu-abu zaitun, kadang kuning atau merah kecoklatan, sedangkan warna sebalik biasanya berwarna kuning pucat. Bentuk mikroskopis jamur *Penicillium* sp. yaitu memiliki hifa yang hialin, konidia yang bulat dan uniseluler, serta memiliki kelompok fialid.

Gejala pada penyakit *Alternaria* sp. yaitu daun yang terserang penyakit ditandai dengan munculnya bercak berwarna coklat muda yang tidak beraturan, kemudian semakin membesar dan meluas berwarna coklat tua yang lama kelamaan membentuk lingkaran kosentris. Berdasarkan pengamatan Secara makroskopis memiliki koloni berwarna abu-abu kehitaman, warna sebalik koloni hitam, permukaan koloni seperti kapas. Secara mikroskopis memiliki hifa bersekat, konidiofor, serta bentuk konidia yang besar dan gelap, berwarna coklat pucat/coklat. berbentuk bulat telur (obclavate),

Berdasarkan identifikasi Hartatik et al., (2020) Jamur *Alternaria* sp. memiliki karakteristik makroskopis seperti warna koloni hitam keabu-abuan, Konidia berbentuk bundar (radial). permukaan koloni seperti kapas dengan Tepi



koloni yang bergelombang dan kasar. Setelah dilakukan isolasi pada medium PDA secara makroskopis, permukaan atas koloni berwarna putih keabu-abuan dan sebaliknya koloni berwarna kehitaman. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan mengamati beberapa karakter mikroskopis seperti jenis hifa dan konidia (septat/aseptat), konidiofor, serta bentuk konidia.

#### **IV.2.3 Hasil Uji Fitokimia Filtrat (Metabolit Sekunder) Cendawan Endofit (*Aspergillus niger*)**

Metode yang digunakan adalah metode tabung atau metode pengujian warna dengan menggunakan suatu pereaksi warna. Tujuan dilakukannya uji skrining fitokimia adalah untuk mengetahui metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak. Ada banyak sekali jenis fitokimia yang terkandung pada organisme seperti pada tumbuhan dan jamur endofit (Sulistyarini *et al.*, 2019). Uji skrining fitokimia yang akan dilakukan adalah uji flavonoid, uji saponin dan uji steroid. Semua senyawa tersebut adalah senyawa yang memiliki aktivitas sebagai antijamur (Syaiful *et al.*, 2015).

Berdasarkan Tabel IV.4 hasil uji fitokimia ekstrak etanol cendawan endofit kode ED5 mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin, dan steroid. Hal ini sesuai dengan penelitian Xue *et al.*, (2012), menyatakan senyawa metabolit pada cendawan endofit diantaranya adalah senyawa terpenoid dan alkaloid. Penelitian Setiani *et al.*, (2017), menjelaskan bahwa ekstrak cendawan endofit mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, steroid, dan saponin.

Pelarut yang digunakan oleh Kasem, (2018) adalah pelarut metanol, sedangkan pelarut yang digunakan pada penelitian ini adalah etanol. Hal itu didukung oleh penelitian (Verdiana *et al.*, 2018) pada penelitian yang dilakukan menghasilkan bahwa ekstrak dengan pelarut etanol lebih besar kandungan flavonoid totalnya dibandingkan dengan pelarut metanol, aseton serta aquadest. Perbedaan hasil tersebut disebabkan karena senyawa flavonoid akan larut pada pelarut yang memiliki kepolaran yang sama. Hal itu sesuai dengan prinsip like dissolves like, suatu pelarut akan melarutkan senyawa yang memiliki tingkat kepolaran yang sama. Pelarut polar akan melarutkan senyawa polar dan sebaliknya (Amalia *et al.*, 2020) Hasil lebih tinggi karena etanol memiliki tingkat

kepolaran yang menyerupai serta lebih efektif dalam melarutkan senyawa alkaloid (Verdiana *et al.*, 2018).

Pengujian alkaloid menggunakan reagen Mayer pada setiap metode pengeringan simplisia ditandai dengan terbentuknya endapan putih. Sedangkan uji dengan reagen Dragendorff ditandai dengan terbentuknya endapan jingga. Endapan coklat terbentuk pada penambahan reagen Wagner. Hasil uji menggunakan 3 pereaksi ini menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa alkaloid. Hal ini diperkuat dengan penelitian Illing *et al.*, (2017) hasil positif pada uji Meyer ditandai dengan terbentuknya endapan putih, sedangkan hasil positif alkaloid pada uji wagner ditandai dengan terbentuknya endapan coklat muda sampai merah.

Saponin berfungsi sebagai antijamur dengan cara menurunkan tegangan permukaan membran sterol pada dinding sel, sehingga permeabilitasnya meningkat. Kenaikan permeabilitas ini menyebabkan cairan intraseluler yang lebih kental tertarik keluar dari sel, sehingga nutrisi, zat-zat metabolisme, enzim, dan protein dalam sel keluar dan jamur mengalami kematian (Iskandar, 2020). Pengujian positif adanya saponin dibuktikan dengan terbentuknya busa dan permanen dan tidak hilang pada penambahan 2 mL HCl 0.1 N.

Tanin adalah kumpulan senyawa fenolik polihidroksi yang mampu mengendapkan protein, seperti gelatin. Endapan putih yang terbentuk pada uji tanin disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen antara protein pada gelatin dan tanin (Rumalaot, 2021). Hasil positif senyawa tanin ditandai dengan terbentuknya larutan putih keruh.

Uji positif adanya steroid ditandai dengan ditandai dengan perubahan warna menjadi hijau, sedangkan hasil positif uji triterpenoid ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi merah atau ungu kemerahan. Munculnya perubahan warna menjadi hijau-biru kehitaman pada uji steroid disebabkan terjadinya reaksi Liebermann-Buchard (Meigara *et al.*, 2016). Warna yang dihasilkan pada pengujian yaitu hijau, menunjukkan bahwa sampel tersebut mengandung steroid tetapi tidak mengandung triterpenoid.

#### IV.2.4 Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Hasil dari pengujian aktivitas ekstrak etanol cendawan endofit ED5 terhadap jamur patogen *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. menghasilkan rerata persentase penghambatan yang berbeda-beda pada berbagai tingkatan konsentrasi. Masing-masing ekstrak dibuat konsentrasi sebesar 25%, 50%, dan 75% menggunakan pelarut Dimetil Sulfoksida (DMSO). Dalam penelitian ini, digunakan pelarut DMSO, karena DMSO dapat melarutkan senyawa polar maupun nonpolar dan tidak akan memengaruhi hasil pengamatan karena tidak menunjukkan aktivitas terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur (Octaviani *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian ekstrak etanol *Aspergillus niger* menunjukkan nilai persentase penghambatan dengan tingkat aktivitas antifungi. Persentase penghambatan terkecil terhadap pertumbuhan jamur *Alternaria* sp terdapat pada perlakuan konsentrasi 25% yaitu sebesar 40,08% dengan tingkat aktivitas sedang. Konsentrasi 50% merupakan konsentrasi yang mampu menghasilkan persentase penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *Alternaria* sp yaitu sebesar 54,70%, dengan tingkat aktivitas kuat (Tabel IV.5). Menurut Haslina, (2018) penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin tinggi kandungan senyawa bioaktif yang terlarut sehingga akan meningkatkan kemampuan ekstrak dalam menghambat mikroba uji.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian ekstrak etanol *Aspergillus niger* menunjukkan nilai persentase penghambatan dengan tingkat aktivitas antifungi. Persentase penghambatan terkecil terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. terdapat pada perlakuan konsentrasi 75% yaitu sebesar 17,48% dengan tingkat aktivitas lemah (Tabel IV.5). Hal ini disebabkan karena ekstrak etanol *Aspergillus niger* kurang efektif dalam menghambat jamur *Penicillium* sp. yang merupakan jamur patogen tanaman. Menurut Marzuki *et al.*, (2018), ada beberapa hal yang menyebabkannya diantaranya mikroorganisme menghasilkan enzim yang dapat merusak senyawa yang berfungsi sebagai antimikroba, mengubah permeabilitas zat yang berfungsi

sebagai antimikroba, dan mampu mengembangkan perubahan struktur sasaran bagi zat yang berfungsi sebagai antimikroba. harus menggunakan konsentrasi ekstrak yang tinggi untuk menghambat pertumbuhannya.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak etanol cendawan endofit mampu menghambat pertumbuhan jamur *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp. Hal ini menunjukkan bahwa kecapatan kolonisasi ini mampu menghambat *Penicillium* sp., dikarenakan adanya kompetisi dan pengeluaran beberapa senyawa alkaloid seperti agrokavine dan ergometrine yang memiliki sifat antifungi. Jamur ini juga bersifat heterolitik kuat dan dapat mendegradasi kitin (Paramita *et al.*, 2020). Sedangkan ekstrak etanol cendawan endofit terhadap *Alternaria* sp. mampu menghambat, dikarenakan spora *Alternaria* sp. dapat berkecambah dengan cepat (Ramayana *et al.*, 2017). Hal ini diduga bahwa pembentukan spora juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan antara lain suhu, faktor substrat, cahaya, derajat keasaman (pH), nutrisi dan kelembaban (Pinaria, 2023).

Secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa ekstrak etanol cendawan endofit pada komponen pelarut polar berpengaruh nyata lebih tinggi terhadap diameter koloni jamur, dan kerapatan spora jamur, tetapi memiliki persentase penghambatan lebih besar. Menurut Swandiyasa *et al.*, (2019) hal ini diduga kemungkinan yang paling berperan dalam menghambat pertumbuhan jamur adalah senyawa dari golongan alkaloid.

Mekanisme dari senyawa metabolit sekunder tersebut yaitu Senyawa alkaloid ini juga berfungsi sebagai antijamur yang dilakukan oleh mekanisme aktivitas antijamur alkaloid yaitu dengan cara menyisip antara dinding sel jamur dan DNA sehingga mencegah replikasi DNA dan mengganggu pertumbuhan jamur (Komala *et al.*, 2020). Saponin berfungsi sebagai antijamur dengan menurunkan tegangan permukaan membran sterol pada dinding sel jamur sehingga meningkatkan permeabilitas dan menyebabkan lebih banyak cairan intraseluler yang lebih pekat keluar, hal itu mengakibatkan nutrisi, zat metabolisme, enzim serta protein menyebabkan kematian jamur (Jalianto, 2015). Steroid bekerja sebagai antijamur dengan menghambat pertumbuhan jamur melalui membran sitoplasma dan pertumbuhan spora (Febriani, 2014). Ekstrak etanol cendawan

endofit mengandung tanin yang memiliki sifat antijamur. Tanin mampu menghambat sintesis kitin yang digunakan untuk pembentukan dinding sel pada jamur dan merusak membran sel, sehingga menghambat pertumbuhan jamur.

Tanin juga memiliki aktivitas antifungi yang dapat mengecilkan dinding sel jamur akibatnya permeabilitas dari dinding sel jamur mengakibatkan gangguan pada aktivitas metabolisme sel jamur (Chismirina *et al.*, 2014).



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1 Kesimpulan

1. Cendawan endofit yang diisolasi dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata L.*) diperoleh sebanyak 5 isolat jamur endofit dengan kode isolat ED1 (*Chaetomium sp.*), ED2 (*Trichoderma sp.*), ED3 (*Penicillium sp.*), ED4 (*Phyllosticta sp.*), dan ED5 (*Aspergillus niger*).
2. Hasil uji fitokimia ekstrak etanol cendawan endofit mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin, dan steroid.
3. Genus *Alternaria* yang diisolasi pada daun jagung yang memiliki gejala bercak daun berwarna kuning kecoklatan, karakteristik morfologi makroskopis koloni berwarna hitam keabu-abuan, permukaan koloni seperti kapas, mempunyai tepi koloni yang bergelombang dan kasar. Morfologi mikroskopis konidia berbentuk bundar, sedangkan genus *Penicillium* karakteristik morfologi makroskopis koloni berwarna hijau kebiruan, permukaan koloni halus seperti beludru/kapas, morfologi mikroskopis memiliki konidiofor, hifa bersepta, konidia berbentuk bulat.
4. Ekstrak etanol cendawan endofit memiliki potensi antimikroba pada perlakuan konsentrasi 50% merupakan konsentrasi yang mampu menghasilkan persentase penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *Alternaria sp* yaitu sebesar 54,70%, dengan tingkat aktivitas kuat. Sedangkan persentase penghambatan terkecil terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium sp.* terdapat pada perlakuan konsentrasi 75% yaitu sebesar 17,48% dengan tingkat aktivitas lemah.

### V.2 Saran

1. Penulis menyarankan agar tahapan selanjutnya dilakukan pengujian ekstrak jamur endofit terhadap isolat jamur endofit lainnya yang telah diisolasi untuk mengetahui jenis senyawa yang terkandung pada setiap isolat dengan pelarut lainnya.
2. Selain itu perlu adanya eksploratif yang lebih luas potensial baik dari tanaman jenis lain dan dari isolasi mikroba endofit yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Azeem, A. M. (2020). Taxonomy and Biodiversity of the Genus *Chaetomium* in Different Habitats. Botany Department, Faculty of Science. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31612-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31612-9_1).
- Agustina. (2017). Keragaman Jamur Endofit Akar Dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Penyakit Karat Daun (*Puccinia polysora Underw*) Pada Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays L.*). In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/7045>.
- Aini, A., Kurniawan, E., & Sumiatun, S. (2022). Metabolite Activity of Endophy Fungi Isolated from Betle Leaf (*Piper betle*) Against *Candida Albicans*. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 212–219. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3246>.
- Alfiani, S. N., Sudrajat, A., & Yusidah, I. (2021). Pengaruh Cangkang Telur Plus Asam Salisilat Sebagai Agen Penginduksi Ketahanan Dalam Mempertahankan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Terhadap Penyakit Bercak Daun *Alternaria*. *Seminar Nasional Pertanian*, 310–317. <https://agrotekconference.uinsgd.ac.id/prosiding/index.php/semnaspertanian/article/download/44/37>.
- Amalia Rachmawati, R., Wisaniyasa, N. W., & Suter, I. K. (2020). Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Meniran (*Phyllanthus niruri L.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(4), 458. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i04.p10>.
- Amaliah, A., Sobari, E., & Mukminah, N. (2019). Rendemen dan Karakteristik Fisik Ekstrak Oleoresin Daun Sirih Hijau (*Piper betle L.*) Dengan Pelarut Heksan. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 273–278. <https://doi.org/10.35313/irwns.v10i1.1399>.
- Andriani, S., Aini, F., & Ihsan, M. (2019). Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen pada Tanaman Nanas *Ananas comosus (L.) Merr. var. Tangkit*. *Jurnal Bio-Site*, 4(1), 13–20. <https://doi.org/10.22437/bs.v5i01.6579>.
- Andriani, Wirawan, I. G. P., & Suada, I. K. (2021). Aktivitas In Vitro Anti Jamur Ekstrak Bulung Sangu *Gracilaria* sp . terhadap Jamur Patogen *Fusarium solani* (Mart) Sacc . Cabai Rawit. *Agroekoteknologi*, 10(2), 141–152. ISSN : 2301-6515. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>.
- Ayustra, E. I. (2020). Uji Aktivitas Fraksi Nheksana Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium gunaja L.*) sebagai Sediaan Nanopartikel Dalam Bentuk Self-Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Terhadap Sel T47D dan MCF-7. In *Skripsi*. <http://dspace.uui.ac.id/123456789/23680>.
- Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Lembang, S. A. R. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos L.*) terhadap Pertumbuhan

- Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v6i1.13941>.
- Barnet, H. L., da Hunter, B. B. (1998). Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. In *Fourth Edition. Burgess Publishing Company*.
- Bolango, K. B. (2018). Prosiding Seminar Nasional Integrated Farming System 2018. In *Pembangunan Pertanian, Pertenakan & Perikanan Berkelanjutan Menuju Ketahanan Pangan Nasional* (Issue November, pp. 38–41).
- Chismirina, S., Rezeki, S., & Ruiswan, Z. (2014). Konsentrasi Hambat dan Bunuh Minimum Ekstrak Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Cakradonya Dent*, 6(1), 655–660.
- Febriani, T. . (2014). Uji Daya Antifungi Jus Buah Pare (*Momordica charantia L*) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Candida albicans* Secara In Vitro. *Skripsi*, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surakarta. 3(2), 1–46.  
<http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127>.
- Hakim, A. R., & Rina, S. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, 6(1), 177–180. <https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1641>.
- Handayani, D., Pratiwi, E. M. I., & Fajrina, A. (2019). Senyawa Antimikroba dari Jamur Endofit *Trichoderma koningiopsis* SaKB1 yang Diisolasi dari Tanaman Mangrove *Sonneratia alba* Sm . *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(2), 78–84. <https://doi.org/10.25077/jsfk.6.2.78-84.2019>.
- Hanif, A., & Susanti, R. (2019). Inventarisasi Dan Identifikasi Cendawan Patogen Terbawa Benih Jagung (*Zea Mays L.*) Lokal Asal Sumatera Utara Dengan Metode Blotter Test. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 311–318. <https://doi.org/10.32734/jpt.v6i2.3184>.
- Hartatik, N. S., Suciato, E. T., & Purwati, E. S. (2020). Genera Jamur Patogen dan Persentase Penyakit Bercak Daun yang ditemukan pada Pertanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*) di Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Purbalingga. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 392. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2020.2.3.3387>.
- Haslina, H., & Untari, S. (2018). Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Konsentrasi Ekstrak Rambut Jagung (*Corn Silk*) Terhadap pH, Total Fenol dan Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Pengembangan Rekayasa Dan Teknologi*, 13(2), 58. <https://doi.org/10.26623/jprt.v13i2.933>.
- Hidayat, N., Rajab, A., & Mudi, L. (2021). Uji Invitro Daya Hambat Cendawan Endofit Asal Tumbuhan Rambusa (*Passiflora foetida*) Sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Layu *Fusarium*. *Jurnal Agrotech*, 11(2), 64–70. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v11i2.73>.
- Illing, I., Safitri, W., & Erfiana. (2017). Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan.



*Jurnal Dinamika*, 8(1), 66–84.

Irawati, A. F. C., Mutaqin, K. H., Suhartono, M. T., Sastro, Y., Sulastri, N., & Widodo, N. (2017). Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah. *Jurnal Hortikultura*, 27(1), 105.

<https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p105-112>.

Iskandar, D. (2020). Aplikasi Uji Skrining Fitokimia Terhadap Daun Uncaria Tomentosa Sebagai Bahan Utama Dalam Pembuatan Teh. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 12(2), 153–158.

<https://doi.org/10.34151/technoscientia.v12i2.2659>.

Itis.gov. (2022a). *Standard Report Page:Alternaria sp. Taxonomy*. <https://www.itis.gov/> 15 Juni 2022.

Itis.gov. (2022b). *Standard Report Page:Penicillium sp. Taxonomy*. <https://www.itis.gov/> pada 15 Juni 2022.

Izzati, I., Lubis, L., & Hasanuddin. (2019). Eksplorasi Cendawan Endofit pada Akar Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis Muell.arg.*) sebagai Agen Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus* (Swartz;Fr)) di Kabupaten Asahan. *Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 347–355.. ISSN : 2337-659.

<https://jurnal.usu.ac.id/agroekoteknologi>.

Jalianto. (2015). Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (*Lansium domesticum Corr.*) Terhadap Jamur *Candida albicans* Secara In Vitro (Issue 1). *Naskah Publikasi*. Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.

Jamilatun, M. dan, & Shufiyani. (2019). Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit Dari Tanaman Alang-Alang (*Imperata cylindrica* (L.) BEAUV.). *Jurnal MEDIKES*, 6(1), 27–35. <https://doi.org/10.36743/medikes.v6i1.92>.

Jannah, A., Rachmawaty, D. U., & Maunatin, A. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Rambut Jagung Manis ( *Zea mays ssaccarata Strurt*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Of Chemistry*, 5(4), 132–137. <https://doi.org/10.18860/al.v5i4.4182>

Kasem, M. (2018). Callus Production and Suspension Elicitation of *Impatiens balsamina* L., Plant for Enhancing Accumulation of Phenolics and Flavonoids Content. *Journal of Plant Production*, 9(3), 241–248.

<https://doi.org/10.21608/jpp.2018.35452>.

Khaira Mizana, D., Suharti, N., & Amir, A. (2016). Identifikasi Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* sp pada Roti Tawar yang Dijual di Kota Padang Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(2), 355–360. <https://doi.org/10.25077/jka.v5i2.521>.

Komala, O., . Y., & Siwi, F. R. (2020). AKtivitas Antijamur Ekstrak Etanol 50% Dan Etanol 96% Daun Pacar Kuku *Lawsonia inermis* L Terhadap

*Trichophyton mentagrophytes*. *Ekologia*, 19(1), 12–19.  
<https://doi.org/10.33751/ekol.v19i1.1657>.

- Lestari, A. D., Elfrida, & Indriyati. (2019). Identifikasi Jamur Pada Roti Yang Dijual Di Kota Langsa Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Jeumpa*, 6(2). <https://doi.org/10.33059/jj.v6i2.2491>.
- Maheshwari, D. K. (2017). Sustainable Development and Biodiversity 15. In *Endophytes: Biology and Biotechnology* (Vol. 1, p. 442). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-66541-2>.
- Marantika, V. M. dan, & Trimulyono, G. (2019). Aktivitas Antifungi Ekstrak Lichen *Parmelia sulcata* terhadap Pertumbuhan Jamur *Alternaria porri* Antifungal Activity of Lichen Extract *Parmelia sulcata* to the Growth of *Alternaria porri*. *LenteraBio*, 8(3), 231–236. ISSN :2252-3979.  
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/30642/27906>.
- Marzuki, A., Djide, M. N., Sartika, & T, R. (2018). Uji Aktivitas Ekstrak Kulit Batang Banyuru (*Pterospermum celebicum* Miq.) dan Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga* (L.)Willd.) Sebagai Antifungi Terhadap *Trichophyton rubrum*, *Candida albicans* dan *Aspergillus niger*. *Pharmacon*, 7(3), 354–362.  
<https://doi.org/10.35799/pha.7.2018.20672>.
- Meigara, K. M., Mudianta, I. W., & Martiningsih, N. W. (2016). 1 Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Komang Mirah Meigaria, I Wayan Mudianta, Ni Wayan Martiningsih. *Jurnal Wahana Matematika Dan Sains*, 10(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.23887/wms.v10i2.12659>.
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). *Trichoderma* asal akar kopi dari Alor: Karakterisasi morfologi dan keefektifannya menghambat *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa secara in Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.2.61-68>.
- Nahdah, F., Sari, N., Rizali, A., & Wahdah, R. (2020). Antagonisme Fungi Endofit Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) terhadap *Fusarium oxysporum* C2 Penyebab Busuk Umbi pada Bawang Merah in Vitro. *Agrotechnology Journal*, 4(1), 47–53. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.41351>.
- Naufal, M. F. Q., & Purwantisari, S. (2020). Viabilitas Biofungisida Produk Lokal dan Aplikasinya untuk Penundaan Gejala Penyakit Hawar Daun Tanaman Kentang. *Bioma*, 22(2), 188–195. <https://doi.org/10.14710/bioma.22.2.188-195>.
- Noval, N., Yuwindry, I., & Syahrina, D. (2019). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Bundung Plants Extract by Dilution Method. *Jurnal Surya Medika*, 5(1), 143–154. <https://doi.org/10.33084/jsm.v5i1.954>.

- Octaviani, M., Fadhli, H., & Yuneistya, E. (2019). Antimicrobial Activity of Ethanol Extract of Shallot (*Allium cepa L.*) Peels Using the Disc Diffusion Method. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1), 62–68. <https://doi.org/10.7454/psr.v6i1.4333>.
- Pangemanan, D. A., Suryanto, E., & Yamlean, P. V. Y. (2020). Skrining Fitokimia, Uji Aktivitas Antioksidan Dan Tabir Surya Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Pharmacon*, 9(2), 194. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.29271>.
- Paramita, S. dan, & Rahmadi, A. (2020). Book Series Tropical Studies Volume 1: Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya Komunikasi. In *Tropical Studies - Cluster Tropical Studies* (Vol. 1). PT Penerbit IPB Press.
- Pinaria, A. P. . (2023). *Jamur Patogen Tanaman Terbawa Tanah*. Unsrat Press. h.31-33.
- Pratama, P. I., Sulistyowati, L., & Djauhari, S. (2017). Eksplorasi Jamur Endofit Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap *Phytophthora Palmivora* Butler. Penyebab Penyakit Busuk Buah Secara In Vitro. *Jurnal HPT*, 5(2), 61–66. ISSN : 2338-4336.
- Pratiwi, R. D., & Elyse, G. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Afrika (*Vernonia amygdalina Delile*) Asal Papua Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 6(1), 1–8. <http://doi/10.1177/1120700020921110%0>.
- Purwati, S., Lumora, S. V. T., & Samsurianto. (2017). Skrining Fitokimia Daun Saliara (*Lantana Camara L*) Sebagai Pestisida Nabati Penekan Hama dan Insidensi Penyakit Pada Tanaman Holtikultura Di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2017*, 153–158. ISBN :978-602-5094-0-0. <http://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/prosiding/article/view/565>.
- Putra, G. W., Ramona, Y., & Proborini, M. W. (2020). Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Pada Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa Dutch.*) Di Kawasan Pancasari Bedugul. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 62. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p09>.
- Ramayana, S., Effendi, M., Prabowo, S., & Purwokusumaning, T. (2017). Pengelolaan, Pengembangan dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik (SDG) Pertanian dan Peternakan untuk Mendukung Ketersediaan Pangan yang Berkelanjutan. In *Prosiding Seminar Nasional 2017* (pp. 1–295).
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis Lour.*) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.23887/jjpb.v6i1.21921>.
- Rotasouw, S. M., Taribuka, J., & Amanupunyo, H. R. D. (2020). Identifikasi dan

- Kemampuan Jamur Endofitik Asal Jagung (*Zea mays L.*) Terhadap Patogen Busuk Pelepah (*Rhizoctonia solani*). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2), 140–146. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.140>.
- Rumalaot, W. (2021). Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan Uji Analisis Kandungan Bioaktif Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*) Sebagai Antioksidan Secara Spektrofotometer UV-vis Wiwi Rumaolat Program Studi Ilmu Keperawatan, Biomedik. STIKes Maluku Husada Jln. Lintas Seram Waiselan. *Journal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 1(1), 6–15. ISSN : 2827-8372.
- Rustini, N. L., Komang, A., & Wiwik Susanah, R. (2017). Efek Ekstrak Etanol Biji Jagung (*Zea Mays*) Terhadap Profil Llipid Tikus Wistar Dengan Diet Tinggi Lemak. *Jurnal Kimia*, 2, 151–156. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2017.v11.i02.p08>.
- Ruswandari, V. R., Syauqi, A., & Rahayu, T. (2020). Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*). *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(2), 84–90. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v5i2.255>.
- Sari, D. E. (2017). Identifikasi Mikroba Asal Ekstrak Buah yang Diaplikasikan pada Pertanaman Jeruk Organik di Kabupaten Pangkep. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(1), 24–30. <https://doi.org/10.30605/perbal.v5i1.682>.
- Sari, N. (2020). Review of Endophytic Fungi as Biocontrol Agents Against Plant Pathogen. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 6(1), 55. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v6i1.3734>.
- Sastrahidayat, I. R., Faizah, A. R., & Muhibuddin, A. (2018). Endophyte Fungi to Control *Helminthosporium turcicum*, Fungi Causing Leaf Blight Disease. *SAINTEKBU*, 10(1), 27–38. <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v10i1.160>
- Sekti, D. U. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Melalui Teknik Peta Konsep Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X SMA. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/102407>.
- Serdiana, S. (2018). Identifikasi dan Uji Kepekaan Antibiotika terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Pasca Operasi di RS TK-II Putri Hijau Medan. *Skripsi*. 1–40. Fakultas Biologi Universitas Medan Area. <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/11457>.
- Setiani, A. L., Sari, Lohita, B., Indriani, L., & Jupersio. (2017). Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol 70% Kulit bawang Merah (*Allium cepa L.*) Dengan Metode Maserasi Dan Mae (microwave assisted extraction). *Fitofarmaka*, 7(22), 15–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2019.05.001>.
- Shinta, D. Y., Yusmarini, Y., Sonata MS, H., Teruna, H. Y., & Saryono, S. (2019). Uji Bioaktivitas Antibakteri Senyawa murni dari Jamur Endofit *Sporothrix* sp Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

- Silalahi, S. Y. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kecombrang (*Etlingera Elatior*) Terhadap *Streptococcus mutans* [Universitas Medan Area]. In *Skripsi*. Fakultas Biologi Universitas Medan Area.  
<http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/11438>.
- Suada, I. K. (2017). Mikroba Potensial dalam Pengendalian Biologi Patogen Mikroba Potensial dalam Pengendalian Biologi Patogen. In *Mengenal Mikroba Sahabat Petani*. ISBN: 978-602-8409-65-0.
- Suandana, i wayan. (2019). Karakterisasi Morfologis Trichoderma sp. Isolat Jb Dan Daya Hambatnya Terhadap Jamur *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu Dan Jamur Akar Putih Pada Beberapa Tanaman. *Widya Biologi*, 10, 99–112. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v10i02.407>.
- Sucianto, E. T. dan, & Abbas, M. (2019). Jenis, Frekuensi Kemunculan, dan Persentase Penyakit Cendawan pada Tanaman Sayuran. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 36(1), 1–9. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2019.36.1.719>
- Sugiharti, W. (2016). *Isolasi Dan Karakterisasi Kapang Endofit Pada Batang dan Daun Gingseng Jawa (Talinum paniculatum)*. 103–107.
- Sulistyarini, I., Sari, D. A., & Wicaksono, T. A. (2019). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 56–62.  
<http://dx.doi.org/10.3194/ce.v5i1.3322>.
- Supriyanto, Bw, S. dan, M, R. dan, & Yunianta. (2017). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachata indica* Juss). *Prosiding SNATI F Ke-4*, 523–529. ISBN : 978-602-1180-50-1.
- Suranto, Zainuri, M., & Sistina, Y. (2015). Seminar National & International Conference. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(5), 961–1264. ISSN: 2407-8050.
- Swandiyasa, K., Puspawati, N. M., & Asih, I. A. R. A. (2019). Potensi Ekstrak Daun Cendana (*Santalum album L.*) Sebagai Senyawa Penghambat Jamur *Candida albicans*. *Jurnal Kimia*, 13(2), 159–165.  
<https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i02.p06>.
- Syaiful, Y., & Robi'ah, C. (2015). Pemberian Rebusan Daun Pacar Air (*Impatiens balsamina L*) Terhadap Leukorea Remaja Putri. *Journals Of Ners Community*, 6(2), 175-181. *Journals Of Ners Community*, 06(November), 175–181. <https://doi.org/10.55129/jnerscommunity.v6i2.49>.
- Syahidah, & Subekti, N. (2019). Biological Activity of Mangrove Leaves Extract (*Rhizophora* sp.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 270(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012051>.
- Tiara, D., Sumardianto, & Rianingsih, L. (2018). Uji Bioaktivitas Ekstrak

- Teripang Keling *Holothuria atra* Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 15–24. ISSN : 2442-4145.
- Triana, O., Prasetya, F., Kuncoro, H., & Rijai, L. (2016). Aktivitas Antijamur Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata L.*). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(6), 311–315. <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i6.67>.
- Tumangger, B. S., Baiduri, N., Nadila, F., & Mardina, V. (2018). Uji Potensi Cendawan Endofit Asal Mangrove Sebagai Bioprotektan Terhadap Patogen *Fusarium* sp Pada Tanaman Padi Hitam (*Oryza sativa L* “Cempo ireng”) Secara In Vitro. *Jurnal Jeumpa*, 5(1), 45–49. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jempa/article/download/798/870>.
- Utomo, S. B., Fujiyanti, M., Lestari, W. P., & Mulyani, S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa C4 Metoksifenilkaliks [4] Resorsiarena Termodifikasi Hexadecyltriethylammonium-Bromide Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 3(3), 201–109. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v3i3.22742>.
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2018). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon (Linn.) Burm F.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4), 213. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i04.p08>.
- Wahyudin, A., Widayat, D., Wicaksono, F. Y., Irwan, A. W. dan, & Hafiz, A. (2018). Respons Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Hibrida Terhadap Aplikasi Paraquat Pada Lahan Tanpa Olah Tanah (TOT). *Jurnal Kultivasi*, 17(3), 738–743. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i3.18989>.
- Wahyuni, H. S. (2017). Identifikasi Jamur Endofit Asal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) Dalam Menghambat *Xanthomonas albilineans L.* Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Jurnal Agrotek Lestar*, 4(2), 1–11. <https://doi.org/10.35308/jal.v3i2.605>.
- Wahyuni, S., Mukarlina, & Yanti, A. H. (2014). Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol Daun Buas-Buas (*Premna serratifolia*) Terhadap Jamur *Diplodia* sp. Pada Jeruk Siam (*Citrus nobilis var. microcarpa*). *Protobiont*, 3(2), 274–279. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v3i2.6835>.
- Wakhidah, N., Kasrina, & Bustamam, H. (2021). Keanekaragaman Jamur Patogen dan Gejala Yang Ditimbulkan pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Di Daratan Rendah. *Journal Konservasi Hayati*, 17(2), 63–68. <https://doi.org/10.33369/hayati.v17i2.17920>.
- Wardaniati, I. dan, & Yanti, R. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Propolis Lebah Trigona (*Trigona itama*) Menggunakan Metode DPPH. *JOPS*, 2, 14–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.36341/jops.v2i1.1257>.
- Widi, S. (2022). *Produksi Jagung Di Indonesia*. Food and Agriculture Organization (FAO). <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi->

jagung-indonesia-capai-225-juta-ton-pada-2020.

- Wulandari, S. F., & Ali, M. (2018). Isolasi Dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *JOM Faperta*, 5(1), 1–12. ISSN : 2355-6838.
- Wulansari, N. K., Windriyati, R. D. dan, & Febrianti, L. T. (2022). Surveilans Hama Utama dan Pengendali Ekosistem Alami Entomopatogen di Sentra Budidaya Jagung Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas Surveillance. *Scientific Timeline*, 2(1), 009–016. ISSN : 2776-3935.
- Xue, H., Lu, C., Liang, L., & Shen, Y. (2012). Secondary Metabolites of *Aspergillus* sp. CM9a, an Endophytic Fungus of *Cephalotaxus mannii*. *Records of Natural Products*, 6(1), 28–34.
- Yi, R. H., Gan, L. J., Chen, J., & Xu, X. L. (2015). Characterization of *Phyllosticta hostae* causing *Phyllosticta* leaf spot on spider lily in China. *Journal of Plant Protection Research*, 55(4), 438–445. <https://doi.org/10.1515/jppr-2015-0054>.
- Yu, Y., Zeng, L., Huang, L., Yan, Z., Sun, K., Zhu, T., & Zhu, A. (2018). First Report of Black Leaf Spot Caused by *Alternaria alternata* on Ramie in First Report of Black Leaf Spot Caused by *Alternaria alternata* on Ramie in China. *Journal Of Phytopathology*, 164(July). <https://doi.org/10.1111/jph.12428>.
- Zea, L., Fifendy, M., Handayani, D., & Zilvi, U. (2017). Isolasi Cendawan Endofit Pelarut Fosfat Dari Akar Tanaman Jagung (*Zea mays*.L). *Berkala Ilmiah Bidang Biologi*, 1, 62–70. ISSN: 2354-8731.
- Zhang, K., Zhang, N., & Cai, L. (2013). Typification and phylogenetic study of *phyllosticta ampellicida* and *p. vaccinii*. *Mycologia*, 105(4), 1030–1042. <https://doi.org/10.3852/12-392>.

## LAMPIRAN

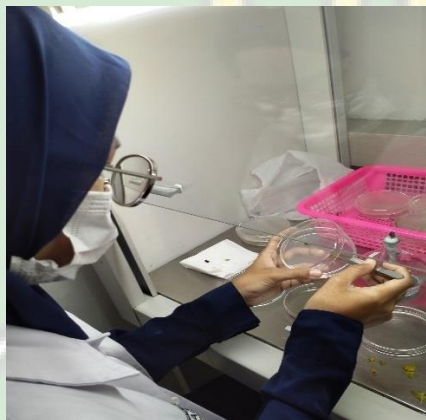
### Lampiran 1



Pengambilan Sampel



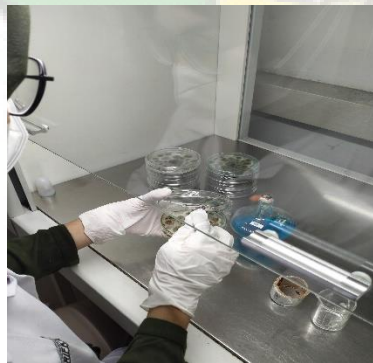
Daun Yang Akan Diisolasi Ke Media PDA



Proses Isolasi Jamur Patogen



Identifikasi Jamur Patogen Dengan Mikroskop



Proses Pematangan Jamur Endofit



Proses Penuangan Jamur Endofit Yang Akan Diekstraksi





Proses Penuangan Etanol Ke Dalam Erlenmeyer Berisi Jamur Endofit



Proses Pengadukan Maserasi Ekstrak Etanol Jamur Endofit



Proses Penyaringan Ekstrak



Proses Evaporasi Ekstrak Menggunakan Rotary Evaporator



Pengujian aktivitas antimikroba ekstrak etanol cendawan endofit terhadap *Alternaria* sp. dan *Penicillium* sp.

Lampiran 2

**Rancangan Biaya Penelitian**

No.	Alat dan bahan	Jumlah	Harga
1.	Cawan Petri	40 cawan	700.000
2.	Chloramfenikol 500 mg	1 strip	9.000
3.	Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	70 gram	475.000
4.	Aquades	3 L	60.000
5.	NaOCl/ Bayclin 200 ml	1 buah	20.000
6.	Alkohol 70%	3 L	85.000
7.	Etanol (C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> OH) 70%	1 L	37.000
8.	DMSO 10%	1 buah	185.000
9.	Tissue	6 buah	54.000
10.	<i>Plastik Wrap</i>	2 gulung	74.000
11.	Aluminium Foil	1 roll	18.000
12.	Kertas Label	3 pack	18.000
13.	Spiritus	3 L	75.000
14.	Kertas Saring	1 lembar	32.000
15.	Uji Fitokimia	5 Pereaksi	170.000
TOTAL			2.012.000

## Surat Penetapan Pembimbing Skripsi



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH  
Nomor: B-614/Un.08/FST/KP.07.6/10/2022

TENTANG

PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;  
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;  
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;  
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 29 Tahun 2021 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2022 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 15 September 2022.

MEMUTUSKAN

Menetapkan Kesatu : Menunjuk Saudara:  
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si Sebagai Pembimbing I  
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:

Nama : Deby Arvina  
NIM : 170703023  
Prodi : Biologi  
Judul Skripsi : Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.) terhadap Patogen *Alternaria sp.* dan *Penicillium sp.*

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh  
Pada tanggal 07 Oktober 2022  
Dekan,

Muhammad Dirhamsyah

**Tembusan**

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan,
4. Yang bersangkutan

## Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-3226/Un.08/FST.I/PP.00.9/10/2022  
Lamp : -  
Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,  
Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Assalamu'alaikum Wr.Wb.  
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **DEBY ARVINA / 170703023**  
Semester/Jurusan : XI / Biologi  
Alamat sekarang : Kp. Laksana

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul *Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (Zea mays saccharata L.) Terhadap Patogen Alternaria sp. dan Penicillium sp.*

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 24 Oktober 2022  
an. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 31 Desember  
2022

Yusran, S.Pd., M.Pd.

Surat Pengujian Fitokimia



**LABORATORIUM PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA**

FKIP Gedung Baru, Lt. 1, Jalan. Tgk. Hasan Krueng Kale, Darussalam, Banda Aceh  
Home Page : <http://labkim.fkip.unsyiah.ac.id>, Email : [labkim\\_fkipunsyiah@yahoo.co.id](mailto:labkim_fkipunsyiah@yahoo.co.id)

**SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN**

Nomor: 32/J.11.6/ Lab. Kim-FKIP/2023

Berdasarkan surat nomor B-669/Un.08/FST-I/PP.00.9/03/2023 tentang pengumpulan data penelitian (Pengujian Fitokimia) di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP USK atas nama berikut:

Nama : Deby Arvina

NIM : 170703023

Jurusan/Prodi : Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Ar-Raniry

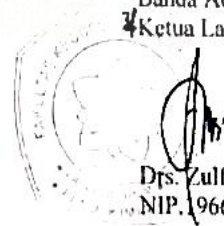
Judul : Kemampuan Ekstrak Etanol Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*) Terhadap Patogen *Alternaria sp.* dan *Penicillium sp.*

**Ekstrak Etanol Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata L.*)**

UJI	POSITIF	NEGATIF	KETERANGAN
1. Alkaloid			
a. Dragendrof	√		Terbentuk Endapan Coklat Jingga
b. Mayer	√		Terbentuk Larutan Putih Keruh
c. Wagner		√	Tidak Terbentuk Warna Kemerahan
2. Saponin	√		Terbentuk Gelembung
3. Tanin	√		Terbentuk Larutan Putih Keruh
4. Flavonoid		√	Tidak Terbentuk Larutan Merah
5. Steroid	√		Terbentuk Larutan Hijau
6. Kuinon		√	Tidak Terbentuk Larutan Merah
7. Polifenol		√	Tidak Terbentuk Warna Biru Kehitaman
8. Triterpenoid		√	Tidak Terbentuk Larutan Merah

Demikianlah surat keterangan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 24 Maret 2023  
Ketua Lab Kimia FKIP USK,



Dr. Zulfadi, Msi  
NIP. 196605021992031003

Lampiran 6

**Perhitungan Pembuatan Konsentrasi Ekstrak**

$$C1.V1 = C2.V2$$

Keterangan :

C1= Konsentrasi stok

C2= Konsentrasi akhir

V1= Volume awal

V2= Volume akhir

- **Pembuatan konsentrasi stok**

Larutan ekstrak etanol cendawan endofit 100%, sebagai larutan stok 10 gram ekstrak kental dilarutkan dalam 100 ml DMSO 10%. Dipipet sebanyak 10 ml larutan stok.

- **Pembuatan larutan uji konsentrasi 25% dari larutan stok 100 %**

$$C1.V1 = C2.V2$$

$$100\% \cdot V1 = 25\% \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{25\% \cdot 10 \text{ mL}}{100\%} = 2,5 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan uji konsentrasi 50% dari larutan stok 100 %**

$$C1.V1 = C2.V2$$

$$100\% \cdot V1 = 50\% \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{50\% \cdot 10 \text{ mL}}{100\%} = 5 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan uji konsentrasi 75% dari larutan stok 100 %**

$$C1.V1 = C2.V2$$

$$100\% \cdot V1 = 75\% \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{75\% \cdot 10 \text{ mL}}{100\%} = 7,5 \text{ mL}$$

Lampiran 7

**Data Pengukuran Jamur**

Hasil Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap *Alternaria* sp.

Isolat Patogen	Konsentrasi	Diameter Koloni Ekstrak Etanol Cendawan Endofit (ED5)									Rata-rata (%)
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	
<i>Alternaria</i> sp	25%	25,97	31,67	16,99	28,85	15,13	19,96	20,63	24,87	25,77	23,32
	50%	26,57	26,41	17,97	9,88	27,61	9,32	6,88	17,1	16,97	17,63
	75%	29,43	31,86	25,8	20,33	19,07	19,31	17,48	12,38	22,78	22,05

Hasil Uji Antimikroba Ekstrak Etanol Cendawan Endofit Terhadap *Penicillium* sp.

Isolat Patogen	Konsentrasi	Diameter Koloni Ekstrak Etanol Cendawan Endofit (ED5)									Rata-rata (%)
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	
<i>Penicillium</i> sp	25%	18,37	15,89	13,25	15,03	18,11	13,46	13,75	16,08	13,59	15,28
	50%	15,46	14,59	15,72	17,64	15,15	16,25	17,25	14,42	13,25	15,53
	75%	17,40	18,31	17,80	15,25	19,06	15,98	16,85	11,58	13,88	16,23

Contoh perhitungan persentase penghambatan :

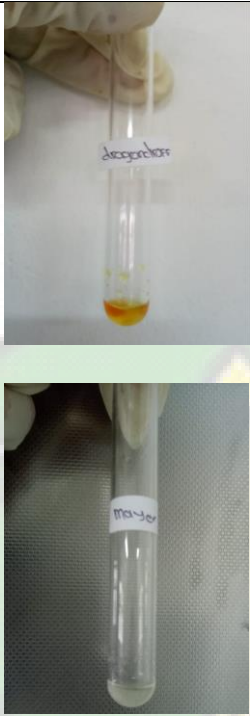


Persentase penghambatan pada konsentrasi 25%

$$P = \frac{Dk - Dp}{Dk} \times 100\% = \frac{38,92 - 23,32}{38,92} \times 100\% = 40,08\%$$


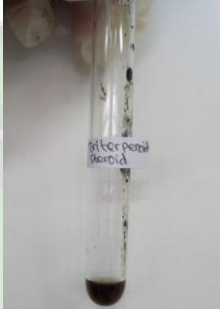
Pengukuran Kontrol Jamur Patogen

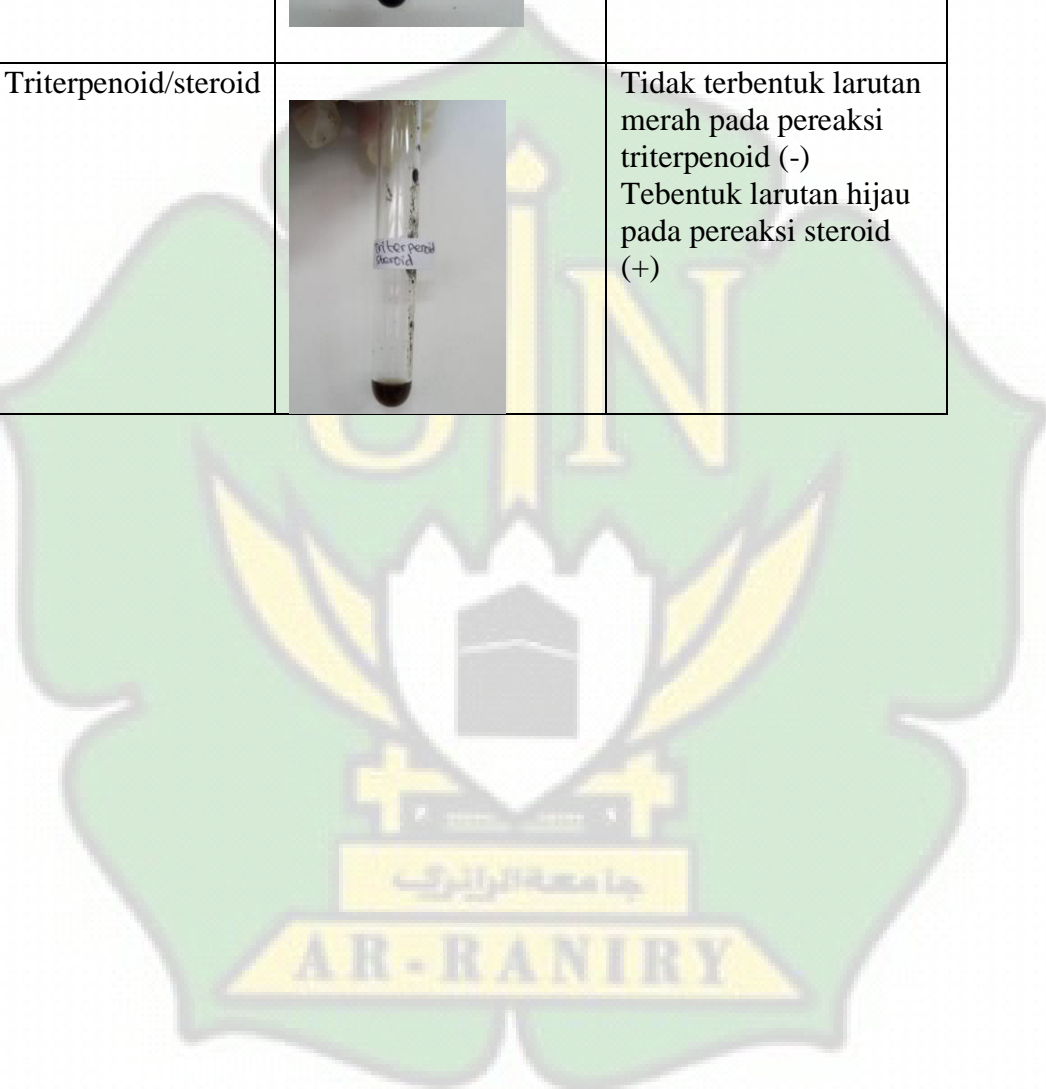
Isolat Patogen	U1	U2	Rata-rata (%)
<i>Alternaria</i> sp	37,93	39,90	38,92
<i>Penicillium</i> sp	15,63	23,70	19,67

**Hasil Uji Fitokimia**

<p>Alkaloid</p>		<p>Terdapat endapan coklat jingga pada pereaksi Dragendorff (+) dan Larutan putih keruh pada pereaksi mayer (+) dan</p>
<p>Saponin</p>		<p>Terbentuk gelembung (+)</p>
<p>Tanin</p>		<p>Terbentuk larutan putih keruh (+)</p>



Flavonoid		Tidak terbentuk larutan merah (-)
Triterpenoid/steroid		Tidak terbentuk larutan merah pada pereaksi triterpenoid (-) Tebentuk larutan hijau pada pereaksi steroid (+)



ALUR PENELITIAN

