

**KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI JAMUR ENDOFIT
PADA DAUN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)
SEBAGAI PENGENDALI PATOGEN *Fusarium* sp. DAN
Alternaria sp.**

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Diajukan oleh :

MITA ERLIZA

NIM. 180703006

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



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1445 H**

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) SEBAGAI PENGENDALI PATOGEN *Fusarium* sp. DAN *Alternaria* sp.

Diajukan Kepada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam ilmu/Prodi Biologi

Oleh:

MITA ERLIZA
NIM. 180703006

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Pembimbing II



Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Mengetahui Ketua Prodi



Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

PENGESAHAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

**KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI JAMUR ENDOFIT PADA DAUN
BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) SEBAGAI PENGENDALI
PATOGEN *Fusarium* sp. DAN *Alternaria* sp.**

TUGAS AKHIR/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, 11 Mei 2022
11 Dzulqaidah 1444 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitian Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi:

Ketua,


Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIP. 198004252014032001

Sekretaris,


Diannita Harahap, M.Si
NIP. 198703222015032004

Penguji I,

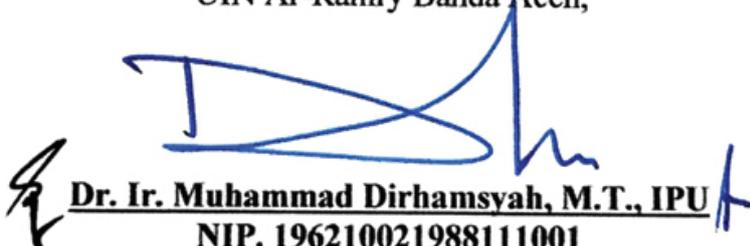

Ayu Nirmala Sari, M.Si
NIP. 198902272014032004

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 : Mita Erliza
NIM : 180703006
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Sebagai Pengendali Patogen *Fuarium* sp. dan *Alternaria* sp.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan 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 bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian 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, 24 Desember 2022



Yang menyatakan
Mita Erliza

ABSTRAK

Nama : Mita Erliza
NIM : 180703006
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Sebagai Pengendali Patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si
Kata Kunci : Jamur endofit, jamur patogen, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., potensi antagonis.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi serta dibutuhkan setiap harinya oleh masyarakat. Serangan hama dan patogen pada budidaya tanaman bawang merah menyebabkan penurunan produktivitas tanaman. Patogen yang sering menyerang tanaman bawang merah adalah *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur endofit dari daun bawang merah yang dapat mengendalikan patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Metode isolasi jamur endofit menggunakan sampel daun bawang merah sehat sedangkan isolasi patogen menggunakan daun yang tidak sehat. Pengujian potensi antagonisme menggunakan metode *dual culture* dengan waktu inkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 4 isolat jamur endofit pada daun bawang merah yaitu Isolat EA1 (*Aspergillus niger*), Isolat EA2, Isolat EA3 (*Clasdoportium* sp.) dan Isolat EA4 (*Phyllosticta* sp.). Hasil pengujian antagonisnya diperoleh jamur endofit EA1 mampu menghambat jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. secara maksimal (kuat) dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. sebesar 62,72 % sedangkan *Alternaria* sp. 67,83 %. Jamur endofit EA2 juga mampu menghambat kedua petogen tersebut tapi dikategorikan sedang dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. 52,11 % dan *Alternaria* sp. 53,28 %. Mekanisme daya hambatnya adalah kompetisi dan hiperparasitisme.

ABSTRACT

Name : Mita Erliza
NIM :180703006
Study Program : Biologi
Faculty : Science and Technology
Title : Characterization and Potential Testing Of Endophytic Fungi On Shallot (*Allium ascalonicum* L.) As Pathogen Control Of *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp.
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Supervisor II : Diannita Harahap, M.Si
Keyword : *Endophytic fungi, Pathogenic fungi, Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Antagonist potential.*

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is a horticultural commodity that has high economic value and is needed every day by the community. Attacks by pests and pathogens on shallot cultivation cause a decrease in crop productivity. The pathogen that often attacks shallot plants is *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. This study aims to obtain endophytic fungi from shallot leaves that can control *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. The endophytic fungus isolation method uses healthy shallot leek samples while the pathogen isolation uses unhealthy leaves. The antagonism potency test was conducted using the *dual culture* method with an incubation time of 7 days at 25-30°C. Based on the results of the study, there were 4 isolates of endophytic fungi on shallot leaves, namely EA1 isolates (*Aspergillus niger*), EA2 isolates, EA3 isolates (*Cladoporium* sp.) and EA4 isolates (*Phyllosticta* sp.). The results of the antagonist test showed that the endophytic fungus EA1 was able to inhibit the fungus *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. maximally (strong) with an average value of *Fusarium* sp. of 62.72% while *Alternaria* sp. 67.83 %. The endophytic fungus EA2 was also able to inhibit both of these pathogens but it was moderately categorized with an average value of *Fusarium* sp. 52.11 % and *Alternaria* sp. 53.28%. The mechanisms of inhibition are competition and hyperparasitism.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala kelimpahan nikmat dan hidayah-Nya, kemudian shalawat beserta salam penulis lantunkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita semua dari alam kebodohan menuju alam yang penuh dengan keilmuan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal yang berjudul **“Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Sebagai Pengendali Patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.”**

Penulis menyadari bahwasanya selama penulisan proposal ini tidak luput atau terlepas dari bimbingan, pengarahan, bantuan serta dukungan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih 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 UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberi arahan, saran dan membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Diannita Harahap, M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberi arahan, saran dan membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Ayu Nirmala Sari, M.Si selaku Penguji I yang telah memberi arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Raudhah Hayatillah, M.Sc selaku Penguji II yang telah memberi arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Lina Rahmawati, M.Si selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberi arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ayahanda Bapak Abdul Manaf dan Ibunda tercinta Ibu Nurmala yang telah mendoakan, mendukung dan memberi semangat kepada penulis dari awal masa perkuliahan hingga sekarang ini.

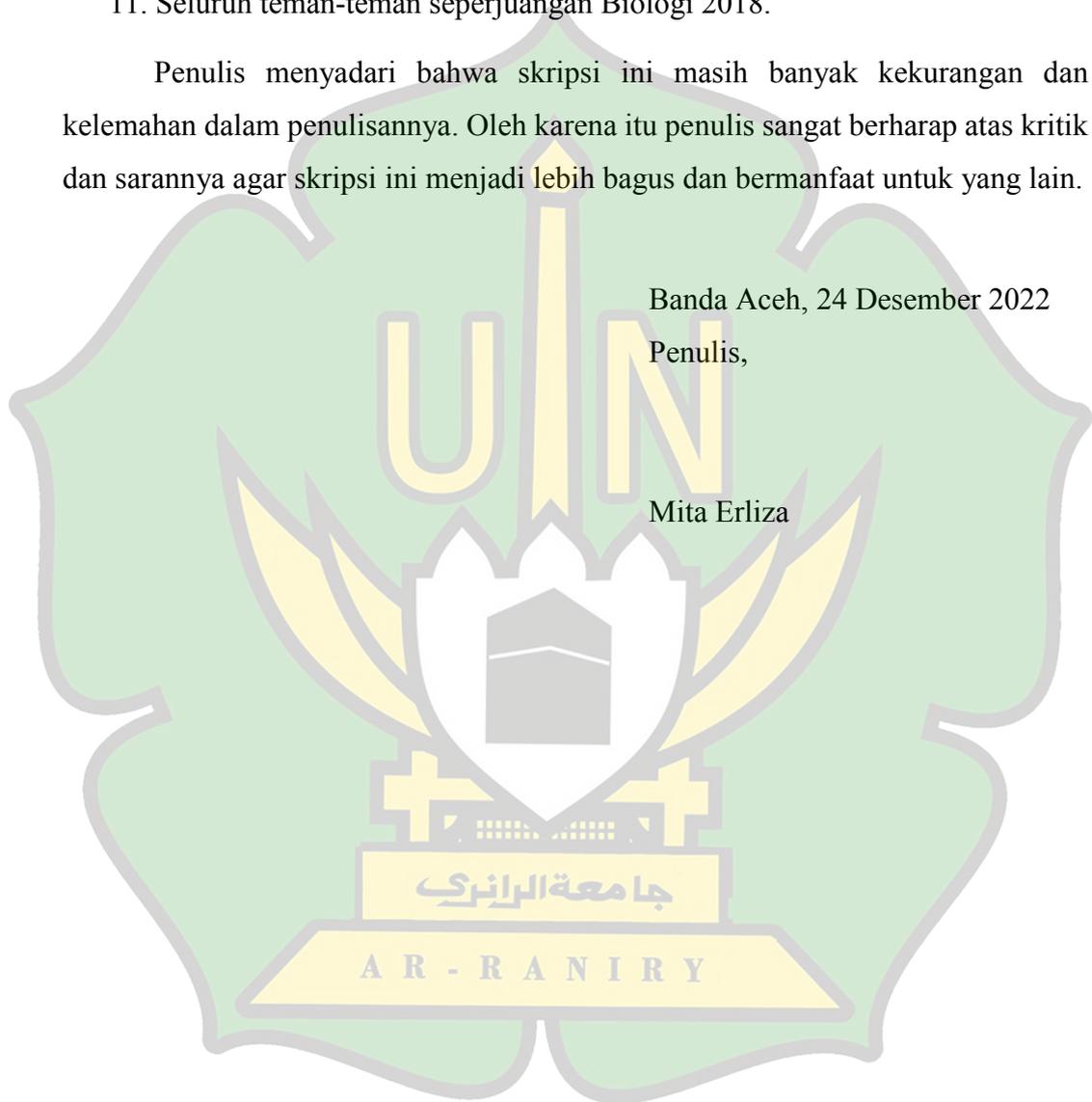
9. Saudara sekandung penulis Intan Fattia yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
10. Dosen dan Staff Prodi Biologi yang telah banyak membantu dari awal perkuliahan sampai ke tahap ini.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan Biologi 2018.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penulisannya. Oleh karena itu penulis sangat berharap atas kritik dan sarannya agar skripsi ini menjadi lebih bagus dan bermanfaat untuk yang lain.

Banda Aceh, 24 Desember 2022

Penulis,

Mita Erliza



DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	5
I.3 Tujuan Penelitian.....	6
I.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.).....	7
II.2 Jamur Endofit.....	11
II.3 Jamur Patogen.....	13
II.3.1 <i>Fusarium</i> sp.....	14
II.3.2 <i>Alternaria</i> sp.....	16
II.4 Uji Potensi Antagonisme.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	20
III.3 Objek Penelitian.....	20
III.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
III.5 Metode Penelitian.....	21

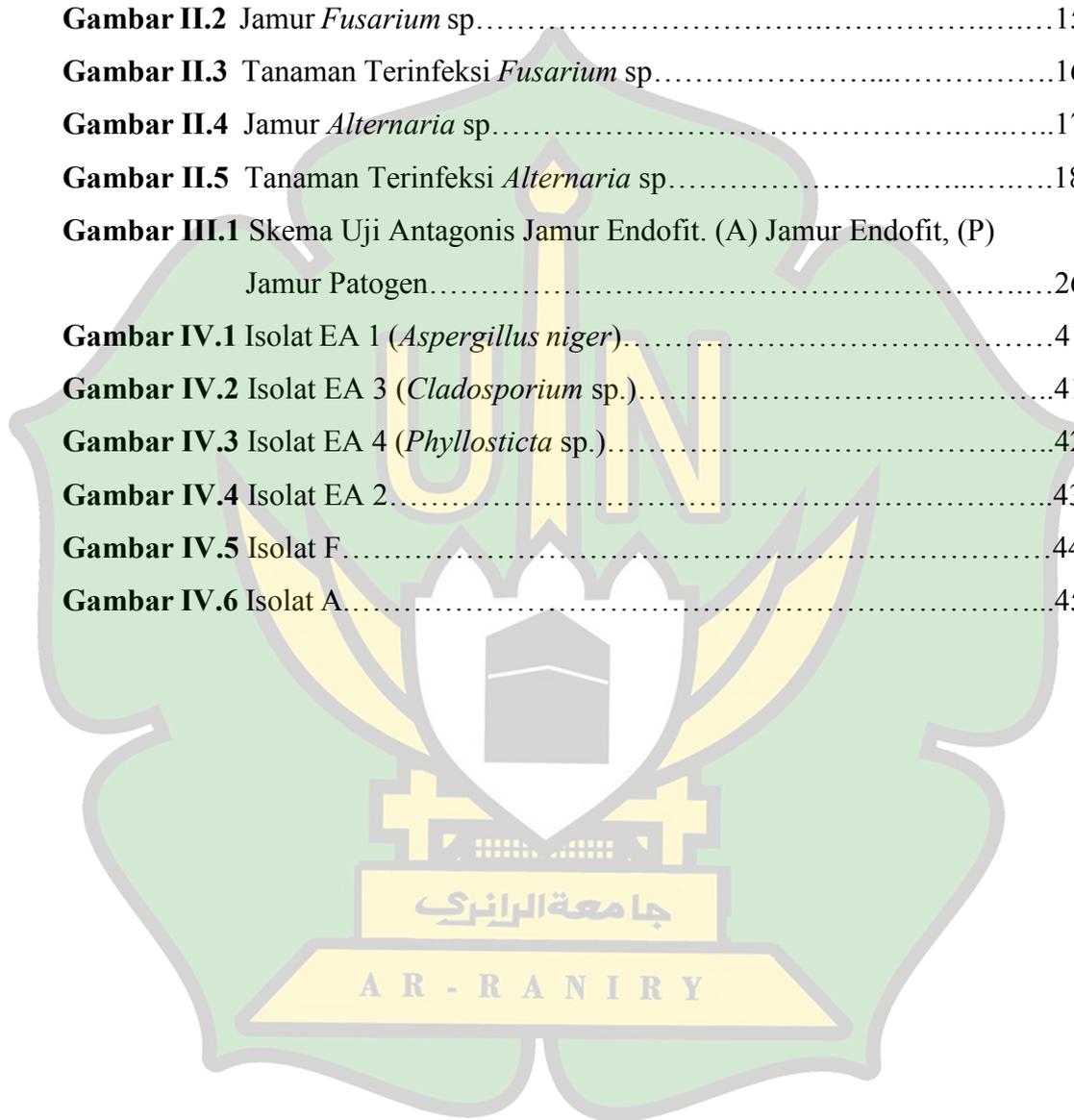
III.6	Prosedur Kerja	21
III.6.1	Isolasi Patogen <i>Fusarium</i> sp.....	21
III.6.2	Isolasi Patogen <i>Alternaria</i> sp.	22
III.6.3	Pengambilan Sampel Daun Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.).....	24
III.6.4	Isolasi Jamur Endofit	24
III.6.5	Uji Potensi Antagonis Jamur Endofit Terhadap Patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.....	26
III.7	Analisis Data.....	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
IV.1	Hasil Pengamatan	28
IV.1.1	Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah	28
IV.1.2	Karakteristik Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.	33
IV.1.3	Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen.....	36
IV.2	Pembahasan	40
IV.2.1	Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah (<i>Allium</i> <i>ascalonicum</i> L.).....	40
IV.2.2	Karakteristik Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.	44
IV.2.3	Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen.....	46
BAB V	PENUTUP	52
V.1	Kesimpulan	52
V.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	63
RIWAYAT HIDUP PENULIS	76

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel III.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian	20
Tabel III.2 Morfologi Koloni dan Sel Fungi Patogen <i>Fusarium</i> sp.	22
Tabel III.3 Morfologi Koloni dan Sel Fungi Patogen <i>Alternaria</i> sp.	23
Tabel III.4 Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit	25
Tabel IV.1 Gambar Isolasi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah	28
Tabel IV.2 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah	30
Tabel IV.3 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah	32
Tabel IV.4 Gambar Isolasi Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.	33
Tabel IV.5 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.	34
Tabel IV.6 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.	35
Tabel IV.7 Persentase Daya Hambat Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Terhadap <i>Fusarium</i> sp.	36
Tabel IV.8 Gambar Hasil Uji Antagonis 4 Isolat Jamur Terhadap <i>Fusarium</i> sp.	36
Tabel IV.9 Persentase Daya Hambat Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Terhadap <i>Alternaria</i> sp.	37
Tabel IV.10 Gambar Hasil Uji Antagonis 4 Isolat Jamur Endofit Terhadap <i>Alternaria</i> sp.	38
Tabel IV.11 Diameter Pertumbuhan Kontrol <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp. Tanpa Perlakuan	39
Tabel IV.12 Diameter Pertumbuhan Kontrol <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp. Menggunakan Fungisida	39

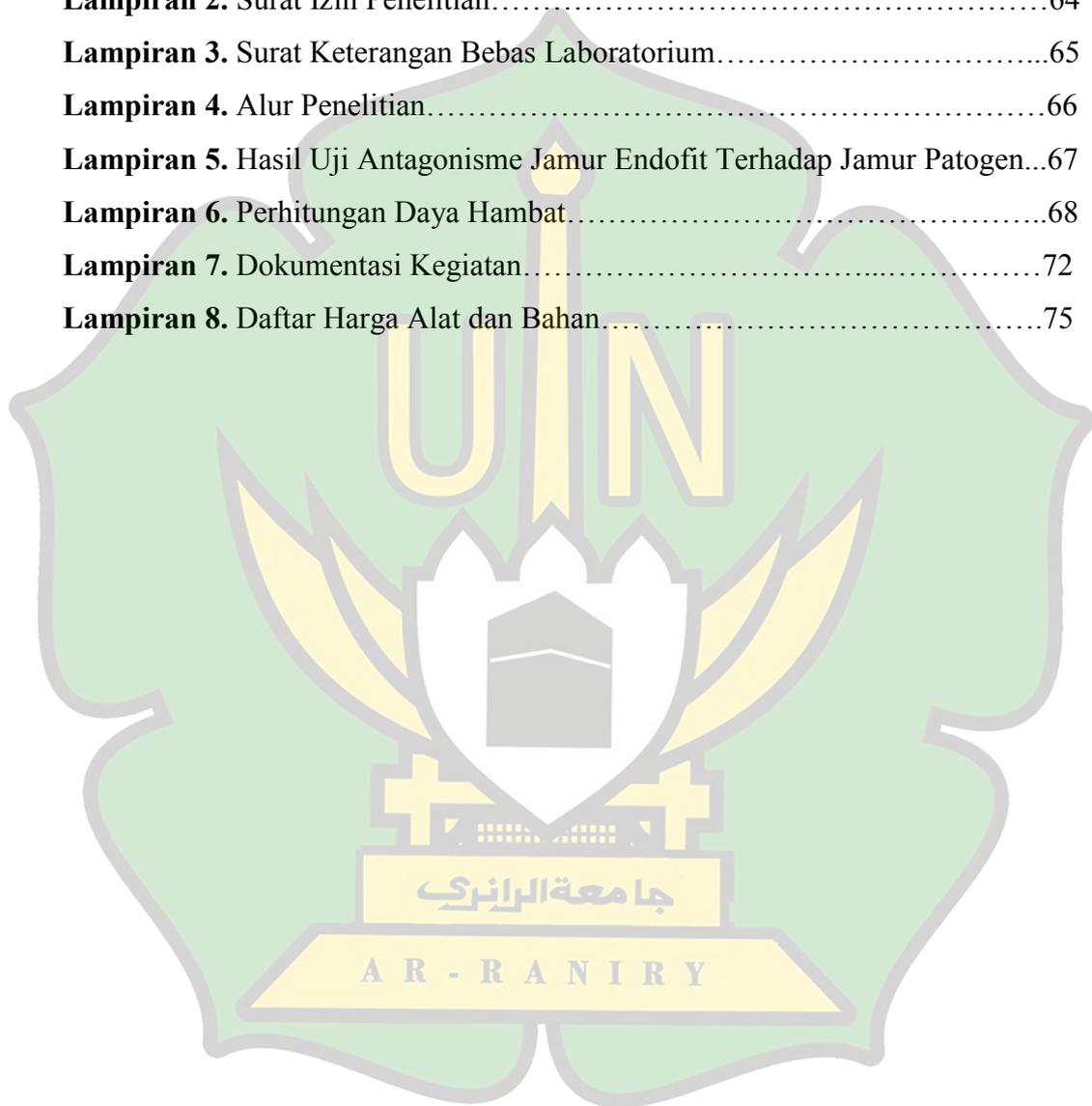
DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar II.1 Tanaman Bawang Merah.....	9
Gambar II.2 Jamur <i>Fusarium</i> sp.....	15
Gambar II.3 Tanaman Terinfeksi <i>Fusarium</i> sp.....	16
Gambar II.4 Jamur <i>Alternaria</i> sp.....	17
Gambar II.5 Tanaman Terinfeksi <i>Alternaria</i> sp.....	18
Gambar III.1 Skema Uji Antagonis Jamur Endofit. (A) Jamur Endofit, (P) Jamur Patogen.....	26
Gambar IV.1 Isolat EA 1 (<i>Aspergillus niger</i>).....	41
Gambar IV.2 Isolat EA 3 (<i>Cladosporium</i> sp.).....	41
Gambar IV.3 Isolat EA 4 (<i>Phyllosticta</i> sp.).....	42
Gambar IV.4 Isolat EA 2.....	43
Gambar IV.5 Isolat F.....	44
Gambar IV.6 Isolat A.....	45



DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing.....	63
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	64
Lampiran 3. Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	65
Lampiran 4. Alur Penelitian.....	66
Lampiran 5. Hasil Uji Antagonisme Jamur Endofit Terhadap Jamur Patogen...67	67
Lampiran 6. Perhitungan Daya Hambat.....	68
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan.....	72
Lampiran 8. Daftar Harga Alat dan Bahan.....	75



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
m	Meter	1
kw	Kwintal	1
mm	Milimeter	1
OPT	Organisme Pengganggu Tanaman	1
Mdpl	Meter di atas Permukaan Laut	7
HST	Hari Setelah Tanam	7
cm	Centimeter	7
kkal	Kilokalori	9
g	Gram	9
nm	Nanometer	14
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>	18
TSA	<i>Trypticasein Soy Agar</i>	19
LAF	<i>Laminar Air Flaw</i>	21
EA	Endofit <i>Allium</i> <i>ascalonicum</i> L.	28
F	<i>Fusarium</i> sp.	33
A	<i>Alternaria</i> sp.	33
PCR	<i>Polymerase Chain</i> <i>Reaction</i>	51
LAMBANG		
°C	Derajat Celcius	1
%	Persen	1
R1	Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi koloni endofit.	27
R2	Jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati koloni endofit.	27

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi serta dibutuhkan setiap harinya oleh masyarakat sebagai kebutuhan bahan penyedap masakan dan mempunyai prospek pasar yang menarik untuk dibudidayakan dan dikembangkan (Edi, 2019). Bawang merah dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, yakni dengan ketinggian paling efektif untuk pertumbuhannya adalah 0-700 m di atas permukaan laut dan membutuhkan penyinaran cahaya matahari minimal 70 % dengan suhu 25-30°C dan kelembaban 50-70 %. Tanaman bawang merah sangat rentan terhadap curah hujan yang tinggi, karena akan menyebabkan pertumbuhannya tidak baik. Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman ini adalah 300-2500 mm pertahun dengan intensitas sinar matahari penuh (Syawal *et al.*, 2019). Produktivitas bawang merah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas lahan, pupuk, tenaga kerja, bibit yang digunakan, iklim dan pemakaian pestisida (Hasri *et al.*, 2020).

Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh tahun 2022, produksi bawang merah di Aceh pada tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 112,465 kw sedangkan pada tahun 2021 produksi bawang merah di Aceh mengalami penurunan yaitu 101,357 kw. Produktivitas tanaman dapat menurun karena beberapa faktor penting antara lain karena terdapat kendala pada saat budidaya, adanya serangan hama, terserang penyakit seperti hawar daun, layu fusarium, busuk batang, karat daun, bercak daun, virus mosaik, dan penyakit bulai (Surya *et al.*, 2018). Penyakit pada tanaman dapat terjadi karena adanya interaksi 3 faktor utama yaitu inang rentan, organisme pengganggu tanaman (OPT) dan lingkungan yang secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga menimbulkan penyakit (Sopialena, 2017).

Salah satu organisme pengganggu tanaman yaitu jamur yang bersifat patogen. Jamur patogen dapat masuk ke dalam organ tanaman secara langsung menembus permukaan tubuh tanaman, melalui jaringan yang luka dan melalui lubang-lubang alami (Sopialena, 2017). Serangan patogen pada tanaman merupakan salah satu kendala yang sering dihadapi dalam budidaya bawang merah seperti terserang penyakit akibat jamur, bakteri ataupun virus yang dapat menurunkan hasil produksi bawang merah. Beberapa penyakit yang sering menginfeksi tanaman bawang merah antara lain bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri*, bercak daun (*Cercospora* sp.), layu Fusarium (*Fusarium* sp.), busuk daun (antraknosa) disebabkan oleh *Collectricum gloeosporiodes*, moler disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, mati pucuk disebabkan oleh *Phytophthora porrif*, embun bulu disebabkan oleh *Peronospora destructor* dan virus mosaik bawang yang disebabkan oleh *Onion Yellow Dwarf Virus* (Sari & Inayah, 2020).

Fusarium sp. merupakan jamur patogen yang hidupnya di dalam tanah dan perakaran tanaman. Jamur *Fusarium* sp dapat menular melalui air dan menginfeksi melalui akar (Heriyanto, 2019). *Fusarium* sp dapat menghasilkan toksin (fusariotoksin) yang sangat berbahaya untuk konsumen karena menyebabkan keracunan dan mengeluarkan mikotoksin sebagai hasil dari proses biosintesis (Walida *et al.*, 2019). Tanaman bawang merah yang terserang penyakit layu *Fusarium* dapat menunjukkan gejala awal seperti daun bagian bawah akan menguning karena jaringan daun mati atau yang disebut dengan gejala nekrosis dan kemudian akan mengering. Gejala lebih lanjut daun bagian atas juga ikut layu dan menguning sehingga menyebabkan tanaman akan rebah dan mati (Ulya *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian Djamaluddin *et al.*, (2022), pengamatan terhadap layu *Fusarium* di lapangan menunjukkan gejala pada tanaman yang terinfeksi seperti daun bagian bawah menguning, akar dan umbi mengalami pembusukan dan kecoklatan dan apabila batang dibelah secara melintang dan membujur akan menampakkan diskolorisasi. Jamur *Fusarium* sp. dapat menginfeksi tanaman melalui akar ke seluruh tanaman kemudian akan berkembang

secara meluas dalam jaringan pembuluh xylem, pada tingkat infeksi lanjut miselium dapat meluas dari pembuluh xylem ke parenkim sehingga menyebabkan tanaman menjadi layu (Sholihah *et al.*, 2019). Menurut Sarah *et al.*, (2018), penyakit yang sering menyerang tanaman bawang merah dan penting untuk diperhatikan agar tidak menimbulkan banyak kerugian pada saat panen adalah penyakit layu *Fusarium sp.*

Kerugian yang disebabkan oleh serangan jamur *Fusarium sp.* pada tanaman bawang merah cukup besar karena jamur patogen ini menyerang tanaman dari masa perkecambahan hingga dewasa dan dapat menyebabkan tumbuhan mengalami layu secara patologis yang berakhir pada kematian. Penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur *Fusarium sp.* dapat mengakibatkan kerugian dan gagal panen mencapai 50 % dalam jangka waktu yang singkat dengan intensitas serangan mencapai 35 % (Walida *et al.*, 2019)

Jamur lain yang menyerang tanaman bawang merah yaitu jamur *Alternaria sp.* merupakan jamur yang menyebabkan penyakit bercak pada berbagai tanaman baik hortikultura maupun pangan dan penyebarannya luas di wilayah tropis. Serangan jamur patogen ini sangat dipengaruhi oleh cuaca (Hartatik *et al.*, 2020) dengan tingkat kehilangan hasil panen mencapai 30-40 % (Marantika & Trimulyono, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Sucianto & Abbas, (2019), tanaman yang terserang penyakit bercak daun *Alternaria sp.* ini dapat menunjukkan gejala seperti adanya gejala nekrotik, berupa bercak berwarna coklat yang berbentuk bulat tidak beraturan pada permukaan daun. Diameter bercak tersebut mencapai 5 mm berbentuk cincin konsentris, bercak daun dapat terinfeksi pada fase vegetatif dan generatif.

Jamur *Alternaria sp.* biasanya mampu menginfeksi hampir seluruh bagian tanaman meliputi bagian daun, batang, tangkai daun, dan umbi sehingga dapat menyebabkan kerugian secara kuantitatif dan kualitatif (Yulia *et al.*, 2022). Jamur patogen ini dapat menginfeksi tanaman melalui stomata atau luka yang terdapat pada tanaman dan dapat terbawa melalui benih (Taskirah *et al.*, 2022). Kondisi lingkungan dengan curah hujan tinggi akan mendukung perkembangan dan

penyebaran jamur ini. Salah satu faktor penyebab meluasnya penyebaran jamur *Alternaria* sp. adalah suhu lingkungan. Tingkat serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. akan berkembang dengan baik pada musim hujan dengan kelembaban udara mencapai 98 – 100 % dan suhu rata-rata 26 – 28°C (Elfina *et al.*, 2022). Menurut Triwidodo & Tanjung, (2020), bercak ungu (*Alternaria* sp.), bercak daun *Cercospora* (*Cercospora* sp.), dan antraknosa (*Colletotrichum* sp.) merupakan penyakit yang sering menginfeksi tanaman bawang merah yang menimbulkan kerugian mencapai 50 %.

Beberapa upaya dalam pengendalian penyakit pada tanaman umumnya masih menggunakan pestisida. Pestisida memainkan peran penting dalam pengelolaan penyakit tanaman, namun penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak rasional telah menjadi perhatian dan dapat merugikan bagi pertanian berkelanjutan karena menimbulkan dampak resistensi pestisida antibiotika. Akibatnya kualitas, keamanan produk pertanian berkurang, integritas ekologi dan lingkungan terancam (Hong-xing *et al.*, 2017). Dalam mengendalikan penyakit pada tanaman yang aman, ramah lingkungan dan tidak berbahaya yaitu dengan memanfaatkan biopestisida yang dapat menekan perkembangan patogen yaitu menggunakan agensia hayati berupa jamur bersifat antagonis terhadap tanaman (Akhsan *et al.*, 2021).

Salah satu jamur antagonis yang dapat digunakan sebagai agen hayati pengendali jamur patogen adalah jamur endofit. Jamur endofit merupakan jamur yang tumbuh atau mempunyai habitat hidupnya di dalam organ tanaman, dapat berkolonisasi di dalam jaringan tanaman tanpa merugikan tanaman inangnya (Kursia *et al.*, 2018). Jamur endofit mampu memproduksi senyawa metabolit yang sesuai dengan tanaman inangnya sehingga dapat dijadikan peluang untuk menghasilkan metabolit sekunder dari jamur endofit tersebut. Metabolit sekunder yang dihasilkan berupa alkaloid, benzopyranones, flavonoid, asam fenolik, terpenoid dan lain sebagainya, dimana senyawa ini dapat berperan sebagai pelindung tanaman inang dari infeksi patogen virulen dan memiliki aktivitas biologisnya (Ramadhani *et al.*, 2017). Menurut Sopiaena *et al.*, (2019) kelompok

jamur endofit yang berperan sebagai agensia hayati berupa *Trichoderma* sp., *Metarhizium* sp., *Verticillium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Muscudor albus*.

Jamur endofit terdapat pada berbagai jenis tanaman dengan karakteristik yang berbeda-beda, salah satunya pada tanaman bawang merah, selain kegunaannya sebagai bumbu dapur bawang merah juga memiliki kandungan senyawa polifenol, flavonol, flavonoid, dan tannin yang berperan sebagai antioksidan, antibakteri, dan antijamur. Bawang merah juga mengandung senyawa *Allisin*, *Alliin* dan *Pektin* yang mampu menghambat dan mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme baik jamur ataupun bakteri serta ekstrak etanol pada bawang merah memiliki aktivitas terhadap jamur patogen (Octaviani *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Akhsan *et al.*, (2021) jamur endofit yang terdapat dari tanaman bawang merah teridentifikasi 5 jenis meliputi *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp. yang mampu mengendalikan jamur *Alternaria porii* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah, dari kelima jamur endofit tersebut yang memiliki daya hambat tertinggi adalah *Trichoderma* sp. (64,55 %) dan *Rhizopus* sp (42,42 %).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas dan karena belum ditemukan penelitian terkait uji potensi jamur endofit pada daun bawang merah dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp., dan *Alternaria* sp. maka penulis tertarik meneliti tentang **“Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Sebagai Pengendali Patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.”**

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik jamur endofit yang terdapat pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) ?
2. Bagaimana karakteristik jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) ?

3. Bagaimana potensi jamur endofit pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. ?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik jamur endofit yang terdapat pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
2. Untuk mengetahui karakteristik jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
3. Untuk mengetahui potensi jamur endofit pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai karakteristik jamur endofit pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
2. Hasil penelitian dapat memberikan informasi bagaimana potensi jamur endofit pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.
3. Hasil penelitian dapat diterapkan dan dikembangkan pada masyarakat khususnya petani dalam mengelola jamur endofit sebagai agensia hayati pengendali penyakit pada tanaman.
4. Menambah wawasan, ilmu, pengalaman, dan keterampilan dalam mengisolasi jamur endofit serta identifikasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang tergolong ke dalam famili *Liliaceae* dan sangat populer dimasyarakat karena kerap dijadikan sebagai bumbu dapur (Nikirahayu *et al.*, 2021). Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah tanaman semusim yang dapat tumbuh di daerah tropis dengan suhu 23° C – 32° C dengan penyinaran matahari selama kurang lebih 12 jam. Bawang merah dapat tumbuh didataran rendah maupun dataran tinggi (0 – 9000 Mdpl), dengan curah hujan mencapai 300 – 2500 Mm/thn, dan tanah yang memiliki pH 5,57 seperti tanah grumusol, latosol, alluvial, dan regosol (Dahlianawati *et al.*, 2020).

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dapat tumbuh melalui 2 fase meliputi fase vegetatif dan generatif. Tanaman bawang merah yang berumur 11-35 HST ditandai dengan fase vegetatif sedangkan yang berumur 36-50 HST sudah memasuki fase generatif, pada fase ini tanaman bawang merah akan mengalami pembentukan umbi sedangkan pada umur 51-56 HST akan terjadinya pematangan umbi. Produksi bawang merah umumnya terdapat di daerah dataran rendah dengan umur panen berkisar 50 hari sedangkan dataran tinggi mencapai 90 hari (Fitriani *et al.*, 2018).

Sistem perakaran tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L) adalah dangkal, bercabang, dan terpenjar. Tanaman bawang merah memiliki akar serabut dengan sistem perakaran yang pendek dan cabang akar terpenjar dengan kedalaman 15 - 20 cm di dalam tanah. Jumlah perakarannya dapat mencapai 30 - 200 akar. Setiap tanaman berdiameter antara 5 - 2 mm. Akar bagian cabang dapat tumbuh dan terbentuk berkisar antara 3-5 akar (Hirsyad, 2019). Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L) memiliki batang sejati atau disebut “discus” yang berbentuk seperti cakram, tipis, pendek dan berada pada dasar umbi bawang merah berperan sebagai tempat melekatnya akar dan mata tunas. Pangkal daun akan termodifikasi dan

terbentuklah batang semu, di bawah batang semu ini terdapat beberapa pelepah daun tebal, berdaging dan lunak serta berfungsi untuk penyimpanan cadangan nutrisi sedangkan batang semu di dalam tanah akan berubah fungsi menjadi umbi lapis (Hikmahwati *et al.*, 2020).

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L) memiliki daun yang bentuknya bulat, kecil, dan panjang antara 50 – 70 cm. Berwarna hijau muda hingga hijau tua, daunnya berlubang seperti pipa, bagian ujung daunnya meruncing, bagian bawah melebar dan sedikit membengkak. Kelopak daun bagian luar melingkar menutupi kelopak daun bagian dalam dan kelopak daun bagian terluar memiliki helai antara 2-3 helai bentuknya tipis (Syawal *et al.*, 2019).

Bunga bawang merah termasuk bunga sempurna, mempunyai benang sari sebanyak 5-6 dan memiliki sebuah kepala putik. Kuntum bunga terdiri atas 6 daun bunga berwarna putih dan 6 benang sari berwarna hijau kekuning-kuningan. Bawang merah memiliki kuntum bunga yang banyak berkisar 50-500 kuntum bunga tetapi bunga yang berhasil melakukan persarian sedikit. Umbi bawang merah bentuknya bulat dengan ujung yang tumpul membungkus biji berjumlah 2-3 butir. Bijinya berbentuk pipih, biji muda berwarna bening atau putih dan jika sudah tua akan berubah menjadi warna hitam, sedangkan biji yang berwarna merah dapat dijadikan bahan perbanyakan tanaman secara generatif (Hirsyad, 2019).

Di Indonesia ada berbagai jenis varietas bawang merah yang sering dibudidayakan, dari semua jenis varietas tersebut pastinya memiliki perbedaan tersendiri. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari ukuran, bentuk, warna, aroma umbi, kekenyalan, umur tanam, ketahanan terhadap air hujan, dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Varietas bawang merah di Indonesia ada 32 dan telah dilepas oleh Menteri Pertanian dapat meliputi bawang merah medan, bima brebes, keling, maja cipanas, sumenep, ampenan, timor, kuning, banteng, lampung, impor, dan bawang merah lokal (Awami *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk meningkatkan produksi bawang merah adalah dengan memanfaatkan dan mengembangkan varietas-varietas jenis lokal, varietas nasional, dan introduksi. Dari banyaknya jenis varietas bawang merah di Indonesia tetapi varietas bawang merah yang sering

dibudidayakan di daerah Aceh adalah varietas Vietnam, Katumi, Mentas dan Brebes (Febryna *et al.*, 2020).



Gambar II.1 Tanaman Bawang Merah (Mailina & Kusnato, 2020)

Klasifikasi tanaman bawang merah menurut Tjitrosoepomo, (2010) yakni :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Ordo	: <i>Liliales</i>
Family	: <i>Liliaceae</i>
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium ascalonicum</i> L.

Ditinjau dari kandungan gizinya tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk ke dalam tanaman hortikultura serbaguna karena bawang merah mengandung energi sebanyak 72 kkal, air 79,80 g, karbohidrat 16,80 g, gula total 7,87 g, serat total 3,2 g, protein 2,5 g, lemak total 0,1 g. asam lemak jenuh 0,089 g, asam lemak tak jenuh tunggal 0,011 g, asam lemak tak jenuh majemuk 0,249 g serta mengandung vitamin C, B1, B2, B3, B6, B9, A, E, K serta kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, kalium, natrium, seng, dan selenium (Djamaluddin *et*

al., 2022). Di dalam bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder meliputi flavonoid, tannin, saponin, minyak atsiri, kaemferol, flavonglikosida, fluroglusin, dihidroaliin, sikloaliin, metialiin, kuersetin, polifenol, dan sulfur yang terdapat pada umbi bawang merah (Hasibuan *et al.*, 2020). Senyawa tersebut memiliki aktivitas yang berbeda-beda, flavonoid mampu mengobati penyakit katarak, jantung dan kanker karena memiliki aktivitas farmakologi (Arora *et al.*, 2017). Tanin yang berperan sebagai antibakteri, antioksidan dan antijamur yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme bersifat patogen (Octaviani *et al.*, 2019).

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memiliki banyak manfaat baik dibidang kesehatan maupun pertanian. Kandungan zat gizi yang terdapat pada umbi bawang merah dapat membantu proses peredaran darah dan sistem pencernaan dalam tubuh manusia, hal ini dapat memungkinkan semua organ-organ dan jaringan dalam tubuh dapat berproses dengan baik. Senyawa aktif yang terdapat pada umbi bawang merah juga memiliki peran sebagai penetralisir zat-zat toksik berbahaya dan mampu mengeluarkannya dari dalam tubuh. Dari berbagai manfaat tersebut ada manfaat yang cukup penting dari umbi bawang merah yaitu dapat berperan sebagai antioksidan alami yang mampu menekan zat-zat yang dapat menyebabkan kanker (Aryanta, 2019).

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena hampir seluruh bagian dari bawang merah dapat dimanfaatkan. Diindonesia prospek agribisnis bawang merah berjalan dengan baik, hal ini dapat ditunjukkan oleh tingginya permintaan bawang merah oleh masyarakat (Sopian, 2021). Menurut Manurung, (2019), konsumsi bawang merah terus meningkat dari tahun ke tahun rata-rata mencapai 2,76 kg/kapital/tahun. Lima tahun terakhir produksi bawang merah terus meningkat hingga 5,74 % per tahunnya, peningkatan produksi ini dikarenakan luas panen yang meningkat mencapai 3,70 % dan produksi naik hingga 2,00 % setiap tahunnya.

II.2 Jamur Endofit

Jamur merupakan organisme yang tidak memiliki klorofil, berspora, reproduksi secara seksual dan aseksual serta bersifat heterotrof karena memiliki kemampuan sangat baik dalam mendegradasi bahan organik. Jamur mendapatkan nutrisi dengan cara mendegradasi bahan organik di sekitarnya (saprofit) (Putra *et al.*, 2018). Berdasarkan ukurannya jamur dapat dibedakan menjadi dua meliputi makroskopik dan mikroskopik. Makroskopik merupakan jamur yang memiliki ukuran besar dan dapat dilihat secara langsung tanpa bantuan alat khusus sedangkan jamur mikroskopik adalah jamur yang ukurannya kecil dan hanya dapat dilihat jika menggunakan alat khusus yaitu mikroskop (Fitriani *et al.*, 2018).

Jamur memiliki beberapa bentuk hifa meliputi hifa aseptat, hifa septa uninukleat dan hifa multinukleat. Hifa aseptat merupakan hifa yang tidak memiliki sekat dan mengandung banyak inti. Hifa septa uninukleat merupakan hifa yang tersusun atas sel-sel berinti tunggal, hifa ini memiliki sekat dimana dapat membagi hifa menjadi beberapa ruang dan di setiap ruang tersebut memiliki satu inti sel. Hifa multinukleat adalah hifa tersusun atas sel-sel yang berinti banyak, hifa ini juga memiliki sekat yang mampu membagi hifa menjadi beberapa ruang dan setiap ruang ini akan memiliki lebih dari satu sel (Murwani, 2015).

Jamur endofit merupakan jamur yang berada dalam sistem jaringan tanaman seperti akar, batang, daun, serta bunga dan dapat berasosiasi di dalam jaringan tanaman. Asosiasi yang terjadi umumnya bersifat mutualisme yaitu saling menguntungkan dengan tanaman inangnya, dimana jamur endofit ini mendapatkan nutrisinya dari hasil metabolisme tanaman sedangkan jamur endofitnya menghasilkan senyawa aktif berupa metabolit sekunder yang menjaga inangnya dari serangan penyakit (Sulistiyono & Mahyuni, 2019). Jamur endofit banyak diaplikasikan dalam bidang pertanian sebagai biopestisida, dalam bidang industri sebagai sumber enzim dan katalis dan dalam bidang Teknik Lingkungan untuk fitoremediasi atau pengontrol polusi (Triastuti, 2020).

Keberadaan populasi jamur endofit pada setiap tanaman sangat bervariasi baik spesies yang sama maupun berbeda. Jamur endofit hidup berkoloni dibagian

organ tanaman terutama pada bagian daun, tetapi setiap tanaman hanya terdapat satu atau lebih mikroorganisme endofit yang berupa jamur atau bakteri. Adanya hubungan antara keberadaan jamur endofit dengan kemampuan inangnya dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa anti mikroba. Anti mikroba yang dihasilkan dari jamur endofit ini dapat dijadikan sebagai cara alternatif dalam mengatasi resistensi obat yang terus mengalami peningkatan dan upaya untuk membasmi penyakit-penyakit infeksi yang menjadi salah satu penyebab utama mortalitas (Murdiyah, 2017).

Jamur endofit dapat menghasilkan senyawa metabolit sesuai dengan tanaman inangnya. Metabolit sekunder yang dihasilkan dapat meliputi alkaloid, flavonoid, asam fenolik, benzopyranones, kuinon, terpenoid, steroid, xanthones, dan tetralones. Metabolit sekunder yang dihasilkan dari jamur endofit ini berupa produk alami yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kimia pertanian, antibiotik, antikanker, antioksidan, immunosupresan, antiparasitik, antidiabetes, dan anti jamur (Ramadhani *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil eksplorasi Ratnawati & Jaya, (2020), diketahui pada lahan pertanaman bawang merah lokal palu dengan intensitas penggunaan pestisida berbeda, ditemukan pula jumlah dan jenis jamur endofit yang berbeda-beda. Pada lahan dengan pengaplikasian pestisida rendah pada *Rhizosfer* mendapatkan jamur endofit *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Gliocladium*, *Paenicillium* sp., dan *Fusarium* sp., sedangkan pada lahan dengan pengaplikasian pestisida sedang terdapat jamur endofit *Trichoderma* sp.

Dalam melindungi tanaman terhadap serangan patogen jamur endofit memiliki beberapa mekanisme meliputi menghambat pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan enzim litik. Menghambat secara tidak langsung melalui rangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam jasmonat, asam salisilat, dan etilen yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen. Jaringan tanaman berkolonisasi sehingga patogen sulit menetrasi dan hiperparasit (Wahyuni & Noviani, 2019).

II.3 Jamur Patogen

Tumbuhan dikatakan sakit apabila terjadinya perubahan dalam proses fisiologis tubuhnya yang disebabkan oleh beberapa faktor meliputi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik seperti jamur, bakteri, virus, nematoda, mikoplasma, dan tumbuhan tingkat tinggi sedangkan faktor abiotik yaitu kondisi lingkungan seperti suhu, cuaca, pH, senyawa toksik, cahaya matahari, air dan tanah. Organisme yang menyebabkan penyakit pada tanaman adalah patogen, salah satunya yaitu jamur atau fungi. Jamur patogen merupakan mikroorganisme yang dapat menginfeksi tanaman dengan cara penyebaran spora oleh angin sehingga menyebabkan adanya gejala pada tanaman dan sangat merugikan bagi tanaman tersebut (Sutarman, 2017). Beberapa jamur patogen seperti patogen terbawa tanah dapat menyebabkan penyakit pada tanaman di bagian akar dan batang yang mengakibatkan terganggunya aktivitas penyerapan air dan nutrisi sehingga tanaman menimbulkan gejala seperti layu, daun menguning, kerdil dan menyebabkan kematian pada tanaman tersebut (Pinaria & Assa, 2017).

Terdapat dua macam jamur patogen meliputi jamur patogen lapangan dan jamur penyimpanan. Jamur patogen lapangan merupakan jamur yang menyerang tanaman sebelum masa panen dan sesudah masa panen sedangkan jamur penyimpanan merupakan jamur yang menyerang tanaman pada waktu penyimpanan, jamur ini akan mengkontaminasi tanaman ketika proses penyimpanan karena patogen ini dapat tumbuh pada kelembaban yang rendah sehingga menimbulkan kerusakan seperti adanya racun (aflatoksin) dan menurunnya kualitas tanaman serta menurunnya nilai gizi pada tanaman tersebut (Prabowo *et al.*, 2017).

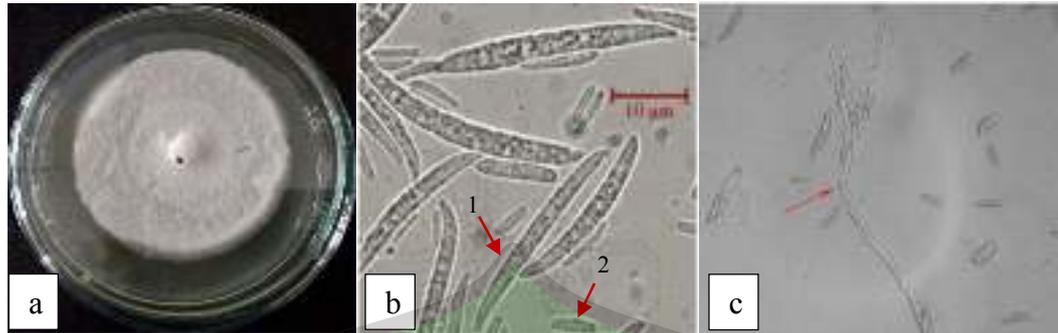
Jamur patogen yang sering menyerang tanaman bawang merah meliputi *Fusarium oxysporum*, *Alternaria porri*, *Phytophthora porri* dan *Collectricum* yang menyebabkan penyakit antraknosa pada tanaman bawang merah. Berbagai jenis penyakit yang terdapat pada tanaman bawang merah, salah satunya bercak ungu yang disebabkan oleh jamur *Alternaria porri* dan menimbulkan gejala seperti bercak berwarna kelabu keunguan pada daun, di dalam bercak tersebut terdapat

garis melingkar seperti cincin dan apabila bercak tersebut membesar akan membentuk cekungan. Penyakit bercak ungu ini dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi petani, persentase hilangnya hasil panen mencapai 3-57 % (Fahrudin *et al.*, 2018). Selain itu penyakit antraknosa juga sering menyerang tanaman bawang merah yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides*. Serangan jamur ini dapat menyebabkan kerugian hingga 100 % serta dapat mengurangi kandungan gula dan protein pada bawang merah (Hekmawati *et al.*, 2018).

II.3.1 *Fusarium* sp.

Fusarium sp. merupakan salah satu jamur patogen terbawa tanah yang paling mengganggu budidaya tanaman bawang merah. Patogen ini memiliki kisaran tanaman inang cukup luas sehingga tersebar ke seluruh zona iklim subtropis dan tropis (Asrul *et al.*, 2021). Jamur *Fusarium* sp. ini dapat berkembang pada suhu tanah 25-30°C dengan kelembaban tanah mencapai 80-100 % sedangkan kelembaban udara 70-90 % serta pH untuk pertumbuhan *Fusarium* sp adalah 5,5-6,5 (Wildan *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengamatan gejala penyakit yang paling sering didapatkan di lapangan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. menempati urutan kedua setelah penyakit bercak ungu karena jika ditinjau dari sisi kematian tanaman penyakit *Fusarium* sp. berada di tingkat paling tinggi. Penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* sp ini dapat menyebabkan kerugian mencapai 50 % di lapangan dan 30 % di tempat penyimpanannya (Asrul *et al.*, 2021).

Ciri-ciri morfologi sel *Fusarium* sp. yaitu mempunyai bentuk konidia yang lonjong seperti bulan sabit dengan hifa bersepta dan warna koloni bagian bawahnya putih sedangkan bagian atasnya krem atau putih kekuningan (Kumalasari *et al.*, 2021). *Fusarium* sp. memiliki dua jenis konidia meliputi makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia bentuknya seperti bulan sabit yang meruncing pada setiap ujungnya memiliki panjang antara 40-70 nm, lebar 15-20 nm dan memiliki 3-6 sekat sedangkan mikrokonidia bentuknya oval, memiliki panjang antara 20-25 nm dan lebarnya 15-20 nm serta memiliki misellium bersekat (Wakhidah *et al.*, 2021).



Gambar II.2 Jamur *Fusarium* sp. (a) Bentuk koloni (Flori, 2020), (b) 1. Makrokonidia, 2. Mikrokonidia (Sari *et al.*, 2017), (c) Hifa (Sholihah *et al.*, 2019).

Klasifikasi jamur *Fusarium* sp. menurut Link, (1809) yakni :

Kingdom : *Fungi*
 Filum : *Ascomycota*
 Kelas : *Sordariomycetes*
 Subkelas : *Hypocreomycetidae*
 Ordo : *Hypocreales*
 Family : *Nectriaceae*
 Genus : *Fusarium*
 Spesies : *Fusarium* sp. (www.ncbi.nlm.nih.gov, 2022)

Jamur *Fusarium* sp. dapat menginfeksi tanaman dengan penetrasi melalui hifa pada akar tanaman sampai menembus korteks dan barulah mulai membentuk misellium yang akan disebarkan ke jaringan tanaman lainnya, sehingga akan mengakibatkan kerusakan pada tanaman serta menyebabkan kematian sel. Gejala yang ditimbulkan akibat serangan jamur *Fusarium* sp ini adalah daun muda akan berubah warna menjadi pucat sedangkan daun tua akan menggulung dan menguning sehingga tanaman tersebut akan layu secara keseluruhan (Dewantari & Rahayu, 2021). Jamur *Fusarium* sp. memiliki sebaran inang yang luas dan termasuk satu dari enam patogen yang menyerang pembuluh tanaman dengan tingkat kerugian mencapai komoditi pertanian di seluruh dunia. Jamur ini tersebar luas di Afrika, Asia, Australia, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan hingga

menyebabkan kematian pada tanaman yang terserang jamur patogen tersebut (Sari *et al.*, 2017).

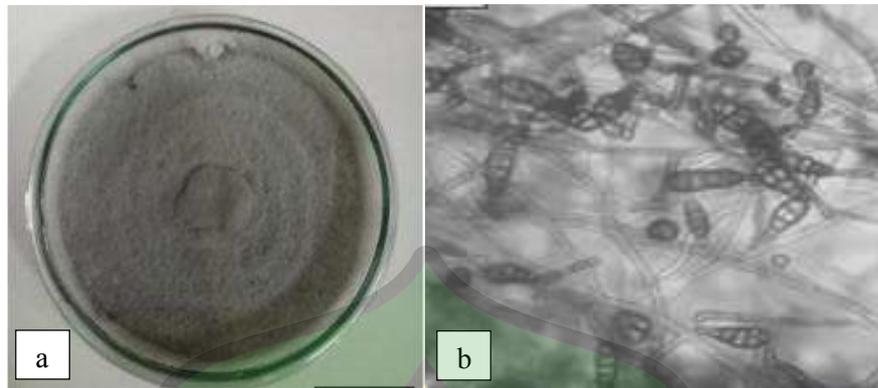


Gambar II.3 Tanaman Terinfeksi *Fusarium* sp. (Hikmahwati *et al.*, 2020)

II.3.2. *Alternaria* sp.

Jamur *Alternaria* sp. merupakan jamur patogen yang menyebabkan penyakit bercak pada tanaman, salah satunya bawang merah. Tanaman yang terserang patogen *Alternaria* sp. ini dilaporkan dapat menghilangkan hasil panen mencapai 79 % (Gulzar *et al.*, 2018). Jamur ini dapat menyerang seluruh bagian pertumbuhan tanaman, jika menyerang bibit akan menyebabkan gejala seperti busuk pangkal batang dan kematian bibit mencapai 40 % (Suganda *et al.*, 2020), pada tanaman dewasa jamur ini akan menyerang daun bagian terbawah sehingga daun tersebut mengering dan defoliiasi. Apabila menyerang bagian buah menyebabkan gejala seperti bercak coklat melingkar (Gulzar *et al.*, 2018).

Jamur *Alternaria* sp. dapat menginfeksi tanaman secara langsung atau melalui luka kemudian masuk kedalam jaringan tanaman, patogen akan terus berkembang didalam jaringan tanaman tersebut sehingga menyebabkan gejala berupa bercak kering. Kondisi lingkungan yang sesuai untuk *Alternaria* sp. dalam proses infeksi tanaman adalah berkisar pada suhu 24-29°C, pada suhu tersebut konidia dapat berkecambah sekitar 40 menit dan dapat mempercepat proses infeksi pada tanaman jika kondisi lingkungan lembab. Jamur *Alternaria* sp. juga dapat menginfeksi daun atau batang melalui kutikula, pembentukan konidium terjadi pada bercak yang bergaris tengah. Embun atau hujan memiliki pengaruh yang sangat penting dalam proses pembentukan konidium (Hasanah *et al.*, 2019).

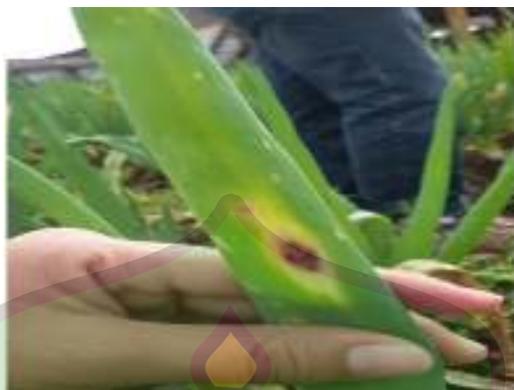


Gambar II.4 Jamur *Alternaria* sp. (a) Bentuk koloni (Hartatik *et al.*, 2020), (b) Konidia dan hifa (Matrood *et al.*, 2021).

Klasifikasi jamur *Alternaria* sp. menurut Link, (1809) yakni :

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Filum	: <i>Ascomycota</i>
Kelas	: <i>Dothideomyceta</i>
Ordo	: <i>Pleosporales</i>
Family	: <i>Pleosporaceae</i>
Genus	: <i>Alternaria</i>
Spesies	: <i>Alternaria</i> sp. (www.ncbi.nlm.nih.gov , 2023)

Ciri-ciri morfologi jamur *Alternaria* sp. yaitu memiliki jenis hifa bersepta dengan pigmentasi berwarna hialin, hifa memanjang dan bercabang, konidiofor berwarna kecoklatan, konidia bersepta berwarna kecoklatan, berbentuk bulat telur (*Obclavate*) dan panjangnya 7-10 nm dengan lebar 4-6 nm. Dalam membentuk klamidospora, spesies ini memiliki pertumbuhan yang lambat dan belum sempurna. Pembentukan spora terjadi pada suhu optimum antara 16-24°C (Hartatik *et al.*, 2020). Tanaman yang terinfeksi jamur *Alternaria* sp. awalnya terjadi pada daun tua bagian bawah, ditunjukkan dengan gejala berupa bercak kecil berwarna coklat tua hingga kehitaman berbentuk kepala jarum yang berukuran 0,1 – 4 mm. Pada tingkat serangan yang lebih tinggi, bercak tersebut akan membesar dan kemudian mengering tetapi bercak yang membesar tidak beraturan dikarenakan adanya urat-urat daun, semakin lama daun akan mulai menguning, kering dan mudah gugur sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat (Hasanah *et al.*, 2019).



Gambar II.5 Tanaman terinfeksi *Alternaria* sp. (Susandi, 2018).

II.4 Uji Potensi Antagonisme

Antagonisme merupakan salah satu mekanisme suatu mikroorganisme dalam menghambat pertumbuhan organisme lainnya, terjadinya penghambatan ini disebabkan oleh adanya produksi senyawa antibiotik yang dapat menghambat organisme lainnya. Uji antagonisme ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan antagonisme suatu organisme dalam menghambat atau menekan pertumbuhan organisme bersifat patogen yang dapat menimbulkan penyakit pada tanaman (M. B. I. Putra & Purwantisari, 2018). Beberapa mikroba diketahui dapat berperan sebagai antagonistik terhadap patogen seperti *Rhizopus* sp, *Aspergillus* sp, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., dan *Penicillium* sp. (S. Wahyuni & Noviani, 2019).

Uji antagonis dapat dilakukan dengan menggunakan metode dua kultur (*Dual Kultur Method*) pada satu cawan petri yang berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) secara *in vitro* (Karim *et al.*, 2020). Berdasarkan komposisinya media PDA termasuk media semisintetik karena terdiri atas bahan-bahan alami yaitu kentang, *dextrose*, dan agar. Kentang mengandung vitamin, karbohidrat dan nutrient lain. *Dextrose* sebagai karbohidrat sederhana yang berfungsi sebagai sumber energi serta agar berperan sebagai pematat. Dari ketiga komponen ini sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme sebagai sumber nutrisi paling utama (Jamilatun *et al.*, 2020).

Karim *et al.*, (2020), telah melakukan pengujian antagonisme secara *in vitro* dengan metode *dual kultur method* menggunakan *Trichoderma* sp. dan patogen *Fusarium oxysporum* pada media PDA. Pengujian antagonis juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*) pada media TSA (*Trypticasein Soy Agar*) (Flori *et al.*, 2020), karena media TSA ini mengandung agar, tryptone, soytone, dan sodium chloride yang mampu menunjang pertumbuhan mikroba. Media yang digunakan dan potensi antagonisme yang dimiliki oleh setiap mikroba berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik morfologi dan fisiologi yang dimiliki oleh masing-masing spesies mikroba sehingga kekuatan aktivitas penghambatan dari mikroba antagonismenya pun akan menghasilkan penghambatan dan aktivitas komponen metabolit yang berbeda (Arimba *et al.*, 2019).

Interaksi antagonis antara isolat patogen dan isolat agen pengendali ditandai dengan terbentuknya zona hambat (Flori *et al.*, 2020). Efisiensi daya antagonis mikroba terhadap mikroba patogen dapat disebabkan oleh beberapa faktor meliputi kecepatan tumbuh, kadar, adanya senyawa kimia serta enzim yang dihasilkan oleh masing-masing spesies mikroba. Pertumbuhan mikroba dengan kecepatan yang sangat tinggi dapat menentukan aktivitas dari mikroba antagonis terhadap mikroba patogen (Ningsih *et al.*, 2016).

Mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonis adalah antibiosis, kompetisi, dan parasitisme. Apabila dengan terbentuknya zona bening sebagai zona hambat pertumbuhan jamur patogen maka dikatakan antibiosis. Apabila pertumbuhan miselium endofit menutupi seluruh permukaan medium dan termasuk dengan koloni jamur patogen dikatakan hiperparasit sedangkan mekanisme kompetisi dapat ditandai dengan pertumbuhan jamur patogen menjauhi jamur endofit dimana jamur endofit menekan pertumbuhan patogen (Izzatinnisa *et al.*, 2020).

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, pada bulan November - Februari 2022/2023.

III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut rincian kegiatan yang akan dilakukan selama penelitian :

Tabel III.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	November				Desember				Januari				Februari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyiapan alat dan bahan	■															
2	Isolasi patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.		■				■				■						
3	Karakterisasi dan Pemurnian patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.			■				■			■						
4	Isolasi jamur endofit dari daun bawang merah				■												
5	Karakterisasi dan Pemurnian jamur endofit dari daun bawang merah					■											
6	Uji Potensi Antagonisme jamur endofit terhadap <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.								■			■	■				
7	Analisis data													■	■		
8	Penyelesaian penulisan skripsi														■	■	■

III.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah daun bawang merah yang diambil dari beberapa kebun petani Desa Limpok Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar, isolat *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Isolat

jamur endofit akan diperoleh dari daun bawang merah serta diuji potensi antagonismenya sebagai agen pengendali patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

III.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gunting, autoklaf, oven, bunsen, korek api, pinset, jarum ose, *beaker glass*, cawan petri, Laminar Air Flow (LAF), bor gabus, jangka sorong, mikroskop, kamera, serta alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*), spiritus, *tissue*, kaca benda, kaca penutup, kertas label, alkohol 70 %, Bayclin, aquades steril, *lactophenol blue*, kertas *wrap*, sarung tangan, masker, sampel daun bawang merah dan sampel daun yang sakit atau menunjukkan gejala.

III.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen kuantitatif. Metode ini dilakukan karena untuk mengetahui karakteristik jamur endofit yang di isolasi dari daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) serta untuk melihat potensi antagonisme jamur endofit dari daun bawang merah dalam menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

III.6 Prosedur Kerja

III.6.1 Isolasi Patogen *Fusarium* sp.

Inokulum *Fusarium* sp. didapatkan dengan cara diisolasi langsung dari tanaman yang bagian daunnya terserang penyakit dan menunjukkan gejala layu fusarium. Proses isolasi jamur dilakukan dengan cara bagian daun yang terinfeksi terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Selanjutnya diletakkan pada *tissue* steril sampai kering. Isolat selanjutnya diletakkan dalam cawan petri yang berisi media PDA, masing-masing cawan berisi 2 isolat, kemudian isolat *Fusarium* sp. diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C (Izzatinnisa *et al.*, 2020).

Jamur patogen yang telah tumbuh pada media PDA tersebut dimurnikan lagi dengan cara diinokulasikan dengan menggunakan jarum ose ke dalam media PDA

baru, sehingga diperoleh biakan murni jamur patogennya (Ruswandari *et al.*, 2020). Jamur yang telah dimurnikan kemudian diidentifikasi berdasarkan bentuk makroskopik dan mikroskopik yang merujuk pada panduan identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, oleh Barnet dan Hunter (1998), pengamatan secara makroskopik meliputi warna koloni, bentuk koloni dan tekstur permukaan koloni sedangkan pengamatan secara mikroskopik meliputi bentuk konidia (makrokonidia dan mikrokonidia).

Tabel III.2 Morfologi Koloni dan Sel Fungi Patogen *Fusarium* sp.

Patogen	Ciri Makroskopis	Ciri Mikroskopis
<i>Fusarium</i> sp.	Koloni berwarna putih, jika semakin tua umur pertumbuhannya akan berwarna ungu muda, teksturnya tebal dan halus seperti kapas sedangkan pertumbuhannya simetris.	Hifa hialin dan bersekat. Memiliki 2 jenis konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia berwarna hialin. Makrokonidia berbentuk melengkung seperti bulan sabit, pada setiap ujungnya meruncing dan memiliki sekat 3-6 sekat. Mikrokonidia bersepta dan berbentuk silindris ataupun ovoid. Konidiofor bercabang dan tidak bercabang (Wakhidah <i>et al.</i> , 2021).

III.6.2 Isolasi Patogen *Alternaria* sp.

Jamur patogen *Alternaria* sp. didapatkan dengan cara diisolasi langsung dari tanaman yang bagian daunnya terserang penyakit dan menunjukkan gejala berupa bercak coklat. Proses isolasinya dilakukan diawali dengan bagian daun yang terinfeksi terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir kemudian dipotong dengan

ukuran 1 cm x 1 cm. Selanjutnya dikering-anginkan dan potongan daun tersebut diletakkan dalam cawan petri yang berisi media PDA, masing-masing cawan berisi 2 isolat, kemudian isolat *Alternaria* sp. diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C (Istifadah *et al.*, 2020).

Jamur patogen yang telah tumbuh pada media PDA tersebut dimurnikan lagi dengan cara diinokulasikan dengan menggunakan jarum ose ke dalam media PDA baru, sehingga diperoleh biakan murni jamur patogennya (Ruswandari *et al.*, 2020). Jamur yang telah dimurnikan kemudian diidentifikasi berdasarkan bentuk makroskopik dan mikroskopik yang merujuk pada panduan identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, oleh Barnet dan Hunter (1998), pengamatan secara makroskopik meliputi warna koloni, bentuk koloni, dan tekstur permukaan koloni sedangkan pengamatan secara mikroskopik meliputi bentuk hifa, konidia (makrokonidia dan mikrokonidia).

Tabel III.3 Morfologi Koloni dan Sel Fungi Patogen *Alternaria* sp.

Patogen	Ciri Makroskopis	Ciri Mikroskopis
<i>Alternaria</i> sp.	Secara makroskopis memiliki koloni yang berwarna abu-abu kehitaman. Balik koloni berwarna hitam dan bentuk koloninya seperti kapas (Rahayu <i>et al.</i> , 2019).	Secara mikroskopis memiliki konidia yang pendek, tunggal, bersepta didalamnya dan juga memiliki hifa bersepta. Konidianya mempunyai cabang 1-3 dan septanya berjumlah 2, misellium berwarna coklat. Konidiofor tegak, bersekat dengan ukuran 50-90 nm (Hasanah <i>et al.</i> , 2019).

III.6.3 Pengambilan Sampel Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Sampel daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang dijadikan sebagai sampel jamur endofit dan daun bawang merah yang terinfeksi patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. akan diambil di beberapa kebun petani Desa Limpok Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. Daun bawang merah yang diambil memiliki ciri-ciri berupa daun yang sehat dan tidak terserang penyakit apapun dan daun bawang merah yang terinfeksi *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. Daun yang diambil yaitu daun yang masih muda atau berumur 30 HST (Setelah tanam).

Menurut Herda, (2021) tanaman bawang merah yang masih muda tergolong mudah terserang penyakit, ini diakibatkan oleh faktor abiotik seperti curah hujan tinggi dan kondisi lingkungan yang lembab. Apabila kondisi tersebut tidak cocok untuk pertumbuhan tanaman tersebut maka akan mudah terserang. Menurut Malona *et al.*, (2016), pengambilan sampel juga dapat dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu dengan tujuan untuk memperoleh sampel yang memiliki karakteristik yang diperlukan.

III.6.4 Isolasi Jamur Endofit

Sampel daun bawang merah yang sehat dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm² sebanyak 10 potong menggunakan gunting steril, kemudian permukaan daun yang sehat tersebut dicuci dengan aquades steril setelah dicuci daun diletakkan pada tissue steril untuk proses pengeringan. Potongan daun bawang merah direndam dalam bayclin selama 1 menit kemudian dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 1 menit dan setelah itu dibilas dengan aquades steril sebanyak 2 kali ulangan masing-masing ulangan selama 1 menit. Selanjutnya sampel daun tersebut diletakkan pada media PDA, masing-masing cawan petri berisi 2 potongan daun, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25–30°C (Aji *et al.*, 2022).

Proses pemurnian dilakukan berdasarkan perbedaan dari masing-masing koloni yang didapatkan, seperti warna koloni, tekstur koloni, dan bentuk koloni. Setiap koloni yang berbeda diinokulasi kembali menggunakan jarum ose pada

media PDA baru, apabila masih terdapat perbedaan maka dilakukan permurnian lagi hingga mendapatkan biakan murninya. Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan kemudian dilakukan pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik yang merujuk pada panduan identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnet dan Hunter, 1998).

Pengamatan makroskopik dilakukan untuk melihat warna koloni, bentuk koloni, dan tekstur permukaan koloni. Sebelum melakukan pengamatan mikroskopik terlebih dahulu mengambil koloni jamur kemudian diletakkan pada kaca benda yang ditetesi larutan *lactophenol blue*. Pengamatan mikroskopik untuk melihat bentuk hifa (bersekat atau tidak bersekat), warna hifa (gelap atau hialin), warna konidia (gelap atau hialin) dan bentuk konidia (bulat, berantai, lonjong, dan tidak beraturan) (Aji *et al.*, 2022).

Tabel III.4 Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit

Morfologi Makroskopis	Morfologi Mikroskopis
Pada bagian permukaan koloni berwarna hijau sedangkan bagian bawah koloni berwarna kuning kemerahan.	Memiliki septa, konidiofor bercabang dan konidia oval (Ratnawati & Jaya, 2021).
Pada awal pertumbuhan bagian atas berwarna putih kemudian lama kelamaan akan berubah menjadi hitam sedangkan bagian bawah berwarna krem.	Konidia berbentuk bukat oval, warna konidia hialin, permukaan konidiofor halus, phialid berbentuk tegak dan hifa bersepta (Ratnawati & Jaya, 2021).
Permukaan koloni berbentuk bulat, memiliki tekstur yang kasar seperti berserat. Koloni berwarna putih dan bagian tengahnya berwarna hijau kemudian lama kelamaan akan berubah menjadi warna hijau tua berbentuk lingkaran.	Hifa berwarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna kehijauan berbentuk bulat, konidium terbentuk secara bergerombol berwarna hijau muda pada permukaan sel konidiofornya (Wayan, 2019).

III.6.5 Uji Potensi Antagonis Jamur Endofit Terhadap Patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

Pengujian daya hambat jamur endofit dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan yang merujuk pada penelitian (Butarbutar *et al.*, 2018) yaitu dengan menggunakan uji *Dual Kultur* dalam media PDA. Menurut Halwiyah *et al.*, (2019), metode pengujian ini dilakukan dengan cara membuat lempengan pada jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. yang berdiameter 4,5 mm dengan bantuan bor gabus (*cork borer*) kemudian masing-masing isolat tersebut diletakkan di media PDA yang berjarak 3 cm dari tepi cawan. Isolat jamur endofit diinokulasikan dengan membuat lempengan juga pada jamur yang berdiameter 4,5 mm menggunakan bor gabus (*cork borer*) kemudian isolat jamur endofit diletakkan di sebelah isolat jamur patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dengan jarak 3 cm dari tepi cawan (Gambar III.1), selanjutnya diinkubasi pada inkubator dengan suhu 25 – 30°C selama 7x24 jam.



Gambar III.1 Skema Uji Antagonis Jamur Endofit. (A) Jamur Endofit, (P) Jamur Patogen (Halwiyah *et al.*, 2019).

Pengujian kontrol yang dilakukan ada 2 yaitu tanpa adanya perlakuan dan menggunakan fungisida. Setiap kontrol dilakukan sebanyak 2 kali ulangan, untuk kontrol tanpa perlakuan hanya menumbuhkan jamur patogen saja kemudian diukur diameter pertumbuhan jamur patogennya selama 7 hari (Agustina *et al.*, 2019). Selanjutnya untuk pengukuran jari-jari koloninya baik *Fusarium* sp. maupun *Alternaria* sp. pada cawan petri dilakukan dengan menggunakan jangka sorong

setelah biakan diinkubasi dengan suhu 25-30°C selama 7x24 jam. Persentase daya hambat jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Halwiyah *et al.*, 2019).

$$\text{Daya Antagonisme} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

r1 = Jari-jari koloni jamur patogen (*Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.) yang menjauhi koloni jamur endofit.

r2 = Jari-jari koloni jamur patogen (*Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.) yang mendekati koloni jamur endofit.

Kategori persentase penghambatan merujuk pada Sarah *et al.*, (2018), meliputi apabila persentase daya hambat lebih dari 60 % maka dapat dikategorikan tinggi yang berarti jamur endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen secara maksimal, dan apabila kurang dari 30 % maka jamur endofit hanya memiliki kemampuan penghambatan secara minimal terhadap pertumbuhan jamur patogen.

III.7 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menyajikan data karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur endofit pada daun bawang merah serta memperhatikan pengukuran zona hambat jamur endofit terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

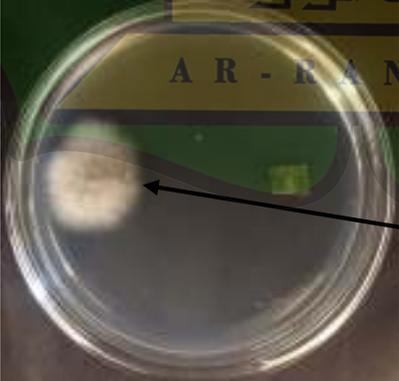
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Pengamatan

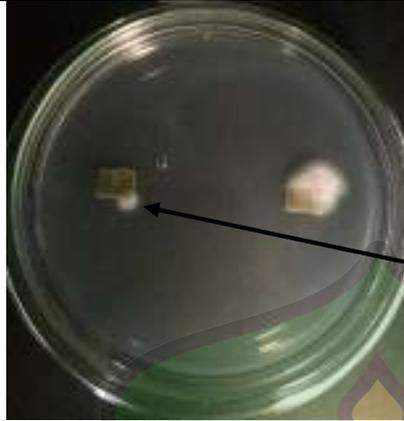
IV.1.1 Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan selama inkubasi 7 hari, terdapat 4 jenis jamur endofit pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yaitu dengan kode isolat EA 1, EA 2, EA 3 dan EA 4. Berikut gambar hasil isolasi jamur endofit yang disajikan pada (Tabel IV.1) dan karakteristik jamur endofit pada daun bawang merah (Tabel IV.3).

Tabel IV.1 Gambar Isolasi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah

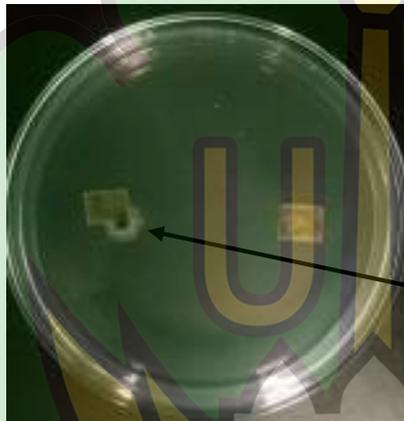
No	Gambar	Keterangan
1.		a. Isolat EA 1
2.		a. Isolat EA 2

3.



a. Isolat EA 3

4.



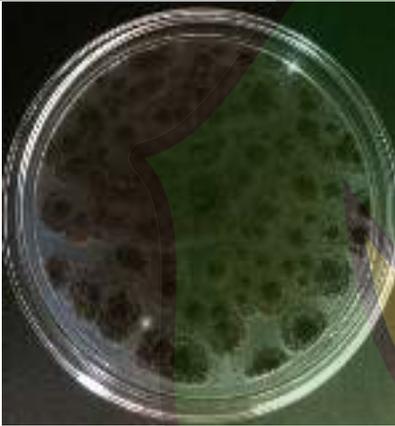
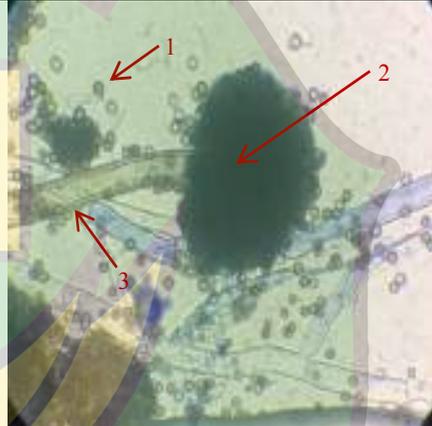
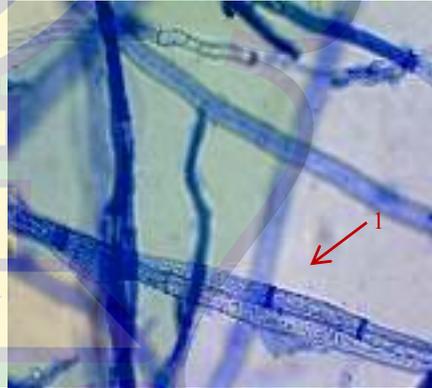
a. Isolat EA 4

Keterangan :
EA : Endofit *Allium ascalonicum* L.

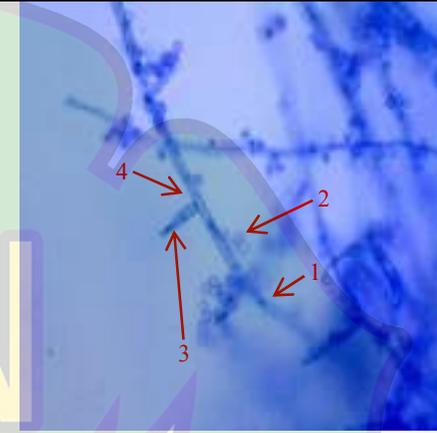
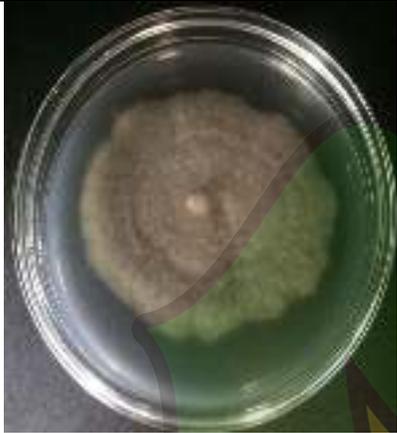
Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis terdapat 4 jamur endofit pada daun dapat dilihat pada tabel makroskopis dan mikroskopis jamur endofit pada daun bawang merah. (Tabel IV.2) dan tabel karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis jamur endofit pada daun bawang merah (Tabel IV.3)

AR - RANIRY

Tabel IV.2 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah

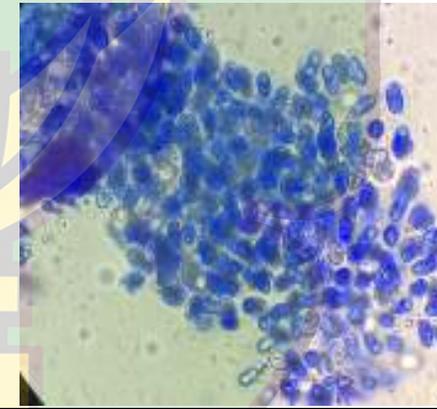
No	Kode Isolat	Morfologi Koloni		Mikroskopis	Keterangan
		Tampak Atas	Tampak Bawah		
1.	EA 1				<ol style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Vesikel 3. Konidospora
2.	EA 2				<ol style="list-style-type: none"> 1. Hifa

3. EA 3



1. Hifa
2. Konidia
3. Konidiofor
4. Cabang konidiofor

4. EA 4



1. Konidia

AR - RANIRY

Tabel IV.3 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah

No	Isolat	Deskripsi Morfologi	Bentuk Hifa	Warna Hifa	Warna Konidia	Bentuk Konidia
1.	EA 1	Tampak atas koloni berwarna hitam, tepian berwarna putih, tekstur seperti butiran dan bentuk koloninya tidak beraturan. Tampak bawah koloni berwarna putih kekuningan (krem).	Bersepta	Hialin	Gelap	Bulat
2.	EA 2	Tampak atas koloni berwarna hijau keabuan pinggiran putih, tesktur kapas dan bentuk koloninya bersemak. Tampak bawah koloni berwarna hijau gelap pinggiran putih.	Bersepta	Hialin	-	-
3.	EA 3	Tampak atas koloni berwarna hijau keabu-abuan, tekstur seperti beludru dan bentuk koloninya berombak. Tampak bawah koloni berwarna hijau tua / hitam.	Bersepta	Hialin	Hialin/Coklat	Bulat
4.	EA 4	Tampak atas koloni berwarna hitam, tekstur kasar dan bentuk koloninya tidak beraturan. Tampak bawah koloni berwarna hitam pinggiran putih.	Bersepta	Hialin	Gelap	Oval

IV.1.2 Karakteristik Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

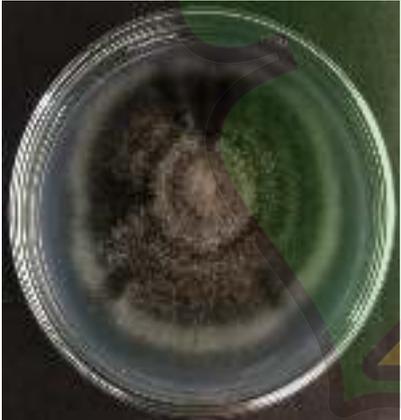
Berikut gambar hasil isolasi jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. yang terdapat pada daun bawang merah, disajikan pada tabel (Tabel IV.4) serta karakteristiknya pada tabel (Tabel IV.6).

Tabel IV.4 Gambar Isolasi Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

No	Gambar	Keterangan
1.		b. Isolat F
2.		b. Isolat A

Keterangan :
F : *Fusarium* sp.
A : *Alternaria* sp.

Tabel IV.5 Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

No	Kode Isolat	Morfologi Koloni		Mikroskopis	Keterangan
		Tampak Atas	Tampak Bawah		
1.	F				<ol style="list-style-type: none"> 1. Makrokonidia 2. Mikrokonidia
2.	A				<ol style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Hifa 3. Konidiofor

Tabel IV.6 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

No	Kode Isolat	Ciri Makroskopis	Ciri Mikroskopis
1.	F	Tampak atas koloni berwarna putih, teksturnya halus seperti kapas dan bentuk koloninya tidak beraturan. Tampak bawah koloni berwarna krem kekuningan.	Memiliki 2 konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia berbentuk bulan sabit dengan ujung yang runcing dan memiliki septa 1-5, sedangkan mikrokonidia berbentuk oval atau elips dan apabila memiliki septa berjumlah 1-2.
2.	A	Tampak atas koloni berwarna abu-abu kehitaman, teksturnya seperti kapas dan bentuk koloninya bersemak. Tampak bawah koloni berwarna hitam, dengan pinggiran yang berwarna putih.	Memiliki konidia yang pendek berbentuk oval berwarna coklat. Konidianya juga mempunyai cabang dan septa 1-2. Hifa berseptata, konidiofor tegak dan bersekat.

IV.1.3 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen.

IV.1.3.1 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp.

Berdasarkan hasil uji antagonis pada 4 spesies jamur endofit dari daun bawang merah terhadap *Fusarium* sp. dapat menunjukkan hasil yang berbeda-beda (Tabel IV.7).

Tabel IV.7 Persentase Daya Hambat Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Terhadap *Fusarium* sp.

No	Isolat	Persentase Daya Hambat		Kategori
		Rata-rata (%)		
1.	EA 1	62,72 %		Kuat
2.	EA 2	52,11 %		Sedang
3.	EA 3	16,02 %		Lemah
4.	EA 4	16,84 %		Lemah

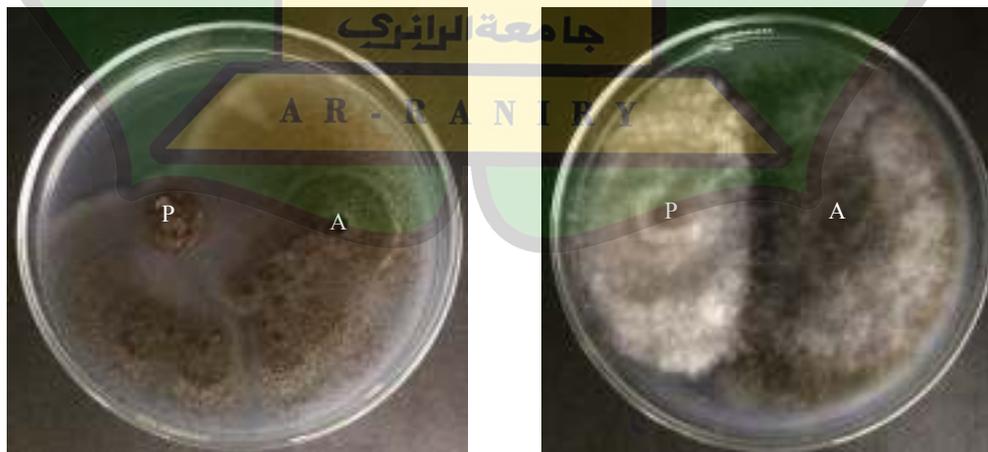
Keterangan :

EA : Endofit *Allium ascalonicum* L.

% : Persentase daya hambat

Tabel IV.8 Gambar Hasil Uji Antagonis 4 Isolat Jamur Terhadap *Fusarium* sp.

Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap *Fusarium* sp.



a. Uji Antagonis (A) Isolat EA Terhadap (P) *Fusarium* sp.

b. Uji Antagonis (A) Isolat EA 2 Terhadap (P) *Fusarium* sp.



c. Uji Antagonis (A) Isolat EA Terhadap (P) *Fusarium* sp.



d. Uji Antagonis (A) Isolat EA 4 Terhadap (P) *Fusarium* sp.

IV.1.3.2 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Alternaria* sp.

Berdasarkan hasil uji antagonis pada 4 spesies jamur endofit dari daun bawang merah terhadap *Alternaria* sp. dapat menunjukkan hasil yang berbeda-beda (Tabel IV.9).

Tabel IV.9 Persentase Daya Hambat Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Terhadap *Alternaria* sp.

No	Isolat	Persentase Daya Hambat	Kategori
		Rata-rata (%)	
1.	EA 1	67,38 %	Kuat
2.	EA 2	53,28 %	Sedang
3.	EA 3	16,95 %	Lemah
4.	EA 4	26,29 %	Lemah

Keterangan :

EAa : Endofit *Allium ascalonicum* L.

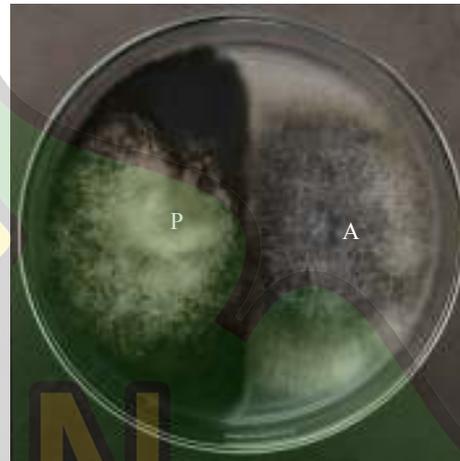
% : Persentase daya hambat

Tabel IV.10 Gambar Hasil Uji Antagonis 4 Isolat Jamur Endofit Terhadap *Alternaria* sp.

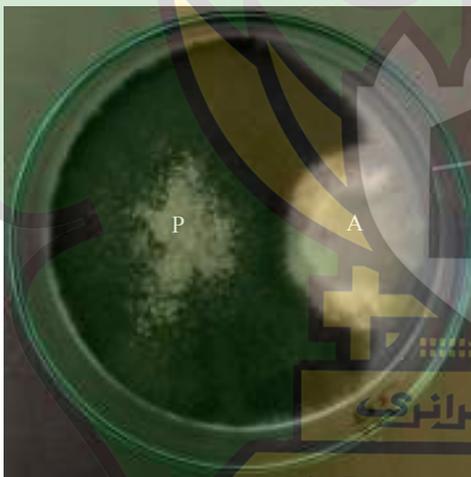
Hasil Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap *Alternaria* sp.



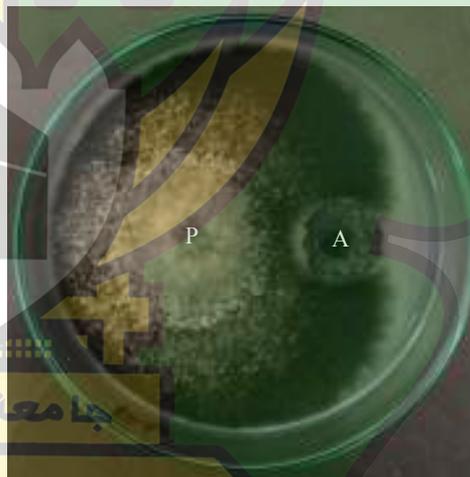
a. Uji Antagonis (A) Isolat EA 1 Terhadap (P) *Alternaria* sp.



b. Uji Antagonis (A) Isolat EA 2 Terhadap (P) *Alternaria* sp.



c. Uji Antagonis (A) Isolat EA 3 Terhadap (P) *Alternaria* sp.



d. Uji Antagonis (A) Isolat EA 4 Terhadap (P) *Alternaria* sp.

Berikut tabel diameter pertumbuhan kontrol *Fusarium sp.* dan *Alternaria sp.* tanpa perlakuan :

Tabel IV.11 Diameter Pertumbuhan Kontrol *Fusarium sp.* dan *Alternaria sp.*

No	Hari Pengamatan	<i>Fusarium sp.</i>		Rata-rata (mm)	<i>Alternaria sp.</i>		Rata-rata (mm)
		U1 (mm)	U2 (mm)		U1 (mm)	U2 (mm)	
1.	H1	6,60	9,11	7,85	18,15	18,80	18,47
2.	H2	17,92	16,62	17,27	21,80	20,85	21,32
3.	H3	25,81	24,83	25,32	31,75	30,25	31
4.	H4	33,01	34,73	33,87	46,55	47,80	47,17
5.	H5	42,81	39,25	41,03	57,10	51,55	54,32
6.	H6	48,59	45,82	47,20	68,80	65,90	67,35
7.	H7	57,05	53,46	55,25	79,75	77,85	78,8
Rata-rata =		32,54			45,49		

Keterangan :

H : Hari pengamatan

U : Ulangan

Mm : Milimeter

Berikut tabel diameter pertumbuhan kontrol *Fusarium sp.* dan *Alternaria sp.* menggunakan fungisida :

Tabel IV.12 Diameter Pertumbuhan Kontrol *Fusarium sp.* dan *Alternaria sp.* Menggunakan Fungisida.

No	Hari Pengamatan	<i>Fusarium sp.</i>		Rata-rata (mm)	<i>Alternaria sp.</i>		Rata-rata (mm)
		U1 (mm)	U2 (mm)		U1 (mm)	U2 (mm)	
1.	H1	5,67	5,62	5,64	15,97	19,95	17,94
2.	H2	9,29	7,95	8,62	30,65	32,22	31,43
3.	H3	11,10	10,5	10,8	38,72	35,5	37,11
4.	H4	18,22	17,07	17,64	45,45	45,39	45,42
5.	H5	26,77	25,08	25,92	48,90	50,47	49,68
6.	H6	30,79	28,12	29,45	55,12	57,32	56,22
7.	H7	35,19	33,67	34,43	61,41	60,88	61,14
Rata-rata =		18,92			42,70		

Diameter pertumbuhan kontrol tanpa perlakuan antara *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. menunjukkan bahwa kedua jamur patogen tersebut tumbuh tanpa hambatan apapun sedangkan kontrol yang diberi fungisida pertumbuhan *Fusarium* sp. dan *Alternarias* sp. sedikit terhambat. *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. yang diberi perlakuan dengan isolat jamur endofit menunjukkan adanya daya hambat.

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Karakteristik Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

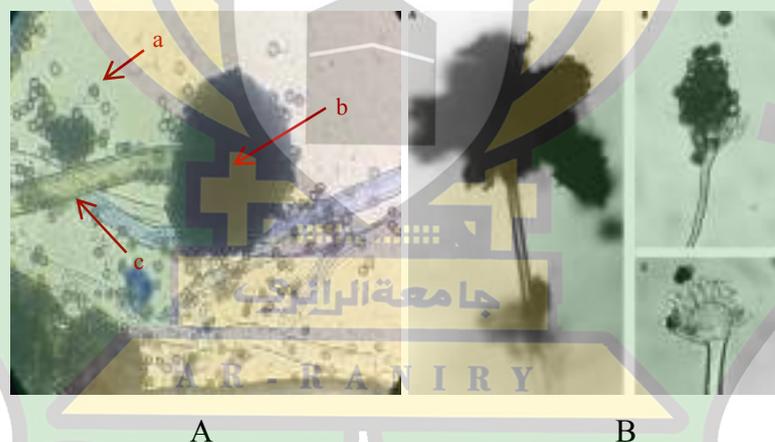
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat 4 spesies jamur endofit pada daun bawang merah yaitu *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Phyllosticta* sp., dan jamur endofit dengan kode isolat EA 2. Pada dasarnya jamur endofit yang didapat ada 5 spesies namun satu diantaranya tidak dapat tumbuh dikarenakan sporanya mati yang diakibatkan oleh suhu inkubator naik mencapai 47°C. Kemudian 4 jamur endofit tersebut diberi kode isolat yaitu *Aspergillus niger* (EA 1), *Cladosporium* (EA 3), *Phyllosticta* sp (EA 4), dan isolat EA 2. Jamur endofit diklasifikasikan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis menggunakan buku identifikasi *Pictorial Atlas Of Soil and Seed Fungi : Morphologies Of Cultured Fungi and Key To Species* (Watanabe, 2002) serta jurnal-jurnal pendukung.

Hasil penelitian yang sama dilaporkan oleh Zakiyah *et al.*, (2019), bahwa ada 7 genus jamur endofit yang terdapat pada daun bawang merah yaitu *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., *Trichoderma* sp., dan *Rhizopus* sp. Berdasarkan hasil eksplorasi Ratnawati & Jaya, (2021), terdapat beberapa jamur endofit yang diisolasi dari daun bawang merah yaitu *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Aspergillus flavus*, *Trichoderma* sp. serta 3 isolat jamur endofit yang unidentified dengan kode isolat C.1, C.2, dan C.3.

Berdasarkan hasil penelitian Elfina *et al.*, (2022), melaporkan bahwa ada 5 isolat jamur endofit yang didapatkan dari tanaman bawang merah yaitu *Aspergillus* sp., *Nigrospora* sp., *Epicoccum* sp., dan 2 isolat jamur endofit yang unidentified

dengan kode isolat A dan E. Adhi & Suganda, (2020), juga menghasilkan 11 isolat jamur endofit bergenus *Aspergillus* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., dan terdapat satu isolat yang unidentified dengan kode isolat JRC7. Arfah, (2019), mendapatkan 3 isolat dari tanaman bawang merah yang termasuk ke dalam genus *Aspergillus* sp. yaitu *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Aspergillus flavus*.

Aspergillus niger memiliki ciri khas yaitu, secara makroskopis koloni berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat tidak beraturan, pinggiran koloni berwarna putih dan bagian bawah koloni berwarna kekuningan (Wahdania *et al.*, 2017). Secara mikroskopis *Aspergillus niger* memiliki hifa tidak bersepta, konidiofor panjang berbentuk silinder dan tidak berwarna (hialin). Konidianya berbentuk bulat hingga semi bulat yang berdiameter 4-5 nm dan berwarna warna coklat kehitaman. Vesikel berbentuk bulat, berwarna gelap hitam dengan diameter 30-70 nm (Asril *et al.*, 2019). Berikut perbandingan mikroskopis isolat endofit dengan sumber rujukan (Gambar IV.1).



Gambar IV.1 Isolat EA 1 (*Aspergillus niger*) (A) Mikroskopis Penelitian (a) Konidia (b) Vesikel (c) Konidospora (B) Mikroskopis (*Aspergillus Niger*) (Watanabe, 2002).

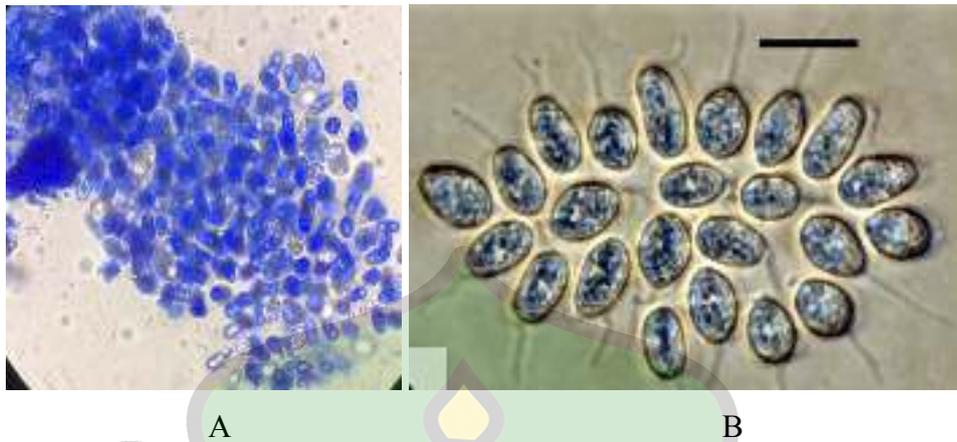
Cladosporium sp. mempunyai ciri makroskopis koloni berbentuk bulat yang berwarna hijau keabu-abuan dengan tepi koloni berombak, tekstur koloninya padat seperti beludru dan koloni tampak bawah berwarna hijau tua sampai kehitaman apabila masa pertumbuhannya semakin tua. Secara mikroskopis jamur

Cladosporium sp. memiliki hifa bersekat, konidia yang berbentuk bulat, ellips, *subglobose*, *ovated*, silindris memanjang menyerupai rantai dengan ukuran 2,31 x 3,53 nm, berwarna coklat atau hialin serta konidiofor bercabang, tegak dan berwarna hialin (Suliati *et al.*, 2017). Berikut perbandingan mikroskopis isolat endofit dengan sumber rujukan (Gambar IV.2).



Gambar IV.2 Isolat EA 3 (*Cladosporium* sp.) (A) Mikroskopis Penelitian (a) Hifa (b) Konidia (c) Konidiofor (B) Mikroskopis (*Cladosporium*) (Watanabe, 2002).

Phyllosticta sp. mempunyai ciri makroskopis koloni berwarna gelap, pada awal pertumbuhan jamur ini berwarna abu-abu tetapi semakin tua pertumbuhannya akan berubah menjadi warna hitam. Tepi koloni tidak beraturan, bagian bawah koloni berwarna hitam pekat pinggiran putih, permukaan koloninya halus dan rata. Secara mikroskopis jamur *Phyllosticta* sp. memiliki hifa bersekat, tidak berwarna (hialin), konidia berbentuk oval, tidak berwarna (hialin) dan bersekat (Istikorini & Sari, 2022). Berikut perbandingan mikroskopis isolat endofit dengan sumber rujukan (Gambar IV.3).



Gambar IV.3 Isolat EA 4 (*Phyllosticta* sp.) (A) Mikroskopis Penelitian (a) Konidia (B) Mikroskopis Sumber Rujukan (Run Hua, 2015).

Isolat EA 2 secara makroskopis memiliki koloni berwarna hijau keabuan pinggiran putih, pada awal pertumbuhan berwarna putih semakin tua masa pertumbuhan warnanya menjadi hijau pekat, tekstur koloninya seperti kapas dan bentuk koloninya bersemak. Bagian bawah koloni berwarna hijau gelap pinggiran putih. Sedangkan secara mikroskopis mempunyai hifa bersekat dan tidak berwarna atau hialin. Jamur dengan kode isolat EA 2 tidak berhasil teridentifikasi di karenakan hanya hifanya saja yang terlihat.



A

Gambar IV.4 Isolat EA 2 (A) Mikroskopis Penelitian (a) Hifa

Adapun peranan dari masing-masing jamur endofit tersebut yaitu *Aspergillus niger* mempunyai manfaat berupa adanya kemampuan dalam memproduksi asam sitrat dan memproduksi enzim amilase, xelulase, lipase,

protease yang berperan sebagai antibiotik dalam melindungi atau menghambat terinfeksi patogen pada tanaman (Wahyuni *et al.*, 2019). *Cladosporium* sp. diketahui dapat berperan dalam melindungi tanaman terhadap tekanan biotik dan abiotik. Berdasarkan hasil sekresi metabolit sekunder, jamur ini dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam beradaptasi dengan lingkungan baru, mempertahankan kesehatan tanaman inang dan kinerja tanaman (Räut *et al.*, 2021).

IV.2.2 Karakteristik Jamur *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

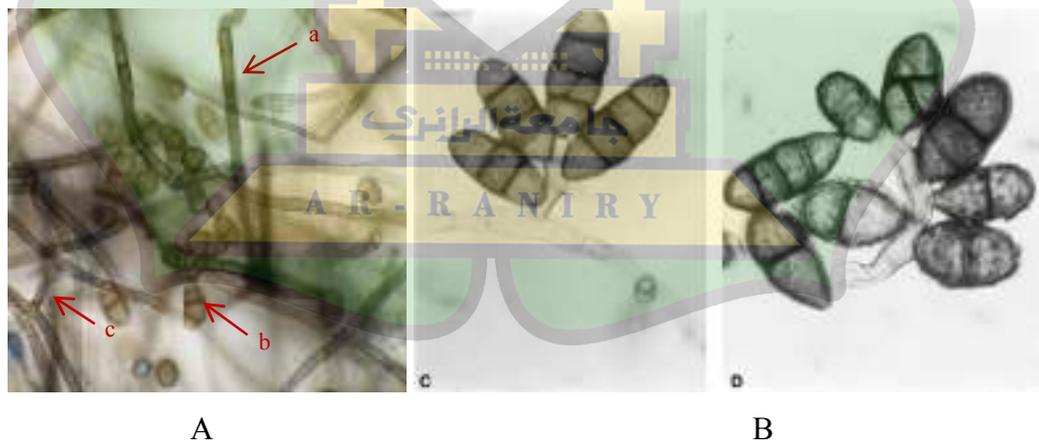
Secara makroskopis jamur *Fusarium* sp, mempunyai koloni yang berwarna putih, tekstur koloninya halus seperti kapas dan bentuk koloninya tidak beraturan. Tampak bawah koloni ada beberapa warna yaitu merah muda, ungu atau kuning (Djamaluddin *et al.*, 2022). Sedangkan secara mikroskopis mempunyai konidia hialin yang terdiri atas 2 konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia panjang dengan ujung sedikit melengkung berbentuk seperti kano (sabit) dan memiliki septa 1-5. Mikrokonidia berbentuk oval serta memiliki septa 1-2 (Warman *et al.*, 2021). Perbandingan mikroskopis isolat patogen dengan sumber rujukan berdasarkan buku *Pictorial Atlas Of Soil and Seed Fungi (Morphologies Of Cultured Fungi and Key To Species)* (Watanabe, 2002) (Gambar IV.5).



Gambar IV.5 Isolat F (A) Mikroskopis Penelitian (a) Mikrokonidia (b) Makrokonidia (B) Mikroskopis (*Fusarium* sp.) (Watanabe, (2002).

Berdasarkan hasil penelitian (Djamiluddin *et al.*, 2022), terdapat 3 spesies jamur *Fusarium* sp. yang menginfeksi tanaman bawang merah yaitu *Fusarium fujikuroi*, *Fusarium oxysporum*, dan *Fusarium solani*. Jamur *Fusarium* sp. banyak ditemukan karena disebabkan oleh faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas perkembangan jamur patogen tersebut. Suhu yang tinggi dan pH tanah rendah akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan *Fusarium* sp, spora akan berkecambah pada suhu 25-30°C tetapi apabila suhu lingkungan lebih dari 38°C patogen ini tidak mampu berkembang dan menyebabkan kematian.

Alternaria sp. mempunyai ciri makroskopis pada awal pertumbuhan koloninya berwarna putih tetapi semakin tua masa pertumbuhannya koloni jamur tersebut akan berubah menjadi warna abu-abu kehitaman hingga hitam sedangkan tampak bawah koloni berwarna hitam dengan pinggiran putih. Teksturnya seperti kapas dan koloninya tumbuh menyebar secara beraturan sampai memenuhi cawan petri (Ruswandari *et al.*, 2020). Secara mikroskopis jamur *Alternaria* sp. ini mempunyai hifa berwarna coklat dan berseptata. Konidiofor pendek, tegak, tidak bercabang dan bersekat. Konidiana pendek, berbentuk oval, berwarna coklat, mempunyai cabang dan septa 1-2 (Sabbir Ahm *et al.*, 2022). Perbandingan mikroskopis isolat patogen dengan sumber rujukan (Gambar IV.6).



Gambar IV.6 Isolat A (A) Mikroskopis Penelitian (a) Hifa (b) Konidia (c) Konidiofor (B) Mikroskopis (*Alternaria* sp.) (Watanabe, 2002).

IV.2.3 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen.

IV.2.3.1 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp.

Berdasarkan tabel IV.7 isolat EA 1 menunjukkan kemampuan penghambatan yang paling tinggi (kuat) terhadap *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata daya hambatnya melebihi 60 % sedangkan isolat EA 3 dikategorikan rendah (lemah) dalam menghambat *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata kurang dari 30 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarah *et al.*, (2018), apabila suatu jamur endofit memiliki aktivitas persentase penghambatan lebih dari 60 % maka dapat dikategorikan tinggi (kuat) dalam menghambat patogen dan apabila nilai persentasenya kurang dari 30 % maka jamur endofit tersebut dapat dikategorikan rendah (lemah) yang berarti kemampuan hambatnya secara minimal.

Berdasarkan hasil uji antagonis jamur endofit dengan *Fusarium* sp. sangat berbeda nyata dengan perlakuan kontrol baik tanpa perlakuan maupun menggunakan fungisida. Perlakuan kontrol tanpa perlakuan menunjukkan bahwa *Fusarium* sp. tumbuh tanpa adanya hambatan apapun dengan nilai rata-rata pertumbuhan 55,25 mm sedangkan nilai rata-rata pengujian kontrol menggunakan fungisida adalah 34,43 mm.

Mekanisme penghambatan yang terjadi pada jamur endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. adalah mekanisme kompetisi dan hiperparasitisme. Menurut Ali & Samosir, (2021), aktivitas hiperparasitisme yang terjadi antara jamur endofit dengan jamur patogen ditandai dengan adanya kemampuan miselium jamur endofit yang tumbuh di atas miselium jamur patogen sehingga patogen tersebut mengalami lisis dan terjadinya perubahan warna. Menurut E. Adhi & Suganda, (2020), mekanisme kompetisi ditandai dengan adanya perebutan ruang dan nutrisi oleh kedua jamur tersebut. Kecepatan pertumbuhan pada salah satu jamur akan mampu menguasai ruang media dan dapat menekan pertumbuhan jamur lawan. Berdasarkan gambar (a) pada Tabel IV.8 isolat EA 1 menunjukkan mekanisme daya hambat hiperparasitisme, yang ditandai

dengan spora isolat EA 1 tumbuh menyebar ke seluruh ruang sampai menutupi jamur *Fusarium* sp. dan menyerap semua nutrisi jamur patogen sehingga terjadinya perubahan warna pada jamur patogen tersebut.

Isolat EA 1 spesies *Aspergillus niger*, mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp secara maksimal (kuat) dengan nilai rata-rata 62,72 % dapat dilihat pada Tabel IV.7. Hasil yang sama dilaporkan oleh (Sarah *et al.*, 2018), dimana *Aspergillus niger* menunjukkan persentase daya hambat tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata 66,33 % dan mekanisme penghambatannya hiperparasitisme. Menurut Wahdania *et al.*, (2017), jamur *Aspergillus niger* memiliki daya hambat terhadap patogen karena memproduksi enzim hidrolitik seperti protease, selulase, lipase, dan pektinase. Mekanisme penghambatan jamur *Aspergillus niger* adalah memecahkan komponen dinding sel jamur patogen dengan adanya enzim khitinase dan B-1 3 glucanase yang disekresikan jamur tersebut.

Berdasarkan gambar (b) pada Tabel IV.8 isolat EA 2 menunjukkan mekanisme penghambatan kompetisi karena isolat EA 2 pertumbuhannya dominan lebih cepat dalam memenuhi ruang dan mempertahankan nutrisi pada media sehingga pertumbuhannya hampir melingkari *Fusarium* sp. Jamur endofit dengan kode isolat EA 2 mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. secara minimal (sedang) dengan nilai rata-rata 52,11 % dapat dilihat pada Tabel IV.7. Menurut Fatimah *et al.*, (2020), jamur endofit mampu tumbuh sangat cepat untuk berkompetisi dengan jamur patogen dalam memperebutkan nutrisi dan ruang pertumbuhan.

Jamur endofit dengan kode isolat EA 3 tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. secara maksimal. Jamur *Cladosporium* sp. hanya mampu menghambat *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata paling rendah yaitu 16,02 %. Berdasarkan gambar (c) pada Tabel IV.8 jamur endofit ini tidak mampu menghambat *Fusarium* sp. disebabkan pertumbuhannya yang sangat lambat walaupun sudah melebihi masa inkubasinya, sedangkan jamur *Fusarium* sp.

tumbuh sangat cepat sehingga dapat memenuhi ruang dan mengambil semua nutrisi yang ada pada media. Lambatnya pertumbuhan jamur endofit disebabkan oleh pH dan suhu. pH media yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan pertumbuhan jamur terhambat dan tidak optimal, pH optimum untuk pertumbuhan jamur adalah 5, 6 dan 7. pH di bawah 5 akan menyebabkan pertumbuhan jamur menjadi lambat dan produksi pigmen berkurang sedangkan pH di atas 7 pertumbuhan jamur juga melambat tetapi tidak mempengaruhi produksi pigmen (Hakim *et al.*, 2020).

Suhu dapat mempengaruhi diameter koloni jamur, suhu optimum untuk pertumbuhan koloni jamur yaitu 28°C sedangkan pertumbuhan koloni paling kecil terjadi pada suhu 39°C (Hakim *et al.*, 2020). Menurut Nandung *et al.*, (2018), faktor penting yang dapat menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis dalam mengendalikan jamur patogen yaitu memiliki karapatan spora yang tinggi sehingga mampu berkompetisi satu sama lain.

Jamur endofit isolat EA 4 juga tidak mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 16,84 %. Berdasarkan gambar (d) pada Tabel IV.8 pertumbuhan jamur ini lambat sedangkan *Fusarium* sp. tumbuh begitu cepat sampai memenuhi ruang pertumbuhan dan menekan pertumbuhan jamur endofit. Mekanisme yang terjadi kompetisi namun mekanisme ini terjadi pada jamur patogen yang tumbuh begitu cepat sampai menutupi seluruh ruang termasuk bagian jamur endofit. Menurut Wahyuni *et al.*, (2019), Jamur *Fusarium* sp. memproduksi metabolit sekunder berupa *fusacandin* yang bersifat antifungi sehingga mampu mempertahankan diri dari serangan jamur lain.

IV.2.3.2 Potensi Jamur Endofit Pada Daun Bawang Merah Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Alternaria* sp.

Berdasarkan Tabel IV.9 jamur yang menghambat *Alternaria* sp. tertinggi (kuat) adalah *Aspergillus niger* (Isolat EA 1) dengan nilai persentase daya hambat 67,83 %. Sedangkan genus yang menghambat *Alternaria* sp. terendah yaitu *Cladosporium* sp. dengan nilai rata-rata 16,95 %. Berdasarkan hasil uji antagonis

jamur endofit dengan *Alternaria* sp. menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol baik tanpa perlakuan maupun menggunakan fungisida. Perlakuan kontrol tanpa perlakuan menunjukkan bahwa *Alternaria* sp. tumbuh tanpa adanya hambatan dengan nilai rata-rata pertumbuhan 78,8 mm sedangkan nilai rata-rata pengujian kontrol menggunakan fungisida adalah 61,14 mm.

Berdasarkan gambar (a) pada Tabel IV.10 mekanisme yang terjadi pada EA 1 dalam menghambat *Alternaria* sp. adalah kompetisi, EA 1 tumbuh lebih cepat dan lebih unggul mendominasi ruang serta nutrisi yang ada pada media dibandingkan dengan isolat jamur patogen. Menurut Sarah *et al.*, (2018), besarnya daya hambat dikarenakan adanya kemampuan berkompetisi dalam menguasai ruang dan nutrisi, sehingga jamur endofit tumbuh dengan cepat dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Daya hambat ini terjadi karena *Aspergillus niger* menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, paktinase, invertase, protease dan juga menghasilkan mikotoksin (aflatoksin) yang berperan sebagai antibiotik untuk menghambat pertumbuhan patogen.

Isolat EA 2 mampu menghambat *Alternaria* sp. secara minimal atau sedang dengan nilai rata-rata persentase 53,28 % dapat dilihat pada Tabel IV.9. Berdasarkan gambar (b) pada Tabel IV.10 isolat EA 2 menunjukkan mekanisme daya hambat kompetisi, jamur endofit dan *Alternaria* sp. sama-sama bersaing untuk mempertahankan nutrisi yang ada pada media dan juga ruang untuk pertumbuhan. Berdasarkan gambar (d) pada Tabel IV.10 isolat EA 4 juga menunjukkan mekanisme kompetisi karena jamur *Alternaria* sp. lebih cepat pertumbuhannya hingga memenuhi ruang dan menyerap semua nutrisi yang ada dengan nilai persentase daya hambatnya 26,96 % dikategorikan lemah atau tidak maksimal.

Jamur endofit dengan kode Isolat EA 3 tidak mampu menghambat *Alternaria* sp., dapat dikategorikan rendah (lemah) dengan nilai rata-rata 16,95 %. Berdasarkan gambar (c) pada Tabel IV.10 mekanisme yang terjadi adalah hiperparasitisme, jamur *Alternaria* sp. tumbuh begitu cepat, memenuhi ruang dan hampir menutupi atau menekan jamur *Cladosporium* sp. sehingga terjadinya lisis

dan perubahan warna yang awalnya berwarna hijau keabu-abuan berubah menjadi putih.

Berdasarkan pengujian secara umum jamur endofit lebih mampu menghambat patogen *Fusarium* sp. dibandingkan dengan patogen *Alternaria* sp. Berdasarkan hasil penelitian Wahyuni & Noviani, (2019), jamur endofit dapat digunakan sebagai agens hayati dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. karena pertumbuhan jamur endofit lebih cepat. Pertumbuhan jamur endofit yang cepat dapat menunjukkan persaingan nutrisi dan juga ruang pertumbuhan dengan *Fusarium* sp. Semua agens pengendali hayati memegang peran utama dalam mempertahankan nutrisi dan ruang hidup. Jamur endofit dapat mencegah perkembangan penyakit karena menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, steroid dan flavonoid yang bersifat racun terhadap jamur patogen atau terjadinya kompetisi.

Dalam menghambat *Alternaria* sp. kurang maksimal karena jamur *Alternaria* sp. tumbuh lebih cepat untuk menguasai ruang dan nutrisi. Menurut Kurniati & Ali, (2018), rendahnya daya antagonis disebabkan jamur *Alternaria* sp. memiliki toksin berupa alternarin sehingga dapat menghambat daya antagonis dari jamur endofit. Kemampuan antagonis setiap isolat juga berbeda-beda, hal ini dapat ditentukan oleh sifat genetik masing-masing mikroba. Perbedaan daya hambat isolat yang diuji dapat terjadi karena adanya perbedaan kecepatan pertumbuhan dari setiap isolat dan juga kemampuannya berkompetisi dalam mempertahankan nutrisi dari media. Berdasarkan hasil pengujian kontrol tanpa perlakuan juga ditemukan bahwa perkembangan hifa jamur *Alternaria* sp. lebih cepat dibandingkan *Fusarium* sp., pada hari ke 7 setelah inkubasi diameter pertumbuhan *Alternaria* sp. mencapai 78,8 mm sedangkan diameter pertumbuhan *Fusarium* sp. 55,25 mm, dapat dilihat pada Tabel IV.11.

Jamur endofit yang mempunyai hifa tidak bersekat akan lebih mudah dalam menghambat patogen karena hifa berfungsi sebagai penyerapan nutrisi dan sebagai alat reproduksi pada jamur. Jadi hifa yang tidak bersekat memungkinkan untuk

proses penyerapan nutrisinya lebih cepat sehingga dapat berkompetisi dalam mempertahankan ruang dan nutrisi (Luyunah & Ami, 2021). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan isolat EA 1 (*Aspergillus niger*) dan jamur dengan kode isolat EA 2 potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati terhadap *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. tetapi isolat EA 2 dikategorikan sedang dalam penghambatannya.



BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan karakterisasi jamur endofit dari daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) mengarah ke 4 genus yaitu *Aspergillus niger* (kode isolat EA1), isolat EA2, *Cladosporium* sp. (kode isolat EA3), dan *Phyllosticta* sp. (kode isolat EA4).
2. *Fusarium* sp. memiliki ciri khas tampak atas koloni berwarna putih, tampak bawah berwarna krem kekuningan, tekstur seperti kapas, makrokonidia berbentuk bulat sabit dan mikrokonidia berbentuk oval. *Alternaria* sp. memiliki ciri khas koloni berwarna abu-abu kehitaman, tekstur seperti kapas, konidia bercabang, bersepta, konidia berbentuk oval dan berwarna coklat.
3. Jamur endofit dengan kode isolat EA1 mampu menghambat *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp. secara maksimal atau dikategorikan tinggi dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. sebesar 62,72 % dan *Alternaria* sp. sebesar 67,83 %. Jamur endofit EA2 juga mampu menghambat kedua petogen tersebut tapi dikategorikan sedang dengan nilai rata-rata *Fusarium* sp. 52,11 % dan *Alternaria* sp. 53,28 %. Mekanisme antagonis berupa kompetisi dan hiperparasitisme.

V.2 Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk melakukan ekstraksi senyawa metabolit dari jamur endofit.
2. Pengaplikasian jamur endofit perlu dilakukan secara (in vivo) untuk mengendalikan jamur patogen.
3. Perlu dilakukan pengujian antagonis jamur endofit untuk mengendalikan patogen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, S. R., & Suganda, T. (2020). Potensi Jamur Rizosfer Bawang Merah dalam Menekan *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae, Penyebab Penyakit Busuk Umbi Bawang Merah. *Jurnal Kultivasi*, 19(1), 1015–1022. ISSN: 1412-4718.
- Agustina, D., Triasih, U., Dwiastuti, M. E., & Wicaksono, R. C. (2019). Potensi Jamur Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Botryodiplodia theobromae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Jeruk. *Jurnal Agronida*, 5(1), 1–6. ISSN: 2407-9111.
- Aji, O. R., Sari, A. K., & Putri, D. A. (2022). Isolasi dan Uji Aktivitas Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap *Fusarium oxysporum*. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 10–17. E-ISSN: 2654-4571.
- Akhsan, N., Ningsih, D. R., & Sofian. (2021). Potensi Jamur Endofit pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Mengendalikan Jamur *Allternaria porii* (EII. Cif.): Studi Kasus Desa Bendang Raya. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(1), 67–74. ISSN: 2622-3570.
- Ali, M., & Samosir, I. Y. (2021). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Agrikultura*, 32(3), 304–311. ISSN: 0853-2885.
- Arfah, A. (2019). Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun dan Umbi Bawang Merah Dayak (*Eleutherine palmifolia* Merr) Sebagai Penghasil Senyawa Anti Oksidan. *Journal of Pharmaceutical Science and Herbal*, 4(1), 32–39. <http://www.libnh.stikesnh.ac.id/index.php/jpsht/article/view/211>. di Akses pada tanggal 14 Maret 2023.
- Arimba, I. M., Sudana, Gusti Ngurah Alit Susantara Wirya, I. M., & Winantra, I. M. (2019). Isolasi dan Seleksi Bakteri Antagonis untuk Pengendalian Penyakit Busuk Batang Panili (*Vanilla planifolia* Andrews) Secara In Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(2), 182–193. ISSN: 2301-6515.
- Arora, E., Sharma, V., Khurana, A., Manchanda, A., Sahani, D., Abraham, S., Kundu, D., Gupta, H., Chiru, L., Sharma, N., Garg, N., & Jomy, S. (2017). Phytochemical Analysis and Evaluation of Antioxidant Potential of Ethanol Extract of *Allium cepa* and Ultra-high Homoeopathic Dilutions Available in The Market: A Comparative Study. *Indian Journal of Research in Homoeopathy*, 11(2), 88–96. https://doi.org/10.4103/ijrh.ijrh_13_17.
- Aryanta, I. W. R. (2019). Bawang Merah dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Jurnal Widya Kesehatan*, 1(1), 29–35. ISSN: 2657-1064.

- Asril, M., Perdana, T. A., & Asmarany, A. (2019). Isolasi Cendawan yang Berperan dalam Proses Pembuatan Pliék U (Makanan Fermentasi Khas Aceh). *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 36(1), 26–34. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2019.36.1.807>.
- Asrul, Rosmini, Rista, A., Astuti, I. D., & Yulianto, A. (2021). Karakterisasi Jamur Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang (Basal Rot) pada Bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki). *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(3), 341–350. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.835>.
- Awami, S. N., Wahyuningsih, S., & Rina. (2019). Preferensi Petani Terhadap Beberapa Varietas Bawang Merah Kabupaten Demak. *AGRIC Jurnal Ilmu Pertanian*, 31(2), 147–158. E-ISSN: 2549-9343.
- Butarbutar, R., Marwan, H., & Mulyati, S. (2018). Eksplorasi *Bacillus* spp. dari Rizosfer Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Potensinya Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* sp.). *Jurnal Agroecotania*, 1(2), 31–41. E-ISSN: 2621-2854.
- Dahlianawati, Sofyan, & Jakfar, F. (2020). Analisis Pendapatan Usaha Tani Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kecamatan Banda Baro Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(4), 31–44. E-ISSN: 2614-6053.
- Dewantari, S. S., & Rahayu, Y. S. (2021). Aktivitas Biofungisida Ekstrak Daun Dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium* sp. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 199–206. E-ISSN: 2685-7871.
- Djamaluddin, R. R., Sukmawaty, E., Masriany, & Hafsan. (2022). Identifikasi Gejala Penyakit dan Cendawan Patogen Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *Jurnal Media Sains dan Teknologi*, 16(1), 81–92. ISSN: 1979-3254.
- Edi, S. (2019). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Bawang Merah pada Dua Cara Tanam di Lahan Kering Dataran Rendah Kota Jambi. *Jurnal Agroecotania*, 2(1), 1–10. E-ISSN: 2621-2854.
- Elfina, Y., Ali, M., Wulandari, S. F., & Ibrahim, R. (2022). Identifikasi Morfologi Lima Isolat Jamur Endofit Tanaman Bawang Merah dan Kemampuannya Menghambat *Alternaria porri* Ellis Cif. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 18(1), 74–80. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2022.18.1.74>.
- Fahrudin, M., Panggeso, J., & Rosmini. (2018). Efikasi Ekstrak Daun Sirih Terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Bawang Merah Secara In Vitro. *Jurnal Agrotekbis*, 6(6), 757–763. ISSN: 2338-3011.
- Fatimah, I. N., Pamekas, T., & Hartal, H. (2020). Karakterisasi Lima Isolat

Cendawan Endofit Tanaman Padi Sebagai Agen Antagonis *Pyricularia Oryzae*. *PENDIPA Journal of Science Education*, 4(3), 1–6. <https://doi.org/10.33369/pendipa.4.3.1-6>.

Febryna, R., Kesumawati, E., & Hayati, M. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Bawang Merah Dataran Tinggi (*Allium ascalonicum* L.) Akibat Jarak Tanam yang Berbeda di Dataran Rendah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 118–128. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i1.10245>.

Fitriani, L., Krisnawati, Y., Anorda, M. O. R., & Lanjarini, K. (2018). Jenis-jenis dan Potensi Jamur Makroskopis yang Terdapat di PT Perkebunan Hasil Musi Lestari dan PT Djuanda Sawit Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i1.49>.

Flori, F., Mukarlina, & Rahmawati. (2020). Potensi Antagonis Isolat Bakteri *Bacillus* sp. Asal Rizosfer Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp.JDF. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 5(1), 111–120. ISSN: 2528-7168.

Gulzar, N., Kamili, A. N., & Mir, M. Y. (2018). The Process of Early Blight Disease Development in Tomato. *Journal of Research & Development*, 18, 112–115. ISSN: 0972-5407.

Halwiyah, N., Ferniah, R. S., Raharjo, B., & Purwantisari, S. (2019). Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2), 8–17. ISSN: 2621-9824.

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), 392–402. ISSN: 2714-8564.

Hasanah, N. Faridatul, Muthahanas, I., & Isnaini, M. (2019). Identifikasi Jamur Patogen Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di Lahan Kering Amor-amor Lombok Utara. *Crop Agro, Scientific Journal of Agronomy*, 12(2), 111–121. ISSN: 2621-5748.

Hasibuan, A. S., Edrianto, V., & Purba, N. (2020). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Umbi Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Farmasi*, 2(2), 45–49. ISSN: 2655-0814.

Hasri, H., Zakaria, J., & Arifin, A. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Bawang Merah di Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene. *PARADOKS : Jurnal Ilmu Ekonomi*, 3(4), 64–72. ISSN: 2622-6383.

- Hakim, L., Kurniatuhadi, R., & Rahmawati. (2020). Karakteristik Fisiologis Jamur Halofilik Berdasarkan Faktor Lingkungan dari Sumur Air di Desa Suak, Sintang, Kalimantan Barat. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 227-232. E-ISSN: 2548-6659.
- Hekmawati, H., Poromarto, S. H., & Widodo, S. (2018). Resistensi Beberapa Varietas Bawang Merah Terhadap *Colletotrichum Gloeosporioides*. *Jurnal Agrosains*, 20(2), 40–44. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v20i2.26342>.
- Heriyanto. (2019). Kajian Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* dengan *Trichoderma* pada Tanaman Tomat. *Jurnal Triton*, 10(1), 45–58. ISSN: 2085-3823.
- Hikmahwati, H., Auliah, M. R., Ramlah, R., & Fitrianti, F. (2020). Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 83–86. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i2.1745>.
- Hirsyad, F. Y. (2019). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap Penggunaan Pupuk Kascing dan Pupuk NPK Mutiara 16:16:16. [Skripsi]. Pekanbaru: Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. <https://repository.uir.ac.id/1866/1/134110301.pdf>. di Akses pada tanggal 15 Agustus 2022.
- Hong-Xing, X., Ya-Jun, Y., Yan-Hui, L., Xu-Song, Z., Jun-Ce, T., Feng-xiang, L., Qiang, F., & Zhong-xian, L. (2017). Sustainable Management of Rice Insect Pests by Non-Chemical-Insecticide Technologies in China. *Rice Science*, 24(2), 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.01.001>.
- Istifadah, N., Novilaressa, P. G., Widiyanti, F., & Hartati, S. (2020). Keefektifan Bakteri dan Khamir Asal Air Rendaman Kompos dalam Menekan Perkembangan Penyakit Bercak Coklat (*Alternaria solani* Sorr.) pada Tomat. *Jurnal Agrikultura*, 31(1), 52–60. ISSN: 0853-2885.
- Istikorini, Y., & Sari, O. Y. (2022). Identification of Endophytic Fungi of Balangeran (*Shorea balangeran* Korth.) by Morphological Characterization. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(2), 211–222. E-ISSN: 2549-5747.
- Izzatinnisa, Utami, U., & Mujahidin, A. (2020). Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1), 18–25. ISSN: 2655-9927.
- Jamilatun, M., Azzahra, N., & Aminah, A. (2020). Perbandingan Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada Media Instan Modifikasi Carrot Sucrose Agar dan Potato Dextrose Agar. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 4(1), 168–174. <https://doi.org/10.46638/jmi.v4i1.69>.

- Karim, A., Rahmiati, & Fauziah, I. (2020). Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Biosains*, 6(1), 18–22. ISSN: 2460-6804.
- Kumalasari, A. S., Jahuddin, R., & Anggun. (2021). Uji Antagonis *Trichoderma* sp. Terhadap Penyebab Penyakit Layu *Fusarium* sp. pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculantum* Mill). *Tarjih Agricultural System Journal*, 01(01), 16–22. E-ISSN: 2798-8317.
- Kurniati, A., & Ali, M. (2018). Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Asal Rizosfer Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Faperta UR*, 5(1), 1–9. ISSN: 2355-6838.
- Kursia, S., Aksa, R., & Nolo, M. M. (2018). Potensi Antibakteri Isolat Jamur Endofit dari Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 4(1), 30–33. ISSN: 2442-9791.
- Link. (1809). *Taxonomy Alternaria sp.* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy/?term=alternaria+sp>. di Akses pada tanggal 11 Januari 2023.
- Link. (1809). *Taxonomy Fusarium sp.* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy/?term=fusarium+sp>. di Akses pada tanggal 14 Maret 2022.
- Luyunah, & Ami, M. sartika. (2021). *Modul Biologi Materi Jamur (Fungi)*. Jombang : LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. ISBN: 978-623-6794-52-4.
- Mailina, B., & Kusnato, T. (2020). *Tanam dan Panen Bawang Merah di Polybag*. Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. <https://dinastph.lampungprov.go.id>. di Akses pada tanggal 10 Februari 2022.
- Malona, A., Mariati, & Barus, A. (2016). Eksplorasi Identifikasi dan Karakterisasi Bawang Merah Lokal (*Allium ascalonicum* L.) di Pulau Samosir. *Jurnal Agroteknologi*, 4(4). E-ISSN: 2337-6597.
- Manurung, M. S. (2019). Buletin Konsumsim Pangan. *Buletin Konsumsi Pangan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 10(01), 32–42. <https://203.190.36.34/arsip-buletin/53-buletin-konsumsi/620-vol-10-no-1-2019>. di Akses pada tanggal 16 Februari 2022.
- Marantika, V. M., & Trimulyono, G. (2019). Aktivitas Antifungi Ekstrak *Lichen Parmelia sulcata* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Alternaria porri*. *Jurnal LenteraBio*, 8(3), 231–236. E-ISSN: 2685-7871.
- Matrood, A. A. A., Valdespino, C. A. R., Al-Waeli, M. A., Khrieaba, M. I., & Rhouma, A. (2021). Pathogenicity and Chemical Control of *Alternaria* sp. On Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Plant Science Today*, 8(2), 386–391.

<https://doi.org/10.14719/PST.2021.8.2.1147>.

- Murdiyah, S. (2017). Fungi Endofit pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 64–71. E-ISSN: 2527-6204.
- Murwani, S. (2015). *Dasar-dasar Mikrobiologi Veteriner*. Universitas Brawijaya Press. ISBN: 978-602-203-795-8.
- Nandung, E., Suswanto, & Ramadhan, T. H. (2018). Karakterisasi *Trichoderma harzianum* Asal Lahan Gambut Sebagai Agens Antagonis Terhadap Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Sawit Secara In vitro. *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 8(2), 54–60. E-ISSN: 2654-4180.
- Nikirahayu, M., Syafii, M., Agustini, R. Y., & Soedomo, P. (2021). Keragaman Karakter Morfologi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Katumi dan Varietas Violetta 3 Agrihorti di Lembang. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 6(2), 55–61. E-ISSN: 2580-2747.
- Ningsih, H., Hastuti, U. S., & Listyorini, D. (2016). Kajian Antagonis *Trichoderma* Sp. Terhadap *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 814–817. ISSN: 2528-5742.
- Octaviani, M., Fadhli, H., & Yuneistya, E. (2019). Uji Aktivitas Anti Mikroba Ekstrak Etanol dari Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Metode Difusi Cakram. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1), 62–68. E-ISSN: 2477-0612.
- Pinaria, A. G., & Assa, B. H. (2017). Jamur Patogen Tanaman Terbawa Tanah. In *Media Nusa Creative : Malang*. ISBN: 978-602-6743-63-3.
- Prabowo, H., Adikadarsih, S., & Asbani, N. (2017). Pengaruh Serangan Serangga Hama dan Jamur pada Masa Penyimpanan Terhadap Daya Berkecambah Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prosiding Lokakarya Nasional IV Akselerasi Inovasi Teknologi Jarak Pagar Menuju Kemandirian Energi Kan*, 242–245. <http://balittas.litbang.pertanian.go.id/images/pdf/jp4242.pdf>. di Aks es pada tanggal 16 Agustus 2022.
- Putra, I. P., Sitompul, R., & Chalisya, N. (2018). Ragam dan Potensi Jamur Makro Asal Taman Wisata Mekarsari Jawa Barat. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 11(2), 133–150. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v11i2.6729>.
- Putra, M. B. I., & Purwantisari, S. (2018). Kemampuan Antagonisme *Pseudomonas* sp. dan *Penicillium* sp. Terhadap *Cercospora Nicotianae* in Vitro. *Jurnal Biologi*, 7(3), 1–7. ISSN: 2621-9824.

- Rahayu, B. R., Proborini, M. W., & Darmayasa, I. B. G. (2019). Isolasi, Identifikasi dan Persentase Keberadaan Hifa Jamur Endofit pada Tanaman Gemitir (*Tagetes erecta* L.) di Beberapa Daerah di Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 6(1), 75–82. E-ISSN: 2655-8122.
- Ramadhani, S. Hatru, Samingan, & Iswadi. (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(1), 78–89. <https://media.neliti.com/media/publications/202546-none.pdf>. di Akses pada tanggal 20 Maret 2022.
- Ratnawati, & Jaya, K. (2020). Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Bawang Merah dengan Intensitas Aplikasi Pestisida yang Berbeda di Kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotech*, 10(2), 54–59. E-ISSN: 2621-7236.
- Ratnawati, & Jaya, K. (2021). Seleksi dan Identifikasi Cendawan Endofit di Pertanaman Organik Bawang Merah Lokal Palu. *Jurnal Agrotech*, 11(1), 13–19. E-ISSN: 2621-7236.
- Răut, I., Călin, M., Capră, L., Gurban, A. M., Doni, M., Radu, N., & Jecu, L. (2021). *Cladosporium* sp. Isolate as Fungal Plant Growth Promoting Agent. *Agronomy*, 11(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020392>.
- 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.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(2), 84–90. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v5i2.255>.
- Sabbir Ahm, M., Maniruzzam, M., Sultana, A., & Alam, N. (2022). First Report of Leaf Spot Disease of Aloe vera Caused by *Nigrospora sphaerica* in Bangladesh. *International Journal of Botany Studies*, 5(5), 164–169. <https://doi.org/10.3923/jps.2022.95.101>.
- Sarah, Asrul, & Lakani, I. (2018). Uji Antagonis Jamur *Aspergillus niger* Terhadap Perkembangan Jamur Patogenik *Fusarium oxysporum* pada Bawang Merah (*Allium cepa agregatum* L. *agregatum* group) Secara In vitro. *Agrotekbis*, 6(2), 266–273. ISSN: 2338-3011.
- Sari, W., & Inayah, S. A. (2020). Inventarisasi Penyakit pada Dua Varietas Lokal Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Bima Brebes dan Trisula. *Jurnal Pro-STEK*, 2(2), 64–71. <https://doi.org/10.35194/prs.v2i2.1166>.
- Sari, W., Wiyono, S., Nurmansyah, A., Munif, A., & Poerwanto, R. (2017). Keanekaragaman dan Patogenisitas *Fusarium* sp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 216–228. ISSN: 0215-7950.

- Sholihah, R. I., Sritamin, M., & Wijaya, I. N. (2019). Identifikasi Jamur *Fusarium solani* yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus* sp.) di Kecamatan Bangorejo, Kabupaten Banyuwangi. *Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 91–102. ISSN: 2301-6515.
- Soenartiningih, Aqil, M., & Andayani, N. N. (2016). Strategi Pengendalian Cendawan *Fusarium* sp. dan Kontaminasi Mikotoksin pada Jagung. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 85–93. ISSN: 2541-5158.
- Sopialena. (2017). *Segitiga Penyakit Tanaman* (Susilo (ed.); 2017th ed.). Mulawarman University Press. ISBN: 978-602-6834-38-6.
- Sopialena, S., Sopian, S., & Allita, L. D. (2019). Diversitas Jamur Endofit pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Potensinya Sebagai Pengendali Hama. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(1), 44–49. ISSN: 2622-3570.
- Sopian, A. (2021). Bawang Merah dengan Pemberian Pupuk Mono Kalim Phosphate pada Tanah SUB Optimal. *Jurnal Agrifor*, XX(1), 17–24. E-ISSN: 2503-4960.
- Sucianto, E. T., & Abbas, D. M. (2019). Jenis, Frekuensi Kemunculan, dan Persentase Penyakit Cendawan pada Tanaman Sayuran. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 36(1), 1–9. ISSN: 2528-2050.
- Suganda, T., Komalasari, P., Yulia, E., & Natawigena, W. D. (2020). Uji In Vitro Keefektifan Ekstrak Air Daun dan Bunga Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Jamur *Alternaria solani* Penyebab Penyakit Bercak Coklat pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agrikultura*, 31(2), 88–96. ISSN: 0853-2885.
- Suliati, Rahmawati, & Mukarlina. (2017). Jenis-jenis Jamur Endofit Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) di Perkebunan Dungun Prapakan Sambas. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 173–181. ISSN: 2338-7874.
- Sulistiyono, F. D., & Mahyuni, S. (2019). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot). *Jurnal Sains Natural*, 9(2), 66–70. <https://doi.org/10.31938/jsn.v9i2.235>.
- Surya, E., Asmadi, Ridhwan, M., & Armi. (2018). Tingkat Kelimpahan Parasitoid Terhadap Hama Serangga di Lahan Jagung Gampong Lam Lumpu Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 367–377. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Susandi, Y. N. K. (2018). Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap *Alternaria porri* Patogen Penyakit Bercak Ungu Tanaman Bawang Merah pada Beberapa Media. 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i3.20866>.
- Sutarman. (2017). Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tanaman. *Umsida Press*, 115. ISBN: 978-979-3401-49-2.

- Syawal, Y., Marlina, & Kuningingsih, A. (2019). Budidaya Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dalam *Polybag* dengan Memanfaatkan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 7(1), 671–677. <https://doi.org/10.37061/jps.v7i1.7530>.
- Taskirah, A., Damaris, B., & Gustina. (2022). Mengidentifikasi Jamur Patogen pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa*) di Kecamatan Tabang Kabupaten Mamasa Sulawesi Barat. *Jurnal Celebes Biodiversitas*, 5(2), 8–16. E-ISSN: 2580-7323.
- Tjitrosoepomo, G. (2010). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press. ISBN: 979-420-084-0.
- Triastuti, A. (2020). Jamur Endofit Sebagai Sumber Obat Bahan Alam. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 16(1), 52–73. ISSN: 1693-8666.
- Triwidodo, H., & Tanjung, M. H. (2020). Hama Penyakit Utama Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) dan Tindakan Pengendalian di Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 149–154. ISSN: 2477-0353.
- Ulya, H., Darmanti, S., & Ferniah, R. S. (2020). Pertumbuhan Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada Umur Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 1–6. ISSN: 2621-9824.
- Wahdania, I., Asrul, & Rosmini. (2017). Uji Daya Hambat *Aspergillus niger* pada Berbagai Bahan Pembawa Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotekbis*, 5(1), 18–26. ISSN: 2338-3011.
- Wahyuni, D., Rosa, L. P., & Murdiyah, S. (2019). Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Tanaman Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth) Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 3(1), 8–26. ISSN: 2657-1404.
- Wahyuni, S., & Noviani, N. (2019). Isolasi Jamur Endofit Akar Kedelai dan Uji Penghambatannya Terhadap *Fusarium oxysporum* Sebagai Agen Pengendali Hayati. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 5(2), 88–96. E-ISSN: 2550-1305.
- Wakhidah, N., Kasrina, & Bustaman, H. (2021). Keanekaragaman Jamur Patogen dan Gejala yang Ditimbulkan pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Dataran Rendah. *Jurnal Konservasi Hayati*, 17(2), 63–68. E-ISSN: 2722-1113.
- Walida, H., Permadi, A., Harahap, F. S., & Dalimunthe, B. A. (2019). Isolasi dan

Uji Antagonis Mikroorganisme Lokal (MOL) Rebung Bambu Terhadap Cendawan *Fusarium* sp. *Jurnal Agroplasma*, 6(2), 1–6. ISSN: 2303-2944.

Warman, R., Rianto, F., & Sasli, I. (2021). Uji Patogenisitas *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Bawang Merah di Tanah Gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 24(3), 287–295. ISSN: 2716-3288.

Wildan, M. K., Suryaminarsih, P., & Purnawati, A. (2021). Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) In Vivo. *Prosiding Seminar Nasional Agroteknologi*, 34–43. ISBN: 978-623-93261-5-9.

Yulia, E., Bangun, R. T., Tohidin, T., & Hersanti, H. (2022). Pengaruh Ekstrak Kasar Umbi Udara Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) Terhadap Penghambatan Koloni dan Kejadian Penyakit Akibat *Alternaria solani* pada Bibit Tomat. *Jurnal Agrikultura*, 32(3), 228–238. ISSN: 2685-3345.

Zakiyah, H. A., Sulistyowati, L., & Cholil, A. (2019). Pengaruh Aplikasi Fungisida Majemuk (ba: Benalaksil 8% dan Mankozeb 65%) Terhadap Keanekaragaman Jamur Endofit Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dan Terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* In Vitro. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman*, 7(1), 23–27. ISSN: 2338-4336.



LAMPIRAN

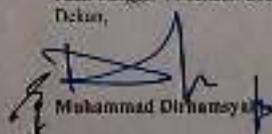
Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing


SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-07/Uc.16/STSKF.07.6-01/2023

TENTANG
REVISI SURAT KEPUTUSAN DEKAN NOMOR: B-497/Uc.16/STSKF.07.6/2022 TANGGAL 08 SEPTEMBER 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

Membaca	<ul style="list-style-type: none">a. bahwa sebagaimana dengan nomor ke-16 tahun 2022 tentang penulisan Judul Skripsi Mahasiswa Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023, masa dipandang perlu merevisi Surat Keputusan Dekan tentang Dewan Pembimbing dan Pengusulan Skripsi Program Studi Biologi ditaksud;b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cukup dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.								
Mengingat	<ul style="list-style-type: none">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 Pembinaan 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 Kewenangan dan Penetapan Wewenang Kepala Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;9. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 48 Tahun 2022 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2022 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;								
Memperhatikan	Keputusan Senat Semester Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 16 Juni 2022.								
Menetapkan Kesani	<p style="text-align: center;">MEMUTUSKAN</p> <p>Menunjuk Saudara:</p> <ul style="list-style-type: none">1. Syarifina Sari Lubis, M.Si2. Diannita Harahap, M.Si <p>Untuk membimbing Skripsi</p> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">Nama</td><td>Misa Erlina</td></tr><tr><td>NIM</td><td>190703004</td></tr><tr><td>Prodi</td><td>Biologi</td></tr><tr><td>Judul Skripsi</td><td>Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (<i>Gliricidia sepium</i> L.) sebagai Pengendali Patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.</td></tr></table> <p style="text-align: right;">Sebagai Pembimbing I Sebagai Pembimbing II</p>	Nama	Misa Erlina	NIM	190703004	Prodi	Biologi	Judul Skripsi	Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (<i>Gliricidia sepium</i> L.) sebagai Pengendali Patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.
Nama	Misa Erlina								
NIM	190703004								
Prodi	Biologi								
Judul Skripsi	Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (<i>Gliricidia sepium</i> L.) sebagai Pengendali Patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Alternaria</i> sp.								
Kedua	Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya apabila kemudian terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.								

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 11 Januari 2023
Dekan,

Muhammad Dirhamsyah

Tambaran:
1. Dekan UIN Ar-Raniry di Banda Aceh.
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
3. Pembimbing yang bersangkutan dan dosen pembimbing lainnya.
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Syaikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : iain@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-3003/Un.08/FST-I/PP.00.9/10/2022

Lampiran : -

Tgl : 10/10/2022

Kepada Yth,

Kepala Laboratorium Biokimia dan Biologi UIN Ar-Raniry

Assalamu'alaikum Wa'alaik Salam

Walaupun Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini mengundang bapak

untuk melakukan penelitian di Laboratorium Biokimia dan Biologi UIN Ar-Raniry

tersebut dengan judul penelitian

yang akan dilaksanakan pada tanggal 10/10/2022

[Redacted text]

[Redacted text]

Demikian surat ini

Mengetahui dan Menyetujui

di Tempat

Sholahudin M. Sidiq, M.Pd, M.Pd

Ket. Lab. Biokimia dan Biologi

Surat ini berlaku untuk keperluan

penelitian

tanggal 10/10/2022

AR - RANIRY

Lampiran 3. Surat Keterangan Bebas Laboratorium

 **LABORATORIUM BIOLOGI**
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Danussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id Email: st0202@ar-raniry.ac.id 

SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM
No: B-05/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/02/2023

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Mita Erliza
NIM	: 180703006
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Lambiro Bileu Aceh Besar

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas alat dan bahan Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh sehingga tidak ada tanggungan biaya alat laboratorium (kecuali bahan & jasa), dan telah menyelesaikan biaya pemakaian bahan laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

"Karakterisasi dan Uji Potensi Jamur Endofit pada Daun Bawang Merah (*Allium asculonicum* L.) sebagai Pengendali Patogen *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp."

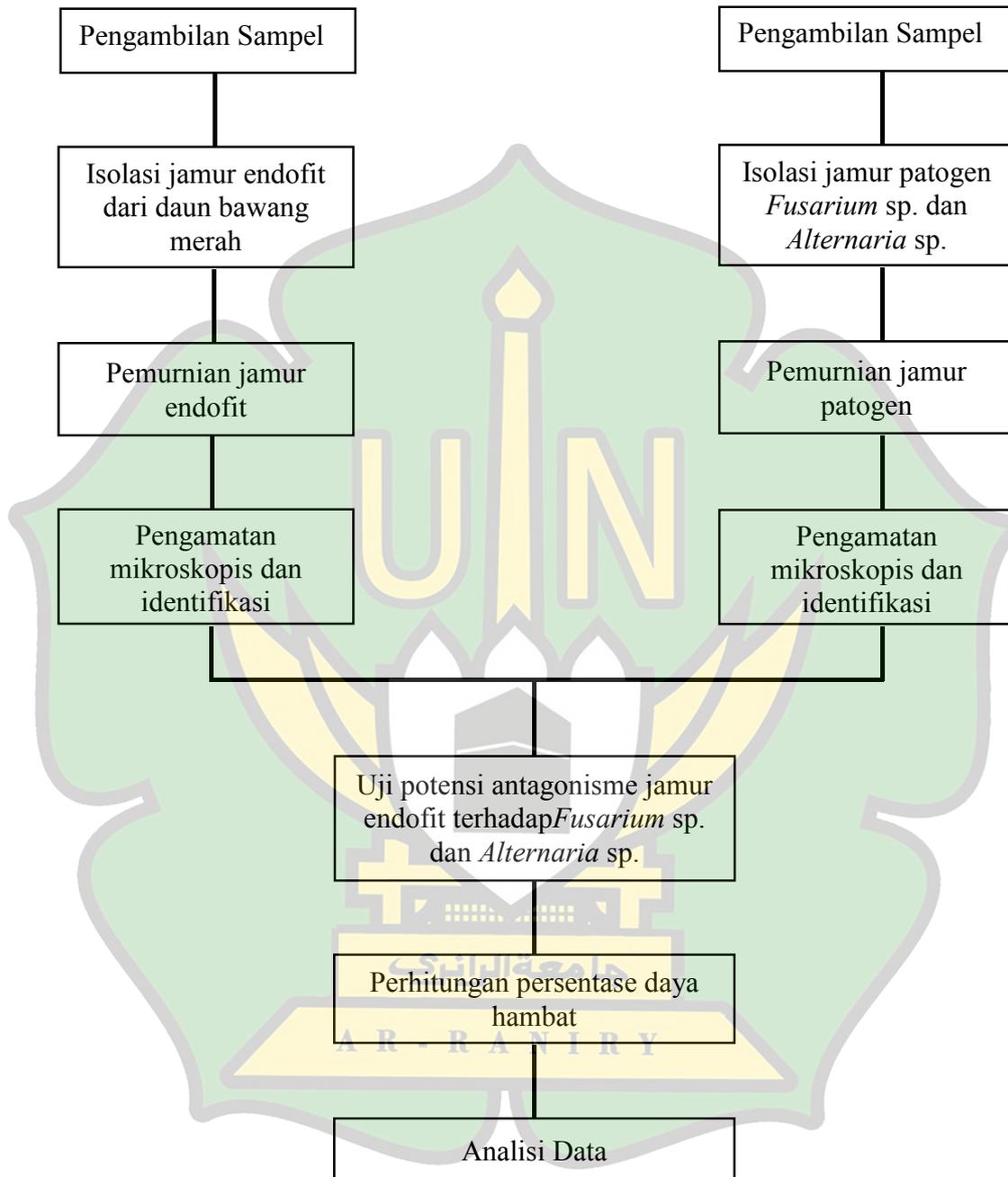
Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 02 Maret 2023
Ketua Laboratorium Biologi


Anis Sarili, M.Si

AR - RANIRY

Lampiran 4. Alur Penelitian



Lampiran 5. Hasil Uji Antagonisme Jamur Endofit Terhadap *Fusarium* sp. dan *Alternaria* sp.

No	Isolat	<i>Fusarium</i> sp.						Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	U5 (%)	U6 (%)	
1.	EA 1	42,28	47,04	81,59	78,38	58,03	69,01	62,72 %
2.	EA 2	46,48	47,50	53,83	50,26	62,73	51,89	52,11 %
3.	EA 3	30,55	0,035	21,52	16,60	15,40	12,02	16,02 %
4.	EA 4	47,94	35,51	0,063	0,018	17,43	0,079	16,84 %

No	Isolat	<i>Alternaria</i> sp.						Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	U5 (%)	U6 (%)	
1.	EA 1	49,21	62,93	68,16	69,21	79,20	47,99	67,38 %
2.	EA 2	62,00	62,40	55,39	53,92	32,08	53,92	53,28 %
3.	EA 3	14,94	26,82	15,59	12,55	0,077	31,75	16,95 %
4.	EA 4	32,51	22,91	31,92	25,80	21,75	22,87	26,29 %

جامعة الرانري

AR - RANIRY

Lampiran 6. Perhitungan Daya Hambat

Daya Hambat Daya Hambat (mm)

Daya Antagonisme = $\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\%$

1. Ulangan I	2. Ulangan II
<p>* Eka 1 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{2,98 - 1,72}{2,98} \times 100\%$ $= 42,28\%$	<p>* Eka 1 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{3,72 - 1,97}{3,72} \times 100\%$ $= 47,04\%$
<p>* Eka 2 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{19,92 - 10,66}{19,92} \times 100\%$ $= 46,48\%$	<p>* Eka 2 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{18,02 - 10,66}{18,02} \times 100\%$ $= 41,52\%$
<p>* Eka 3 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{30,18 - 20,06}{30,18} \times 100\%$ $= 33,85\%$	<p>* Eka 3 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{25,66 - 29,72}{25,66} \times 100\%$ $= 0,03\%$
<p>* Eka 4 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{38,61 - 26,10}{38,61} \times 100\%$ $= 41,94\%$	<p>* Eka 4 dengan Fusarium sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{38,35 - 29,73}{38,35} \times 100\%$ $= 35,9\%$
<p>* Eka 1 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{5,10 - 2,79}{5,10} \times 100\%$ $= 45,29\%$	<p>* Eka 1 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{5,71 - 3,28}{5,71} \times 100\%$ $= 62,03\%$
<p>* Eka 2 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{30,03 - 11,21}{30,03} \times 100\%$ $= 62,00\%$	<p>* Eka 2 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{30,67 - 0,53}{30,67} \times 100\%$ $= 67,40\%$
<p>* Eka 3 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{36,41 - 31,02}{36,41} \times 100\%$ $= 14,99\%$	<p>* Eka 3 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{40,22 - 29,45}{40,22} \times 100\%$ $= 36,82\%$
<p>* Eka 4 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{36,75 - 24,80}{36,75} \times 100\%$ $= 52,51\%$	<p>* Eka 4 dengan Alternaria sp.</p> $\text{Daya Antagonisme} = \frac{39,06 - 36,11}{39,06} \times 100\%$ $= 7,21\%$

3. Ulangan IV

* Eka 1 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{18,96 - 3,40}{18,96} \times 100\%$$

$$= 81,59\%$$

* Eka 2 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{21,40 - 9,88}{21,40} \times 100\%$$

$$= 53,83\%$$

* Eka 3 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{23,04 - 18,08}{23,04} \times 100\%$$

$$= 21,52\%$$

* Eka 2 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{28,05 - 26,76}{28,05} \times 100\%$$

$$= 5,06\%$$

* Eka 1 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{15,55 - 4,35}{15,55} \times 100\%$$

$$= 68,16\%$$

* Eka 2 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{28,95 - 13,90}{28,95} \times 100\%$$

$$= 51,84\%$$

* Eka 3 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{33,92 - 28,65}{33,92} \times 100\%$$

$$= 15,55\%$$

* Eka 4 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{42,15 - 29,10}{42,15} \times 100\%$$

$$= 31,02\%$$

4. Ulangan IV

* Eka 1 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{12,03 - 2,60}{12,03} \times 100\%$$

$$= 78,38\%$$

* Eka 2 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{22,40 - 9,14}{22,40} \times 100\%$$

$$= 59,24\%$$

* Eka 3 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{28,05 - 18,14}{28,05} \times 100\%$$

$$= 35,32\%$$

* Eka 4 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{21,75 - 21,13}{21,75} \times 100\%$$

$$= 2,85\%$$

* Eka 1 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{3,80 - 1,73}{3,80} \times 100\%$$

$$= 54,21\%$$

* Eka 2 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{32,86 - 15,14}{32,86} \times 100\%$$

$$= 53,80\%$$

* Eka 3 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{34,89 - 30,51}{34,89} \times 100\%$$

$$= 12,55\%$$

* Eka 4 dengan Alternaria sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{39,52 - 29,32}{39,52} \times 100\%$$

$$= 25,80\%$$

5. Ulangan V

* Eka 1 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{4,79 - 2,01}{4,79} \times 100\%$$

$$= 58,03\%$$

* Eka 2 dengan Fusarium sp.

$$\text{Daya Antagonis} = \frac{25,76 - 8,60}{25,76} \times 100\%$$

$$= 67,33\%$$

<p>1. Eka 3 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{27,72 - 21,45}{27,72} \times 100\%$ $= 15,43\%$	<p>2. Eka 4 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{25,60 - 25,66}{25,60} \times 100\%$ $= 0,23\%$
<p>2. Eka 4 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{31,09 - 28,09}{31,09} \times 100\%$ $= 12,43\%$	<p>3. Eka 1 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{7,93 - 3,76}{7,93} \times 100\%$ $= 52,71\%$
<p>3. Eka 1 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{29,51 - 5,79}{29,51} \times 100\%$ $= 79,70\%$	<p>4. Eka 2 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{30,84 - 14,21}{30,84} \times 100\%$ $= 53,92\%$
<p>4. Eka 2 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{26,74 - 17,09}{26,74} \times 100\%$ $= 35,90\%$	<p>5. Eka 3 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{40,88 - 27,00}{40,88} \times 100\%$ $= 33,71\%$
<p>5. Eka 3 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{28,82 - 26,60}{28,82} \times 100\%$ $= 7,67\%$	<p>6. Eka 4 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{40,57 - 31,70}{40,57} \times 100\%$ $= 21,87\%$
<p>6. Eka 4 dengan Alternaria 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{39,72 - 31,09}{39,72} \times 100\%$ $= 21,75\%$	<p>1. Rata-rata Persentase Daya Hamtrak Pada Susatun 17.</p> <p>2. Eka 1</p> $\frac{42,28 + 37,04 + 21,59 + 70,38 + 58,03 + 60,21}{6}$ $= 60,23\%$
<p>C. Ulangan 17</p> <p>1. Eka 1 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{6,02 - 1,96}{6,02} \times 100\%$ $= 69,01\%$	<p>3. Eka 2</p> $\frac{16,40 + 43,28 + 53,85 + 57,26 + 62,73 + 51,89}{6}$ $= 52,11\%$
<p>2. Eka 2 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{24,78 - 11,92}{24,78} \times 100\%$ $= 51,58\%$	<p>4. Eka 3</p> $\frac{30,55 + 0,83 + 21,92 + 16,60 + 15,40 + 12,02}{6}$ $= 16,02\%$
<p>3. Eka 3 dengan Susatun 17.</p> $\text{Daya Antagonis} = \frac{25,77 - 20,62}{25,77} \times 100\%$ $= 19,92\%$	<p>5. Eka 4</p> $\frac{47,99 + 31,51 + 0,06 + 0,01 + 17,43 + 0,07}{6}$ $= 16,84\%$

2. Rata-rata Persentase Daya Hambat Enzim Alternatif 17.

* KAm 1

$$\frac{43,21 + 62,93 + 68,16 + 69,71 + 79,20 + 47,89}{6}$$

$$= 67,83\%$$

* KAm 2

$$\frac{62,02 + 62,49 + 55,39 + 53,92 + 32,08 + 54,82}{6}$$

$$= 53,28\%$$

* KAm 3

$$\frac{14,40 + 26,82 + 15,59 + 19,55 + 0,077 + 21,75}{6}$$

$$= 16,95\%$$

* KAm 4

$$\frac{32,11 + 22,81 + 21,92 + 25,80 + 21,75 + 22,87}{6}$$

$$= 26,29\%$$

جامعة الرانري

AR - RANIRY

Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan



Pengambilan Sampel



Isolasi Jamur Endofit



Pemurnian Jamur Endofit



Isolasi Jamur Patogen



Pemurnian Jamur Patogen



Pengamatan Mikroskopis Jamur Endofit dan Patogen



Uji Potensi Antagonisme Jamur Endofit Terhadap Jamur Patogen



Perhitungan Daya Hambat