

**KEMAMPUAN ANTAGONISME *Trichoderma* sp. TERHADAP
PATOGEN PADA DAUN TANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.)**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

INDRA MAULANA

NIM. 180703071

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/1445 H**

PERSETUJUAN PEMBIMBNG SKRIPSI

**KEMAMPUAN ANTAGONISME *Trichoderma* sp. TERHADAP
PATOGEN PADA DAUN TANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda
Aceh Sebagai Salah Satu Beban Studi program Sarjana
(S-1) Dalam Prodi Biologi

Oleh :

INDRA MAULANA

NIM. 180703071

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

Disetujui untuk Dimunaqasahkan Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003



Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

**KEMAMPUAN ANTAGONISME *Trichoderma* sp. TERHADAP
PATOGEN PADA DAUN TANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.)**

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Ujian Munaqasah 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 Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 11 Januari 2024
29 Jumadil Akhir 1445 H
Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi

Ketua,


Syafriana Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Sekretaris,


Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Penguji I,


Arif Sardi, M.Si
NIDN. 2019068601

Penguji II,


Raudhah Hayatillah, M.Sc
NIDN. 2025129302

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indra Maulana
NIM : 180703071
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Pada Daun Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

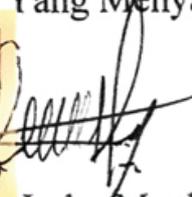
Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

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 bertanggungjawab atas karya ini.

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

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

Banda Aceh, 11 Januari 2024
Yang Menyatakan

 
Indra Maulana)

ABSTRAK

Nama : Indra Maulana
NIM : 180703071
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Daun Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si
Kata Kunci : Cendawan *Trichoderma* sp., cendawan patogen, uji antagonisme

Jamur patogen menyebabkan kendala dan penurunan produksi bawang merah. *Trichoderma* merupakan jamur antagonisme yang dapat mengendalikan pertumbuhan patogen pada bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *Trichoderma* sp. dan patogen pada bawang merah serta mengetahui kemampuan antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap patogen bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Metode isolasi *Trichoderma* dan jamur patogen menggunakan cawan petri yang di biakkan pada media PDA serta diinkubasi selama 7 hari dan uji kemampuan antagonisme *Trichoderma* terhadap patogen dilakukan dengan (*dual culture method*). Berdasarkan hasil penelitian, terdapat satu jenis *Trichoderma* sp. yaitu *Trichoderma harzianum* dan 4 isolat patogen yaitu PT 1, PT 2, PT 3 dan PT 4 yang diisolasi dari perakaran dan daun bawang merah. Hasil uji antagonisme *Trichoderma* terhadap PT 3 memiliki kemampuan yang dikategorikan tinggi dengan persentase 75,40 %, terhadap PT 4 dikategorikan sedang dengan persentase 40,38% dan PT 1 dan PT 2 dikategorikan lemah dengan persentase 23,45% dan 26.19%.

AR - RANIRY

ABSTRACT

Name : Indra Maulana
NIM : 180703071
Study Program : Biologi
Faculty : Sains dan Teknologi
Thesis Title : Antagonism Ability of *Trichoderma* sp. Fighting Red
Onion Plant Leaf Pathogens (*Allium ascalonicum* L.)
Advisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
advisor II : Diannita Harahap, M.Si
Keyword : *Fungus Trichoderma* sp., *pathogenic fungus*, *test antagonist*

Pathogenic fungi cause problems and decrease shallot production. *Trichoderma* is an antagonistic fungus that can control the growth of pathogens in shallots. This research aims to determine the characteristics of *Trichoderma* sp. and pathogens in shallots and determine the antagonism ability of *Trichoderma* sp. against the shallot pathogen (*Allium ascalonicum* L.). The method for isolating *Trichoderma* and pathogenic fungi uses petri dishes cultured on PDA media and incubated for 7 days and testing *Trichoderma's* antagonism ability against pathogens is carried out using (*dual culture method*). Based on research results, there is one type of *Trichoderma* sp. namely *Trichoderma harzianum* and 4 pathogen isolates, namely PT 1, PT 2, PT 3 and PT 4 which were isolated from the roots and leaves of shallots. The results of the *Trichoderma* antagonism test against PT 3 had a high breaking ability with a percentage of 75.40%, against PT 4 it broke down moderately with a percentage of 40.38% and PT 1 and PT 2 were considered weak with a percentage of 23.45% and 26.19%.

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberi kita semua kesehatan badan dan pikiran serta shalawat dan salam penulis junjungkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Pada Daun Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)**”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik bagi seluruh mahasiswa Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh guna memenuhi mata kuliah wajib. Penulis menyadari bahwasanya selama penulisan skripsi 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. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
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 Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu segala keperluan yang diperlukan penulis.
4. Arif Sardi, M.Si, selaku Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberi arahan, saran serta bimbingan.
5. Syafrina Sari Lubis, M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi arahan, saran dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
6. Ilham Zulfahmi, M.Si, Diannita Harahap, M.Si, Ayu Nirmala Sari, M.Si, Kamaliah, M.Si, dan Raudhah Hayatillah, M.Sc, selaku Dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
7. Nanda Anastia, S.Si dan Firman Rija Arhas, M.Si, selaku Staf Prodi Biologi dan Staf Laboratorium yang telah membantu segala keperluan penulis.

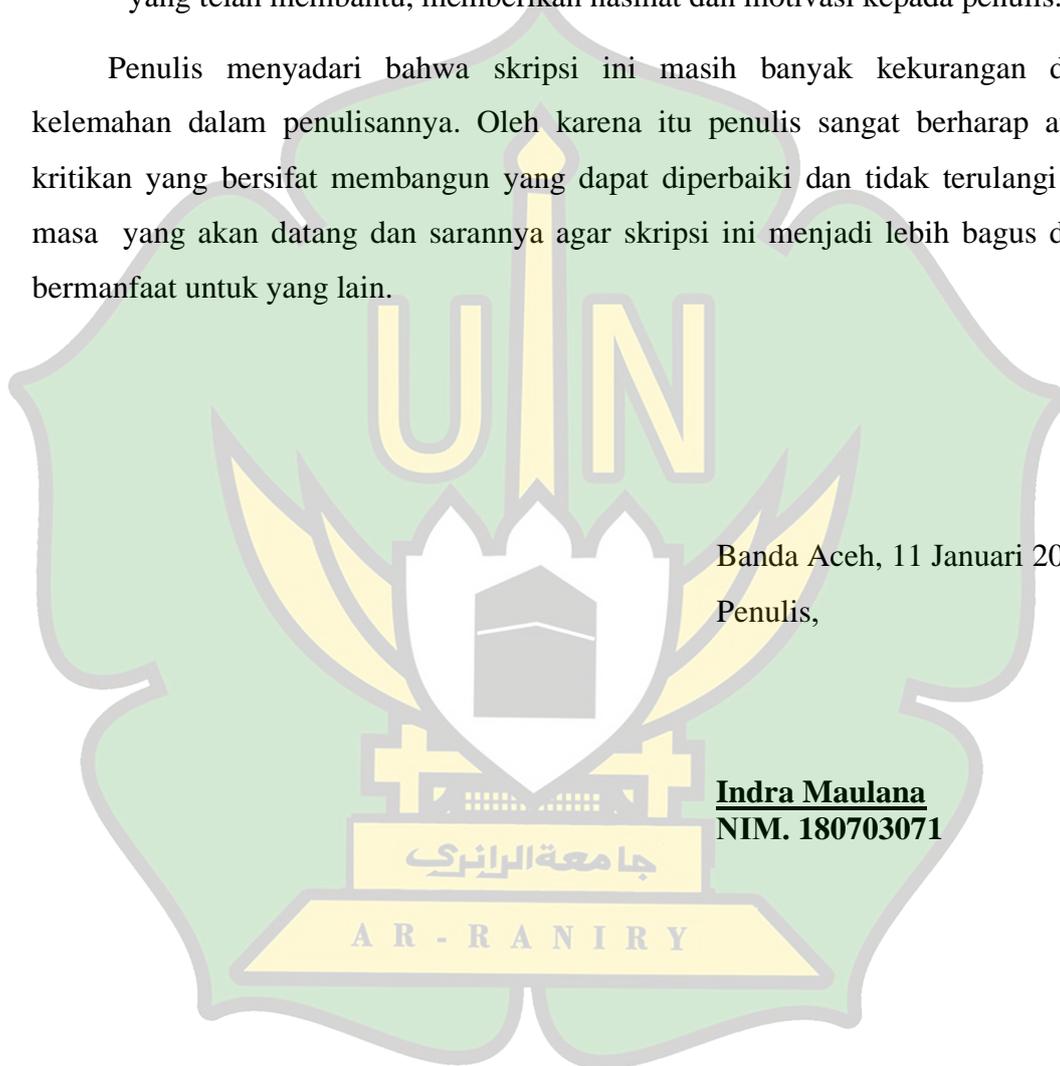
8. Kedua orang tua saya Ayahanda Marzuki Ali dan Ibu Cutala Sari, serta Abang Zahrul Fuadi yang telah mendoakan, memotivasi moril, materil dan kasih sayang yang telah diberikan dalam menyelesaikan proposal ini.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Mita Erliza, Banta Saidi, Muhammad Nuris Sabri dan Iqbal serta Mahasiswa Biologi leting 18 dan juga kakak-kakak serta abang-abang yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu yang telah membantu, memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penulisannya. Oleh karena itu penulis sangat berharap atas kritikan yang bersifat membangun yang dapat diperbaiki dan tidak terulangi di masa yang akan datang dan sarannya agar skripsi ini menjadi lebih bagus dan bermanfaat untuk yang lain.

Banda Aceh, 11 Januari 2023

Penulis,

Indra Maulana
NIM. 180703071



DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	4
I.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum L.</i>)	5
II.2 Morfologi Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum L.</i>)	6
II.2.1 Klasifikasi	6
II.2.2 Daun.....	7
II.2.3 Batang	7
II.2.4 Bunga.....	7
II.2.5 Akar	7
II.2.6 Buah.....	8
II.3 Penyakit pada Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum L.</i>)	8
II.4 Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	8
II.5 Jamur Patogen pada Daun Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum L.</i>)	10
II.5.1 Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	10
II.5.2 Jamur <i>Colletotrichum</i> sp.	11
II.5.3 Jamur <i>Phytium</i> sp.	12
II.5.4 Jamur <i>Penicillium</i> sp.	13
II.6 Uji Antagonisme	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	15
III.3 Objek Penelitian	16
III.4 Alat dan Bahan	16
III.5 Metode Penelitian.....	16
III.6 Prosedur Kerja	16
III.6.1 Pengambilan Sampel Tanaman Sakit	16
III.6.2 Pengambilan Sampel Tanah	17
III.6.3 Isolasi Jamur Patogen pada Bawang Merah.....	17
III.6.4 Isolasi Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	18
III.6.5 Pengujian Antagonisme Jamur <i>Trichoderma</i> spp Terhadap Jamur Patogen pada Bawang Merah	18
III.7 Analisis Data	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
IV.1 Hasil Penelitian	21
IV.1.1 Karakteristik <i>Trichoderma</i> sp. dari perakaran bawang merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)	21
IV.1.2 Karakteristik Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah.....	21
IV.1.3 Kemampuan Antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen Daun Bawang Merah (<i>Allium</i> <i>ascalonicum</i> L.)	23
IV.2 Pembahasan.....	26
IV.2.1 Karakteristik <i>Trichoderma</i> sp. Dari Perakaran Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)	26
IV.2.2 Karakteristik Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah (<i>Allium</i> <i>ascalonicum</i> L.)	28
IV.2.3 Kemampuan Antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah (<i>Allium</i> <i>ascalonicum</i> L.)	30
BAB V PENUTUP	34
V.1 Kesimpulan.....	34
V.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	45
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	56

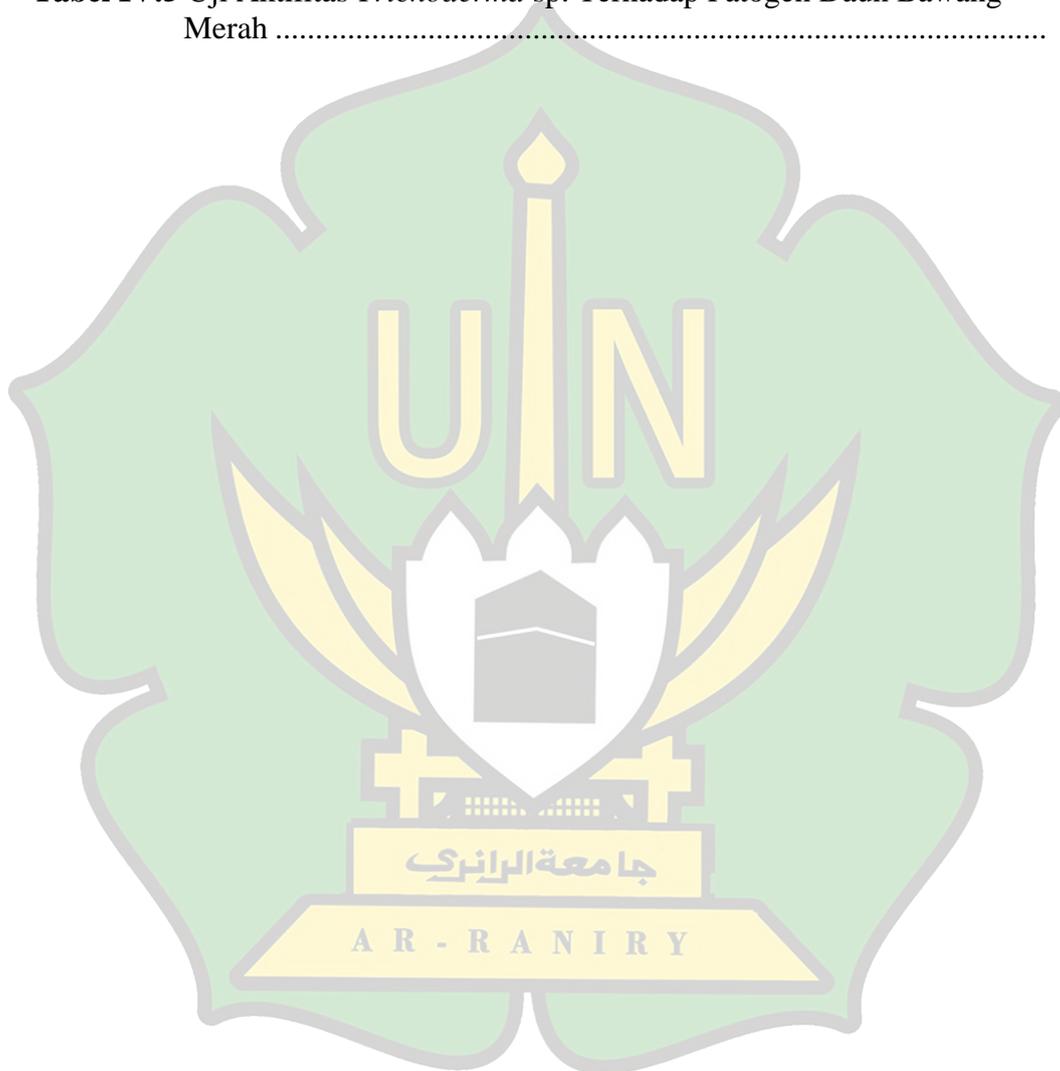


DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Tanaman Bawang Merah.....	6
Gambar II.2 (a) Koloni <i>Trichoderma</i> sp. pada Cawan Petri, (b) Bentuk Konidia <i>Trichoderma</i> sp. Secara Mikroskopis.....	9
Gambar III.1 Skema Uji antagonis (A) Jamur <i>Patogen</i> (B) Jamur <i>Trichoderma</i> sp.....	19
Gambar IV.1 Uji Antagonisme Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Jamur Patogen PT 1.....	24
Gambar IV.2 Uji Antagonisme Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Jamur Patogen PT2.....	24
Gambar IV.3 Uji Antagonisme Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Jamur Patogen PT 3.....	25
Gambar IV.4 Uji Antagonisme Isolat Jamur <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Jamur Patogen PT 4.....	25
Gambar IV.5 Isolat TD (<i>Trichoderma harzianum.</i>), (A) Makroskopis Tampak Depan, (B) Penampakan Mikroskopis, (a) Konidia (b) Fialid (c) Konidiofor.....	26
Gambar IV.6 (A) Makroskopis Tampak Depan, (B) Penampakan Mikroskopis, (a) Konidia (b) Konidiofor (c) Fialid. (Sumber : Andriastini <i>et al.</i> , 2018).....	27

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	15
Tabel IV.1 Karakteristik Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	21
Tabel IV.2 Hasil Pengukuran Pertumbuhan Jamur Patogen Pada Cawan Petri.	22
Tabel IV.3 Karakteristik Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah.	22
Tabel IV.4 Deskripsi Makroskopis dan Mikroskopis Jamur Patogen Bawang Merah	23
Tabel IV.5 Uji Aktifitas <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Patogen Daun Bawang Merah	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing	45
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	46
Lampiran 3. Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	47
Lampiran 4. Alur Penelitian	48
Lampiran 5. Hasil Uji Antagonis	48
Lampiran 6. Perhitungan Daya Hambat.....	49
Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan.....	52
Lampiran 8. Daftar Harga Alat dan Bahan.....	55



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah salah satu tanaman unggulan yang telah dibudidayakan secara intensif oleh petani sejak lama. Karena nilai ekonominya yang tinggi dan budidaya bawang merah telah menyebar ke hampir seluruh provinsi di Indonesia (Manan *et al.*, 2018). Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) juga merupakan komoditi hortikultura yang tergolong sayuran rempah serta banyak dibutuhkan sebagai pelengkap bumbu masakan guna menambah cita rasa, kenikmatan masakan dan sebagai obat tradisional yang bermanfaat untuk kesehatan (Efendi *et al.*, 2017). Pentingnya bawang merah di Indonesia sebagai bahan kuliner yang dikonsumsi masyarakat Indonesia perlu mendapat perhatian. Produksi bawang merah tumbuh signifikan namun tidak sebanding dengan permintaan masyarakat, sehingga harus diimpor sebagai upaya terakhir (Rahardjo & Wijaya, 2018). Menurut data BPS produksi bawang merah di Aceh tahun 2021 sebesar 10.136,00 ton, namun pada tahun 2022 produksi bawang merah mengalami penurunan sebesar 10.070,00 ton dari tahun sebelumnya.

Salah satu kendala utama peningkatan produksi bawang merah saat ini adalah terbatasnya pasokan benih bawang merah berkualitas. Kekurangan benih berkualitas dipenuhi dengan menggunakan umbi konsumen sebagai benih atau menggunakan umbi impor. Penggunaan umbi-umbian yang terus menerus untuk benih oleh petani akan menurunkan kualitas benih karena penumpukan patogen tular umbi, termasuk virus, akan menurunkan produktivitas tanaman (Makhziah *et al.*, 2019).

Budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di kalangan petani Indonesia termasuk Aceh cukup banyak peminatnya, akan tetapi dalam penanamannya terdapat berbagai kendala, baik secara teknis maupun ekonomis. Faktor iklim seperti curah hujan, serangan hama dan penyakit, pemasokan benih, penanganan pasca panen, ketersediaan modal dan harga yang turun akibat masuknya impor menjadi kendala budidaya bawang merah di Indonesia (Sondari *et al.*, 2021). Faktor lain yang dapat menghambat budidaya bawang merah yaitu dapat di

sebabkan oleh bakteri, jamur bahkan dapat disebabkan oleh virus dan oleh patogen-patogen lain. Selain berfungsi sebagai bahan masakan, bawang merah juga memiliki kandungan yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu terdapat kalsium, zat besi, fosfor, karbohidrat, vitamin A dan C (Lana *et al.*, 2019).

Beberapa hama dan penyakit yang sering menyerang bawang merah antara lain : *Fusarium oxysporum* (penyakit Moler), *Alternaria porri* (penyakit bercak ungu), *Colletotrichum* sp. (penyakit antraknosa) dan ulat perusak daun (*Spodoptera exigua*) (Manan *et al.*, 2018). *F. oxysporum* merupakan patogen utama bawang merah, menyebabkan tanaman bawang merah cepat layu, daun menguning, daun melintir, dan batang busuk. Layu *Fusarium* menyebabkan kerusakan dan mengurangi hasil umbi hingga 50%. Ulat bawang merah (*Spodoptera exigua*) merupakan hama utama bawang merah (Sudantha *et al.*, 2018). sedangkan *Alternaria porri* merupakan penyakit pada bawang merah yang memiliki ciri-ciri seperti berwarna ungu keabuan pada bagian daun, pada bagian samping tampak garis melingkar seperti cincin, dan bercak membesar membentuk cekungan (Fahrin *et al.*, 2018).

Upaya pengendalian patogen tanaman Saat ini fokusnya masih pada penggunaan fungisida kimia, namun cara pengendalian ini hanya efektif jika menggunakan takaran yang tinggi. Pengendalian penyakit tanaman secara kimia banyak dilakukan karena lebih praktis dan efektif, namun penggunaan fungisida kimia yang terus menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan tanaman (Susandi *et al.*, 2018).

Namun penggunaan fungisida sintetik untuk pengendalian tidak efektif dan masih bisa menimbulkan efek negatif dikarenakan sisa fungisida dapat menyebabkan kerusakan bagi lingkungan. Perlakuan yang benar dan bisa dilakukan terhadap pengendalian tanaman serta lingkungan adalah melalui penggunaan mikroorganisme sebagai biopestisida, yang sering disebut mikroorganisme antagonis. Jamur *Trichoderma* merupakan salah satu mikroorganisme yang baik digunakan untuk biopestisida (Ruswandari *et al.*, 2020).

Alternatif pengendalian hama dan penyakit dapat melindungi tanaman terhadap serangan jamur patogen dengan menggunakan fungisida nabati.

Fungisida nabati adalah fungisida yang diekstraksi, diproses atau dibuat menjadi konsentrat dari tanaman yang tidak mengubah struktur kimianya. Contoh fungisida nabati adalah ekstrak daun sirih. Kandungan kavikol, cavibetol dan etanol dalam daun sirih dikenal sebagai bahan aktif anti jamur. Daun sirih diketahui mengandung minyak atsiri, flavonoid, saponin, fenol, alkaloid dan tanin yang merusak komponen sel jamur (Fahrudin *et al.*, 2018).

Trichoderma sp. merupakan agen biokontrol yang efektif untuk mengendalikan berbagai patogen tular tanah (Mahfud *et al.*, 2021). Agen biologis *Trichoderma*. merupakan alternatif yang relatif aman bagi lingkungan. *Trichoderma* sp. diketahui mempunyai kemampuan antagonis terhadap jamur patogen. *Trichoderma* sp. dapat menjadi superparasit berbagai jenis jamur sehingga menyebabkan penyakit tanaman dan pertumbuhannya sangat cepat (Susandi *et al.*, 2018).

Jamur ini berpotensi mendegradasi, menguraikan berbagai substrat heterogen dalam tanah, berinteraksi aktif dengan inang, dan menghasilkan enzim untuk meningkatkan nutrisi tanaman. spesies *Trichoderma* sp. Ini termasuk *Trichoderma reesei*, *Trichoderma viride*, dan *Trichoderma harzianum*. Selain sebagai bioagen terhadap penyakit tanaman, *Trichoderma* spp. dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diinfeksi (Novianti, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka penulis tertarik melakukan penelitian tentang **“Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Pada Daun Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)”**.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik *Trichoderma* sp. dari perakaran bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) ?
2. Bagaimana karakteristik jamur patogen pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) ?
3. Bagaimana kemampuan antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan jamur patogen pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) ?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik *Trichoderma* sp. dari perakaran bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
2. Untuk mengetahui karakteristik jamur patogen pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
3. Untuk mengetahui bagaimana kemampuan antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan jamur patogen pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian ini dapat menjadikan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian dengan memanfaatkan isolat *Trichoderma* sp. yang digunakan untuk menguji patogen pada daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).
2. Dari hasil penelitian ini dapat menjadikan pedoman kepada masyarakat khususnya petani dalam mengendalikan patogen perusak tanaman dengan menggunakan jamur endofit.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman tertua dalam garis keturunan tanaman yang dibudidayakan oleh manusia. Hal ini dapat dilihat dalam sejarah bangsa Mesir pada dinasti ke-1 dan ke-2 (3200-2700 SM) yang menggambarkan bawang merah pada patung-patung peninggalannya, bawang merah diyakini berasal dari Asia dan kemudian berkembang dan menyebar ke seluruh dunia, dengan perkembangan dan budidaya yang begitu serius, bawang merah telah menjadi salah satu tanaman komersial di negara-negara di seluruh dunia (Jaelani, 2007).

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah tumbuhan yang tumbuh semusim. Biasanya ditanam di dataran rendah dan panen dalam waktu 60-79 hari, tergantung varietasnya (Saptorini *et al.*, 2019). Tumbuhan ini memiliki rumpun, akar berserat, dan batang sangat pendek yang hampir tidak terlihat, serta daun berbentuk silindris (Herwanda *et al.*, 2017). Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) juga merupakan tanaman yang banyak dikonsumsi sebagai bumbu masakan campuran setelah cabai. Selain itu, bawang merah juga dijual dalam bentuk olahan seperti ekstrak bawang merah, bubuk, minyak atsiri dan bawang goreng (Nazirah & Maulana, 2020).

Salah satu manfaat bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah sayuran ini ditambahkan ke hampir setiap hidangan karena berfungsi sebagai bumbu masak (Pakpahan *et al.*, 2020). Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) juga telah digunakan sebagai obat tradisional untuk manfaat kesehatan manusia seperti menurunkan kadar kolesterol, mencegah pembekuan darah dan meningkatkan aliran darah (Hakim & Anandari, 2019). Menurut Riastuti *et al.*, (2021), pada zaman dahulu tanaman bawang merah digunakan untuk mengobati sakit perut, menyembuhkan luka atau infeksi, mengobati kencing manis (diabetes), dan juga sebagai antipiretik.

Dari segi kandungan gizi, bawang merah bukan merupakan sumber karbohidrat, protein, lemak, vitamin atau mineral. Namun, komponen-komponen tersebut ada dalam bawang merah, meski dalam jumlah kecil, dan sangat penting

manfaatnya. Bahan lain yang terdapat pada umbi bawang merah yaitu minyak esensial (atsiri). Minyak esensial (atsiri) ini banyak digunakan dalam fungisida, perasa makanan serta digunakan sebagai khasiat obat (Kartinaty *et al.*, 2018). Satu satu studi menunjukkan bahwa bawang merah mengandung quercetin yang tinggi. Quercetin adalah salah satu senyawa flavonoid dalam bawang merah, memiliki manfaat kesehatan yang tinggi (Hartoyo, 2020).

II.2 Morfologi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

II.2.1 Klasifikasi



Gambar II.1 Tanaman Bawang Merah
(Sumber : Hikmahwati *et al.*, 2020).

Klasifikasi dari tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berdasarkan Integrated Taxonomic Information System (ITIS) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Viridiplantae
Infrakingdom : Streptophyta
Superdivisi : Embryophyta
Divisi : Tracheophyta
Subdivisi : Spermatophytina
Kelas : Magnoliopsida
Superordo : Lilianae
Ordo : Asparagales
Famili : Amaryllidaceae
Genus : *Allium* L.
Spesies : *Allium ascalonicum* L. (www.itis.gov, 2022).

II.2.2 Daun

Bawang merah memiliki morfologi yang terdiri dari daun, bunga, batang, buah dan akar. Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) hanya memiliki satu permukaan, berbentuk ramping, silindris, berukuran 50-70 cm, dengan posisi daun pada batang yang lebih pendek (Hikmahwati *et al.*, 2020). Daun bawang merah memiliki warna berbeda tergantung pada varietasnya yaitu berwarna hijau tua dan warna hijau muda serta bagian ujung daun meruncing. Pada umur tua daun bawang merah mengalami kekuningan dan mengering dari bagian bawah tanaman (Handayani, 2020).

II.2.3 Batang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memiliki batang sejati yang disebut diskus yang berbentuk seperti cakram, tipis dan pendek, serta berfungsi sebagai tempat melekatnya akar dan pucuk. Di bagian atas cakram adalah satu set pelepah daun yang disebut pseudostem bawang merah (Despita *et al.*, 2020). Helaian pelepah daun terluar akan mengering dan membungkus lapisan pelepah daun yang ada di dalamnya sehingga pseudostem bawah tanah berubah fungsi dan bentuknya, berubah menjadi umbi lapis (Anisa, 2021).

II.2.4 Bunga

Bunga pada tanaman bawang merah merupakan bunga majemuk dengan ciri-ciri warna putih, bentuk seperti payung serta tumbuhnya dari ujung tanaman (Hikmahwati *et al.*, 2020). Bunga pada tanaman bawang merah tergolong ke bunga yang sempurna, memiliki enam stamen dan pistilum, serta tangkai pada bagian bunga keluar di bagian tengah umbi, bagian ujung tangkai bunga ada 50-500 kuntum bunga (Manalu, 2019).

II.2.5 Akar

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memiliki akar serabut dengan sistem perakaran dangkal dan cabang tersebar yang berfungsi sebagai tempat tumbuhnya akar adventif dan rambut akar untuk menopang tanaman dan menyerap air dan unsur hara pada kedalaman 15-20 cm. Jumlah tanaman bawang merah dapat mencapai 20-200 akar dengan diameter 0,5-2 mm, percabang akar 3-

5 panjang dan berwarna putih, setelah diremas, akar mengeluarkan bau yang menyengat seperti bawang merah (Saputra *et al.*, 2021).

II.2.6 Buah

Buah bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berbentuk bulat dengan ujung tumpul membungkus 2-3 biji. Biji pipih, bening atau putih saat muda, hitam saat tua. Bijinya yang berwarna merah bisa disebut umbi-umbian. Umbi terbentuk dari pada pangkal daun yang bercantum membentuk batang yang berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi berlapis. Umbi bawang terbentuk dari pada lapisan daun yang tumbuh dan bercantum. Umbi bawang merah bukanlah umbi sejati, seperti keladi atau kentang (Permana *et al.*, 2021).

II.3 Penyakit pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan penyakit yaitu temperatur yang menjadi alasan penyekat aktivitas fungi. Sebagian perkembangan suhu yang tidak tepat di lapangan seringkali menghambat berkembangnya penyakit. Kondisi yang baik untuk pertumbuhan jamur adalah lingkungan hangat dan hujan dengan suhu sekitar 21-30°C dan kelembaban relatif 80-90%. Patogen dapat menginfeksi tanaman pada suhu 10-33°C dan perkecambahan dapat terjadi pada suhu optimal 28-30°C. Pada suhu dan kelembapan sedang, gejala muncul dua hingga tiga hari setelah terinfeksi (Pratiwi, 2018).

Upaya peningkatan hasil bawang merah sering kali terkendala oleh patogen penyebab penyakit dari kelompok cendawan, antara lain trotrol (*Fusarium oxysporum*) (Hikmahwati *et al.*, 2020). Bercak ungu (*Alternaria porri*), antraknosa (*Colletotrichum* sp) dan layu (*Stemphylium* spp) (Fagi *et al.*, 2017). Hama yang sering mengancam budidaya bawang merah adalah berjenis grayak (*Spodoptera litura*), trip, ulat bawang (*Spodoptera* spp), penggerek daun (*Liriomyza chinensis*) dan tungau (Pujiati *et al.*, 2017).

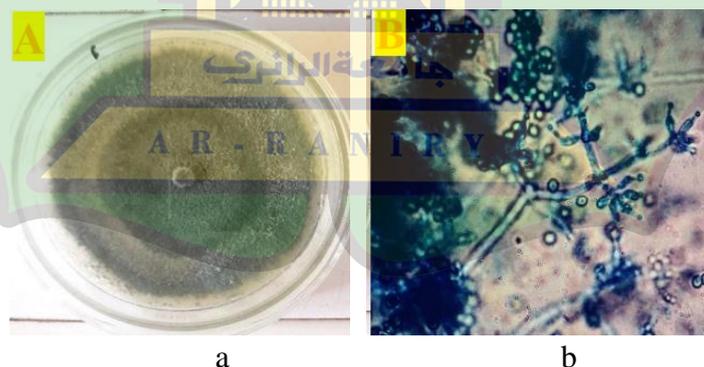
II.4 Jamur *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. adalah cendawan yang tergolong dalam kelas *Ascomycetes* (Khairurrizaq *et al.*, 2019). Jamur *Trichoderma* sp. mempunyai potensi untuk menanganan dari serangan patogen tanaman. Jamur *Trichoderma* sp. adalah jamur

yang boleh digunakan secara hayati sebagai agen untuk menanganan patogen. *Trichoderma* sp. mempunyai mekanisme untuk menghalang pertumbuhan terhadap patogen yaitu melalui parasitisme, persaingan, antibakteria dan lisis (Ruswandari *et al.*, 2020).

Saat ini jamur *Trichoderma* sedang dikembangkan sebagai agen pengendalian jamur patogen tular tanah. Hal ini disebabkan oleh beberapa sifat penting seperti kemudahan isolasi dan kultur, mempunyai mikroparasitisme yang cukup luas, kemampuan tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, umumnya tidak patogen bagi tanaman, dan kompetisi yang baik untuk ruang dan makanan, seperti menghasilkan antibiotik dan enzim. yang dapat mengalahkan lingkungan (Syahputra *et al.*, 2017). *Trichoderma* memiliki kemampuan parasitisasi dan fitopatogen serta bersifat antagonis karena kemampuannya membunuh atau menghambat pertumbuhan jamur lain (Trisnawati *et al.*, 2019).

Trichoderma dapat diisolasi dari perakaran tanaman, dari kayu mati, serasah tanah dan bisa juga dari jaringan tanaman yang sehat. *Trichoderma* dapat digunakan pada bawang merah, kakao, jagung dan lain-lain. Komoditas dan biosida pada tanaman cengkeh (Suanda, 2017). Beberapa strain *Trichoderma*, seperti *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma virens* dan *Trichoderma koningonii*, telah diakui sebagai agen biokontrol karena kemampuannya dapat mengendalikan patogen, sehingga dapat munculnya tanaman inang (Suanda, 2019).

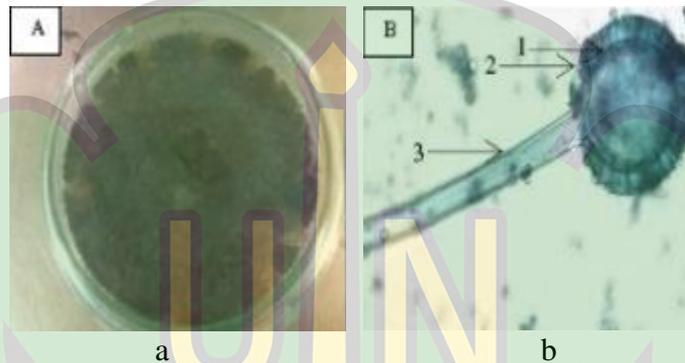


Gambar II.2 (a) Koloni *Trichoderma* sp. pada Cawan Petri, (b) Bentuk Konidia *Trichoderma* sp. Secara Mikroskopis (Sumber : Khairul *et al.*, 2018).

II.5 Jamur Patogen pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

II.5.1 Jamur *Aspergillus* sp.

Aspergillus sp. adalah jamur yang menyebabkan penyakit pada buah-buahan dan sayuran, termasuk anggur, bawang, dan kacang tanah; dan menyebabkan kontaminasi makanan (Dharmaputra & Sudirman, 2018). Morfologi koloni *Aspergillus* sp. mempunyai spora berwarna hitam dan putih, dan warna spora tersebut menjadi semakin gelap seiring bertambahnya usia koloni (G. W. K. Putra *et al.*, 2020).



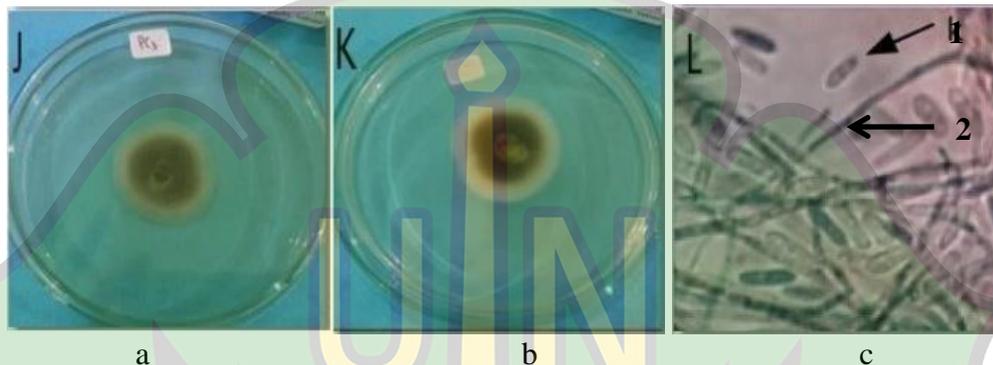
Gambar II. 3 (a) Makroskopis *Aspergillus* sp. (b) Penampakan Mikroskopis, (1) Vesikel (2) Konidia (3) Konidiofor (Sumber : (G. W. K. Putra *et al.*, 2020)).

Aspergillus sp. juga merupakan salah satu spesies yang dapat menyebabkan pembusukan pascapanen, koloni *Aspergillus* sp. pada biji tumbuh lambat, dan pangkal miselium berwarna putih hingga hitam muda. Struktur konidia biasanya berwarna hitam atau coklat tua dan menutupi seluruh biji (Sobianti *et al.*, 2020). Gejala umum pada tanaman adalah distorsi daun dan menguning dikarenakan *Aspergillus* merupakan jamur kosmopolitan yang toleran, namun tetap membutuhkan kondisi lingkungan normal untuk tumbuh dan beradaptasi (Djamaluddin *et al.*, 2022). Klasifikasi jamur *Aspergillus* sp. berdasarkan marinespecies.org sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Division : Ascomycota
Subdivision : Pezizomycotina
Class : Eurotiomycetes
Subclass : Eurotiomycetidae
Order : Eurotiales
Family : Trichocomaceae
Genus : *Aspergillus* (www.marinespecies.org).

II.5.2 Jamur *Colletotrichum* sp.

Colletotrichum sp. merupakan patogen penyebab penyakit antraknosa pada berbagai komoditas, mulai dari komoditas hortikultura hingga perkebunan (Khairul et al., 2018). Penyakit ini dapat menyebabkan penurunan hasil hingga lebih dari 50%. Infeksi patogen dapat terjadi sejak tanaman berada di lahan hingga panen. Antraknosa dapat muncul pada daun, batang dan buah tanaman inang. Pada udidaya tanaman, antraknosa dapat diakibatkan oleh jamur jenis *C. Gloeosporioide* dan *C.capsici*, *C. acutatum* (Nurjasmii & Suryani, 2020).



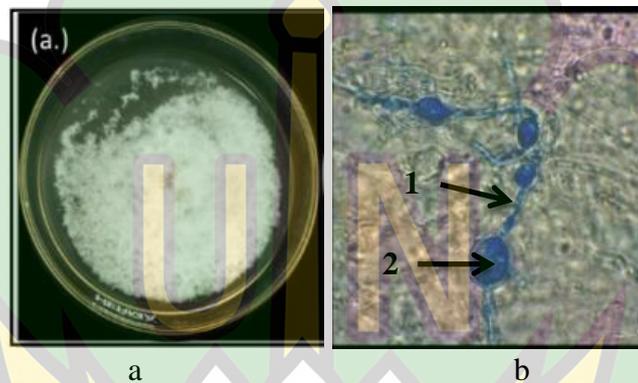
Gambar II. 4 (a) Tampak Depan *Colletotrichum* sp. (b) Tampak Depan *Colletotrichum* sp. (c) Penampakan Mikroskopis (1) Konidia (2) Hifa (Sumber : (Sari & Kasiamdari, 2021).

Gejala yang ditimbulkan akibat antraknosa adalah tanaman layu, daun menguning dan melintir, pembusukan atau kematian sel (nekrosis) pada organ yang terinfeksi, dan akar tampak berwarna coklat (Djamaluddin *et al.*, 2022). Sedangkan, infeksi penyakit ini dimulai di leher batang bawah tanaman, yang bersentuhan dengan tanah. Bagian ini membusuk dan berubah warna menjadi coklat. Jika kelembaban tanah cukup tinggi, leher batang yang semula kering akan berubah warna menjadi putih keabu-abuan karena terbentuknya spora dalam jumlah besar (Alfia & Haryadi, 2022). Klasifikasi jamur *Colletotrichum* sp. berdasarkan marinespecies.org sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Division : Ascomycota
Subdivision : Pezizomycotina
Class : Sordariomycetes
Subclass : Hypocreomycetidae
Order : Hypocreomycetidae
Family : Glomerellaceae
Genus : *Colletotrichum* (www.marinespecies.org).

II.5.3 Jamur *Phytium* sp.

Phytium sp. merupakan jamur tular tanah yang menyebabkan pembusukan batang dan biji pada berbagai tanaman (Isnaini *et al.*, 2018). Infeksi *Phytium* sp. terjadi sebelum tanaman keluar dari media tanam sehingga menyebabkan benih dan bibit membusuk sebelum muncul. Sedangkan bibit akan tumbang seiring dengan munculnya tanaman dari dalam tanah menyebabkan rebah semai. *Phytium* sp. bisa merubahkan protein dan karbohidrat sebagai bahan pembentukan spora, dan jumlah spora. Hal ini diperkirakan akan meningkat sehingga dapat menekan kejadian penyakit pada tingkat yang lebih rendah (Ningtias *et al.*, 2020).



Gambar II. 5 (a) Tampak Depan *Phytium* sp. (b) Penampakan Mikroskopis (1) Hifa (2) Konidia (Sumber : Sari & Kasiamdari, 2021).

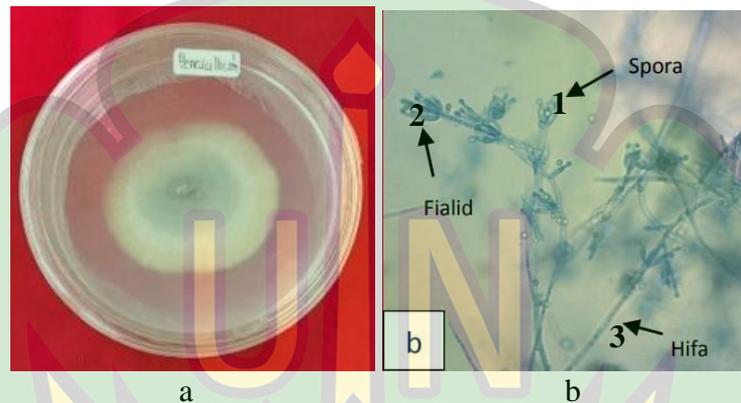
Gejala yang disebabkan oleh jamur *Phytium* sp. Hal ini ditandai dengan munculnya bercak berwarna coklat pada pangkal batang yang menyebabkan batang patah kemudian layu hingga mati (Sutarman, 2017). *Phytium* sp. juga dapat menginfeksi tanaman hidroponik kalau inokulumnya terkontaminsi ke dalam sistem pertumbuhannya (Sudiartini *et al.*, 2021). Faktor lingkungan dapat mempengaruhi perkecambahan spora yang seringkali meningkatkan. Kondisi yang dapat menyebabkan cepatnya penyakit bibit yaitu kering, dingin, dan tanah yang basah atau tanah permukaan yang keras (Arthur G. Pinaria & Assa, 2017).

Klasifikasi jamur *Phytium* sp. berdasarkan marinespecies.org sebagai berikut :

Kingdom : Chromista
Phylum : Oomycota
Class : Peronosporae
Subclass : Saprolegniidae
Order : Phytiales
Family : Phytiaceae
Genus : *Phytium* (www.marinespecies.org).

II.5.4 Jamur *Penicillium* sp.

Penicillium sp. adalah penyebab utama terjadinya pembusukan pascapanen pada buah dan dapat berperan sebagai penyakit pascapanen pada umbi bawang merah (Adhi, 2020). *Penicillium* jenis ini juga mampu menghambat patogen tanpa merusak insang, bersifat bakterisida tanpa bakteriostatik, tidak menyebabkan resistensi bakteri, dan berspektrum luas yang berarti dapat menghambat pertumbuhan bakteri baik gram positif maupun gram negatif (M. B. I. Putra & Purwantisari, 2018).



Gambar II. 6 (a) Tampak Depan *Penicillium* sp. (b) Penampakan Mikroskopis (1) Spora (2) Fialid (3) Hifa (Sumber: Sopiaelena *et al.*, 2020).

Jamur dari genus *Penicillium* sp. merupakan jamur dengan habitat mendunia dan jenis yang beragam. Jamur ini umumnya bersifat saprofit, dan ada pula yang bersifat parasit pada tumbuhan tingkat tinggi. Gejala yang ditimbulkan oleh jamur *Penicillium* ditandai dengan bercak dengan ukuran bervariasi, awalnya berwarna kuning, kemudian bercak menjadi agak membulat dengan bagian tengah berwarna coklat muda dikelilingi tepi berwarna coklat tua (Andriani *et al.*, 2019).

Klasifikasi jamur *Penicillium* sp. berdasarkan marinespecies.org sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Division : Ascomycota
Subdivision : Pezizomycotina
Class : Eurotiomycetes
Subclass : Eurotiomycetidae
Order : Eurotiales
Family : Trichocomaceae
Genus : *Penicillium* (www.marinespecies.org).

II.6 Uji Antagonisme

Antagonisme merupakan agen biologis yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan patogen. Antagonis mencakup semua kelas organisme yaitu jamur, bakteri, nematoda, protozoa, virus, viroid dan benih tanaman sebagai tanaman perangkap. Antagonis ini dapat dilihat sebagai musuh alami (parasit, predator dan patogen) seperti dalam entomologi. Uji antagonisme ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan masing-masing mikroba antagonis dalam mekanisme penghambatan terhadap jamur patogen (M. B. I. Putra & Purwantisari, 2018).

Uji antagonisme dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode kultur ganda pada media PDA, media ekstrak daun bawang merah dan media ekstrak daun bawang + $\frac{1}{2}$ PDA. Pengukuran dilakukan hingga enam hari setelah inokulasi dengan mengukur jari-jari koloni masing-masing cendawan (Susandi *et al.*, 2018). Karena komposisinya, PDA termasuk dalam media semi sintetik karena terdiri dari bahan alami yaitu kentang dan bahan sintetis, dekstrosa dan agar-agar. Kentang mengandung karbohidrat, vitamin dan mikronutrien yang dapat dimanfaatkan oleh jamur. Sedangkan dekstrosa menjadi sumber energi langsung sebagai karbohidrat sederhana. Komponen agar dalam media berfungsi sebagai pematat. Masing-masing dari ketiga komponen tersebut sangat penting untuk pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme, terutama jamur (Wantini & Octavia, 2018).

Mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen tanaman umumnya diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu kompetisi untuk tempat tumbuh dan nutrisi, antibiosis dan parasitisme. Kematian mikroorganisme umumnya disebabkan oleh kekurangan nutrisi, sehingga pengendalian hayati merupakan salah satu tujuan untuk memenangkan persaingan memperebutkan nutrisi. Berbagai spesies *Trichoderma* sp. menghasilkan siderophores yang mengkelat besi dan menghentikan pertumbuhan jamur lain (Berlian *et al.*, 2016).

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multi-fungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang akan dilaksanakan selama tiga bulan yaitu pada bulan Februari 2023 hingga Juni 2023.

III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut jadwal kegiatan yang akan dilakukan selama penelitian :

Tabel III. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian.

No	Kegiatan	Februari			Maret				April				Mai				juni	
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
1	Penyiapan alat dan bahan																	
2	Pengambilan Sampel <i>Trichoderma</i> sp. pada Perakaran Bawang Merah																	
3	Isolasi Jamur <i>Trichoderma</i> sp.																	
4	Pengambilan Sampel Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)																	
5	Isolasi Jamur Patogen pada Daun Bawang																	
6	Identifikasi Jamur Patogen																	
7	Identifikasi Jamur <i>Trichoderma</i> sp.																	
8	Uji potensi antagonisme jamur <i>Trichoderma</i> sp. terhadap Jamur Patogen pada Daun Bawang																	
9	Analisis data																	
10	Penyelesaian penulisan skripsi																	

III.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang telah digunakan dalam penelitian adalah daun bawang merah yang sudah terserang penyakit yang diambil di Daerah Gampong Blang Mangki, Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie. Isolat jamur patogen diisolasi dari tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang sudah terserang penyakit sedangkan isolat *Trichoderma* sp. diisolasi dari perakaran tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

III.4 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, bunsen, pinset, *cork borer*, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, hot plate, vortex, spatula, mikropipet, jarum ose, sprayer tangan, oven, inkubator, Laminar Air Flow (LAF), pisau steril, gunting, mikroskop dan peralatan menulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), spiritus, aquadest, *Laptophenol cotton blue*, minyak immoil, sarung tangan, kertas label, tisu, Sodium Hipoklorit (NaOCl), kaca benda, kaca penutup, sampel daun yang sakit, dan tanah tanaman bawang merah.

III.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen kuantitatif. Metode ini digunakan karena untuk mengetahui karakteristik jamur patogen dan *Trichoderma* sp. yang diisolasi langsung dari daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dan perakaran bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) serta untuk melihat potensi antagonisme *Trichoderma* sp. mengendalikan jamur patogen pada daun bawang merah.

III.6 Prosedur Kerja

III.6.1 Pengambilan Sampel Tanaman Sakit

Pengambilan sampel daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dilakukan di Daerah Gampong Blang Mangki, Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie dengan titik koordinasi 5.340965°N 95.989231°E. Sampel yang diambil yaitu satu tanaman bawang merah yang terserang penyakit, dimasukkan dalam tempat

plastik lalu dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

III.6.2 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel *Trichoderma* sp. adalah dengan cara sampel tanah \pm 100 gram diambil pada lahan bawang merah menggunakan sekop, di tanaman bawang merah yang sehat pada perakaran dan pada kedalaman 5-10 cm (Rezki *et al.*, 2018), kemudian dimasukkan ke kantong plastik dan dibawa ke Laboratorium untuk diisolasi.

III.6.3 Isolasi Jamur Patogen pada Bawang Merah

Jamur patogen diisolasi langsung dari daun tanaman bawang merah yang terserang penyakit dan menunjukkan gejala penyakit berupa bercak ungu (Pitasari & Ali, 2018). Proses isolasi diawali dengan daun yang terinfeksi penyakit dibersihkan menggunakan air terlebih dahulu selanjutnya daun dipotong berukuran 1 cm x 1 cm, kemudian daun yang sudah dipotong itu direndam dalam larutan alkohol 70% selama 1 menit (Sudewi *et al.*, 2022). Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan *Sodium Hipoklorit* (NaOCl) 2.5% selama 2-3 menit dan setelah itu dibilas dengan aquadest steril selama 60 detik. Selanjutnya dikeringkan dengan kertas saring steril sampai kering, setelah itu isolat dipindahkan pada cawan petri yang berisi media kultur PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari. Koloni baru dipindahkan berulang kali sampai mendapatkan isolat murni (Hikmahwati *et al.*, 2020).

Cendawan yang sudah mengkoloni di media PDA, selanjutnya dilakukan pemurnian menggunakan jarum ose yang dipindahkan ke cawan petri yang berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) baru, jika cendawan lain bercampur setelah isolasi maka harus dilakukan purifikasi kembali yang bertujuan untuk memperoleh isolat murni, dan diinkubasi selama \pm 5 hari (Ruswandari *et al.*, 2020).

Identifikasi jamur dilakukan berdasarkan dengan karakteristik mikroskopis dan makroskopis jamur patogen dengan cara mengamati bentuk dari warna, koloni, spora, atau konidia. Hasil didokumentasikan dengan kamera dan

diidentifikasi menggunakan jurnal dan buku Barnett dan Hunter (1972) berjudul *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*.

III.6.4 Isolasi Jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. diisolasi dengan metode pengenceran. Sampel tanah diambil sebanyak 100 gram pada perakaran bawang merah. Setelah itu sampel tanah tanaman bawang merah dilakukan penimbangan sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke tabung reaksi yang sudah terisi 10 ml aquadest dan dilakukan pencampuran (homogen) (Ruswandari *et al.*, 2020). Proses pengenceran hingga tingkat 10^{-3} , kemudian diambil 1 mL menggunakan pipet tetes dan disebarkan ke dalam cawan petri yang sudah ditambahkan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) (Syahputra *et al.*, 2017). Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu ruang ($27-28^{\circ}\text{C}$) selama 3-7 hari (Purwanto, 2020).

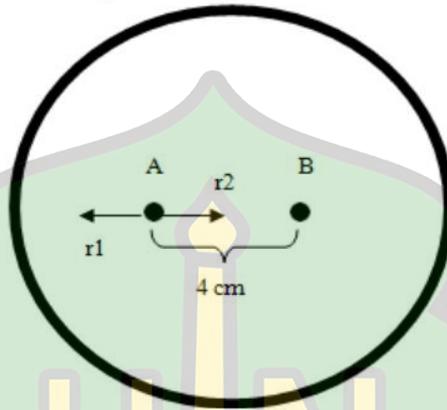
Jamur *Trichoderma* sp. setelah tumbuh di media PDA, selanjutnya dimurnikan dengan menggunakan jarum ose yang dipindahkan ke cawan petri yang berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) baru, jika jamur lain bercampur pada cawan petri yang telah diisolasi maka harus dilakukan pemurnian lagi dikarenakan untuk mendapatkan isolat murni setelah itu diinkubasi selama 5 hari (Ruswandari *et al.*, 2020).

Identifikasi cendawan dilakukan berdasarkan karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur *Trichoderma* sp. dengan cara mengamati bentuk koloni, tepi koloni, bagian atas koloni, warna koloni. Pengamatan mikroskopis jamur *Trichoderma* sp. meliputi hifa, spora, sporangium, konidia dan konidiofor (Elita *et al.*, 2022). Diidentifikasi menggunakan jurnal dan buku Barnett dan Hunter (1972) berjudul *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*.

III.6.5 Pengujian Antagonisme Jamur *Trichoderma* spp Terhadap Jamur Patogen pada Bawang Merah

Uji antagonis dilakukan dengan metode dua kultur (*dual culture method*) yaitu dengan menempatkan isolat *Trichoderma* dan isolat jamur patogen pada satu cawan petri berisi media PDA (Karim *et al.*, 2020). Pengujian daya hambatnya dapat dilakukan dengan 3 kali pengulangan yang berdasarkan penelitian dari (Rachmatunnisa *et al.*, 2017), selanjutnya konidia dan miselium *Trichoderma* sp.

dan jamur patogen yang sudah dilakukan pemurnian dipotong berukuran diameter 5 mm dengan menggunakan *cork borer*. Posisi masing-masing jamur diatur saling berhadapan dengan jarak 4 cm (Gambar III.1)(Wulandari & Ali, 2018). Biakan diinkubasi pada suhu 28°C selama 6 hari dan pengamatan dilakukan selama 7 hari (Susandi *et al.*, 2018).



Gambar III. 1 Skema Uji antagonis (A) Jamur Patogen (B) Jamur *Trichoderma* sp. (Sumber: Wulandari & Ali, 2018).

Pengujian kontrol dilakukan sebanyak 2 kali ulangan dengan menumbuhkan jamur patogen tanpa adanya perlakuan dengan jamur *Trichoderma* sp. kemudian pengamatan akan dilakukan pada hari ke 1 sampai 7 setelah diinokulasi. Pengukuran daya hambat jari-jari pertumbuhan patogen ke arah tepi cawan petri (R1) dan jari-jari pertumbuhan patogen ke arah jamur endofit (R2) (Sudewi *et al.*, 2022), pengukuran menggunakan jangka sorong dilakukan setelah inkubasi pada hari ke 5 sampai 7 (Sutariati *et al.*, 2020). Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung daya hambat jamur *Trichoderma* sp terhadap jamur patogen dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Daya hambat %

r1 = Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi jamur *Trichoderma* sp.

r2 = Jari-jari koloni jamur patogen mendekati jamur *Trichoderma* sp.

Kategori persentase antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen meliputi :

1. persentase daya hambat 0%–39% memiliki daya hambat rendah terhadap jamur patogen.
2. persentase daya hambat 40%–69% berarti memiliki daya hambat secara minimal terhadap patogen.
3. daya hambat 70%–100% termasuk kategori tinggi mengendalikan pertumbuhan patogen secara maksimal (Aziza *et al.*, 2021).

Penghambatan jamur patogen oleh jamur antagonis *Trichoderma* terjadi melalui beberapa mekanisme, diantaranya aksi antimikroba, dimana mekanisme tersebut merupakan penghambatan yang ditandai dengan terbentuknya zona penghambatan yang diikuti dengan mekanisme parasit yang mampu melisiskan patogen dan ciri lisis, yaitu hifa cendawan antagonis memanjang kemudian membelit menembus hifa cendawan patogen sehingga hifa tersebut hancur (Ruswandari *et al.*, 2020).

III.7 Analisis Data

Hasil dari data dan pengamatan merupakan data kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan secara deskriptif berdasarkan karakteristik jamur baik makroskopis maupun mikroskopis yang disajikan dalam bentuk gambar. Analisis kuantitatif berdasarkan hasil pengukuran diameter daya hambat dari hasil uji antagonis *Trichoderma* spp terhadap jamur patogen. Diolah menggunakan Microsoft excel dan disajikan dalam bentuk tabel.

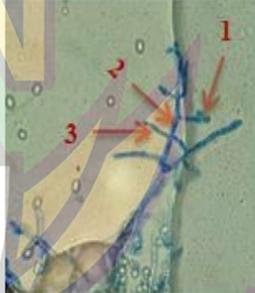
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

IV.1.1 Karakteristik *Trichoderma* sp. dari perakaran bawang merah (*Allium ascalonicum* L.)

Hasil pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis Isolat TD menunjukkan warna permukaan atas dan bawah koloni berwarna hijau tua bercampur putih, sebaran hifa berbentuk bulat seperti berserat menyebar memenuhi petri, sedangkan pengamatan *Trichoderma* sp. secara mikroskopis menunjukkan konidiofor berbentuk tegak lurus, konidia bentuk bulat, dan fialid berukuran pendek.

Tabel IV. 1 Karakteristik jamur *Trichoderma* sp.

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
TD				1.Konidia 2.Konidiofor 3.Fialid

Keterangan :

TD : Jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. diisolasi selama 7 hari dan pola pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. pada hari pertama bertumbuh sebesar 19,43 mm, pertumbuhan pada hari kedua sebesar 29,75 mm, pertumbuhan pada hari ke tiga sebesar 34,62 mm, pertumbuhan pada hari ke empat sebesar 39,96mm, pertumbuhan pada hari ke lima sebesar 52,25 mm, pertumbuhan pada hari ke enam sebesar 59,89 mm dan pada hari ketujuh pertumbuhan sebesar 68,74 mm.

IV.1.2 Karakteristik Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dapat dilihat 4 jenis isolat patogen yang diisolasi dari daun bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Berikut tabel pengukuran pertumbuhan hifa jamur patogen pada Tabel IV.2

Tabel IV. 2 Hasil pengukuran pertumbuhan jamur patogen pada cawan petri.

No	Kode Isolat	Hasil							Rata-Rata/mm
		Hari 1 mm	Hari 2 mm	Hari 3 mm	Hari 4 mm	Hari 5 mm	Hari 6 mm	Hari 7 mm	
1	PT1	23,59	39,88	46,11	49,36	52,39	56,04	61,11	46,92
2	PT2	5,00	9,30	13,20	16,08	17,81	18,60	19,92	14,27
3	PT3	5,00	6,47	7,76	9,23	10,50	12,03	13,7	9,24
4	PT4	9,31	17,56	22,12	31,72	39,39	43,84	49,91	30,55

Keterangan :

PT1 : *Aspergillus* sp.

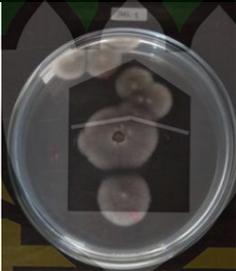
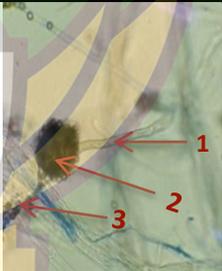
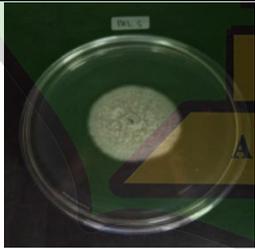
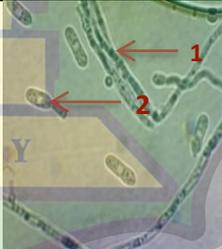
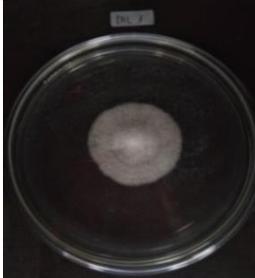
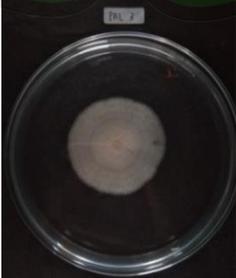
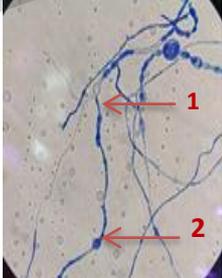
PT2 : *Colletotrichum* sp.

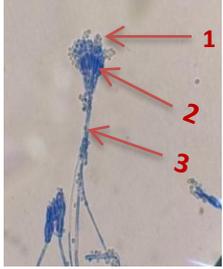
PT3 : *Phytium* sp.

PT4 : *Penicillium* sp.

Berikut ini tabel karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis isolat patogen pada daun bawang merah pada Tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Karakteristik jamur patogen pada daun bawang merah.

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
PT1				1. Konidiofor 2. Vesikal 3. Konidia
PT2				1. Hifa 2. Konidia
PT3				1. Hifa 2. Konidia

Isolat	Tampak Atas	Tampak Bawah	Mikroskopis	Keterangan
PT4				1. Konidia 2. Fialid 3. Konidiofor

Berikut ini tabel deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur patogen bawang merah pada Tabel IV.4.

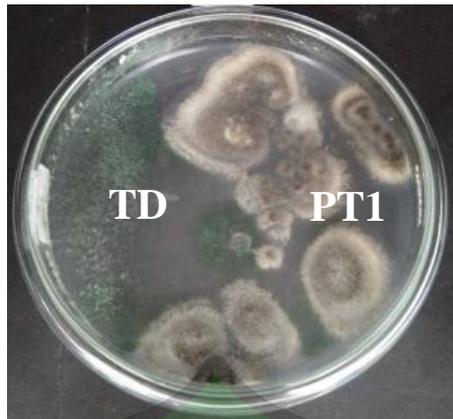
Tabel IV. 4 Deskripsi makroskopis dan mikroskopis jamur patogen bawang merah

Kode Isolat	Pengamatan Makroskopis			Pengamatan Mikroskopis			
	Tekstur koloni	Warna koloni	Balik koloni	Hifa	Konidia	Konidiofor	Fialid
PT1	Bulat butiran	Hitam	Putih bercampur hitam	-	Bulat	Silinder panjang	-
PT2	Teratur dan halus	Putih	Peach	Hialin	Panjang dengan ujung melengkung	-	-
PT3	Kapas halus	Abu-abu muda	Putih	Bersepta	Bulat	-	-
PT4	Tidak beraturan dan seperti bludru	Hijau muda	Putih kehijauan	-	Bulat seperti rantai	Tegak lurus	Susunan seperti kuas

IV.1.3 Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

IV.1.3.1 Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Isolat PT1.

Hasil uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap isolat PT1 menunjukkan isolat PT1 mengkolonisasi dengan sangat cepat pada media PDA dan dapat menguasai ruang terlebih dahulu dikarenakan hifa isolat PT1 menyebar ke seluruh cawan petri hingga menuju ke isolat *Trihoderma* sp. sedangkan isolat *Trichoderma* sp. tumbuh secara merata pada cawan petri sehingga pertumbuhan *Trichoderma* sp. dapat dihambat oleh isolat patogen PT1, dapat di lihat pada gambar IV.1.

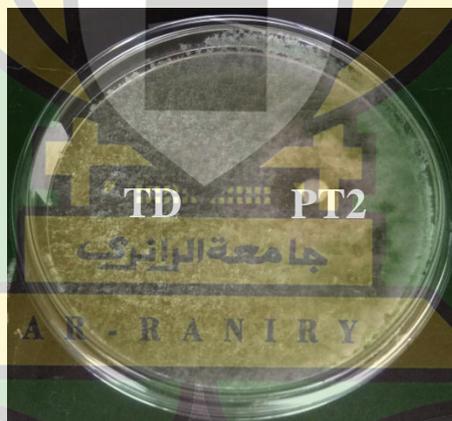


PT1

Gambar IV. 1 Uji Antagonisme Isolat *Trichoderma* sp. Terhadap Isolat PT1.

IV.1.3.2 Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Isolat PT2.

Hasil uji antagonisme antara isolat *Trichoderma* sp. dan isolat PT2 menunjukkan antagonisme yang sangat signifikan dari kedua jamur yaitu jamur *Trichoderma* sp. mengkoloni dengan sangat cepat dan memenuhi cawan petri sehingga isolat PT2 tidak ada ruang untuk tumbuh dan hifa dari isolat PT2 tumbuh sampai menaiki hifa jamur *Trichoderma* sp. sehingga isolat *Trichoderma* sp. yang pertama berwarna hijau tua bercampur menjadi warna putih dikarenakan hifa dari isolat PT2 berwarna putih bersih.



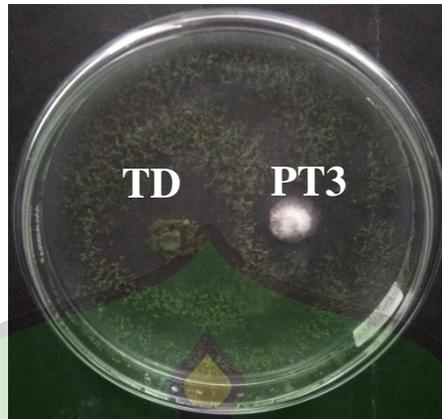
PT2

Gambar IV. 2 Uji Antagonisme Isolat *Trichoderma* sp. Terhadap Isolat PT2.

IV.1.3.3 Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap Isolat PT3.

Hasil uji antagonisme *Trichoderma* sp. dengan Isolat PT3 menunjukkan koloni isolat *Trichoderma* sp. lebih mendominasi dibandingkan dengan isolat PT3 dimana isolat PT3 hanya tumbuh sedikit dan hifa dari jamur patogen merata tidak

menyebarkan sedangkan hifa isolat *Trichoderma* sp. tumbuh merata memenuhi cawan petri.



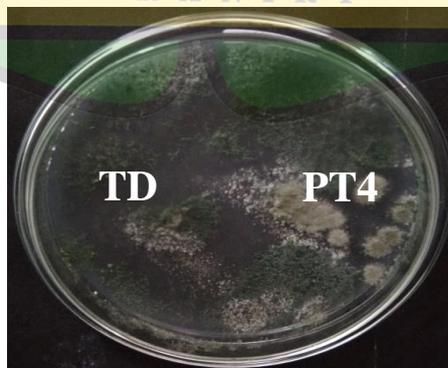
PT3

Gambar IV. 3 Uji Antagonisme Isolat *Trichoderma* sp. Terhadap Isolat PT3.

Trichoderma sp. mengkolonisasi seluruh media PDA dengan sangat cepat yang mengakibatkan hifa jamur PT3 terdesak sehingga tidak mendapatkan ruang untuk tumbuh dan jamur patogen tidak berkembang dengan baik. Oleh karena itu jamur *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan dari jamur patogen PT3 dengan menguasai ruang dan nutrisi terlebih dahulu.

IV.1.3.4 Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap Isolat PT4.

Uji antagonisme *Trichoderma* sp. dengan isolat PT4 mengkolonisasi dengan baik di medium PDA, tetapi isolat PT4 mengkoloni dengan cepat dan hifa dari isolat PT4 menyebar ke wilayah-wilayah isolat *Trichoderma* sp., sedangkan isolat *Trichoderma* sp. hanya mengkoloni pada daerah sendiri dan hifanya menyebar dengan teratur, sehingga dengan penyebaran isolat PT4 ke seluruh media PDA maka isolat *Trichoderma* sp. tidak dapat menghambat pertumbuhan isolat PT4.



PT4

Gambar IV. 4 Uji Antagonisme Isolat Jamur *Trichoderma* sp. Terhadap Jamur Patogen PT4.

Berdasarkan hasil pengujian antagonisme antara *Trichoderma* sp. dengan 4 patogen hasilnya berbeda-beda, dikarenakan setiap kriteria jamur ada yang pertumbuhannya lemah, sedang sampai dengan kuat, dapat dilihat pada tabel IV.5.

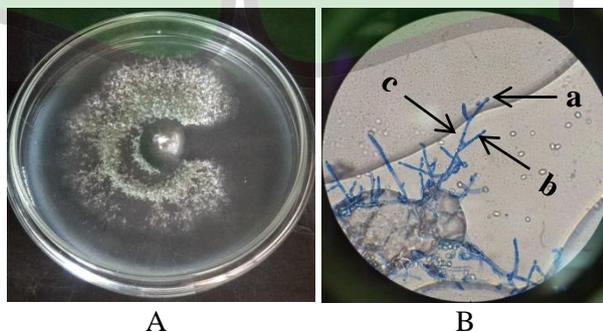
Tabel IV. 5 Uji Aktifitas *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen Daun Bawang Merah.

No	Isolat	Persentase Luas Patogen	Kategori
		Rata-Rata (%)	
1.	PT1	23,45%	Rendah
2.	PT2	26.19%	Rendah
3.	PT3	75,40%	Kuat
4.	PT4	40,38%	Sedang

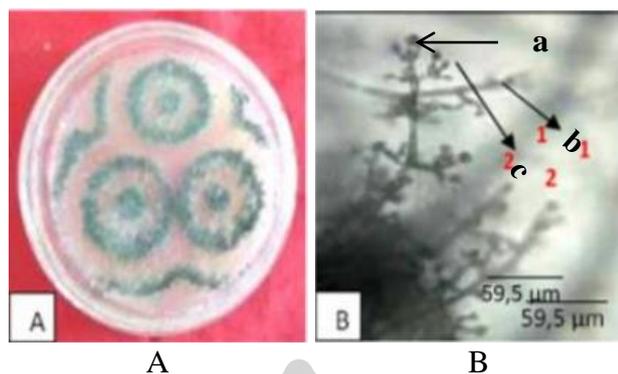
IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Karakteristik *Trichoderma* sp. Dari Perakaran Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.).

Berdasarkan pengamatan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat 1 jenis *Trichoderma harzianum* yang diisolasi dari perakaran bawang merah, menunjukkan warna atas koloni putih dan hijau tua sebaran hifa berbentuk bulat seperti berserat, sedangkan pengamatan secara mikroskopis konidia berbentuk bulat, konidiofor yang berbentuk tegak lurus dan fialid berukuran pendek. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andriastini *et al.*, (2018) bahwa *Trichoderma harzianum* memiliki ciri-ciri yaitu koloni berwarna putih kehijauan, semakin tua umur koloni warna semakin hijau, tekstur dari koloni seperti beludru, memiliki garis radier dan tidak berpigmentasi terhadap media, sedangkan secara mikroskopis memiliki konidiofor bercabang-cabang, setiap cabang memiliki fialid, konidia bulat berwarna hijau melekat ujung konidiofor, berdiameter 2,4-2,9 μ m dan hifa memiliki septa.



Gambar IV. 5 Isolat TD (*Trichoderma harzianum*.), (A) Makroskopis Tampak Depan, (B) Penampakan Mikroskopis, (a) Konidia (b) Fialid (c) Konidiofor.



Gambar IV. 6 (A) Makroskopis Tampak Depan, (B) Penampakan Mikroskopis, (a) Konidia (b) Konidiofor (c) Fialid. (Sumber : Andriastini *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Wibowo (2018), terdapat 3 spesies *Trichoderma* yang ditemukan pada lahan bawang yaitu *T. polysporum*, *T. harzianum*, *T. viride* dan *T. longibrachiatum*. Sedangkan menurut Bayoumia *et al.*, (2018), terdapat dua jamur *Trichoderma* yang di isolasi dari rizosfer tanaman bawang merah yaitu *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma viride* dan menurut Amalia & Elviantari (2023), terdapat 3 jenis *Trichoderma* yang di isolasi dari rezosfer bawang beklasi yaitu *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningi*.

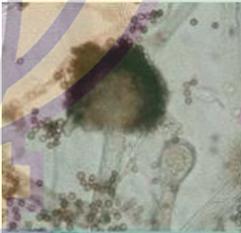
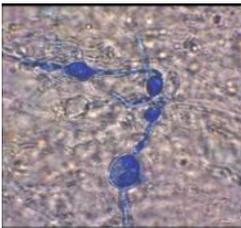
Kehadiran berbagai spesies *Trichoderma* pada rizosfer tanah disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketersediaan unsur hara yang terkandung dalam rizosfer tanah memberikan kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan reproduksi spesies. Kandungan unsur hara dalam tanah berupa senyawa organik seperti sisa-sisa organisme mati. Keberadaan jamur di dalam tanah juga dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia seperti suhu berkisaran antara 25-30°C, kadar air 40%-60% sedangkan pHnya yaitu 3 hingga 7, dipengaruhi juga oleh struktur dan tekstur (Syahputra *et al.*, 2017).

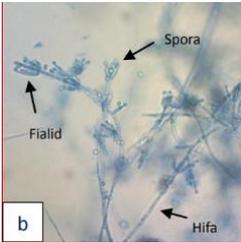
Trichoderma sp. mempunyai potensi sebagai bioagen karena sifat-sifatnya seperti pertumbuhan yang cepat, kemampuan bertindak sebagai parasit bagi bakteri dan jamur lain, kemampuan bersaing dalam mendapatkan makanan dan ruang, serta produksi antibiotik dan enzim yang berbahaya bagi patogen. Jamur ini juga dapat berfungsi sebagai biokontrol penyakit tanaman serta mempunyai kemampuan merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Nursanti *et al.*, 2021).

IV.2.2 Karakteristik Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.).

Berdasarkan pengamatan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat 4 spesies isolat patogen pada bagian daun bawang merah yaitu *Aspergillus* sp. (PT1), *Colletotricum* sp. (PT2), *Phytium* sp. (PT3) dan *Penicillium* sp. (PT4). Menurut penelitian Djamaluddin *et al.*, (2022), menyatakan bahwa patogen pada tanaman bawang merah diketahui terdapat 3 genus berbeda yaitu *Aspergillus* spp., *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* spp. Sedangkan menurut Thu *et al.*, (2019), menyatakan bahwa cendawan patogen yang di isolasi dari jaringan daun bawang merah adalah *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. dan *Colletotrichum* sp. dan menurut Safitri *et al.*, (2019), menyatakan bahwa jenis patogen pada tanaman bawang merah asal kalimantan selatan yaitu terdapat 3 jenis gejala, yaitu *Fusarium oxysporum*, *Penicillium* sp. dan *Colletotrichum* sp. hal ini sesuai dengan tabel berikut ini :

Tabel IV. 6 Hasil Jamur Patogen Berdasarkan Referensi Dari Jurnal dan Buku.

Kode Spesies	Makroskopis	Mikroskopis	Referensi	
			Gambar	Sumber
<i>Aspergillus</i> sp.	koloni berwarna coklat gelap sampai hitam, bagian bawah warna kuning, bentuk bulat dan tepi koloni warna putih	Berwarna coklat tua, hifa asepta, konidiofor bentuk silinder panjang, tidak berwarna, konidia berbentuk bulat dan berdiameter 4-5 nm.		Wahdania <i>et al.</i> , 2017. Asril <i>et al.</i> , 2019.
<i>Colletotrichum</i> sp.	memiliki koloni warna keabuan dengan tepi berwarna putih, bagian permukaan halus, rata dan bentuk koloni teratur.	hifa berwarna hialin, bercabang dan sekat, konidi bentuk panjang dengan ujung bentuk bulat, bersekat, dan panjang konidianya di antara 5-10 µm		(Wakhidah <i>et al.</i> , 2021). (Sari & Kasiamai, 2021)
<i>Phytium</i> sp.	koloni berwarna abu-abu muda dan bagian belakang warna putih, tekstur koloni seperti kapas dan halus	konidia bentuk bulat, padat dengan hifa berseptum, berdinding halus dan spora di tengahnya.		(Umami <i>et al.</i> , 2023). (Akhsan <i>et al.</i> , 2022).

Kode Spesies	Makroskopis	Mikroskopis	Referensi	
			Gambar	Sumber
<i>Penicillium sp.</i>	koloni tumbuh tidak beraturan, bertekstur seperti beludru dan berwarna putih, kuning keabu-abuan hingga hijau	hifa tidak bersekat dan memiliki cabang, fialid membentuk susunan kelompok yang unik seperti kuas, konidia melngkar seperti rantai		(Arifah <i>et al.</i> , 2023). (Sopialena <i>et al.</i> , 2020).

Isolat PT1 (*Aspergillus sp.*), menurut penelitian Dharmaputra & Sudirman (2018), merupakan salah satu cendawan yang menyebabkan penyakit pada buah-buahan dan sayuran, antara lain buah anggur, bawang, dan kacang tanah serta menyebabkan kontaminasi pada bahan pangan. Gejala tanaman muda yaitu beberapa cabang atau seluruh tanaman menjadi layu. Jaringan yang terinfeksi menjadi coklat kehitaman karena adanya kumpulan spora jamur yang berwarna hitam.

Sedangkan Isolat PT2 (*Colletotrichum sp.*) merupakan jamur penyebab penyakit antraknosa pada berbagai komoditas hortikultura. Menurut penelitian Djameluddin *et al.*, (2022), gejala yang ditimbulkan akibat antraknosa adalah tanaman layu, daun menguning dan melintir, pembusukan pada organ yang terinfeksi, dan akar tampak berwarna coklat, dimulai di leher batang bagian bawah tanaman, yang bersentuhan dengan tanah. Bagian ini membusuk dan berubah warna menjadi coklat jika kelembaban tanah cukup tinggi, leher batang yang semula kering akan berubah warna menjadi putih keabu-abuan.

Isolat PT3 (*Pythium sp.*) merupakan penyakit tular tanah penyebab pembusukan batang dan biji. Berdasarkan penelitian Ningtias *et al.*, (2020), menyatakan bahwa Infeksi *Pythium sp.* terjadi sebelum tanaman keluar dari media tanam sehingga menyebabkan benih dan bibit membusuk sebelum muncul, sedangkan fase kedua terjadi saat benih yang telah berkecambah dan telah muncul di permukaan tanah.

Isolat PT4 (*penicillium sp.*) merupakan penyakit pascapanen pada umbi bawang merah. Menurut penelitian Andriani *et al.*, (2019), menyatakan bahwa gejala yang ditimbulkan oleh jamur *Penicillium sp.* dapat ditandai dengan adanya bercak dengan ukuran bervariasi, awalnya berwarna kuning, kemudian bercak

menjadi agak membulat dengan bagian tengah berwarna coklat muda dikelilingi tepi berwarna coklat tua.

IV.2.3 Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen Pada Daun Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Berdasarkan tabel IV.5 isolat *Trichoderma harzianum* dengan PT3 (*Phytium* sp.) menunjukkan kemampuan antagonisme paling tinggi (kuat) dengan nilai rata-rata 75,40 % sedangkan isolat *Trichoderma harzianum* dengan PT1 (*Aspergillus* sp.) menunjukkan kemampuan paling rendah dengan nilai rata-rata 23,45%. Hal ini sama dengan penelitian Aziza *et al.*, (2021), menyatakan bahwa jika persentase daya hambat 70%–100% maka *Trichoderma harzianum* dapat digolongkan kuat (tinggi) untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen dan jika persentase daya hambat 0%–39% maka jamur tergolong rendah (lemah), artinya kemampuan daya hambatnya minimal.

Uji antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap isolat PT1 menunjukkan antagonisme rendah dikarenakan mekanisme yang terjadi pada isolat PT1 dengan *Trichoderma harzianum* yaitu PT1 mampu mengkolonisasi ke seluruh permukaan media PDA dan hifanya tersebar sehingga dapat menguasai ruang dan nutrisi. Hal ini sesuai dengan penelitian Nath dkk (2022) yang menyatakan bahwa pertumbuhan miselia jamur *Trichoderma harzianum* lemah terhadap jamur *Aspergillus* sp. yakni tercatat sebesar 28,50 mm, hal ini disebabkan pertumbuhan kolonisasi jamur patogen lebih cepat dibandingkan dengan jamur *Trichoderma harzianum*.

Menurut pernyataan Sarah *et al.*, (2018), menyatakan bahwa mekanisme bersifat kompetisi yaitu jamur akan mengontrol ruang dan nutrisi hingga seluruh permukaan media tertutupi. Persaingan terjadi ketika dua mikroorganisme memerlukan nutrisi dan ruang yang terbatas dan menurut pernyataan Mayasari *et al.*, (2022), menyatakan bahwa jamur *Aspergillus* sp. mempunyai senyawa antifungal yang dapat menghambat pertumbuhan jamur lain melalui perusakan dinding sel, protein dan merusak membran dengan mengeluarkan enzim yaitu enzim ekstraseluler diantaranya enzim kitinase, dan β -1,3 glucanase.

Uji antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap isolat PT2 menunjukkan antagonisme dengan kategori rendah dikarenakan isolat

Trichoderma harzianum mampu mengkoloni ke seluruh permukaan dan hifa *Trichoderma harzianum* menyebar secara merata tetapi karena padatnya isolat *Trichoderma harzianum* mengkolonisasi sehingga hifa isolat PT2 mengkolonisasi di atas hifa isolat *Trichoderma harzianum* dan menyebabkan perubahan warna. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sutarman et al., (2021), daya penghambatan *Trichoderma harzianum* terhadap *Colletotrichum* mulai meningkat pada hari ke 48 dan meningkat menjadi 64,2% pada hari ke 168. *Trichoderma harzianum* dapat mendominasi ruang tumbuh dan mempunyai keunggulan kompetitif karena kemampuannya memanfaatkan ruang dan nutrisi lebih cepat.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dapat dikarenakan pertumbuhan dari *Trichoderma harzianum* dengan sangat cepat dan pertumbuhan *colletotrichum* sp. tumbuh secara kuat sehingga dapat mengakibatkan isolat *colletotrichum* sp. mengkoloni di atas isolat *Trichoderma harzianum*, hal ini dinamakan mekanisme hiperparasitisme. Menurut Alamsyah dan Ali (2019), menyatakan bahwa mekanisme penghambatan hiperparasit terjadi pada jamur patogen yang tumbuh diatas jamur *Trichoderma* sp. dan tumbuh berkembang di seluruh cawan petri, sehingga berubah warna dan mampu memarasit hifa dan menyebabkan lisis.

Menurut penelitian Alfia & Haryadi (2022), antagonis *Trichoderma* menghambat pertumbuhan jamur antraknosa disebabkan oleh komposisi dinding luar hifa antraknosa yang menyebabkan patogen ini mudah didegradasi oleh enzim seperti enzim B-1,3-glukanase dan enzim kitinase. Enzim kitinase diproduksi oleh *Trichoderma* menyebabkan hifa patogen *Colletotrichum* terlarut sehingga menyebabkan dinding hifa patogen tersumbat dan kemudian mati dan jamur *Trichoderma* mengeluarkan antibiotik *Trichoderma*, yang dapat membunuh jamur lain.

Pengujian antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap isolat PT3 menunjukkan kategori kuat, dimana *Trichoderma harzianum* mampu mengkolonisasi hampir ke seluruh permukaan PDA dan mengelilingi *Phytium* sp. kemudian isolat *Phytium* sp. hanya tumbuh 4,55 mm, tetapi di sekitar *Phytium* menunjukkan adanya zona bening karena *Trichoderma harzianum* mengikis hifa patogen hingga hancur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mannai et al. (2023)

yang menyatakan bahwa *Trichoderma harzianum* melakukan penghambatan pertumbuhan patogen *Phytium* dikategorikan paling efektif dengan tingkat yang tinggi yaitu lebih dari 80% pada hari ke 5 setelah dilakukan inkubasi.

Penghambatan yang terjadi pada *Trichoderma harzianum* menghambat pertumbuhan jamur *Phytium* sp. adalah mekanisme antibiosis. Menurut pernyataan Rohayatun *et al.*, (2017), mekanisme antibiosis dapat diketahui dengan terbentuknya zona penghambatan di sekitar koloni jamur antagonis dan mengalami lisis. Mekanisme lisis ditandai dengan perubahan warna hifa jamur patogen menjadi transparan, berongga, kemudian rontok sebagian dan akhirnya hancur.

Menurut pernyataan Singh *et al.*, (2018), antibiosis *Trichoderma* sp. mengeluarkan senyawa metabolit sekunder, seperti peptiabol, piron, viridian, koningin, gliotoksin, gliovirin, dan viriodol yang dapat menyerang hifa jamur patogen, bahkan ada yang dapat menembus hifa jamur patogen dan sampai menggunakan isi sel untuk memberikan nutrisi kepada jamur antagonis.

Uji antagonisme jamur *Trichoderma harzianum* terhadap Isolat PT4 menunjukkan antagonisme kategori sedang dikarenakan mekanisme yang terjadi pada PT4 dengan Isolat *Trichoderma harzianum* yaitu kedua jamur ini sama-sama memiliki kemampuan mengkolonisasi dengan sangat cepat ke seluruh permukaan media PDA tetapi hifa dari Isolat PT4 tersebar sampai wilayah *Trichoderma harzianum* sehingga Isolat PT4 dapat menguasai ruang dan nutrisi terlebih dahulu. Hal ini sesuai dengan penelitian Kok *et al* (2017), yang menyatakan bahwa jamur *Trichoderma harzianum* menunjukkan kemampuan penghambatan dalam menghambat pertumbuhan *Penicillium* yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 26,38% dikarenakan *Penicillium* mempunyai kemampuan dalam mengontrol ruang dan nutrisi secara cepat, dan mekanisme penghambatan yang terjadi adalah kompetisi.

Menurut penelitian Rohayatun *et al.*, (2017), menyatakan bahwa pertumbuhan jamur *Penicillium* mempunyai mekanisme kompetisi yaitu kemampuan bersaing dan bertahan dalam memperebutkan ruang hidup dan nutrisi sehingga pertumbuhan koloni *Trichoderma* terhambat dan menurut penelitian Triasih *et al.*, (2022), jamur *Penicillium* sp. juga menghasilkan

senyawa antijamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur lain sehingga dapat di tandai dengan perubahan warna koloni jamur *Penicillium* sp. pada permukaan bawah dan tepi koloni diduga disebabkan oleh adanya senyawa antibiotik yang dikeluarkan *Penicillium* sehingga mengakibatkan hifa *Trichoderma* terhambat pertumbuhan dan perkembangannya.



BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan yang telah dibahas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik *Trichoderma* sp. dari perakaran bawang merah merupakan isolat *Trichoderma harzianum* dengan ciri makroskopis permukaan atas dan bawah berwarna hijau bercampur putih, ciri mikroskopis konidia bulat, konidiofor tegak lurus dan fialid berukuran pendek.
2. Diperoleh 4 (empat) isolat jamur patogen yaitu PT1 (*Aspergillus* sp.), PT2 (*Colletotrichum* sp.), PT3 (*Phytium* sp.) dan PT4 (*Penicillium* sp.).
3. Uji antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap isolat PT1, PT2 dikategorikan rendah, isolat PT4 dikategorikan sedang dan kuat terhadap isolat PT3.

V.2 Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk identifikasi molekuler lanjut menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*).
2. Aplikasi cendawan *Trichoderma harzianum* perlu dilakukan secara (in vivo) untuk mengendalikan cendawan patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. (1997). *Ilmu Penyakit Tumbuhan* (Edisi Ketu). UGM Press.
- Akhsan, N. I. M., Sila, S., Syaifudin, E. A., & Kurniati, I. R. A. (2022). Identifikasi Jamur Rhizosfer di Lahan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Bergulma di Desa Bendang Raya Kecamatan Tenggara. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(2), 99–106. <https://doi.org/210.35941/JATL>.
- Alamsyah, A. Z., & Ali, M. (2019). Teknologi Peningkatan Kemampuan Jamur Endofit Isolat S2 A2 Cabai Merah untuk Pengendalian *Colletotrichum capsici*. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(2), 95–104. ISSN: 2337-6562.
- Alfia, A. D., & Haryadi, N. T. (2022). Pengujian Konsentrasi Biofungisida Cair Berbahan Aktif *Trichoderma* sp. Dalam Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) Pada Cabai di Lapang. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(2), 58–64. <https://doi.org/10.19184/bip.v5i2.28858>.
- Amalia, A. N., & Elviantari, A. (2023). Eksplorasi dan Isolasi *Trichoderma* Spp. Pada Rizosfer Kopi Robusta di beberapa Kecamatan Sumbawa. *Jurnal Biomaras*, 1(1), 13–20.
- Andriani, S., Aini, F., & Ihsan, M. (2019). Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen pada Tanaman Nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. var. Tangkit. *Journal Bio-Site*, 04(01), 13–20. <https://doi.org/10.22437/bs.v5i01.6579>.
- Andriastini, D. A., Ramona, Y., & Proborini, M. W. (2018). Hambatan in Vitro Cendawan Antagonis Pada *Fusarium* sp., Penyebab Penyakit Pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). *Jurnal Metamorfosa*, 5(2), 224–233. ISSN: 2302-5697.
- Anisa, R. S. (2021). *Isolasi dan Karakterisasi Kapang Pada Tanaman Bawang Merah (Allium cepa L.) Varietas Bima Curut Asal Kabupaten Brebes Sebagai Penghambat Pertumbuhan Fusarium sp. Penyebab Penyakit Moler Secara In Vitro* [Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta]. [https:// repository. uinjkt.ac.id/ dspace/ bitstream /123456789/ 56876/1/Ria Suci Anisa-Fst.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/56876/1/RiaSuciAnisa-Fst.pdf). Diakses pada 30 April 2022.
- Arifah, F., Aini, L. Q., & Muhibuddin, A. (2023). Molecular and Morphological

- Characterization of Fungi Isolated From Nutmeg (*Myristica fragrans*) in North Sulawesi , Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*, 24(1), 441–453. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240151>.
- Arthur G. Pinaria, P., & Assa, D. B. H. (2017). *Jamur Patogen Tanaman Terbawa Tanah* (T. M. Publishing (ed.); Cetakan I). Media Nusa Creative.
- Asril, M., Perdana, A. T., Mahyarudin, Asmarany, A., & Qurrota, A. (2019). Isolasi Cendawan yang Berperan Dalam Proses Pembuatan Pliek U (Makanan Fermentasi Khas Aceh). *Jurnal Ilmiah Biologi Biosfera*, 36(1), 26–34. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2019.36.1.807>.
- Aziz, A. M., Syahriyah, F. A., Ulumuddin, A. I., & A'yuni, Q. (2019). Isolasi Fitosterol Dari Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Journal of Research and Technology*, 5(1), 57–65. ISSN: 2460 – 5972.
- Aziza, N. L., Sari, N., & Irsalina, S. (2021). Aktivitas Antagonistik Cendawan Endofit Asal Bunga Bawang Dayak (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb.) Terhadap *Fusarium* sp. yang Menginfeksi Tanaman Cabai. *Jurnal Fitopatologi*, 17(5), 210–215. <https://doi.org/10.14692/jfi.17.5>.
- Bayoumia, Y., Tahab, N., Shalaby, T., Alshaal, T., & El-Ramady, H. (2018). Sulfur promotes biocontrol of purple blotch disease via *Trichoderma* spp. and enhances the growth, yield and quality of onion. *Journal Homepage*, 15(6), 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.10.011>.
- Berlian, I., Anarqi, S., & Pudjihartati, E. (2016). Isolasi, Identifikasi dan Antagonisme In Vitro Isolat. *Jurnal Penelitian Karet*, 34(2), 201–212. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v34i2.231>.
- Despita, R., Nizar, A., Purnomo, D., & Fernanda, Y. (2020). Produksi Bawang Merah Tumpang Sari Dengan Cabai Pada Beberapa Jarak Tanam. *Jurnal Agriekstensi*, 19(2), 172–180. ISSN : 2656-5978.
- Dharmaputra, O. S., & Sudirman, L. I. (2018). Mikrobiota pada Buah Pisang Kultivar Lampung untuk Pengendalian Hayati *Fusarium semitectum*. *Jurnal Fitopatologi*, 14(1), 30–38. <https://doi.org/10.14692/jfi.14.1.30>.
- Djamaluddin, R. R., Sukmawaty, E., Masriany, & Hafsan. (2022). Identifikasi Gejala Penyakit Dan Cendawan Patogen Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolonicum*) di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *Teknosains*,

16(1), 81–92.

- Efendi, E., Purba, D. W., & Nasution, N. U. H. (2017). Respon Pemberian Pupuk NPK Mutiara dan Bokasi Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L). *Jurnal Penelitian Pertanian Bernas*, 13(3), 20–29. ISSN: 0216-7689.
- Elita, N., Susila, E., Agustamar, & Rizki. (2022). Identifikasi Molekuler *Trichoderma* spp. *Indigenous* dari Rizosfer Beberapa Varietas Padi Asal Kabupaten Lima Puluh Kota dan Kota Payakumbuh. *Agroteknika*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.32530/agroteknika.v5i1.114>.
- Fagi, A. M., Arianti, F. D., Warsana, & Setyanto, P. (2017). *Sayuran Potensial di Lahan Berlereng dan Pekarangan* (Edisi Pert). Agro Indo Mandiri.
- Fahrur, M., Panggeso, J., & Rosmini. (2018). Efikasi Ekstrak Daun Sirih Terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Bawang Merah Secara In vitro. *E-J. Agrotekbis*, 6(6), 757–763. ISSN: 2338-3011.
- Hakim, T., & Anandari, S. (2019). Responsif Bokashi Kotoran Sapi dan Poc Bongol Pisang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Agrium*, 22(2), 102–106. <https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>.
- Handayani, W. (2020). *Karakterisasi Morfologi dan Pengelompokan Isolat Bakteri Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Tanah Rhizosfer Bawang Merah (Allium cepa) di Nganjuk Dengan Variasi Wilayah yang Berbeda* [Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya]. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/42723>. Di akses pada 24 April 2022.
- Hartoyo. (2020). Potensi Bawang Merah Sebagai Tanaman Herbal Untuk Kesehatan Masyarakat Desa Jemasih Kec. Ketanggungan Kab. Brebes. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(10), 1109–1120. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i10.1704>.
- Herwanda, R., Murdiono, W. E., & Koesriharti. (2017). Aplikasi Nitrogen dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(1), 46–53. ISSN: 2527-8452.
- Hikmahwati, Auliah, M. R., Ramlah, & Fitrianti. (2020). Identifikasi Cendawan

- Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 83–86. ISSN: 2541-7452.
- Isnaini, M., Muthahanas, I., & Jaya, I. K. D. (2018). Studi Pendahuluan Tentang Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Buah Naga Di Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Crop Agro*, 2(2), 109–114. ISSN: 2621-5748.
- Jaelani. (2007). *Khasiat Bawang Merah* (Edisi Pert). Penerbit Kanisius.
- Karim, A., Rahmiati, & Fauziah, I. (2020). Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro Abdul. *Jurnal Biosains*, 6(1), 18–22. ISSN: 2460-6804.
- Kartiny, T., Hartono, & Serom. (2018). Penampilan Pertumbuhan dan Produksi Lima Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Kalimantan Barat. *Buana Sains*, 18(2), 103–108. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1183>.
- Khairul, I., Montong, V. B., & Ratulangi, M. M. (2018). Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Anthracnose Pada Cabai Keriting Secara In Vitro. *In Cocos*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i2.20109>.
- Khairurriq, Ismulhadi, & Daning, D. R. A. (2019). Penyuluhan Tentang Pembuatan Fermentasi Jerami Kangkung Menggunakan *Trichoderma*,sp Sebagai Pakan Ternak Sapi Potong di Desa Babatan Kecamatan Balong Panggang Kabupaten Gresik. *Jurnal Penyuluhan Pembangunan*, 1(1), 54–63. ISSN: 2656-5560.
- Lana, W., Wisardja, I. P., & Rusdianta, I. G. M. (2019). Pengaruh Dosis Pupuk Urea dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L). *Majalah Ilmiah Untab*, 16(2), 145–150. <https://ojs.universitastaban.ac.id/index.php/majalah-ilmiah-untab/article/view/46>.
- Mahfud, R., Kesumawati, E., & Alfizar. (2021). Efektifitas Jenis Dekompuser Pada Kompos Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Bawang Merah (*Allium cepavarascalonicum*) Effectiveness. *Jurnal Agrista*, 25(1), 1–9. ISSN: 1410-3389.
- Makhziah, Moeljani, I. R., & Santoso, J. (2019). Diseminasi Teknologi True Seed

- of Shallot dan Umbi Mini Bawang Merah di Karangploso, Malang, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 165–172. <https://doi.org/ISSN 2460-8572>.
- Manalu, L. W. (2019). *Pengaruh Berbagai Jenis Media Tanam dan Pupuk NPK Mutiara (16:16:16) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (Allium ascalonicum L.)* [Universitas Islam Riau Pekanbaru]. <https://repository.uir.ac.id/1868/1/134110180.pdf>. Diakses pada 30 April 2022.
- Manan, A., Nurtiati, & Mugiastuti, E. (2018). Pengelolaan Tanaman Bawang Merah Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Biopestisida *Trichoderma*. *Jurnal Solma*, 7(2), 182–192. <https://doi.org/10.29405/solma.v7i2.2160>.
- Mayasari, D. A., Sastrahidayat, I. R., & Djauhari, S. (2022). Eksplorasi Jamur Filoplane Pada Daun Tanaman Pedang-Pedangan (*Sansevieria Trifasciata*) dan Uji Kemampuan Antagonismenya Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum sansevieriae*). *Jurnal HPT*, 10(3), 141–147. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.3.4>.
- Nazirah, L., & Maulana, A. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Bawang Merah (*Alium ascalonicum L.*) Akibat Pemotongan Umbi Growth. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(5), 36–40. ISSN: 2477-8494.
- Ningtias, W., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., & Soesanto, L. (2020). Penggunaan Formula Cair *Trichoderma harzianum* T10 Berbahan Tepung Jagung Terhadap Rebah Semai (*Pythium* sp.) Bibit Mentimun. *Jurnal Agronida*, 6(2), 73–83. ISSN: 2407-9111.
- Novianti, D. (2018). Perbanyakkan Jamur *Trichoderma* sp Pada Beberapa Media. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 35–41. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1763>.
- Nurjismi, R., & Suryani. (2020). Uji Antagonis *Actinomyces* terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1), 1–12. ISSN: 2622-9471.
- Nursanti, A., Suciato, E. T., & Mumpuni, A. (2021). Identifikasi Jamur Patogen dan Tingkat Persentase Penyakit pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) di Sentra Tanaman Sayur Desa Serang, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 3(1), 9–19. ISSN: 2714-8564.

- Pakpahan, T. E., Hidayatullah, T., & Mardiana, E. (2020). Aplikasi Biochar dan Pupuk Kandang Terhadap Budidaya Bawang Merah di Tanah Inceptisol Kebun Percobaan Politeknik Pembangunan Pertanian Medan. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(1), 49–53. ISSN: 1978-5054.
- Permana, D. F. W., Mustofa, A. H., Nuryani, L., Kristiaputra, P. S., & Alamudin, Y. (2021). Budidaya Bawang Merah di Kabupaten Brebes. *Jurnal Bina Desa*, 3(2), 125–132. ISSN: 2715-6311.
- Pitasari, A., & Ali, M. (2018). Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap Jamur *Alternaria Porri* Ellis Cif. *JOM Faperta*, 5(1), 1–12. ISSN: 2355-6838.
- Pratiwi, A. H. (2018). Uji Efektivitas Fungisida Propineb 70% Terhadap Penyakit Bercak Ungu yang Disebabkan Oleh Jamur *Alternaria porri* Pada Tanaman Bawang Merah dan Pengaruhnya Terhadap Jamur Filosfer Secara In Vitro [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/13528>. Diakses pada 30 april 2022.
- Pujiati, Primiani, N., & Marheny. (2017). *Budidaya Bawang Merah Pada Lahan Sempit* (Edisi Pert). FKIP Universtas PGRI Madiun.
- Purwanto, A. (2020). Isolasi Jamur Selulolitik *Trichoderma* pada Beberapa Limbah Organik. *Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi*, 21(1), 42–47. ISS : 1411-5336.
- Putra, G. W. K., Ramona, Y., & Proborini, M. W. (2020). Eksplorasi dan Identifikasi Mikroba Pada Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa dutch.*) di Kawasan Pancasari Bedugul. *Jurnal Metamorfosa*, 7(2), 62–70. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p09>.
- 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.
- Rachmatunnisa, R., Rukmi, I., & Pujiyanto, S. (2017). Aktivitas Antagonistik Kapang Endofit Duwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) Terhadap *Alternaria porri* Penyebab Bercak Ungu Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Secara In-Vitro. *Jurnal Biologi*, 6(1), 71–78. ISSN: 2621-9824.
- Rahardjo, D., & Wijaya, G. A. (2018). Perbandingan Usaha Tani Bawang Merah

- di Musim Kemarau dan Musim Penghujan di Kecamatan Sukomoro. *Jurnal Agrinika*, 2(1), 1–12. ISSN : 2579-3659.
- Rezki, D., Mayerni, R., Efendi, S., Noverta, A., Edwin, Yulistriani, & Kumala, W. (2018). Pemberdayaan Petani Dalam Penangkaran Bibit Karet Ber-*Trichoderma* sp Sebagai Upaya Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MADANI*, 4(2), 61–65. ISSN: 2442-5931.
- Riastuti, R. D., Nopiyanti, N., Yulfi, & Febrianti, Y. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Kulit Bawang Merah Sebagai Keripik Untuk Menambah Nilai Ekonomi Masyarakat Kelurahan Air Kuti Kecamatan Lubuk Linggau I. *Jurnal Abdi Masyarakat UMUS*, 1(2), 64–70. ISSN: 2746-6345.
- Rohayatun, I., Rahmawati, & Mukarlina. (2017). Uji Antagonis Isolat Jamur Rizosfer Lokal Terhadap *Phytophthora* sp. Im 5 dari Pangkal Batang Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var . *microcarpa*). *Jurnal Protobiont*, 6(3), 130–135. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v6i2.2083>.
- 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.). *E-Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, 5(2), 84–90. ISSN: 2460-9455.
- Safitri, Y. A., Hasanah, U., Salamiah, Samharinto, & Pramudi, M. I. (2019). Distribution of major diseases of shallot in South Kalimantan, Indonesia. *Asian Journal Of Agriculture*, 3(2), 33–40. <https://doi.org/10.13057/asianagric/g030201>.
- Saptorini, Supandji, & Taufik. (2019). Pengujian Pemberian Pupuk Za Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah Varietas Bauji. *Jurnal Agrinika*, 3(2), 134–148. <https://doi.org/10.30737/agrinika.v3i2.731>.
- Saputra, W. T. M., Mulyono, & Fadli, R. (2021). Pengaruh Dosis Kompos Kulit Gelondong Kopi dan Pupuk Majemuk Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Jappri*, 3(2), 54–75. ISSN: 2809-8919.
- Sari, N., & Kasiamdari, R. S. (2021). Identifikasi dan Uji Patogenisitas

- Colletotrichum* spp. dari Cabai Merah (*Capsicum annuum*): Kasus di Kricaan, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 243–250. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.243>.
- Singh, A., Nandini Shukla, B.C. Kabadwal, A. K., Tewari, & Kumar, J. (2018). Review on Plant-*Trichoderma*-Pathogen Interaction. *International Journal of Current Microbiology*, 7(02), 2382–2397. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.291>.
- Sobianti, S., Soesanto, L., & Hadi, S. (2020). Inventarisasi Jamur Patogen Tular-Benih Pada Lima Varietas Padi. *Jurnal Agrikultural*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.37637/ab.v3i1.416>.
- Sondari, N., Parlinah, L., & Purnama, I. (2021). Pengaruh Perbandingan Media Tanam Pupuk Kotoran Ternak Sapi dan Tanah Terhadap Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Bima Brebes. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 6(1), 19–27. ISSN: 2477-8494.
- Sopialena, Suyadi¹, Sofian, Tantiani, D., & Fauzi, A. N. (2020). Efektivitas Cendawan Endofit Sebagai Pengendali Penyakit Blast Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *Jurnal Agrifor*, 19(2), 355–366. ISSN: 2503-4960.
- Suanda, I. W. (2019). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Hambatnya Terhadap Jamur *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu dan Jamur Akar Putih Pada Beberapa Tanaman. *Widya Biologi*, 10(2), 99–112. ISSN : 2086-5783.
- Sudantha, I. M., Isnaini, M., Astiko, W., & Ernawati, N. M. L. (2018). Pengaruh Inokulasi Fungi Mikoriza Abuskular dan Bioktivator (Mengandung Jamur *Trichoderma* spp. dan Ekstrak Daun Legundi) Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* dan Hasil Bawang Merah. *Crop Agro*, 11(2), 94–103. ISSN: 2621-5748.
- Sudewi, S., Ratnawati, Bangkele, L. I., Idris, Jaya, K., & Saleh, A. R. (2022). Aktivitas Bakteri Endofit Asal Padi Lokal Kamba Dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni *Alternaria porri* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 12–17. ISSN: 2541-7452.
- Sudiartini, N. P. R., Wiryana, G. N. A. S., & Sudarma, I. M. (2021). Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Utama pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L .)

- Hidroponik. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 10(3), 308–323. ISSN: 2301-6515
- Susandi, Y. N. ., Sualang, D. S., & Paruntu, M. H. B. (2018). Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap *Alternaria porri* Patogen Penyakit Bercak Ungu Tanaman Bawang Merah Pada Beberapa Media. *Cocos*, 1(3), 1–9. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i3.20866>
- Sutariati, G. A. K., Khaeruni, A., & Madiki, A. (2020). Bakteri Asal Wakatobi Menghambat Pertumbuhan Koloni *Alternaria porri* dan *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Pada Bawang Merah Secara In Vitro. *Jurnal Fitopatologi*, 16(3), 105–111. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.3>.
- Sutarman. (2017). *Dasar-dasar Dasar Ilmu Penyakit Tanaman*. UMSIDA PRESS.
- Syahputra, M. H., Anhar, A., & Irdawati. (2017). Isolasi *Trichoderma* spp. Dari Beberapa Rizosfer Tanaman Padi Asal Solok. *Journal Biosains*, 1(2), 97–105. ISSN: 2534-8371.
- 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. ISSN: 2580-7323.
- Thu, B. T., Tuan, T. Q., & Khoa, N. D. (2019). Identification of shallot pathogens in Vĩnh Châu town of Sóc Trăng province. *Journal of Science*, 11(3), 11–18. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2019.033>
- Triasih, U., Wuryantini, S., & Agustina, D. (2022). Karakterisasi Cendawan Rizosfer Kebun Jeruk Organik dan Potensinya dalam Menghambat Pertumbuhan *Botryodiplodia theobromae* dan *Colletotrichum gloeosporioides*. *Jurnal Fitopatologi*, 18(5), 205–212. <https://doi.org/10.14692/jfi.18.5>.
- Trisnawati, E., Panggeso, J., & Asrul. (2019). Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum* Pada Tanaman Pisang. *E-J. Agrotekbis*, 7(2), 210–215. ISSN: 2338-3011.
- Umami, R., Habisukan, U. H., & Kurratul, A. (2023). Diversity Of Endophytic Fungi From Lime Plants (*Citrus aurantifolia*, Swingle). *Jurnal Sains Natursal*, 13, 134–140. ISSN: 2086-3446.

- 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.
- Wakhidah, N., Kasrina, & Bustamam, H. (2021). Keanekaragaman Jamur Patogen Dan Gejala Yang Ditimbulkan Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) di Dataran Rendah. *Jurnal Konservasi Hayati*, 17(2), 63–68. ISSN: 2722-1113.
- Wantini, S., & Octavia, A. (2018). Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (Potato Dextrose Agar) dan Media Alternatif Dari Singkong (*Manihot esculenta crantz*). *Jurnal Analis Kesehatan*, 6(2), 625. <https://doi.org/10.26630/jak.v6i2.788>.
- Wibowo, A. T. U. (2018). Uji Efektivitas Media Selektif Untuk Isolasi *Trichoderma spp.* Pada Lahan Bawang Prei (*Allium ampeloprasum* L.) Organik dan Konvensional. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/12633>. Diakses pada 21 mei 2023.
- Wulandari, S. F., & Ali, M. (2018). Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif. *Jom Faperta*, 5(1), 1–9. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JomFaperta/article/view/18803>. 14 Maret 2022.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing.



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-29/Un.08/FST/KP.07.6/01/2023

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

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 48 Tahun 2022 Tentang Satuan Biaya Lainnya Tahun Anggaran 2023 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

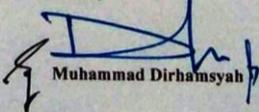
Memperhatikan : Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 01 November 2022.

MEMUTUSKAN

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

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Indra Maulana
NIM : 180703071
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Kemampuan Antagonisme *Trichoderma* Sp. terhadap Patogen *Alternaria porri* pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

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 hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 19 Januari 2023
Dekan,

Muhammad Dirhamsyah

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

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.



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

Nomor : B-452/Un.08/FST.I/PP.00.9/02/2023
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

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

Nama/NIM : **Indra Maulana / 180703071**
Semester/Jurusan : / Biologi
Alamat sekarang : Rukoh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Kemampuan Antagonisme *Trichoderma sp.* terhadap Patogen *Alternaria porri* pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*)**

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

Banda Aceh, 08 Februari 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,

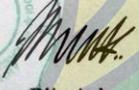
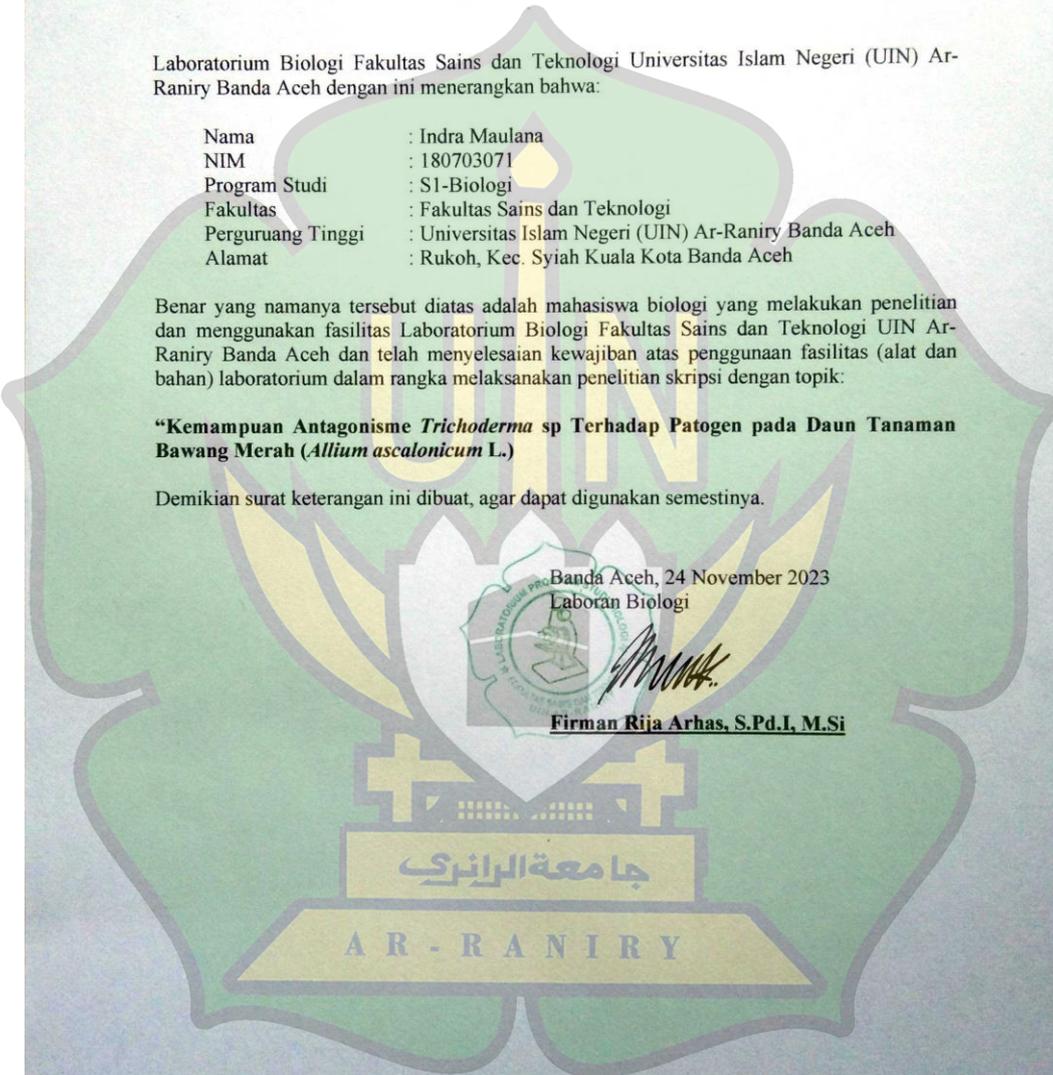


Berlaku sampai : 30 Juni 2023

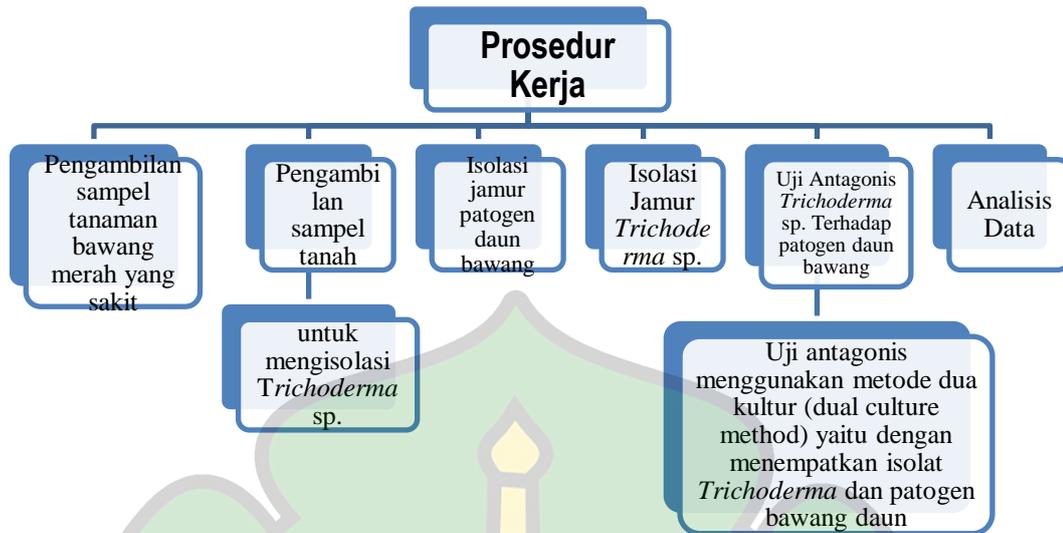
Yusran, S.Pd., M.Pd.

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

Lampiran 3. Surat Keterangan Bebas Laboratorium

	LABORATORIUM BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY Jl. Syeikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id , Email: biolab.arraniry@gmail.com	
<hr/> <u>SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM</u> No: B-70/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/11/2023 <hr/>		
<p>Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:</p>		
Nama	: Indra Maulana	
NIM	: 180703071	
Program Studi	: S1-Biologi	
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi	
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh	
Alamat	: Rukoh, Kec. Syiah Kuala Kota Banda Aceh	
<p>Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan telah menyelesaikan kewajiban atas penggunaan fasilitas (alat dan bahan) laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:</p>		
<p>“Kemampuan Antagonisme <i>Trichoderma</i> sp Terhadap Patogen pada Daun Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)</p>		
<p>Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.</p>		
<p>Banda Aceh, 24 November 2023 Laboran Biologi</p>  <u>Firman Rija Arhas, S.Pd.I, M.Si</u>		
 <p>جامعة الرانيري AR - RANIRY</p>		

Lampiran 4. Alur Penelitian.



Lampiran 5. Hasil Uji Antagonisme.

No	Isolat	Persentase Daya Hambat (%) Patogen Daun Bawang Merah						Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	U5 (%)	U6 (%)	
1	<i>Aspergillus</i> sp.	37,26	10,23	28,1	40,77	2,62	21,74	23,45%
2	<i>Collentotricum</i> sp.	31,34	30,15	29,9	19,06	24,49	22,17	26,18%
3	<i>Phytium</i> sp.	17,22	17,07	55,5	16,89	12,25	8,89	75,40 %
4	<i>Penicillium</i> sp.	78,59	77,91	16,88	17,81	30,47	20,61	40,37%

Rumus menghitung daya hambat :

$$P = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Daya hambat %

r1 = Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi jamur *Trichoderma* sp.

r2 = Jari-jari koloni jamur patogen mendekati jamur *Trichoderma* sp.

Lampiran 6. Perhitungan Daya Hambat.

• **Perhitungan *Trichoderma harzianum* dengan *Aspergillus* sp.**

$$\text{U1 } P = \frac{28,82 - 18,08}{28,82} \times 100 \% \quad \text{U2 } P = \frac{27,17 - 24,39}{27,17} \times 100 \%$$

$$P = \frac{10,74}{28,82} \times 100 \%$$

$$P = \frac{2,78}{27,17} \times 100 \%$$

$$P = 37,26 \times 100 \%$$

$$P = 10,23 \times 100 \%$$

$$P = 37,26$$

$$P = 10,23$$

$$\text{U3 } P = \frac{27,93 - 20,08}{27,93} \times 100 \% \quad \text{U4 } P = \frac{26,56 - 15,73}{26,56} \times 100 \%$$

$$P = \frac{7,85}{27,93} \times 100 \%$$

$$P = \frac{10,83}{26,56} \times 100 \%$$

$$P = 28,10 \times 100 \%$$

$$P = 40,77 \times 100 \%$$

$$P = 28,1$$

$$P = 40,77$$

$$\text{U5 } P = \frac{27,40 - 26,68}{27,40} \times 100 \% \quad \text{U6 } P = \frac{31,96 - 25,01}{31,96} \times 100 \%$$

$$P = \frac{0,72}{27,40} \times 100 \%$$

$$P = \frac{6,95}{31,96} \times 100 \%$$

$$P = 02,62 \times 100 \%$$

$$P = 21,74 \times 100 \%$$

$$P = 2,62$$

$$P = 21,74$$

• **Perhitungan *Trichoderma harzianum* dengan *Colletotrichum* sp.**

$$\text{U1 } P = \frac{27,53 - 18,90}{27,53} \times 100 \% \quad \text{U2 } P = \frac{17,61 - 12,30}{17,61} \times 100 \%$$

$$P = \frac{8,63}{27,53} \times 100 \%$$

$$P = \frac{5,31}{17,61} \times 100 \%$$

$$P = 31,34 \times 100 \%$$

$$P = 30,15 \times 100 \%$$

$$P = 31,34$$

$$P = 30,15$$

$$\begin{aligned} \text{U3 } P &= \frac{24,51 - 17,18}{24,51} \times 100 \% & \text{U4 } P &= \frac{22,77 - 18,43}{22,77} \times 100 \% \\ P &= \frac{7,33}{24,51} \times 100 \% & P &= \frac{5,31}{22,77} \times 100 \% \\ P &= 29,90 \times 100 \% & P &= 30,15 \times 100 \% \\ P &= 29,9 & P &= 30,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{U5 } P &= \frac{22,41 - 16,92}{22,41} \times 100 \% & \text{U6 } P &= \frac{9,11 - 7,09}{9,11} \times 100 \% \\ P &= \frac{5,49}{22,41} \times 100 \% & P &= \frac{2,02}{9,11} \times 100 \% \\ P &= 24,49 \times 100 \% & P &= 22,17 \times 100 \% \\ P &= 24,49 & P &= 22,17 \end{aligned}$$

• **Perhitungan *Trichoderma harzianum* dengan *Phytium* sp.**

$$\begin{aligned} \text{U1 } P &= \frac{7,78 - 6,44}{7,78} \times 100 \% & \text{U2 } P &= \frac{8,55 - 7,09}{8,55} \times 100 \% \\ P &= \frac{1,34}{7,78} \times 100 \% & P &= \frac{1,46}{8,55} \times 100 \% \\ P &= 17,22 \times 100 \% & P &= 17,07 \times 100 \% \\ P &= 17,22 & P &= 17,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{U3 } P &= \frac{12,18 - 5,42}{12,18} \times 100 \% & \text{U4 } P &= \frac{7,34 - 6,10}{7,34} \times 100 \% \\ P &= \frac{6,76}{12,18} \times 100 \% & P &= \frac{1,24}{28,82} \times 100 \% \\ P &= 55,50 \times 100 \% & P &= 16,89 \times 100 \% \\ P &= 55,5 & P &= 16,89 \end{aligned}$$

$$U5 \quad P = \frac{8,65 - 7,59}{27,17} \times 100 \%$$

$$P = \frac{1,06}{8,65} \times 100 \%$$

$$P = 12,25 \times 100 \%$$

$$P = 12,25$$

$$U6 \quad P = \frac{6,97 - 6,35}{6,97} \times 100 \%$$

$$P = \frac{1,24}{6,97} \times 100 \%$$

$$P = 08,89 \times 100 \%$$

$$P = 8,89$$

• Perhitungan *Trichoderma harzianum* dengan *Penicillium sp.*

$$U1 \quad P = \frac{30,69 - 6,57}{30,69} \times 100 \%$$

$$P = \frac{24,12}{30,69} \times 100 \%$$

$$P = 78,59 \times 100 \%$$

$$P = 78,59$$

$$U2 \quad P = \frac{30,06 - 6,24}{27,17} \times 100 \%$$

$$P = \frac{23,42}{30,06} \times 100 \%$$

$$P = 77,91 \times 100 \%$$

$$P = 77,91$$

$$U3 \quad P = \frac{17,18 - 14,28}{17,18} \times 100 \%$$

$$P = \frac{2,9}{17,18} \times 100 \%$$

$$P = 16,88 \times 100 \%$$

$$P = 16,88$$

$$U4 \quad P = \frac{18,80 - 15,45}{18,80} \times 100 \%$$

$$P = \frac{3,35}{18,80} \times 100 \%$$

$$P = 17,81 \times 100 \%$$

$$P = 17,81$$

$$U5 \quad P = \frac{21,26 - 18,64}{21,26} \times 100 \%$$

$$P = \frac{8,17}{21,26} \times 100 \%$$

$$P = 30,47 \times 100 \%$$

$$P = 30,47$$

$$U6 \quad P = \frac{16,15 - 12,82}{16,15} \times 100 \%$$

$$P = \frac{3,33}{16,15} \times 100 \%$$

$$P = 20,61 \times 100 \%$$

$$P = 20,61$$

Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan.

No	Gambar Survey dan Penelitian	
1.		
<p>Dokumentasi Pengambilan Sampel</p>		
2.		
<p>Dokumentasi Isolasi Patogen Daun Bawang Merah</p>		

3.		
Dokumentasi Pemurnian Patogen Daun Bawang Merah		
4.		
Dokumentasi Isolasi <i>Trichoderma</i> sp.		
5.		
Dokumentasi Pemurnian <i>Trichoderma</i> sp.		

 <p>Corkborer media PDA</p>	 <p>Proses corkborer jamur patogen</p>
<p>6.</p>  <p>Proses corkborer jamur <i>Trichoderma</i> sp.</p>	 <p>Pemindahan jamur dari cawan awal</p>
 <p>Pemindahan jamur patogen ke media uji</p>	 <p>Pemindahan jamur <i>Trichoderma</i> sp. ke media uji</p>
<p>Dokumentasi Uji Antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Patogen Daun Bawang merah</p>	

Lampiran 8. Daftar Harga Alat dan Bahan.

No	Alat dan Bahan	Volume	Harga (Rp)
1	Media PDA	40 g	200.000
2	Cawan Petri	2 box	400.000
3	Alkohol 70 %	2 liter	56.000
4	Sarung tangan	1 pack	54.000
5	Spiritus	3 Liter	75.000
6	Aquadest	3 liter	30.000
7	Sodium Hipoklorit (NaOCl)	1 liter	20.000
8	Kertas lebel	1 pack	5000
9	Tissu	4 pack	32.000
10	Sprayer tangan	1 buah	10.000
11	Gunting	1 buah	17.000
12	Alat tulis	1 rangkap	20.000
13	Kertas <i>wrap</i>	1 gulung	37.000
14	Sempel daun yang sakit	1 ikat	10.000
15	Masker	1 pack	20.000
16	Lactofenol cuttom blue	15 ml	45.000
Total			1.031.000

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Nama : Indra Maulana

Tempat/Tanggal Lahir : Rambayan Kupula, 15 Juni 2000

Nomor Induk Mahasiswa : 180703071

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

Kebangsaan/Suku : Indonesia

Alamat/No. Telp : Rambayan Kupula, Kecamatan Peukan Baro,
Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh/0823-4631-5308

E-mail : maulana150600@gmail.com

Nama Orang Tua

a. Ayah : Marzuki Ali

b. Ibu : Cutala Sari

Alamat Orang Tua/No. Telp : Rambayan Kupula, Kecamatan Peukan Baro,
Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh/0852-9659-8650

Riwayat Pendidikan

a. SD : SDN 1 Lampoh Saka (2006-2012)

b. SLTP : SMP N 2 Peukan Baro (2012 - 2015)

c. SLTA : SMA N 1 Peukan Baro (2015-2018)

Perguruan Tinggi : Program Studi Biologi Fakultas Sains dan
Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh (2018-
2023)