

**UJI ANTAGONIS JAMUR PATOGEN BUAH KAKAO TERHADAP
Trichoderma asperellum SEBAGAI REFERENSI PRAKTIKUM MATA
KULIAH MIKOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

Dini Izzati

NIM. 170207085

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2023 M / 1445 H**

**UJI ANTAGONIS JAMUR PATOGEN BUAH KAKAO
TERHADAP *Trichoderma asperellum* SEBAGAI REFERENSI
PRAKTIKUM MATA KULIAH MIKOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Prodi Pendidikan Biologi

Diajukan Oleh

Dini Izzati

NIM: 180207029

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**

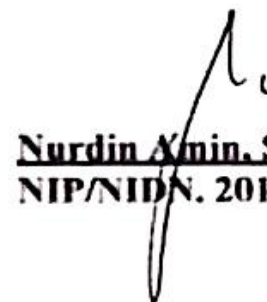
Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Zuraidah, S.Si., M.Si
NIP. 197704012006042002

Pembimbing II,



Nurdin Amin, S. Pd., M. Pd.
NIP/NIDN. 2019118601

**UJI ANTAGONIS JAMUR PATOGEN BUAH KAKAO TERHADAP
Trichoderma asperellum SEBAGAI REFERENSI PRAKTIKUM MATA
KULIAH MIKOLOGI**

SKRIPSI

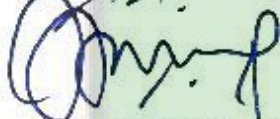
**Telah Diuji oleh Panitia Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi**

Pada Hari/Tanggal :

Sabtu, 29 Juli 2023
11 Muharram 1445 H

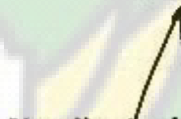
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Zuraidah, S.Si., M.Si
NIP. 197704012006042002

Sekretaris,



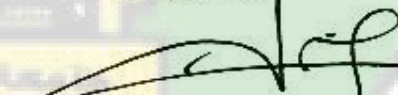
Nurdin Amin., S.Pd, I, M.Pd
NIDN. 2019118601

Penguji I,



Mulyadi., S.Pd.I, M.Pd
NIP. 19821222009041008

Penguji II,



Eriawati., S.Pd.I, M.Pd
NIP. 19811126009102003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh




Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D
NIP. 19730102 199703 1 003

16

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dini Izzati
NIM : 170207085
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul : Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Matakuliah Mikologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh. 27 Juli 2023
Yang menyatakan,



Dini Izzati

ABSTRAK

Penggunaan agensi antagonis yang berasal dari endofit tumbuhan merupakan salah satu cara terbaik untuk dijadikan agens hayati. Penyakit yang disebabkan oleh hama pada tumbuhan kakao adalah *Phytophthora palmivora*. *Trichoderma asperellum* adalah salah satu jamur antagonis yang banyak digunakan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen contohnya seperti: *Phytophthora palmivora*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* dalam menekan pertumbuhan jamur patogen (*Phytophthora palmivora*), menganalisis hasil uji kelayakan modul praktikum yang dihasilkan dari uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*, dan mengkaji respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri AR-Raniry Banda Aceh. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu eksplorasi eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian ini, jamur *Trichoderma asperellum* mampu menekan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* dengan persentase keseluruhan 40,57%. Uji Kelayakan output modul praktikum memperoleh persentase 81% ini dikategorikan “Sangat Layak”. Respon mahasiswa terhadap modul praktikum uji antagonis jamur memperoleh dengan persentase keseluruhan 79% ini dikategorikan “Baik”. Sehingga modul praktikum ini direkomendasikan sebagai salah satu media yang dapat digunakan sebagai sumber referensi matakuliah Mikologi.

Kata Kunci : Antagonis, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma asperellum*, Eksplorasi Eksperimen, Rancangan Acak Lengkap (RAL), Uji Kelayakan, Respon Mahasiswa

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, dengan qudrah dan iradah-Nyalah proposal ini telah dapat diselesaikan. Shalawat dan salam kami sanjung sajikan kepangkuan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabatnya yang telah membawa dari alam kebodohan ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan, sehingga dapat menyusun proposal ini yang berjudul “Uji Antagonis Jamur Patogen Pada Buah Kakao Terhadap *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi” Laporan proposal ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Mulyadi, S.Pd., M.Pd selaku Ketua Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Zuraidah, S.Si.,M.Si. selaku Penasehat Akademik (PA) dan pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dalam segala hal baik dalam memberi naseha, bimbingan, saran dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

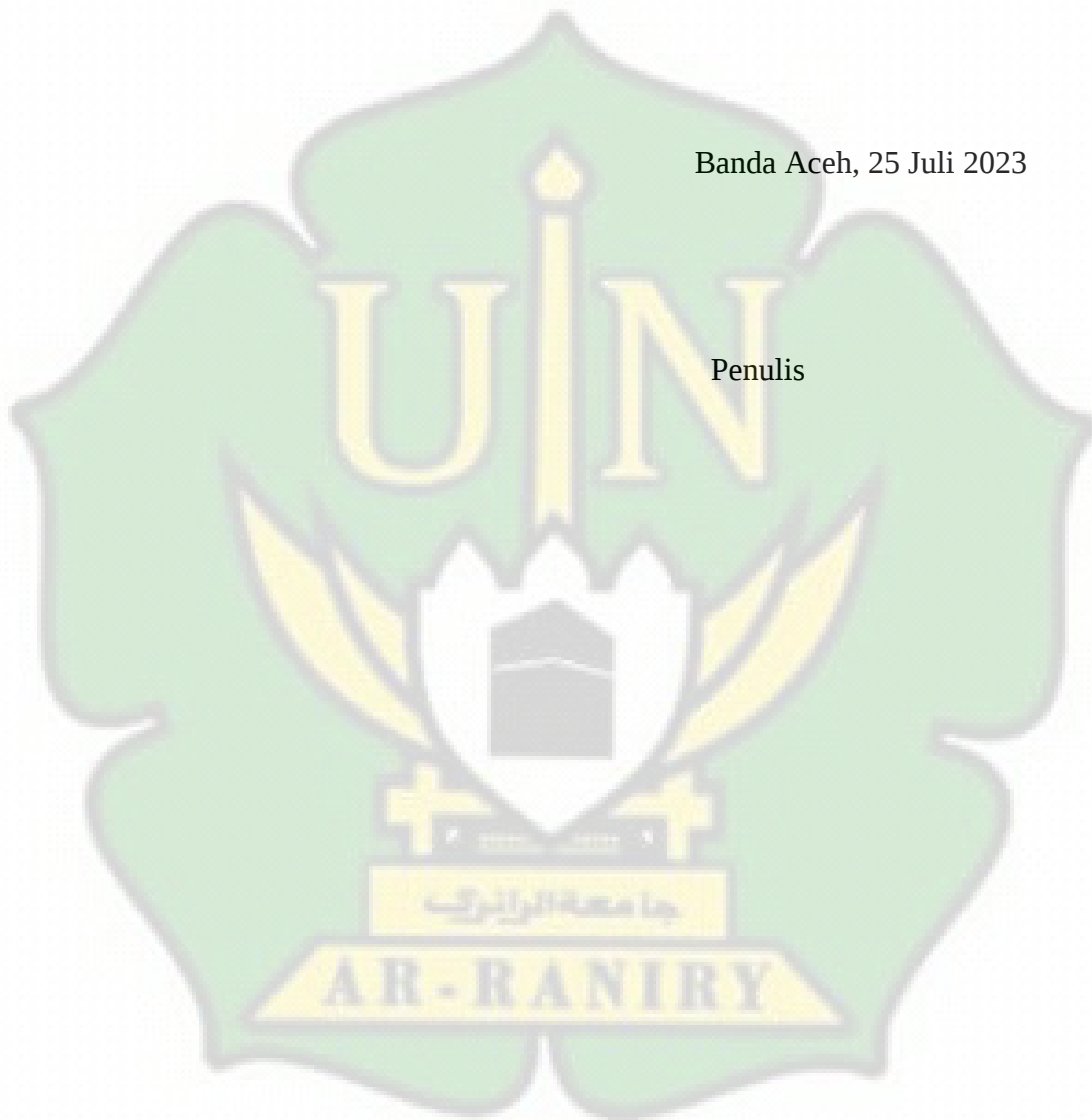
3. Bapak Nurdin Amin, S.Pd.I., M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu penulis selama penelitian ini berlangsung, serta sahabat yang selalu ada dan memberikan semangat dan dukungan kepada penulis sehingga selesainya skripsi ini; Yunita Rahayu, S.Pd. Virda Afrina, S.Pd. Ihda Rahmy, S.Tr. Gizi, Afini Rahmadianty, S.Pd. Hasni Hanum, S.Pd. Feby Shofiana Yurifa, S.Pd. Sri Ariska, S.Pd. dan Putri Intan Maulani, S.Pd.

Teristimewa penulis ucapkan kepada Ayahanda M. Jamil Ibrahim dan ibunda tercinta Zahriah, abang, kakak, adik dan seluruh keluarga yang telah senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dukungan, semangat, serta motivasi, baik berupa materi maupun non-materi selama penulis menempuh pendidikan. Dan ucapan terimakasih juga kepada ibu Kurniani, S.Pd.I. yang telah berpartisipasi untuk penulis agar memudahkan penulis dalam mengerjakan skripsi. Semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahn dan kekhilafan yang pernah penulis lakukan. Penulis menyadari penulisan skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaa. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan komentar yang dapat dijadikan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis

sendiri dan juga pembaca. Dan semoga kita selalu mendapat ridha Allah SWT. Aamiin yaa rabbal'alam.

Banda Aceh, 25 Juli 2023

Penulis



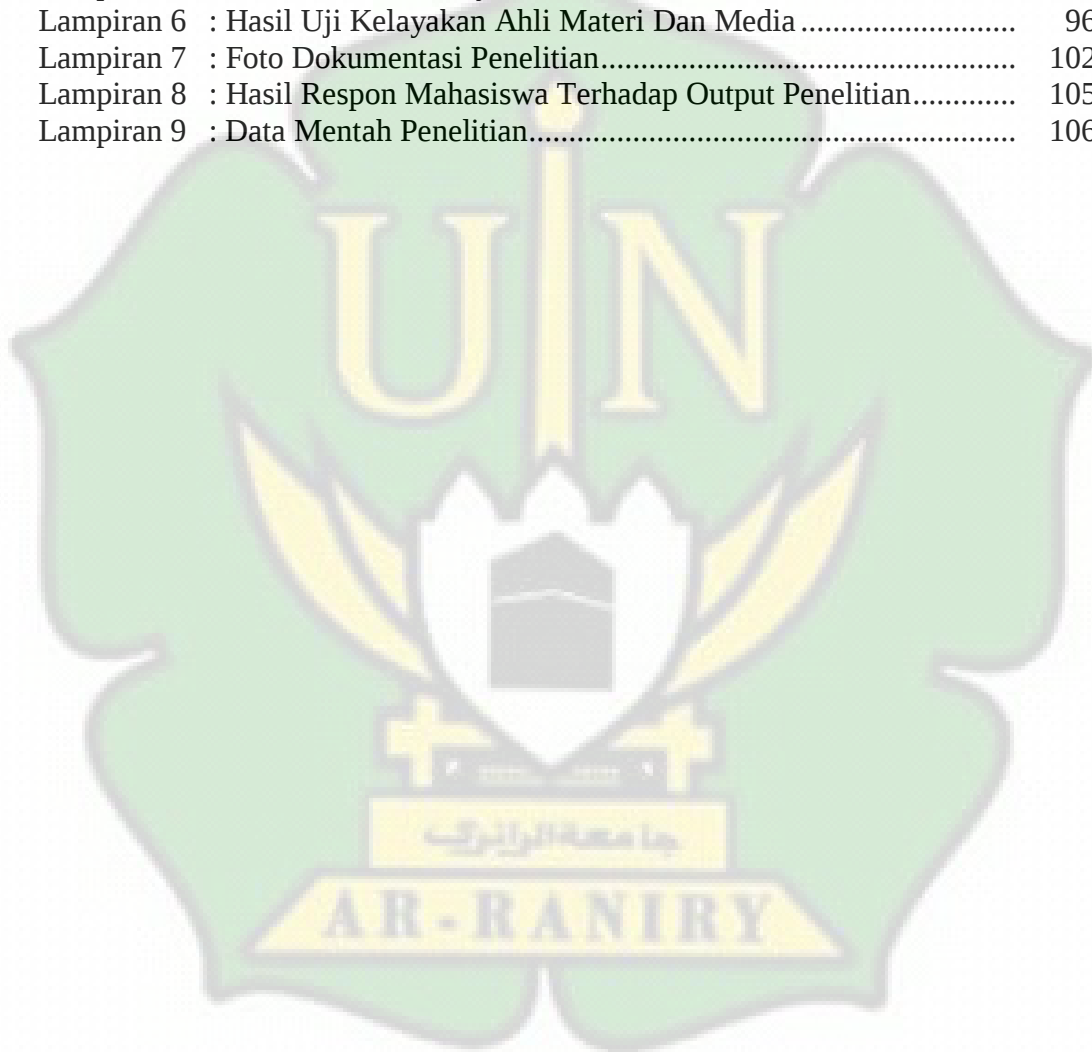
DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	
LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI	
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	9
E. Definisi Operasional	9
 BAB II LANDASAN TEORITIS.....	 13
A. Jamur Endofit.....	13
B. Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L)	15
C. Jamur Patogen <i>Phytophthora palmivora</i>	16
D. Jamur <i>Trichoderma asperellum</i> Sebagai Agens Hayati	18
a. Karakteristik Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	18
b. Klasifikasi Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	19
c. Morfologi Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	20
d. Manfaat Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	21
e. Mekanisme Antagonis Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	21
E. Uji Antagonis	22
F. Pemanfaatan Hasil Penelitian	23
G. Uji Kelayakan	24
H. Respon Mahasiswa	25
 BAB III METODE PENELITIAN	 26
A. Rancangan Penelitian.....	26
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
C. Objek Dan Subjek Penelitian	26
D. Parameter Penelitian	27
E. Alat dan Bahan.....	27
F. Prosedur Penelitian.....	29
F. Skema Penelitian.....	31
G. Teknik Pengumpulan Data.....	32
H. Instrument Pengumpulan Data.....	34
I. Teknik Analisis Data	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Hasil Penelitian.....	42
1. Efektivitas Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	42
a. Peremajaan Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	42
b. Peremajaan Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	44
c. Uji Antagonis Jamur <i>Trichoderma asperellum</i> Terhadap jamur Patogen Buah Kakao	46
2. Uji Kelayakan Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi.	59
3. Respon Mahasiswa Terhadap Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi.	65
B. Pembahasan.....	69
1. Efektivitas Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	69
a. Peremajaan Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	69
b. Peremajaan Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	72
c. Uji Antagonis Jamur <i>Trichoderma asperellum</i> Terhadap Jamur Patogen Buah Kakao	73
2. Uji Kelayakan Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi	79
3. Respon Mahasiswa Terhadap Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi	80
BAB V PENUTUP	83
A. Kesimpulan	83
B. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	91
BIOGRAFI PENULIS	120

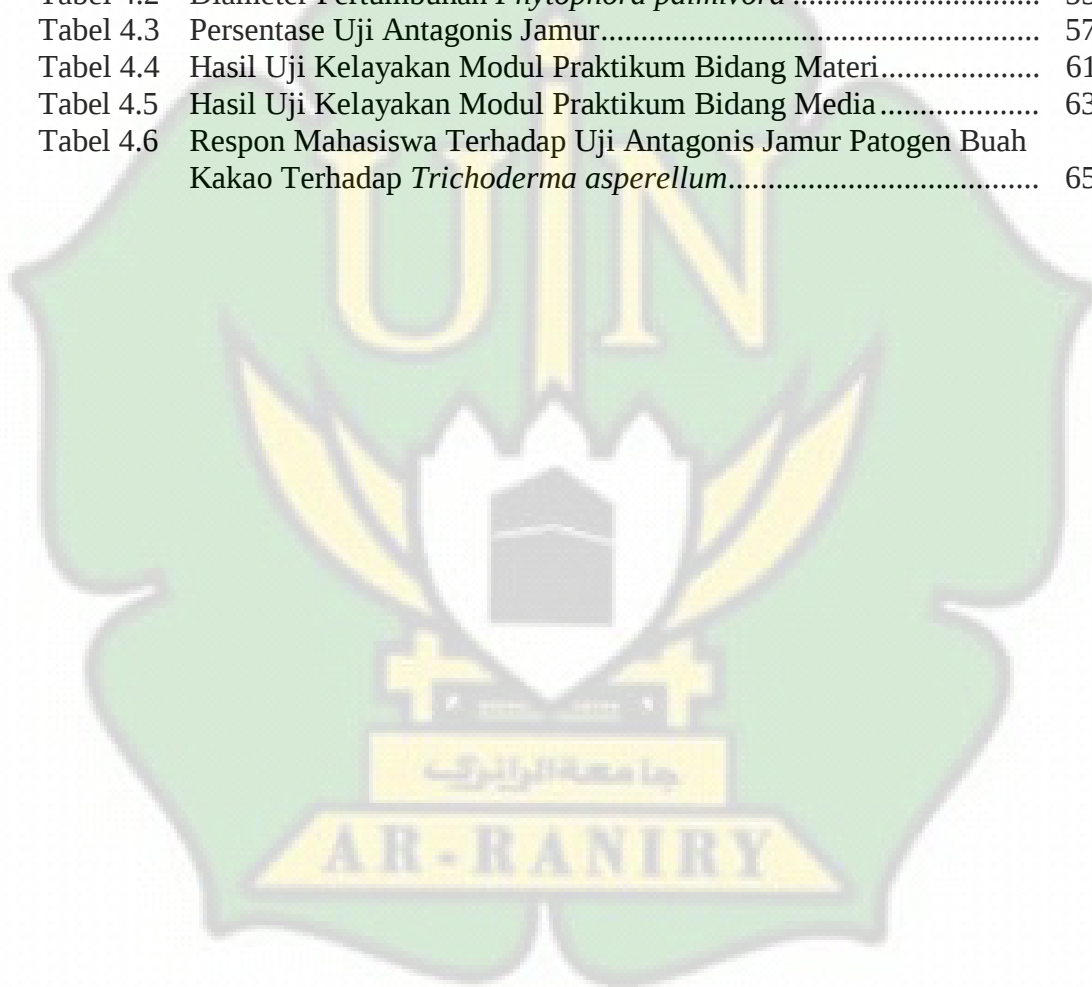
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keputusan Pembimbing Skripsi	91
Lampiran 2 : Surat Selesai Peneliti	92
Lampiran 3 : Surat Bebas Laboratorium	93
Lampiran 4 : Surat Pemesanan Jamur INaCC LIPI	94
Lampiran 5 : Surat Bukti Pembayaran ELSA LIPI	95
Lampiran 6 : Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi Dan Media	96
Lampiran 7 : Foto Dokumentasi Penelitian.....	102
Lampiran 8 : Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Output Penelitian.....	105
Lampiran 9 : Data Mentah Penelitian.....	106



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	28
Tabel 3.2	Bahan Yang Akan Digunakan Dalam Penelitian	28
Tabel 3.3	Skor Penilaian Indikator.....	39
Tabel 3.4	Kategori Kelayakan Berdasarkan Kriteria	40
Tabel 3.5	Kriteria Angket Respon Mahasiswa.....	41
Tabel 4.1	Diameter Pertumbuhan <i>Trichoderma asperellum</i>	53
Tabel 4.2	Diameter Pertumbuhan <i>Phytophthora palmivora</i>	55
Tabel 4.3	Persentase Uji Antagonis Jamur.....	57
Tabel 4.4	Hasil Uji Kelayakan Modul Praktikum Bidang Materi.....	61
Tabel 4.5	Hasil Uji Kelayakan Modul Praktikum Bidang Media.....	63
Tabel 4.6	Respon Mahasiswa Terhadap Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap <i>Trichoderma asperellum</i>	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah Kakao Terserang Penyakit	15
Gambar 2.2	Jamur <i>Phytophthora Palmivora</i>	17
Gambar 2.3	<i>Trichoderma asperellum</i>	20
Gambar 3.1	<i>Phytophthora palmivora</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i>	36
Gambar 3.2	Penempatan jamur	37
Gambar 3.3	Skema Pengukuran	37
Gambar 4.1	Peremejaan <i>Trichoderma asperellum</i>	43
Gambar 4.2	Mikroskopis Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	44
Gambar 4.3	Peremajaan Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	45
Gambar 4.4	Mikroskopis Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	45
Gambar 4.5	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-1.....	46
Gambar 4.6	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-2.....	47
Gambar 4.7	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-3.....	48
Gambar 4.8	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-4.....	49
Gambar 4.9	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-5.....	50
Gambar 4.10	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-6.....	51
Gambar 4.11	Pengulangan Uji Antagonis Hari ke-7.....	52
Gambar 4.12	Grafik Pertumbuhan Jamur <i>Trichoderma asperellum</i>	54
Gambar 4.13	Grafik Pertumbuhan Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	56
Gambar 4.14	Grafik Persentase Uji Antagonis Jamur	58
Gambar 4.15	Cover Modul Praktikum Mikologi	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengendalian penyakit tanaman yang banyak diteliti saat ini adalah pemanfaatan mikroorganisme yang berasosiasi dengan tanaman, salah satunya jamur endofit. Jamur endofit adalah jamur yang berasosiasi dengan tanaman sehat dan tidak memperlihatkan gejala serangannya. Populasi jamur endofit pada tumbuhan kakao tertinggi terdapat akar, batang, daun dan buah.¹ Jamur endofit selain memiliki peran penting dalam dunia pengobatan, jamur endofit juga memiliki peran di dalam dunia pertanian.²

Penggunaan agensi antagonis yang berasal dari endofit tumbuhan merupakan salah satu cara terbaik untuk dijadikan agens hayati, ini disebabkan karena agens hayati tidak membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Jamur endofit juga memiliki sifat antagonis dengan menghasilkan antibiotik, kompetisi ruang dan nutrisi sehingga dapat menekankan perkembangan patogen yang menyebabkan penyakit tumbuhan serta dapat

¹ Rita Harmi, *dkk*, “Isolasi Seleksi Jamur Endofit Asal Tanaman Kakao Sebagai Agens Hayati *Phytophthora Palmivora* Butl”, *Jurnal TIDP*, Vol. 3, No. 3(2016), h. 141-150.

² I Made Sudarman, *dkk*, “Uji Daya Hambat Daya Jamur Endofit Terhadap *Phytophthora Palmivora* (Butler) Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao Secara In Vitro”, *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, Vol. 6, No. 3(2017), h. 229-237.

meningkatkan ketahanan tumbuhan dengan menghasilkan senyawa alkaloid dan mikotoksin³.

Oleh sebab itu untuk menggali potensi yang dimiliki oleh jamur ini sebagai agensi antagonis, maka perlu dilakukan penelitian. Sebagaimana Allah cantumkan dalam Al-Qur'an yang berkaitan dengan jamur dalam surah Al- Hijr ayat 20 yang berbunyi :

وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَاشٍ وَمَنْ لَّسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ۚ ٢٠

Artinya: “Dan Kami telah menjadikan untukmu kehidupan di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami ciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya”. (Q.S Al-Hijr: 20).

Dalam surah ini Allah menjelaskan bahwa dan selain itu, kami pun telah menjadikan padanya sumber-sumber dan sarana-sarana kehidupan untuk keperluanmu, wahai manusia, baik berupa sandang, pangan, maupun papan. Dan kami ciptakan pula beragam makhluk-makhluk yang bukan kamu pemberi rezekinya, melainkan kami-lah yang menanggungnya. Dan tidak ada sesuatu pun dari makhluk ciptaan Allah di langit dan bumi melainkan pada sisi kamilah khazanahnya. Kami yang menguasai, mengatur, dan membagi rezekinya sesuai kehendak dan ketentuan kami. Kami tidak menurunkannya kepada mereka

³ Siti Fatimah Wulandari, *dkk*, “Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium asconicum* L.) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif”, *Jurnal JOM Faperta*, Vol. 5, No. 1(2018), h. 1-9.

melainkan dengan ukuran tertentu, yakni sesuai kondisi, kebutuhan, dan keadaan mereka masing-masing.⁴

Tumbuhan kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan salah tumbuhan perkebunan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Perkebunan pada tahun 2019 tercatat produktivitas kakao di Indonesia mencapai 737 kg/ha, selanjutnya pada tahun berikutnya mengalami penurunan produktivitas yaitu menjadi 729 kg/ha. Rendahnya produksi tanaman kakao di Indonesia di pengaruhi oleh beberapa factor yaitu: disebabkan kecilnya lahan untuk ditanami tumbuhan kakao, pemeliharaan yang tidak baik dan disebabkan juga oleh beberapa penyakit contohnya seperti hama patogen.⁵

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh hama pada tumbuhan kakao (*Theobroma cacao L*) adalah *Phytophthora palmivora*.⁶ *Phytophthora palmivora* ini tidak hanya menyerang batang dan daun saja, melainkan juga menyerah buah segar pada kakao yang dapat menyebabkan turun produktivitas sekaligus dapat menurunkan kualitas biji yang menjadi prioritas utama dalam tumbuhan kakao, sehingga ini dapat menurun hasil panen petani kakao.⁷

⁴ Al-Quran dan Terjemahannya Jus 1-30 (Bandung: Departemen Agama RI, 2006), h. 263.

⁵ Fifi Puspita, dkk, "Kompatibilitas dan Daya Hambat Konsorsium *Trichoderma* Sp. Endofit Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*", *Jurnal Agricultural*, Vol. 32, No. 2(2020), h. 126-133.

⁶ Nurfianti, dkk, "Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Kakao", *Jurnal Biocelebes*, Vol. 13, No. 3(2019), h. 253-261.

⁷ Baharudin, dkk, "Efektifitas Pengendalian *Phytophthora palmivora* Dengan Agensi Hayati Terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao", *Jurnal Menara Perkebunan*, Vol. 85, No. 1(2017), h. 9-18.

Trichoderma asperellum adalah salah satu jamur antagonis yang banyak digunakan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen contohnya seperti: *Phytophthora palmivora* pada tanaman kakao. *Trichoderma asperellum* ini mempunyai kemampuan dalam menghambat *Phytophthora palmivora* yang menyebabkan penyakit busuk pada buah kakao. Jamur ini juga dapat mengendalikan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* pada saat pembibitan kakao. *Trichoderma asperellum* tidak hanya pada tanaman kakao saja, melainkan pada tanaman lainnya, seperti: tanaman talas.⁸

Mata Kuliah Mikologi merupakan salah satu cabang ilmu yang dipelajari oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang memiliki bobot 2(1) SKS yang terdiri 2 SKS teori dan 1 SKS praktikum pada semester V (ganjil). Mikologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang aspek kehidupan jamur atau sering disebut dengan fungi atau cendawan. Dalam bahasa Yunani jamur berasal dari kata : mykes yang berarti jamur dan logos yang berarti ilmu. Penggunaan istilah jamur mencakup semua bentuk baik itu kecil maupun besar yang sering disebut cendawan, lapuk, kulat dan sebagainya. Dengan demikian jamur itu merupakan nama taksonomi seperti halnya dengan bakteri, ganggang, lumut-lumutan dan paku-pakuan.⁹

⁸ Dina Agustina, dkk, "Potensi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Botryodiplodia theobromae* Penyebab Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Jeruk", *Jurnal Agroida*, Vol. 5, No. 1(1019), h. 1-6.

⁹ Yani suryani, *Mikologi*, (Padang: PT. Freeline Cipta Granesia, 2020,), h. 9.

Berdasarkan dengan wawancara yang telah dilakukan dengan beberapa mahasiswa yang mengambil Mata kuliah Mikologi mereka menjelaskan bahwa terkait dengan uji antagonis ini masih minimnya referensi dan belum pernah dilakukan oleh mahasiswa Pendidikan Biologi terkait dengan uji antagonis jamur patogen terhadap jamur *Trichoderma asperellum*. Sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk dapat menambah referensi tambahan khususnya di Mata Kuliah Mikologi dan juga dapat memudahkan para mahasiswa Pendidikan Biologi dalam memahami terkait dengan uji antagonis jamur patogen terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.¹⁰

Berdasarkan informasi yang didapat dari wawancara dosen Mata Kuliah Mikologi dan pelaksanaan praktikum selama ini bahwa terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap *Trichoderma asperellum* belum pernah dilakukan oleh mahasiswa Pendidikan Biologi dan khususnya di Mata Kuliah Mikologi. Tetapi sudah pernah dilakukan di Mata Kuliah Mikrobiologi dengan uji antagonis menggunakan bakteri. Sehingga dari penelitian ini dapat dijadikan modul pratikum Mikologi.¹¹ Dengan dilakukannya penelitian diharapkan dapat menambah referensi tambahan untuk Mata Kuliah Mikologi dan dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.

Menurut Izzatinnisa, dkk, dengan judul jurnal, "Uji Antagonis Beberapa Fungsi Endofit Pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium axysporum* Secara In

¹⁰ Hasil observasi awal dengan mahasiswa Mk Mikologi Oktober 2021.

¹¹ Hasil wawancara dosen Mata Kuliah Mikologi Januari 2022.

Vitro”, menyatakan bahwa jamur endofit *Trichoderma asperellum* yang diisolasi dari jaringan batang jeruk yang bertindak sebagai antagonis terhadap jamur *Phytophthora palmivora* dan *Diplodia* sp.. Dengan menggunakan metode *Dual Culture* pada media PDA dalam cawan petri yang berdiameter 9 cm, terjadinya penghambatan yang terjadi pada uji antagonis adalah kompetis, antibiosis dan paratisme.¹²

Menurut Nyoman Mega Antari, dkk, dengan judul jurnal, “Efektivitas *Trichoderma asperellum* TKD Dengan Mediator Pupuk Kandang Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L*)”, menyatakan bahwa dengan penggunaan *Trichoderma asperellum* TKD untuk menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *Capsici* menghasilkan daya hambat 100%, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun segar dan jumlah daun kering dengan penambahan *Trichoderma asperellum* TKD lebih baik dibandingkan tanpa pemberian *Trichoderma asperellum* TKD. Pertumbuhan tinggi yang menggunakan daun segar dan kering terendah terdapat pada tanaman cabai dengan pemberian *Trichoderma asperellum* TKD 50 mL.¹³

Menurut Endah Yulia, dkk, dengan judul jurnal, “Antagonisme *Trichoderma asperellum*. Terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazekidan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet”,

¹² Izzatinnisa, dkk, ”Uji Antagonis Beberapa Fungsi Endofit Pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium axysporum* Secara In Vitro”, *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, Vol. 2, No. 1(2020), h. 18-25.

¹³ Nyoman Mega Antari, dkk, “Efektivitas *Trichoderma asperellum* TKD Dengan Mediator Pupuk Kandang Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L*)”, *Jurnal Simbiosis*, Vol. 8, No. 2(2020), h. 63-71.

menyatakan bahwa jamur *Trichoderma asperellum*. mampu menekan jamur *Rigidoporus lignosus* pada pengujian *in vitro* dengan penekanannya mencapai 90,82%. Dan starter *Trichoderma asperellum*. mampu menekan penyakit JAP pada bibit tanaman karet dengan persentase penghambatanpenyakit tertinngi dengan sebesar 100% pada perlakuan 100g ABK/bibit tanaman karet.¹⁴

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat mengurangi beban petani dalam membasmi hama atau penyakit yang dapat mengurikan para petani pada tumbuhan khususnya pada tamanan kakao. Dan bagi para mahasiswa praktikum Mikologi dapat menambah wawasan dan ilmu terkait dengan hama atau penyakit yang terdapat ditanaman kakao.

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana uji antagonis yang dilakukan didalam penelitian ini, dan bagaimana respon mahasiswa Mata Kuliah Mikologi terkait dengan uji antagonis terhadap jamur *Trichoderma asperellum*. Mengingat Mata Kuliah Mikologi ini masih minimnya referensi dan belum pernahnya dilakukan penelitian terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap *Trichoderma asperellum*. Maka dari itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan judul **“Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi”**

¹⁴ Menurut Endah Yulia, dkk, “Antagonism *Trichoderma Spp.* Terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazekidan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet”, *Jurnal Agricultural*, Vol. 28, No. 1(2017), h. 47-55.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana efektivitas jamur *Trichoderma asperellum* dalam menekan pertumbuhan jamur patogen buah kakao ?
2. Bagaimana uji kelayakan modul praktikum yang dihasilkan dari uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* sebagai referensi praktikum mata kuliah Mikologi ?
3. Bagaimana respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* sebagai referensi praktikum mata kuliah Mikologi ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis efektivitas jamur *Trichoderma asperellum* dalam menekan pertumbuhan jamur patogen pada buah kakao
2. Menganalisis hasil uji kelayakan modul praktikum yang dihasilkan pada penelitian ini sebagai referensi praktikum mata kuliah Mikologi
3. Mengkaji respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan pada penelitian ini sebagai referensi praktikum mata kuliah Mikologi

D. Manfaat Penelitian

1. Teoritik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan referensi praktikum Mikologi yang terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.

2. Praktik

a. Bagi mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan bagi mahasiswa khususnya mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah Mikologi agar dapat menambah wawasan dan memahami terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.

b. Bagi Asisten Laboratorium

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi buku panduan praktikum dan media pembelajaran pada saat praktikum Mikologi yang berupa modul tentang uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.

E. Definisi Operasional

1. Uji antagonis

Uji antagonis adalah mekanisme penghambatan tumbuhnya jamur atau bakteri yang bersifat patogen yang disebabkan oleh zat atau senyawa anti

jamur.¹⁵ Uji antagonis yang dimaksud dalam penelitian ini adalah dengan penggunaan jamur agen hayati dapat menekan jamur patogen untuk tumbuh dan berkembang pada tanaman kakao.

2. Jamur *Trichoderma asperellum*

Jamur *Trichoderma asperellum* adalah salah satu jamur yang bersifat endofit yang dapat menghambat perkembangan patogen salah satunya *Phytophthora palmivora* pada tanaman kakao, *Phytophthora capsici* pada tanaman vanili dan beberapa jamur lainnya dengan melalui beberapa proses yaitu mikroparasi, antibiosis dan kompetisi.¹⁶ Jamur *Trichoderma asperellum* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah jamur yang akan digunakan pada saat penelitian, yang nantinya akan menekan jamur patogen dari tanaman kakao.

3. Referensi

Referensi adalah berupa sumber, acuan, rujukan atau petunjuk yang jelas sumber atau asalnya suatu bacaan.¹⁷ Referensi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berupa modul praktikum yang nantinya dapat memudahkan proses praktikum mikologi.

¹⁵ A. Marthin Kalay, kdk, "Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Azotobacter chroococum* Terhadap *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* Secara In-Vitro", *Jurnal Agrologia* Vol. 7, No. 2(2018), h. 71-78.

¹⁶ Didiana Yanuarita, Dkk, "*Trichoderma* Asal Akar Kopi Dari Alor: Karakteristik Morfologi Dan Keefektifan Menghambat *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa Secara In Vitro", *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, Vol. 16, No. 2, (2020), h. 61-68.

¹⁷ Umi Kalsum, "Referensi Sebagai Layanan, Referensi Sebagai Tempat Sebuah Tinjauan Terhadap Layanan Referensi Diperpustakaan Perguruan Tinggi, *Jurnal Iqra'*, Vol. 10, No. 1(2016), h. 132-146.

4. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah suatu pengujian terhadap kemampuan kerja atau uji kepatutan.¹⁸ Uji kelayakan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berupa modul praktikum yang diuji kelayakannya oleh para ahli materi dan ahli media, menggunakan lembar uji yang berisi pertanyaan yang mencakup kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikan dan penyajian dan kelayakan pengembangan.

5. Respon mahasiswa

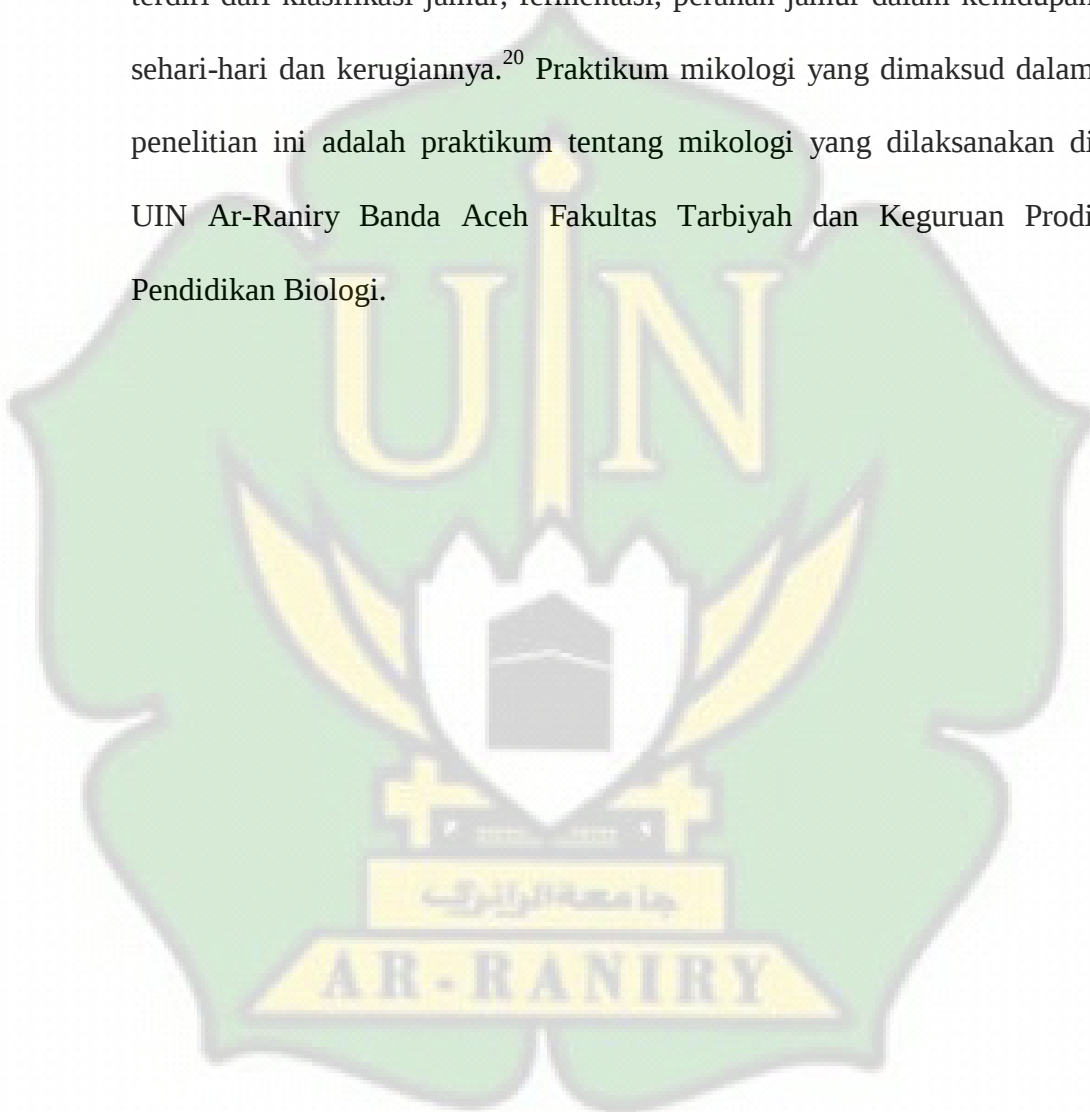
Respon mahasiswa adalah tingkah laku atau reaksi siswa selama mengikuti kegiatan pembelajaran.¹⁹ Respon mahasiswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah menganalisis tanggapan mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian ini dengan memberikan beberapa pertanyaan dalam sebuah lembar kuisioner kepada responden (mahasiswa) tentang kepraktisan penggunaan modul dalam proses praktikum. Responden pada penelitian ini merupakan mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah mikologi pada leting 2018 dan 2019 yang masing-masing leting terdapat 15 orang responden sehingga berjumlah 30 responden. Aspek indikator yang diuji diantaranya ketertarikan materi dan media, istilah yang digunakan, aktivitas belajar, motivasi belajar.

¹⁸ Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, diakses pada tanggal 20 Oktober 2021 dari situs: <https://kbbi.kemendikbud.go.id/entri/uji%20kelayakan>

¹⁹ Ummu Khairiyah, "Respon Siswa Terhadap Madei Dakon Matrika Materi KPK dan FPB pada Siswa Kelas IV di SD/MI Lamongan", *Jurnal Studi Kependidikan Dan Keislaman*, Vol. 5, No. 2, (2019), h. 199.

6. Praktikum Mikologi

Mikologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari ciri-ciri morfologi jamur dan sifat fisiologi jamur. Kajian yang terdapat didalam Mikologi terdiri dari klasifikasi jamur, fermentasi, peranan jamur dalam kehidupan sehari-hari dan kerugiannya.²⁰ Praktikum mikologi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah praktikum tentang mikologi yang dilaksanakan di UIN Ar-Raniry Banda Aceh Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Prodi Pendidikan Biologi.



²⁰ Dwi Wahyuni, Mikologi Dasar, (Jember: Jember University Press, 2003), h. 2.

BAB II

LANDASAN TEORITIS

A. Jamur Endofit

Jamur endofit atau sering disebut juga dengan jamur endofit merupakan jamur yang hidup secara internal dan berasosiasi di dalam jaringan tumbuhan tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tumbuhan inangnya, atau sering disebut dengan simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan, dengan memperoleh nutrisi dari tanaman inang dan sebaliknya tanaman inang memperoleh proteksi dari terhadap patogen melalui senyawa yang dihasilkan oleh jamur endofit tersebut.²¹ Jamur endofit berpotensi sebagai agens biokontrol yang dapat diisolasi dari tanaman dan mampu hidup dan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala sakit pada inangnya²² Jamur endofit berfungsi sebagai mengatasi masalah resistensi antibiotik serta penanganan penyakit baik pada tumbuhan, hewan dan bahkan manusia.

Jamur endofit menghasilkan berbagai senyawa yang memiliki aktivitas biologi, diantaranya steroid, terpenoid, fenolik, alkaloid, kuinon dan sebagainya.²³ Jamur endofit dapat dieksplorasi pada sistem jaringan tumbuhan

²¹ Ambar Susanti, dkk, "Penekanan Jamur Endofit Terhadap Patogen pada Tanaman Jambu Bol Gondang Manis", *Jurnal Viable Pertanian*, Vol. 15, No. 1(2021), h. 1-15.

²² Muhammad Taufik, dkk, "Role Of Cocoa Clones And Endophyte Fungi In Controlling VSD Disease In The Field", *Jurnal Cropsaver*, Vol. 4, No. 1(2021), h. 27-36.

²³ Rollando, *Senyawa Antibakteri Dari Fungi Endofit*, (Malang: CV. Seribu Bintang, 2019), h. 7.

seperti daun, buah, ranting atau batang maupun akar. Mekanisme kerja jamur endofit pada tanaman dengan cara menghambat laju pertumbuhan patogen dan mengambil nutrisi dari patogen kemudian menghasilkan senyawa yang mampu membinasakan patogen.²⁴

Jamur endofit memiliki beberapa family terbesar diantaranya Actinomycetes, Dothideomycetes, Sordariomycetes, Pezizomycetes, Leotiomycetes, dan Eurotiomycetes.²⁵ Produk alami dari jamur endofit ini bermanfaat dalam aplikasi luas sebagai bahan kimia dalam pertanian, antibiotik, immunosupresan, antiparasitiks, antioksidasi, antikanker, antidiabetes dan antijamur.²⁶

Jamur endofit yang tumbuh pada jaringan tumbuhan obat dapat memiliki jenis senyawa yang sama atau berbeda dengan inangnya namun memiliki khasiat aktivitas yang sama, bahkan tidak jarang ditemukan bahwa senyawa yang dihasilkan jamur endofit mempunyai aktivitas yang lebih besar dari pada aktivitas tumbuhan inangnya.²⁷

²⁴ Panngulu Ahmad R.U, *Pembangunan Pertanian*, (Yogyakarta: CV. Budi Utama, 2021), h. 76.

²⁵ Asih Triastuti, "Jamur Endofit Sebagai Sumber Obat Bahan Alam, *Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol. 16, No. 1, (2020), h. 1-95.

²⁶ Suci Hatru Ramadhani, *dkk*, "Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Daun Jambang (*Syzygium Cumini* L)", *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, Vol. 2, No. 2(2017), h. 77-90.

²⁷ Adi Rianto, *dkk*, "Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella typhimurium*", *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, Vol. 4, No. 2(2018), h. 109-121.

B. Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*)

Adapun klasifikasi dari tanaman kakao :

Kingdom : Plantae
 Divisio : Spermatophyta
 Class : Dicotyledoneae
 Ordo : Dialypetale
 Familia : Sterculiaceae
 Genus : *Theobroma*
 Spesies : (*Theobroma cacao L*).



Gambar 2.1. Buah Kakao terserang penyakit

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudiyakan oleh masyarakat indonesia, tanaman kakao (*Theobroma cacao L*) ini berasal dari hutan-hutan tropis Amerika Tengah dan dibagian utara Amerika selatan. Tanaman kakao pertama kali diperkenalkan oleh bangsa Spanyol di Indonesia pada tahun 1560, dan pada tahun 1825 pertama kalinya kakao di ekspor ke Manila yang melalui pelabuhan Manado. Sering berjalannya waktu tanaman kakao mengalami menurun produktivitasnya yang disebabkan oleh penyakit dan hama²⁸.

²⁸ T. Wahyudi, dkk, *Panduan Lengkap Kakao*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2008), h. 13

Biji kakao merupakan salah satu komoditi kakao hasil perkebunan yang banyak diproduksi sekitar 60% produksi biji kakao di Indonesia dihasilkan oleh perkebunan rakyat dari beberapa daerah antara lain: Aceh, Lampung, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan. Sebagian kakao yang berkembang saat ini adalah biji kakao lindak yang berasal dari benih hibrida. Masalah utama pada kakao lindak antara lain produktivitasnya yang rendah, mutu biji yang kurang baik, ini disebabkan oleh serangan penyakit dan hama.²⁹ Berdasarkan informasi yang didapatkan bahwa kakao di Aceh terdapat dua varian, yaitu buah local dengan memiliki bentuk buah kecil dan bulat dan memiliki daya tahan terhadap penyakit. Sedangkan buah kakao lain yang memiliki bentuk buah yang besar dan permukaan yang lonjong rentan terhadap penyakit. Sehingga para petani kakao di Aceh banyak menggunakan buah kakao lokal ini.

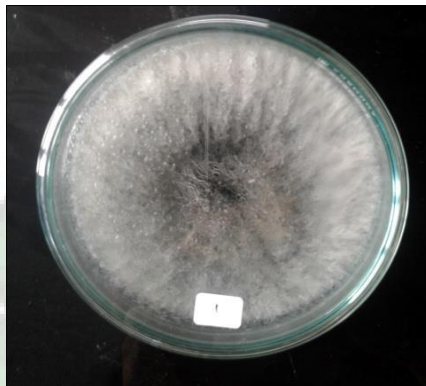
C. Jamur Patogen *Phytophthora palmivora*

Jamur *Phytophthora palmivora* merupakan salah satu jamur patogenik pada kakao yang dapat menyebabkan hilangnya hasil panen hingga mencapai 90% yang disebabkan oleh penyakit atau hama sehingga sistem produksinya menurun terutama pada musim hujan maupun kemarau pada lahan³⁰. Penyakit yang sangat mengancam pada tanaman kakao adalah penyakit busuk buah menimbulkan

²⁹ Ratna Wylis Arief, dkk, "Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Beberapa Jenis Biji Kakao Lindak Di Lampung," *Jurnal Bulletin RISTRI*, Vol. 2, No. 3,(2011), h. 325-330.

³⁰ Nurfianti, dkk, "Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora Palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao," *Jurnal Biocelebes*, Vol. 13, No. 3(2019), h. 253-261.

kerugian pada tanaman kakao.³¹ Serangan penyakit ini terutama dikarenakan kurangnya sanitasi kebun dan tidak dilakukannya pemangkasaan cabang.³²



Gambar 2.2. Jamur *Phytophthora Palmivora*

Penyebab penyakit jamur *Phytophthora palmivora* antara lain : busuk buah, kanker batang, hawar daun, hawar bibit, dan layu tunas air. Tetapi yang terjadi pada kebanyakan tanaman kakao lebih dominan busuk buah sehingga dapat menurunkan produktivitas buah kakao.

Beberapa spesies yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman kakao diantaranya: *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora megakarya*, *Phytophthora capsici*, *Phytophthora katsurae*, *Phytophthora megasperma*, *Phytophthora nicotianae*, dan *Phytophthora arecae*. Namun hanya tiga spesies yang dapat mengakibatkan kehilangan hasil paling besar pada kakao yaitu : *Phytophthora*

³¹ Yenita Afriyeni, dkk, "Jenis-Jenis Jamur Pada Pembusuk Buah Kakao (*Theobroma Cacao L*) Di Sumatera Barat", *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, Vol. 2., No. 2(2013),h. 124-129.

³² Fauzan,dkk, Keparahan Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora Palmivora* Butl.) Pada Beberapa Perkebunan Kakao Rakyat Yang Berbeda Naungan Di Kabupaten Langkat, *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol. 1, No 3(2013), h. 1-10.

palmivora, *Phytophthora megkarya*, dan *Phytophthora citrophora*.³³ Diharapkan dengan adanya jamur Patogen *Phytophthora palmivora* dan jamur *Trichoderma asperellum* ini dapat menekan jamur patogen untuk tumbuh.

D. Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Agens Hayati

a. Karakteristik Jamur *Trichoderma asperellum*

Trichoderma asperellum merupakan kelompok jamur yang telah diketahui memiliki kemampuan sebagai biodekomposisi yang baik, mampu memproduksi asam organik, seperti glinik, citric atau asam fumanic, yang menurunkan pH tanah, dan solubilisasi fosfat, mikronutrien dan kation mineral seperti besi, mangan, dan magnesium, yang bermanfaat untuk metabolisme tanaman, serta dapat mengikatkan metabolit dan produksi hormon tanaman.³⁴

Beberapa *Trichoderma* yang berasal dari tanaman kakao yaitu : *Trichoderma virens*, *Trichoderma asperellum*, dan *Trichoderma longibrachiatum* ketiga spesies *Trichoderma* ini telah terbukti mampu mengendalikan serangan berbagai macam patogen.³⁵ Salah satu jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur *Trichoderma asperellum* merupakan mikroorganisme tanah yang bersifat saprofit yang

³³ Ita Zahara, dkk, Identifikasi Kemampuan Bakteri dari Rizosfer Kakao dalam Menghambat *Phytophthora palmivora* Secara *In Vitro*", *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 4, no. 1(2019), h. 53-65.

³⁴ Tjut Chamzurni, dkk, "Trichoderma Virens Isolated From Cocoa Plantation In Aceh Biodecomposer Cocoa Pod Husk", *Jurnal Natural*, Vol. 13, No. 1(2013), h. 6-14.

³⁵ Rina Sriwati, dkk, "Deteksi Identifikasi Cendawan Endofit *Trichoderma* Yang Berasosiasi pada Tanaman Kakao", *Jurnal Agista*, vol. 15, No. 1(2011), h. 15-20.

secara alami menyerang jamur patogen yang bersifat menguntungkan bagi tanaman. Yang sering disebut sebagai jamur antagonis yang bersifat preventif terhadap penyakit tanaman telah menjadikan jamur tersebut semakin luas organisme pengganggu tanaman (OTP).³⁶

Penggunaan jamur *Trichoderma asperellum* untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* cukup potensial, *Trichoderma asperellum* dapat diaplikasikan melalui penyemprotan baik pada daun, batang, buah dan akar setara dengan fungisida kuprik oksida dalam mengurangi penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*.³⁷

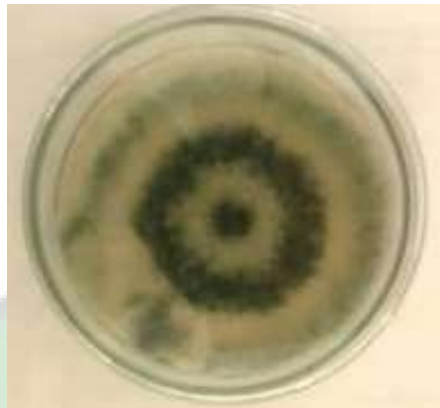
b. Klasifikasi Jamur *Trichoderma asperellum*

Adapun klasifikasi jamur *Trichoderma asperellum*, sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
 Divisio : Ascomycota
 Class : Sordariomycetes
 Ordo : Hypocreales
 Familia : Hypocreaceae
 Genus : *Trichoderma*
 Spesies : *Trichoderma asperellum*.

³⁶ Selvi Armila, dkk, "Potensi Jamur *Trichoderma Sp* Dalam Pengendalian *Phytophthora Palmivora* Secara In Vitro", *Jurnal Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Vol. 2, No. 1(2019), h. 255-258.

³⁷ Vien Sartika Dewi, dkk, "Pengendalian Penyakit Hawar Daun *Phytophthora* pada Bibit Kakao Dengan *Trichoderma Asperellum*", *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, Vol. 9, No. 1(2013), h. 15-20.



Gambar 2.3. *Trichoderma asperellum*

c. Morfologi Jamur *Trichoderman asperellum*

Jamur *Trichoderma asperellum* pada awal pertumbuhan berwarna bening kemudian menjadi bulu tipis yang jarang dengan warna koloni putih, setelah beberapa hari menjadi berwarna hijau karena terdapat kumpulan konidia pada bagian ujung hifa. Sedangkan secara mikroskopis memiliki miselium yang besepta, konidiosfor bercabang dan kodinia berbentuk bulat atau oval yang berwarna hijau terang seperti bola berlendir.³⁸ Jamur *Trichoderman asperellum* bersifat hiperparasit yang mampu mengendalikan pertumbuhan *Phytophthora palmivora*, *Trichoderman asperellum* memiliki sistem perakaran simbiosis avirulen oportunistik ynag terdapat pada jaringan kayu dan daun tanaman tropikal

³⁸ Vira Ruainiah Ruswandari, dkk, "Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Pantogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Alium ascalanicum* L.), *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, Vol. 5, No. 2(2020), h. 84-90.

misalnya : *Cola sp*, *Herrania sp*, *theobroma sp*, dan *Heva sp*. *Trichoderma asperellum* spesies ini bersifat ramah lingkungan.³⁹

d. Manfaat Jamur *Trichoderma asperellum*

Pengendalian biologi (hayati) merupakan alternative pengendalian yang dapat dilakukan tanpa harus memberikan pengaruh negative terhadap lingkungan dan sekitarnya, dengan memanfaatkan agen hayati seperti virus, jamur, dan bakteri. Tujuan penggunaan agens hayati ini untuk mengurangi serangan penyakit dengan mengurangi inokulum patogen sehingga dapat menekankan pertumbuhan dan perkembangan penyakit pada tumbuhan tersebut.⁴⁰ Melalui proses mikoparasitisme, kompetisi dan antibiotik secara langsung dapat juga memacu pertumbuhan tanaman yang merangsang respons ketahanan terhadap penyakit.⁴¹

e. Mekanisme Antagonis Jamur *Trichoderma asperellum*

Mekanisme Kemampuan antagonis *Trichoderma asperellum* berhubungan dengan mekanisme adanya pengeluaran toksin yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan bahkan mematikan inangnya, disamping itu *Trichoderma asperellum* juga menghasilkan

³⁹ Muhammad Malik Madani, “Pengendalian Penyakit Busuk Buah *Phytophthora* pada Kakao Dengan Cendawan Endofit *Trichoderma Sp*. di Desa Sidomulyo, Kecamatan Lebakbarang Kabupaten Pekalongan”, *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, Vol. 1, No. 1(2019), h. 118-122.

⁴⁰ Denisa Cikita, dkk, “Uji Antagonis *Trichoderma spp*. Terhadap *Phytophthora palmivora* Butl. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*), *Jurnal Protobiont*, Vol. 5, No. 1(2016) h. 59-65.

⁴¹ Soesanto L, dkk, “Ciri Morfologi Empat Isolasi *Trichoderma* dan Dua Isolasi Endofit *Fusarium*”, *Jurnal Ilmiah dan Industri*, Vol. 8, No. 2(2011), h. 294-306.

enzim hidrolitik, glukanase, kitilase, dan selulose yang dapat melarutkan dinding sel patogen, dengan melilit hifa dan mengeluarkan enzim β -1,3 glukanase dan kitinae.⁴² Didalam *Trichoderma asperellum* juga terdapat beberapa enzim yang dihasilkan oleh APH yang terkandung didalam metabolit sekundernya yang enzim tersebut sangat penting didalam menunjang mekanisme antagonisnya adalah mikoparasit atau sering disebut dengan hiperparasit. Mekanisme ini dapat terjadi didalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma asperellum* yang berupa competitor baik ruang maupun nutrisi dan sebagai mikoparasit sehingga mampu menekankan aktivitas patogen tular tanah.⁴³

E. Uji Antagonis

Uji antagonis merupakan isolasi uji yang memiliki daya hambat yang tinggi yang memiliki pertumbuhan koloni lebih cepat dibandingkan dengan koloni patogen dan perkembangan koloni antagonis dapat menutupi serta menekankan perkembangan koloni patogen. Salah satu syarat suatu organisme agen pengendali hayati adalah mempunyai kemampuan menghambat perkembangan dan pertumbuhan organisme lainnya.⁴⁴

⁴² A Ridwan, Aplikasi Cendawan Antagonis Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora*), pada Tanaman Kakao”, *Jurnal Agrisistem*, Vol. 15, No. 2(2019), h. 93-96.

⁴³ Gusnawaty HS, dkk, “Karakteristik Morfologi *Trichoderma* Sp. Indigenus Sulawesi Tenggara”, *Jurnal Agrotekologi*, Vol. 4, No.2(2014), h. 88-94.

⁴⁴ Nia safitri, dkk, “Uji Antagonis Cendawan Isolat Lokal Riau Terhadap Beberapa Cendawan Patogen Pada Tanaman Budi Daya”, *Jurnal Biologi*, Vol. 12, No. 2(2019), h. 124-132.

Apabila suatu jamur antagonis dalam menekan pertumbuhan jamur patogen akan rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya persentase daya hambat jamur patogen serangga adalah pertumbuhan jamur antagonis. Tingkat pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi menentukan aktivitas dalam menekan patogen target. Salah satu factor yang mempengaruhi tinggi rendahnya pertumbuhan jamur patogen serangga adalah viabilitas dan kerapian konidia.⁴⁵

Dari uji antagonis ini dengan penggunaan agen hayati ini diharapkan dapat mengurangi serangan penyakit dengan mengurangi jumlah inokulum patogen, menekan patogen menginfeksi inangnya dan mengurangi keganasan potogen tersebut. Salah satu agen hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur *Trichoderma asperellum* diharapkan dengan penggunaan jamur ini dapat menekan jamur patogen untuk tumbuh dan berkembang yang terdapat pada buah kakao.

F. Pemanfaatan Hasil Penelitian

Mikologi merupakan salah satu matakuliah pilihan atau opsional pada program studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-raniry, dengan bobot kredit 2 (1) SKS, yaitu 1 SKS yang diperuntukan untuk teori dan 1 SKS untuk praktikum lapangan. Praktikum lapangan dilakukan untuk meningkatkan pengalaman dan pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah yang sudah diajarkan, dan kegiatan praktikum ini tidak hanya dilakukan diluar saja melainkan bisa dilaksanakan didalam ruangan (Laboratorium).

⁴⁵ Nurul Halwiyah, dkk, "Uji Antagonis Jamur Pantogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beaveria bassiana* Secara *In Vitro*", *Jurnal Akademika Biologi*, Vol. 8, No. 2(2019), h. 8-17.

Dalam melakukan praktikum lapangan baik itu diruangan atau praktikum lapangan mahasiswa diwajibkan untuk mempunyai modul praktikum, agar memudahkan para mahasiswa pada saat praktikum berlangsung. Sehingga dari hasil dari penelitian ini dapat dijadikan modul praktikum Mikologi yaitu berupa modul praktikum yang nanti dapat digunakan pada saat praktikum. Modul praktikum ini tidak hanya di gunakan oleh mahasiswa saja (praktikan) melainkan menjadi pengangan bagi asisten praktikum (Asisten Laboratorium). Diharapkan dengan modul praktikum ini mahasiswa dapat mengerti terkait dengan penelitian Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Thichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi.

G. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah kriteria penentuan suatu produk atau output apakah produk tersebut layak dikembangkan dan direalisasikan yang sudah ditetapkan oleh para ahli yang akan digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.⁴⁶ Kelayakan dalam penelitian adalah uji kelayakan suatu output apakah output yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa modul praktikum, baik dari segi kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, kegrafikan dan kemanfaatan produk. Yang nanti dapat digunakan oleh mahasiswa sebagai referensi tambahan praktikum Mikologi.

⁴⁶ Serian Wijatno, *Pengantar Entrepreneurship*, (Jakarta: Grasindo, 2009), h. 88.

H. Respon Mahasiswa

Respon mahasiswa adalah berupa tanggapan atau reaksi dari suatu produk atau output.⁴⁷ Secara umum respon dapat diartikan berupa tanggapan yang mempunyai makna dan berhubungan dengan subjek, peristiwa, atau hubungan yang diperoleh dengan informasi dan dapat mengembangkan pesan.⁴⁸ Respon mahasiswa dalam penelitian ini, bagaimana respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian ini, yang nanti akan dinilai oleh mahasiswa yang sedang mengambil Mata Kuliah Mikologi.

⁴⁷ Siti Nurhalimah, *Media Sosial dan Masyarakat Pesisir Refleksi Pemikiran Mahasiswa Bidikmisi*, (Yogyakarta: Deepublish, 2019), h. 87.

⁴⁸ Connie Chairunnisa, "Analisis Respon Mahasiswa Terhadap Mata Kuliah Terintegrasi Islami Kemuhadiyah dan Penghayatan Terhadap Nilai Agama Islam", *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, Vol. 4, No. 1(2017), h. 11.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi eksperimen,⁴⁹ metode ini digunakan untuk menguji antagonis *Trichoderma asperellum* dalam menekan jamur patogen (*Phytophthora palmivora*) pada buah kakao *Theobroma cacao* L. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 pengulangan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang “Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi” di laksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri AR-Raniry Banda Aceh. Penelitian dilakukan bulan Mei 2022. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dengan kode jamur InaCC F93 *Trichoderma asperellum*.

C. Objek Dan Subjek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur *Trichoderma asperellum* yang ditanaman didalam media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) dengan menggunakan jamur patogen *Phytophthora palmivora*.

⁴⁹ Taufik Hidayat, dkk, “Uji Antagonis Jamur *Gliocladium* sp Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp Penyebab Layu Pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.)”, *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, vol. 5, No. 2(2020), h. 59-65.

Adapun subjek dalam penelitian ini adalah Jamur *Trichoderma asperellum* ini diperoleh dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dengan kode jamur InaCC F93 *Trichoderma asperellum*.

D. Parameter Penelitian

Parameter yang dilihat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Efektivitas uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* dalam menekan jamur *Phytophthora palmivora*, melalui pengaruh jamur agen hayati dalam menekan jamur patogen.
2. Uji kelayakan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berupa modul praktikum Matakuliah Mikologi, yang dilihat melalui aspek yang terdiri dari: isi, penyajian, kebahasaan, kegrafikan dan kemanfaatan produk.
3. Respon mahasiswa terhadap beberapa aspek yaitu terdiri dari: kesesuaian materi, istilah bahasa yang digunakan didalam modul dan kepraktisan modul praktikum.

E. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No	Alat	Fungsi
1.	Autoklaf	Tempat mensterilisasi alat dan bahan dalam laboratorium Mikrobiologi
2.	Incubator	Inkubasi dalam pertumbuhan jamur
3.	Laminar air flow	Untuk penanaman jamur dalam media agar
4.	Cawan Petri	Tempat penanaman jamur
5.	Jarum Ose	Untuk penanaman jamur ke medium lain
6.	Mikroskop	Untuk melihat mikroorganisme
7.	Timbangan	Untuk menimbang bahan-bahan yang akan digunakan
8.	Bunsen	Untuk menjaga media tetap steril
9.	Kertas Buram	Untuk membungkus alat dan bahan sebelum digunakan
10.	Kertas Label	Untuk pemberian nama sampel
11.	Hot Plate	Memanaskan larutan yang akan digunakan
12.	Magnetic heated stirrer	Untuk menglarutkan bahan yang digunakan pada pembuatan media agar

Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1.	Alcohol	Untuk mensterilkan alat dan bahan
2.	Aquadest	Untuk mensterilkan alat dan bahan
3.	Alat Tulis	Untuk mencatat data yang diperoleh
4.	Spiritus	Untuk pelarut bahan bakar
5.	SDA sintetik	Untuk bahan pembuatan media
6.	Isolat <i>Phytophthora palmivora</i>	Untuk digunakan dalam penelitian
7.	Isolat <i>Trichoderma asperellum</i>	Untuk digunakan dalam penelitian

F. Prosedur Penelitian

1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi adalah suatu usaha untuk membunuh atau membebaskan alat-alat atau bahan dari segala macam bentuk kehidupan, terutama mikroorganisme. Sterilisasi sesuatu yang wajib dilakukan sebelum melakukan penelitian, agar terhindar dari kontaminasi dari mikroorganisme lainnya. Sebelumnya alat dan bahan yang akan digunakan harus dibungkus terlebih dahulu dengan kertas buram atau aluminium foil, kemudian dimasukkan semua alat dan bahan kedalam autoklaf selama 20 menit dengan suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm.

2. Pembuatan Media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*)

Pembuatan media SDA pada penelitian ini menggunakan SDA sintetik yang ditimbang sebanyak 20 gr yang kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer dan kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 500 ml. Selanjutnya SDA dipanaskan hingga mendidih lebih kurang 20 menit hingga larutan tersebut larut. Setelah mendidih matikan Hot Plate dan angkat erlenmeyer tersebut dan biarkan hingga suhu larutan SDA sedikit menurun sampai dingin. Kemudian erlenmeyer ditutup menggunakan aluminium foil dan kemudian disterilkan kedalam autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Kemudian setelah disterilkan, selanjutnya dituang ke cawan petri dan tunggu hingga mengeras.

3. Isolasi jamur *Phytophthora palmivora*

Jamur *Phytophthora palmivora* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil penelitian terlebih dahulu yang sudah terkontaminasi langsung dari buah kakao tersebut. Jamur *Phytophthora palmivora* yang sudah diisolasi selanjutnya ditanam ke media SDA dan selanjutnya diinkubasi selama 3 hari hingga tumbuh permukaan jaringan dengan suhu 27 °C

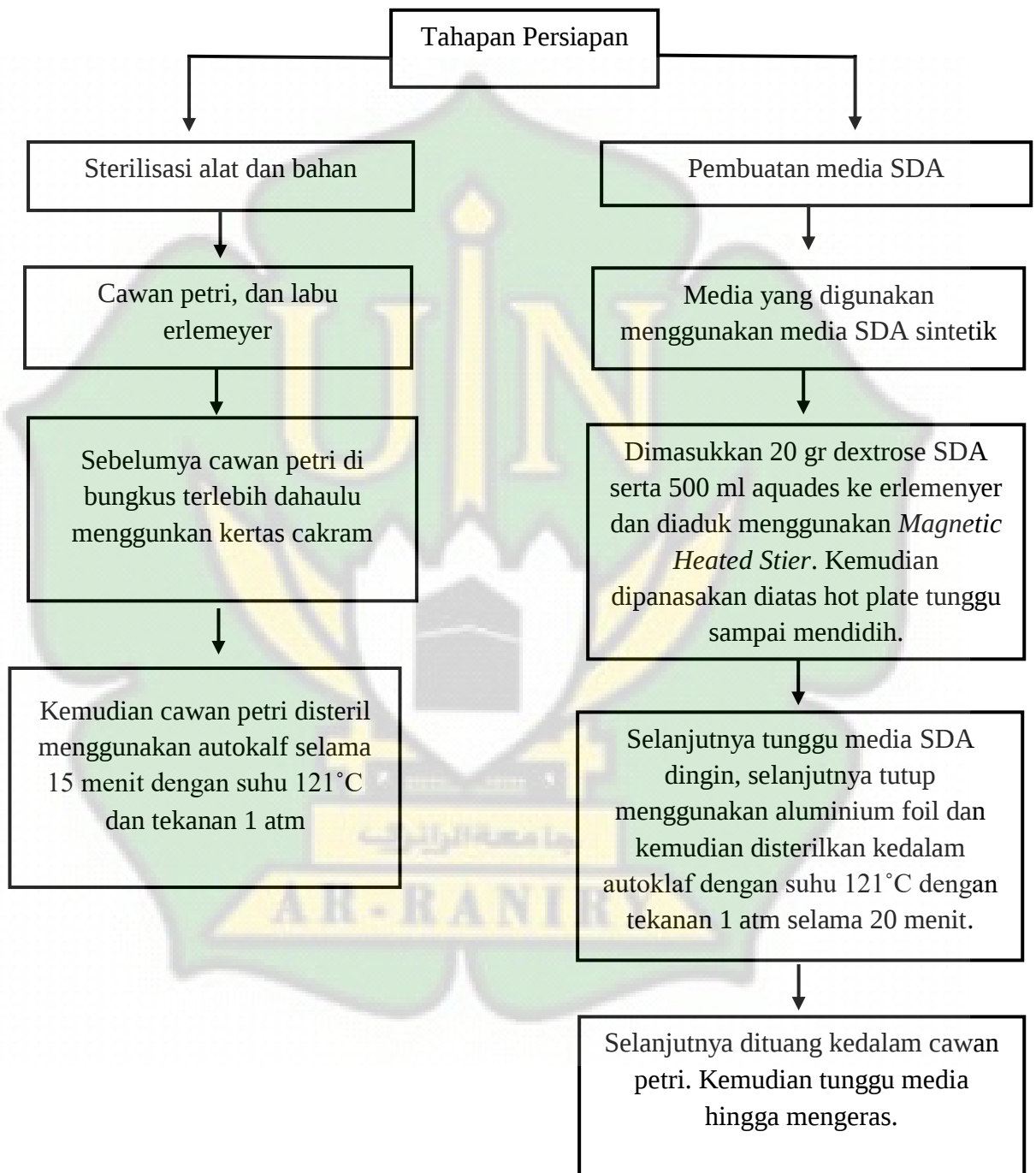
4. Peremajaan jamur *Trichoderma asperellum*

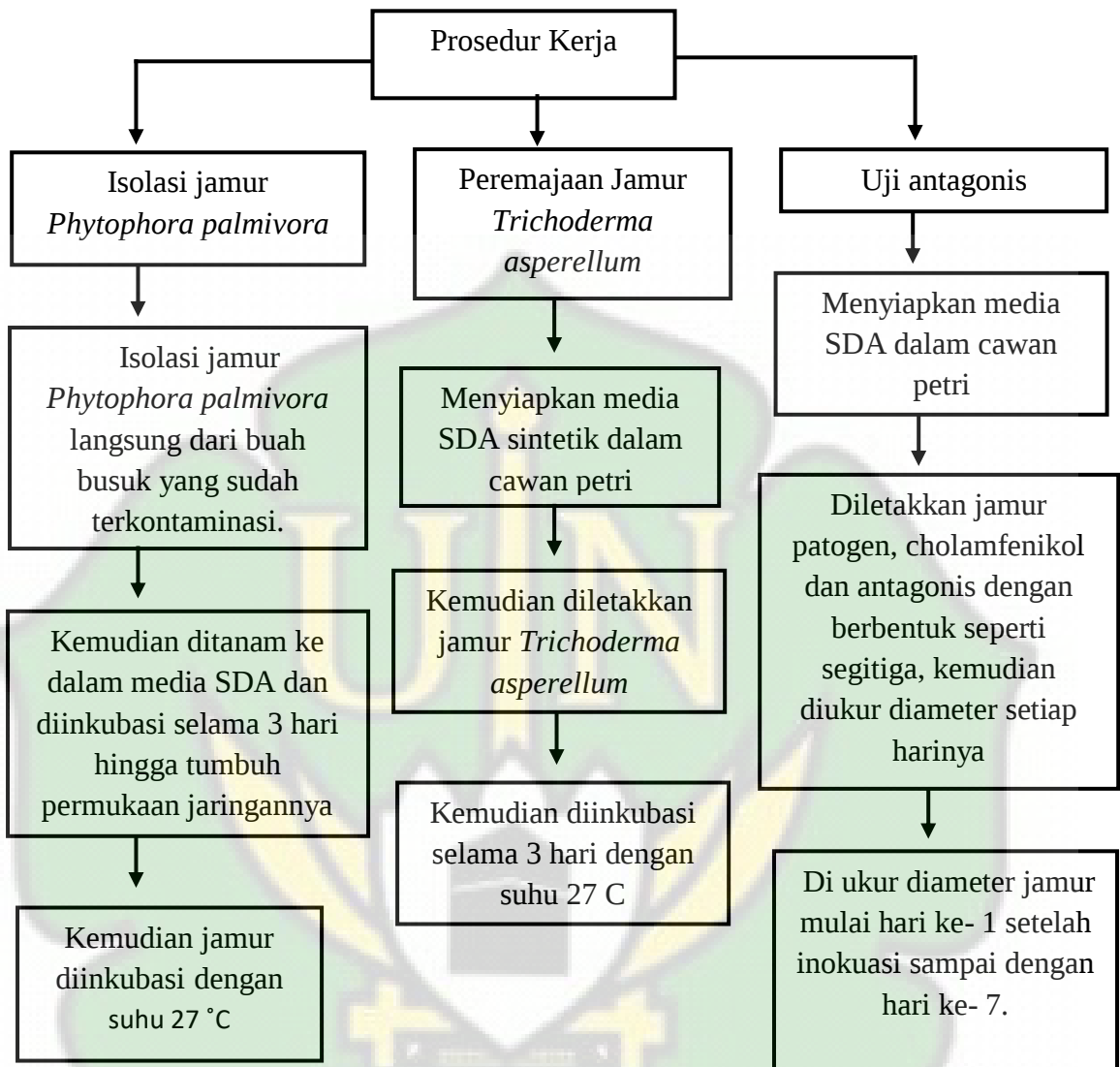
Jamur *Trichoderma asperellum* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari suatu lembaga penelitian yaitu LIPI. Jamur *Trichoderma asperellum* sudah diisolasi selanjutnya ditanam kedalam media SDA. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari hingga tumbuh permukaan jaringan. Selanjutnya jamur yang sudah tumbuh dipindahkan ke media SDA yang sama, selanjutnya jamur diinkubasi dengan suhu 27 °C

5. Uji Antagonis

Siapkan media tanam yaitu SDA pada cawan petri, kemudian letakkan jamur patogen, chlamfenikol dan jamur antagonis dengan berbentuk seperti segitiga secara bersamaan, kemudian diukur diameter pada setiap harinya.

F. Skema Penelitian





G. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengamatan Diameter jamur

Pertumbuhan jamur membutuhkan kualitas inokulum yang baik sehingga jamur *Trichoderma asperellum* mampu menekan jamur patogen pada buah kakao dengan mengukur panjang diameter jamur dihitung dari hari pertama sampai hari ketujuh.

2. Uji Validasi Modul Praktikum

Uji validasi adalah uji yang menunjukkan suatu ukuran tingkat kevalidan atau ketetapan suatu instrument yang pegujian dilakukan oleh validator.⁵⁰ Uji validasi modul praktikum ini dilakukan sebagai data yang dihasilkan dari penelitian ini valid. Uji validasi dalam penelitian ini dilakukan oleh dosen ahli dalam bidangnya, baik ahli materi dan ahli media yang minimalnya masing-masing yang akan diuji oleh 2 validator. Aspek yang menjadi penilaian dari materi terdiri dari: kelayakan isi, keakuratan materi, kemutakhiran materi, dan kelayakan penyajian. Sedangkan dalam aspek penilaian media terdiri dari: kelayakan kegrafikan yang terdiri dari estetika dan arsitik dan sebagai pendukung penyajian materi dan komponen pengembangan.

3. Teknik Angket

Teknik angket adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan tentang pribadinya atau hal-hal yang diketahui terkait penelitiannya.⁵¹ Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan dijawab oleh responden dengan relative singkat yang dilakukan kepada para mahasiswa leting 2018 dan leting 2019

⁵⁰ Febrianawati Yusup, "Uji Validasi Dan Realibilitas Instrument Penelitian Kuantitatif", *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, Vol. 7. No, 1, (2018), h. 17-23.

⁵¹ Mohammad Fakhri Afriansyah, "Tingkat Kepuasan Terhadap Pelayanan Di Tempat Kebugaran Balai Kesehatan Olahraga Da Pusat Informasi Pencegahan Penyakit Metabolic (BKOR-PIPPM) Kabupaten Lumajang", *Jurnal Kesehatan Olahraga*, Vol. 6, No. 2, (2016), h. 370-377.

yang telah mengambil mata kuliah mikologi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry yang sudah atau sedang mengambil Matakuliah Mikologi.

H. Instrument Pengumpulan Data

Instrument pengumpulan data adalah alat bantu yang dapat mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian untuk mendapatkan data yang akurat dengan mengumpulkan, mengolah, menganalisis dan menyajikan data-data secara sistematis serta objektif, dengan tujuan dapat memecahkan suatu permasalahan dalam penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar pengamatan, lembar validasi dan lembar angket.

1. Lembar pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mencatat hasil dari berbagai informasi yang akan diolah.⁵² instrumen yang digunakan yaitu lembar pengamatan. Lembar pengamatan adalah untuk mencatat kejadian gerak atau proses pengamatan yang dilakukan efektif.⁵³ Lembar pengamatan untuk pertumbuhan jamur yang digunakan yaitu untuk mempermudah dalam proses pengulangan.

2. Lembar validasi yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi untuk menguji kelayakan suatu media ajar yang berupa modul praktikum yang akan divalidasi oleh tim ahli yaitu ahli materi dan

⁵² Suharsini Arikunti, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 227.

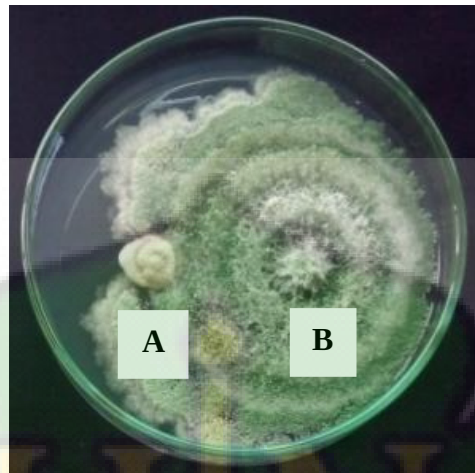
⁵³ Cucu Sutianah, *Pengembangan Karakter Kebangsaan Dan Karakter Wirausaha Melalui Implementasi Model Pembelajaran (TF- 6M)*, (Pasuruan: CV.. Qiara Media, 2020), h. 143

ahli media. Aspek penilaian materi berupa kelayakan isi modul yang terdiri dari cakupan materi, keakuratan materi, serta kemuktakhiran materi. Aspek penilaian materi juga berupa kelayakan penyajian yang terdiri dari teknik penyajian dan pendukung penyajian materi. Aspek penilaian media berupa kelayakan kegrafikan yang terdiri dari artistic dan estetika serta sebagai pendukung penyajian materi dan komponen pengembangan.

3. Lembar angket merupakan instrumen pengumpulan data yang dapat berupa sejumlah pertanyaan tertulis yang bertujuan untuk memperoleh informasi dari responden tentang pengalamannya terkait permasalahan dalam penelitian.⁵⁴ Lembar angket modul ini akan dibagikan kepada mahasiswa pendidikan biologi UIN Ar-Raniry leting 2018 dan leting 2019 yang sudah mengambil mata kuliah Mikologi. Angket respon mahasiswa berisi 10 pertanyaan dengan 7 pertanyaan positif dan 3 pertanyaan negatif terakhir pembelajaran mata kuliah Mikologi dan kepraktisan penggunaan modul yang dihasilkan dari penelitian ini.

⁵⁴ M. Zakariah, dkk, *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Action Research*, (Sulawesi Tenggara: Yayasan Pondok Pesantren Al-Mawaddah, 2020), h. 59.

Adapun gambar perlakuan dapat dilihat sebagai berikut :



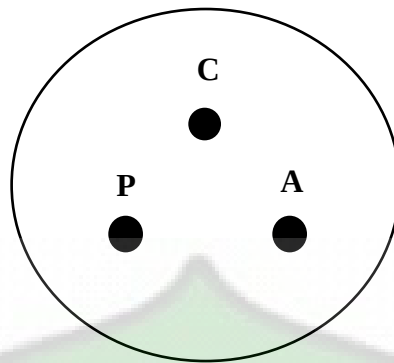
Gambar 3.1. A. *Phytophthora palmivora* (Patogen) B. *Trichoderma asperellum* (Hayati).

I. Teknik Analisis Data

1. Analisis Jamur Patogen Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum*

Perhitungan persentase antagonis jamur *Phytophthora palmivora* yang bersinggungan dengan agens antagonis hingga hari ke-7 setelah penanaman. dengan melihat morfologi jamur yaitu : bentuk tepi jamur, bentuk koloni, bentuk permukaan dan diameter dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Penempatan jamur *Trichoderma asperellum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada cawan petri:



Gambar 3.2. Penempatan Jamur

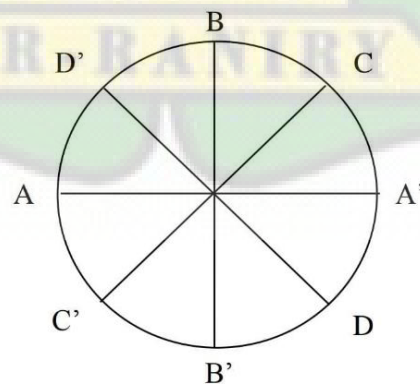
Keterangan :

C : *Chloramphenicol*

P : Patogen

A : Agen Hayati

Pengamatan jamur dilakukan secara deskripsi morfologi bentuk jamur yaitu: panjang diameter jamur yang dilakukan dengan cara garis horizontal (AA), Vertikal (BB), dan diagonal (CC) dan (DD) pada permukaan luar cawan petri, dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3.3. Skema Pengukuran

Dengan rumus:

$$d = \frac{(AA') + (BB') + (CC') + (DD')}{4}$$

Keterangan :

d = Rata-rata Diameter Pertumbuhan jamur patogen (mm)

AA' = Pengukuran diameter jamur garis horizontal

BB' = Pengukuran diameter jamur garis vertikal

CC' dan DD' = Pengukuran diameter jamur garis diagonal⁵⁵

$$PA = \frac{d_1 - d_2}{d_1} \times 100\%$$

Keterangan:

PA = Persentase Antagonis (%)

d1 = Rata-rata diameter pertumbuhan *Trichoderma asperellum* (mm)

d2 = Rata-rata diameter pertumbuhan *Phytophthora palmivora* pada perlakuan uji antagonis (mm).⁵⁶

2. Analisis uji kelayakan

Analisis uji kelayakan modul praktikum dapat dilihat melalui aspek yang telah ditentukan yang terdiri dari: isi, penyajian, kebahasaan,

⁵⁵ Denisa Cikita,dkk, "Uji Antagonis *Ttichoderma* spp. Terhadap *Phytophthora palmivora* Butl. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.)", *Jurnal Prorobiont*, Vol. 5, No. 3 (2016), h. 60-61

⁵⁶ Denisa Cikita, dkk, "Uji Antagonis", h. 61.

kegrafikan dan kemanfaatan produk. Didalam penelitian ini setiap butir jawaban akan diklasifikasikan menjadi 5 pilihan dengan setiap indikator yang diukur akan diberikan skor 1-5.

Tabel 3.3 Skor Penilaian Indikator

Skor Penilaian Indikator	Kategori kelayakan
5	Sangat Layak
4	Layak
3	Kurang Layak
2	Tidak Layak
1	Sangat Tidak Layak

{Sumber: Dwi Aprilia, (2016: 20)}

Setelah data diperoleh untuk mengetahui bobot, setiap indikator yang didapatkan maka dihitung rata-rata skornya dengan menggunakan rumus:

$$X = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

- X** : Skor rata-rata
 $\sum x$: Jumlah skor yang diperoleh
n : Jumlah keseluruhan butir.⁵⁷

Kemudian rumus presentase dari hasil yang sudah didapatkan maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} 100\%$$

⁵⁷ Dwi Aprilia, dkk, "Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Motivasi Dan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Pokok Cahaya", *Jurnal Edusains*, Vol. 4, No. 1, (2016), h. 20.

Tabel 3.4 Kategori kelayakan berdasarkan kriteria

No.	Skor dalam persen (%)	Kategori kelayakan
1.	<21%	Sangat tidak layak
2.	21%-40%	Tidak layak
3.	41%-60%	Cukup layak
4.	61%-80%	Layak
5.	81%-100%	Sangat layak

{Sumber: Iis Emawati (2017: 207)}⁵⁸

3. Analisis Respon Mahasiswa

Analisis data respon mahasiswa diukur dengan menggunakan skala likert, data yang sudah diperoleh dapat dirumuskan dengan:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase yang dicari

A : Proporsi mahasiswa yang memilih

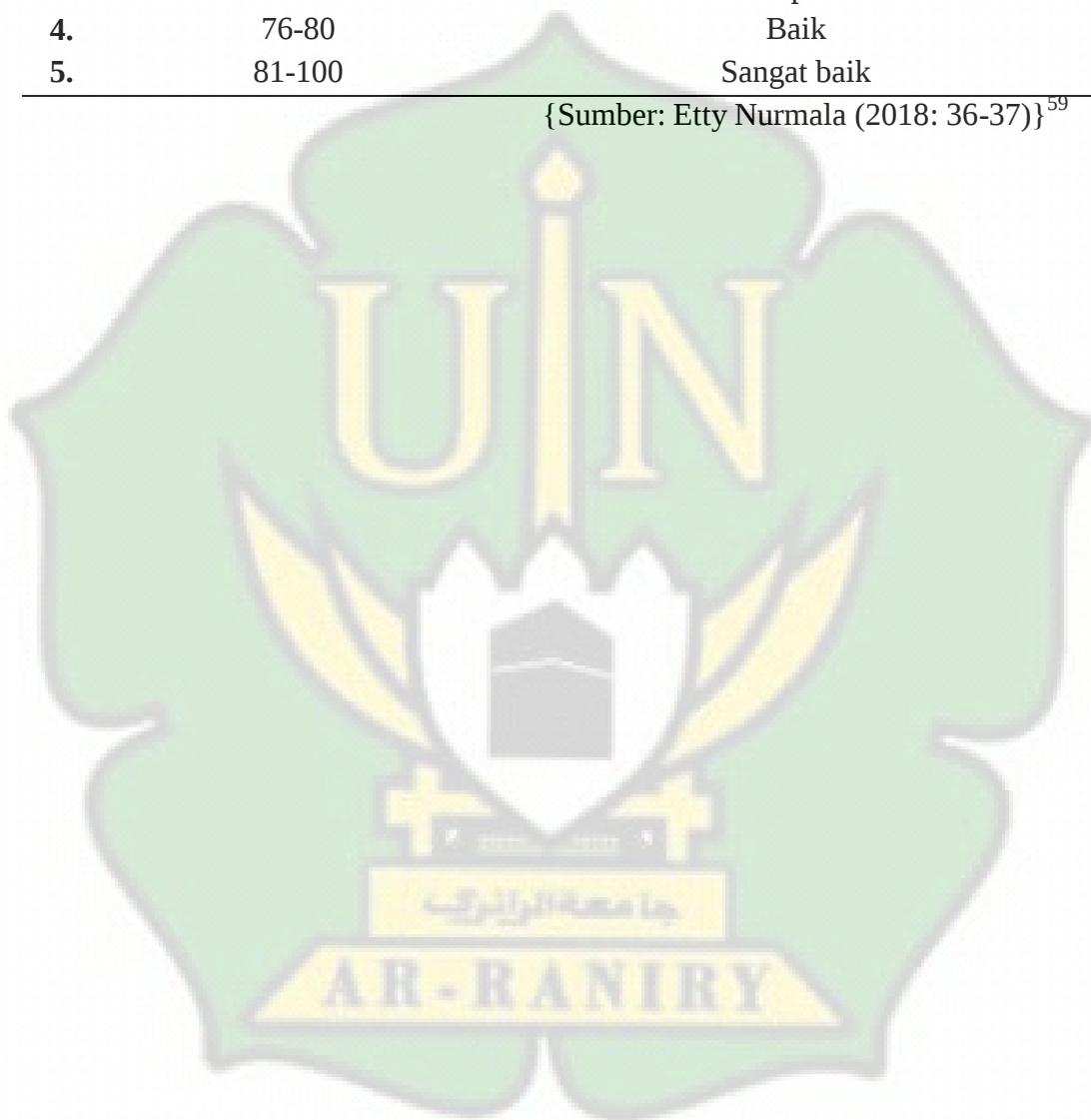
B : Jumlah penilai

⁵⁸ Lis Emawati, dkk, "Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server", *Jurnal Elinvo*, Vol, 2, No, 2, (2017), h. 207

Tabel 3.5 Kriteria angket respon mahasiswa

No.	Skor dalam persen (%)	Kategori kelayakan
1.	≤ 25	Tidak baik
2.	26-50	Kurang baik
3.	51-75	Cukup baik
4.	76-80	Baik
5.	81-100	Sangat baik

{Sumber: Etty Nurmala (2018: 36-37)}⁵⁹



⁵⁹ Etty Nurmala Fadillah, *dkk*, “Pengembangan Modul Praktikum Genetika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi”, *Jurnal Edubiotik*, Vol. 3, No. 1(2018), h. 36-37.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

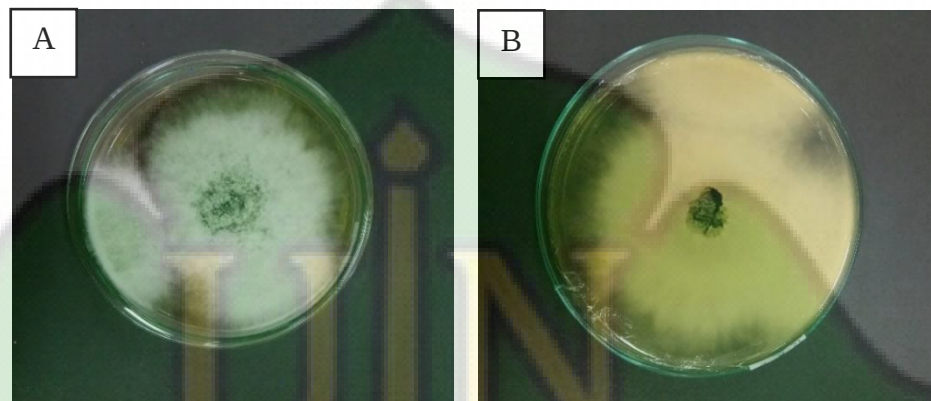
1. Efektivitas Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum*

Pertumbuhan miselium jamur patogen dan jamur *Trichoderma asperellum* merupakan tahap awal dari inokulasi jamur sebelumnya jamur tersebut ditumbuhkan ke dalam cawan petri yang nantinya akan menghasilkan miselium jamur. Proses pertumbuhan pertama masing-masing jamur baik jamur patogen atau *Phytophthora palmivora* dan jamur *Trichoderma asperellum*, peremajaan ini dilakukan agar nantinya menghasilkan miselium jamur muda yang baik. Hasil peremajaan akan ditumbuhkan ke media SDA dan akan diinkubasi selama lebih kurang 3 hari.

a. Peremajaan Jamur *Trichoderma asperellum*

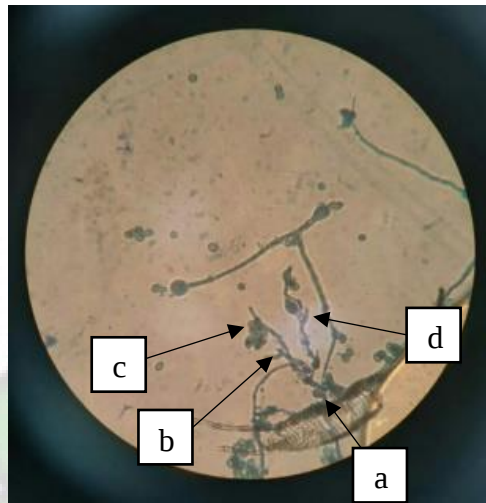
Karakteristik dari *Trichoderma asperellum* memiliki koloni yang umumnya berwarna putih, kemudian pada beberapa hari selanjutnya koloni tersebut akan berupa menjadi hijau pekat, pola pertumbuhan dari *Trichoderma asperellum* memiliki pola melingkar dengan batas yang jelas, dan memiliki pertumbuhan yang cepat. Permukaan dari *Trichoderma asperellum* ini datar dan berbentuk bulat, tetapi sedikit kasar pada bagian yang sudah tua, sedangkan pada bagian tepi jamur *Trichoderma asperellum* ini yang berwarna putih dan memiliki tekstur

seperti kapas. Seiring berjalannya waktu jamur *Trichoderma asperellum* ini akan berubah menjadi warna hijau pekat pada seluruh permukaan atasnya. Hasil peremajaan jamur *Trichoderma asperellum* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Peremajaan *Trichoderma asperellum*. A. Tampak atas, B.Tampak belakang.

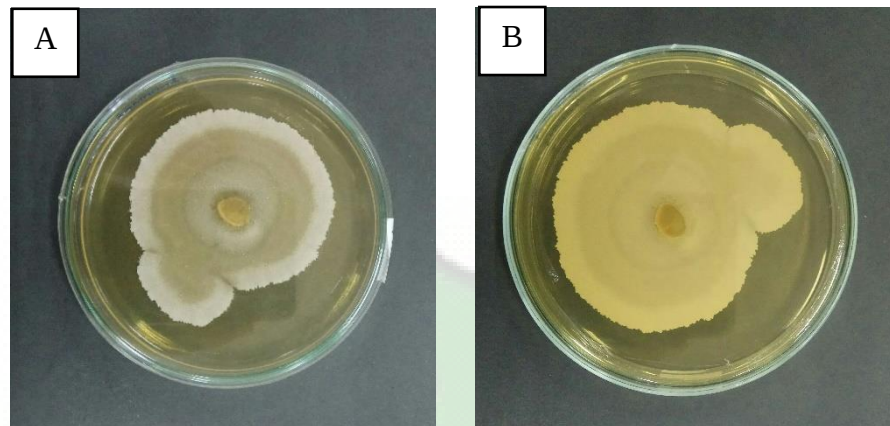
Pengamatan yang telah dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan pembesaran 100x menunjukkan bahwa *Trichoderma asperellum* memiliki konidia yang berbetuk bulat yang diujungnya terdapat fialid yang berkelompok-kelompok yang berjumlah sebanyak 4-6 fialid. Jamur *Trichoderma asperellum* ini juga memiliki konidiofor, serta cabang konidiofor. Pengamatan mikroskopis jamur *Trichoderma asperellum* dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Mikroskopis Jamur *Trichoderma asperellum*
a. konidiofor, b. cabang koniofor, c. konidia, d. fialid

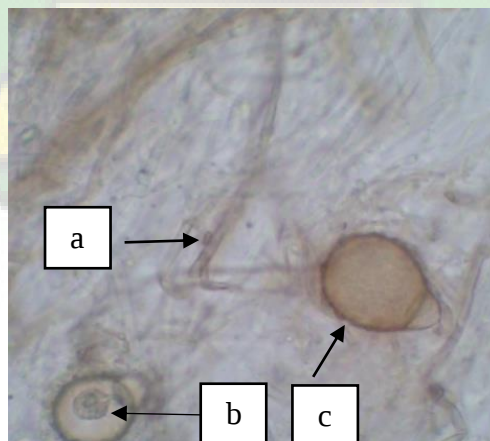
b. Peremajaan Jamur *Phytophthora palmivora*

Hasil dari isolasi buah kakao yang memiliki gejala busuk buah dapat ditemukan jamur *Phytophthora palmivora*, yang memiliki karakteristik putih cerah, dengan miselium yang lembut menyerupai seperti kapas. Pertumbuhan jamur patogen ini sangat cepat dan pinggiran koloni yang tidak rata. Namun pada hari ke-3 penanaman jamur *Phytophthora palmivora* ini mulai berwarna putih kuning-kekuningan baik itu pada permukaan atas jamur maupun di bagian bawah dari cawan petri dengan pinggiran yang sudah rata hingga dapat memenuhi cawan petri tersebut. Hasil peremajaan jamur *Phytophthora palmivora* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Peremajaan *Phytophthora palmivora*. A. Tampak atas, B. Tampak belakang

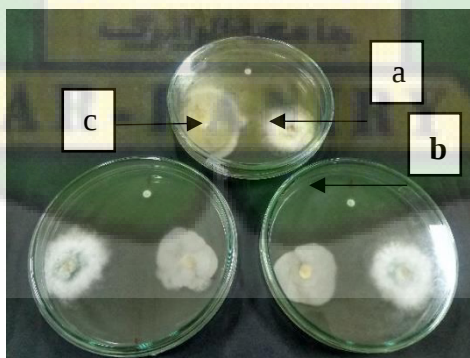
Pengamatan yang telah dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan pembesaran 100x pada *Phytophthora palmivora* ditemukan bahwa memiliki sporangium yang berbentuk bulat atau seperti buah peer yang dilapisi oleh lapisan tipis dibagian sporagiumnya dan memiliki warna coklat, dan memiliki hifa yang tidak bersekat tetapi memiliki percabangan namun tidak beraturan. Pengamatan mikroskopis jamur *Phytophthora palmivora* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Mikroskopis jamur *Phytophthora palmivora*
a. Hifa, b. Zoospora, c. Sporangium

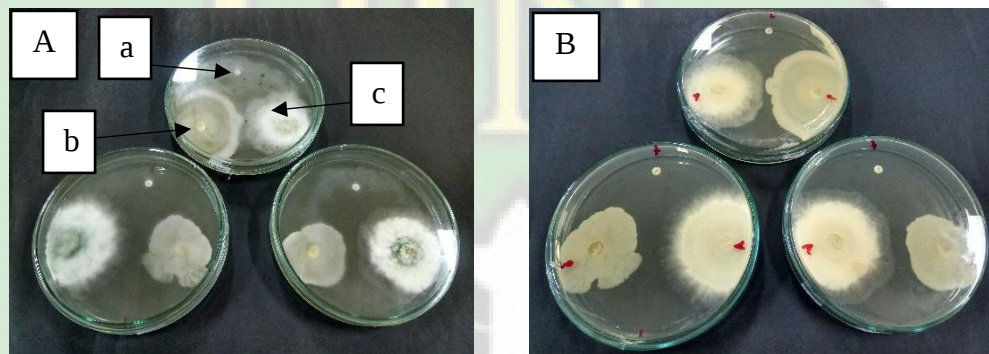
c. Uji Antagonis Jamur *Trichoderma asperellum* Terhadap jamur Patogen Buah Kakao

Hasil uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* dilakukan dengan cara perlakuan yang sama dengan 3 pengulangan. Setiap pengulangan ialah *Trichoderma asperellum* + jamur *Phytophthora palmivora* + *Chloramphenicol*, yang nantinya akan dilihat pertumbuhan dari hari pertama penanaman jamur tersebut sampai dengan 7 hari penanaman, yang setiap harinya pengukuran pertumbuhan jamur *Trichoderma asperellum* dan jamur *Phytophthora palmivora* dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran koloni jamur ini menggunakan dengan cara mengukur diameter jamur secara garis horizontal (AA'), mengukur diameter jamur secara garis vertikal (BB'), dan mengukur diameter jamur secara garis diagonal (CC' dan DD') penempatan yang dilakukan dari kedua jamur ini dengan cara berbentuk seperti segitiga. *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengulangan Uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 1, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora* Tampak Atas.

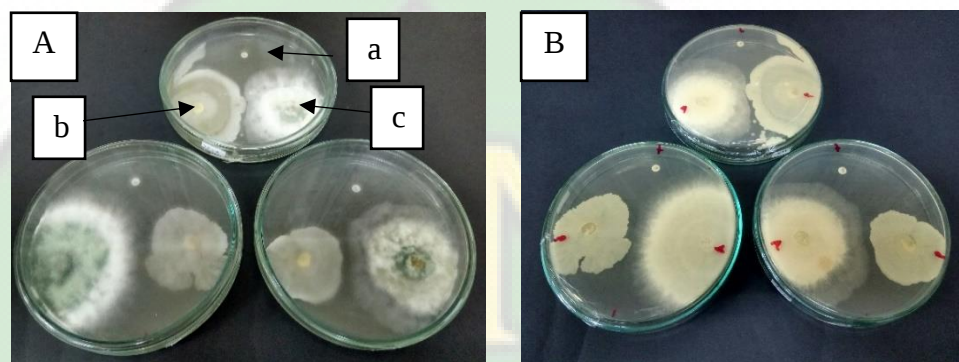
Berdasarkan hasil pengamatan hari ke-1 bahwa pertumbuhan miselium dari kedua jamur ini yaitu jamur *Trichoderma asperellum* dan jamur patogen *Phytophthora palmivora* sudah mulai tumbuh dengan baik, akan tetapi belum terbetuknya penekakan dari jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora*. Terlihat pada gambar pengulangan 1 jamur *Phytophthora palmivora* lebih cepat tumbuh dibandingkan dengan jamur *Trichoderma asperellum*, namun pada pengulangan 2 dan 3 memiliki pertumbuhan yang sama.



Gambar 4.6 Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 2, (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan pengamatan hari ke- 2 bahwa pertumbuhan dari kedua jamur yaitu jamur *Trichoderma asperellum* dan jamur *Phytophthora palmivora* ini memiliki pertumbuhan yang sangat baik, dan belum terjadinya penekanan oleh jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora*. Terlihat dari gambar kedua jamur ini, hifa jamur *Trichoderma asperellum* sudah mulai mendekati koloni jamur *Phytophthora palmivora*. Bahkan pada pengulangan 1 mulai terlihat jamur *Trichoderma asperellum* sudah mendekati koloni jamur *Phytophthora palmivora*. Dan

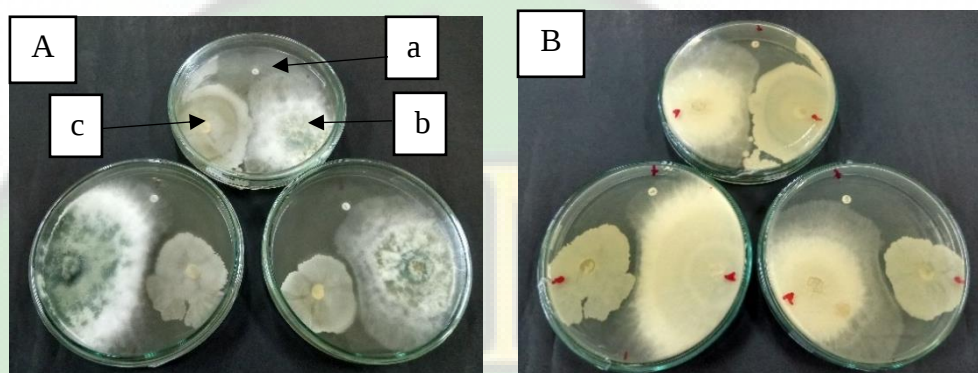
dari segi bentuknya jamur *Trichoderma asperellum* ini sudah memiliki pertumbuhan yang baik dan dari tampak belakang cawan petri juga sudah terlihat lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan jamur *Phytophthora palmivora*. Dan ini awal terjadinya penekanan pertumbuhan pada koloni jamur *Phytophthora palmivora*.



Gambar 4.7 Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke-3, (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan pengamatan pada hari ke-3 dari kedua jamur ini, sudah dapat menunjukkan bahwa terdapat pertumbuhan jamur yang berbeda-beda antara masing-masing jamur tersebut. Pertumbuhan jamur *Trichoderma asperellum* ini lebih cepat dibandingkan dengan jamur *Phytophthora palmivora*. Pertumbuhan hari ke-3 ini juga menunjukkan bahwa perkembangan jamur *Trichoderma asperellum* lebih cepat dibandingkan dengan jamur *Phytophthora palmivora*, terlihat pada Gambar 4.7 jamur *Trichoderma asperellum* pada pengulangan 1 sudah terlihat jelas hifanya akan mendekati koloni jamur *Phytophthora palmivora*, sedangkan pada pengulangan 2 dan 3 hifa dari jamur *Trichoderma asperellum* mendekati jamur *Phytophthora palmivora*, namun belum mengenai koloni

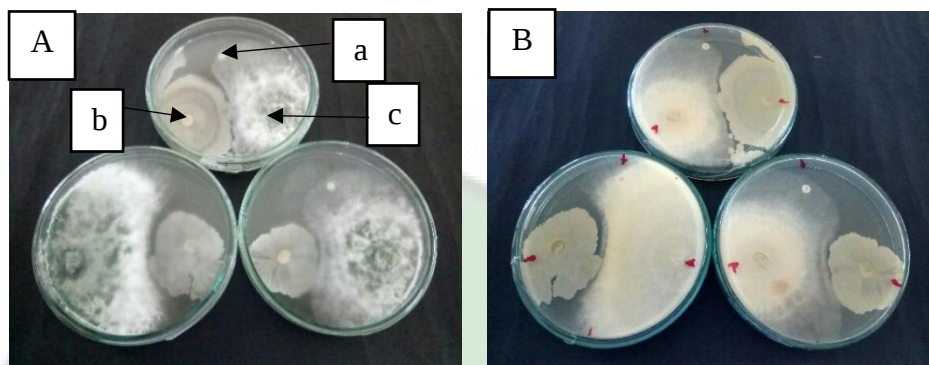
jamur tersebut. Dari tampak belakang cawan petri terlihat jelas bahwa jamur *Trichoderma asperellum* memiliki pertumbuhan yang sangat baik dibandingkan jamur *Phytophthora palmivora* yang sangat lambat. Dan pada hari ke-3 antibiotik yang berupa *Chloramphenicol* belum menampakkan akan terjadinya penekakan pada jamur *Phytophthora palmivora*.



Gambar 4.8. Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 4 (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan pengamatan hari ke- 4 jamur *Trichoderma asperellum* memiliki pertumbuhan yang baik dibandingkan dengan jamur *Phytophthora palmivora*. Terlihat pada Gambar 4.8 jamur *Trichoderma asperellum* pada pengulangan 1 sudah sangat mendekati koloni jamur *Phytophthora palmivora* tetapi belum mengenai koloni jamur tersebut, sedangkan pengulangan 2 dan 3 miselium dari jamur *Trichoderma asperellum* hampir mengenai koloni jamur *Phytophthora palmivora*. Tampak dari belakang cawan petri jamur *Trichoderma asperellum* hampir memenuhi setengah dari cawan petri tersebut. Namun, pada hari ke-4 *Chloramphenicol* sudah mulai ditutupi oleh miselium jamur *Trichoderma asperellum* ini terlihat jelas pada pengulangan 2, sedangkan pada pengulangan 1 dan 3 belum

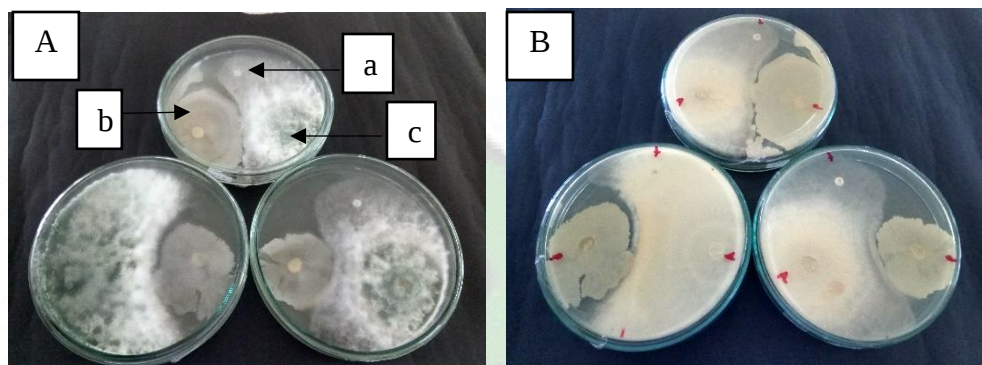
terlihat adanya miselium yang akan menutupi *chloramphenicol*, akan tetapi hampir menutupinya.



Gambar 4.9. Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 5, (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan pengamatan hari ke-5 jamur *Trichoderma asperellum* sudah menutupi hingga setengah dari cawan petri, sehingga jamur *Phytophthora palmivora* sudah mulai tertekan oleh jamur antagonis, sehingga mempengaruhi pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*. Namun antibiotik *chloramphenicol* pada hari ke-5 ini sudah tertutupi oleh jamur *Trichoderma asperellum*, ini terlihat jelas pada setiap pengulangannya. Terlihat pada Gambar 4.9 pada pengulangan 1 jamur *Trichoderma asperellum* sudah mulai menguasai area kosong yang terdapat diantara jamur *Phytophthora palmivora*. Begitupun pada pengulangan 2 dan 3 sudah mulai menguasai area kosong jamur patogen untuk ditumbuhkan hifa dari jamur endofit atau jamur *Trichoderma asperellum*. Dan pada hari ke-5 ini terlihat pada gambar tampak belakang jamur *Trichoderma asperellum* terus tumbuh mendekati koloni jamur

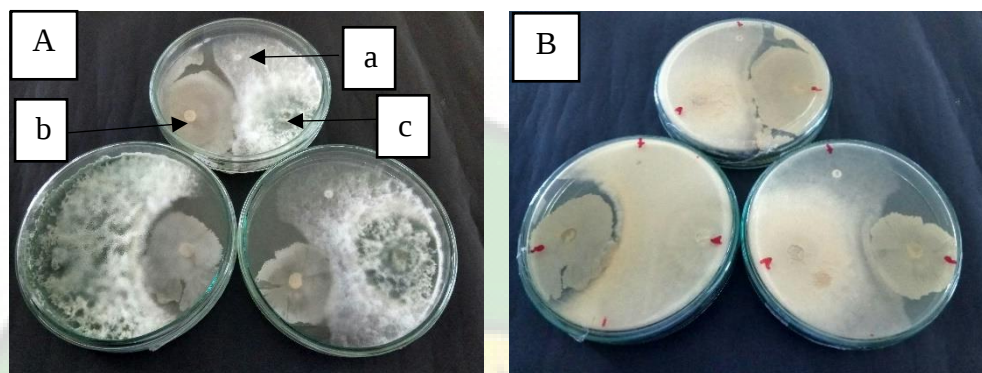
patogen. Dan secara tidak langsung jamur *Trichoderma asperellum* terus menekan jamur patogen agar tidak mendapatkan ruang untuk tumbuh.



Gambar 4.10. Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 6, (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan pengamatan hari ke-6 dari jamur *Trichoderma asperellum* sudah hampir menutupi sebagian dari cawan petri dan antibiotik dari *chloramphenicol* sudah ditutupi oleh koloni dari jamur *Trichoderma asperellum*. Ini dikarenakan antibiotik yang berupa *chloramphenicol* ini hanya mampu menekan pertumbuhan dari jamur *Phytophthora palmivora*, tetapi tidak pada jamur *Trichoderma asperellum*. Berarti dapat dikatakan antibiotik *chloramphenicol* hanya mampu menekan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* saja tidak untuk jamur *Trichoderma asperellum*. Dapat dilihat pada Gambar 4.10 pada pengulangan 1 jamur *Trichoderma asperellum* ini sudah hampir menutupi sebagian dari jamur *Phytophthora palmivora*, namun pada pengulangan 2 dan 3 masih memiliki area yang akan ditumbuhkan oleh jamur *Trichoderma*

asperellum, namun tidak untuk jamur *Phytophthora palmivora*, karena sudah terjadinya penekanan oleh jamur *Trichoderma asperellum*.



Gambar 4.11. Pengulangan uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 7, (A) Tampak Atas (B) Tambak belakang, a. *Chloramphenicol*, b. *Trichoderma asperellum*, c. *Phytophthora palmivora*.

Pengamatan hari ke-7 jamur *Trichoderma asperellum* sudah mulai menutupi semua permukaan cawan petri termasuk juga dengan jamur patogennya atau *Phytophthora palmivora* dari hasil pengamatannya jelas terlihat bahwa jamur *Trichoderma asperellum* mampu menekan jamur *Phytophthora palmivora* untuk tumbuh. Terlihat jelas pada gambar pada setiap pengulangannya hifa dari jamur *Trichoderma asperellum* sudah mengenai koloni jamur *Phytophthora palmivora*. Dan ini menandakan bahwa jamur *Trichoderma asperellum* ini dapat digunakan sebagai uji antagonis pada jamur dan mampu untuk melawan jamur patogen dengan cara menekan pertumbuhan dari jamur *Phytophthora palmivora*.

Berdasarkan Gambar diatas miselium jamur *Trichoderma asperellum* pada media SDA memiliki pertumbuhan cepat pada setiap

harinya dengan diameter yang berbeda-beda. Data diameter jamur *Trichoderma asperellum* pada Tabel 4.1 dapat dilihat dibawah ini:

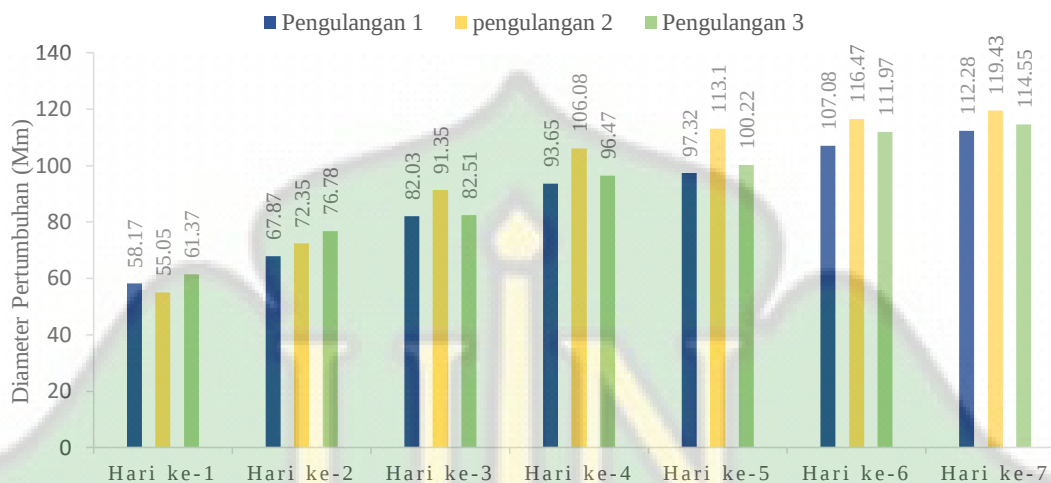
Tabel 4.1. Diameter *Trichoderma asperellum*

Ulangan	Diameter pertumbuhan hari ke - (mm)							Rata-rata (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
1	58,17	67,87	82,03	93,65	97,32	107,08	112,28	88,34
2	55,05	72,35	91,35	106,08	113,1	116,47	119,43	96,26
3	61,37	76,78	82,51	96,47	100,22	111,97	114,55	91,98

Data Tabel 4.1 di atas menunjukkan bahwa hasil pengamatan pada jamur *Trichoderma asperellum* memiliki diameter yang berbeda-beda pada setiap pengulangannya, yang diketahui melalui pengukuran dengan menggunakan jangka sorong dengan mengukur diameter jamur *Trichoderma asperellum* dengan memiliki satuan millimeter (mm). Pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma asperellum* ini pada pengulangan 1 memiliki rata-rata 88,34 mm, pengulangan 2 memiliki rata-rata dengan jumlah 112,75 mm dan pada pengulangan ke 3 memiliki nilai rata-rata 91,98 mm.

Dari data 4.1 tersebut terlihat bahwa rata-rata koloni yang memiliki pertumbuhan cepat pada pengulangan ke-2 dan ke-3, dibandingkan pada pengulangan ke-1 yang memiliki pertumbuhan sedikit lambat. Secara keseluruhan dari pengukuran diameter jamur *Trichoderma asperellum* dapat dilihat dari pengamatan hari ke-1 sampai ke-7 pada Gambar 4.12.

Grafik Diameter Pertumbuhan Jamur
Trichoderma asperellum



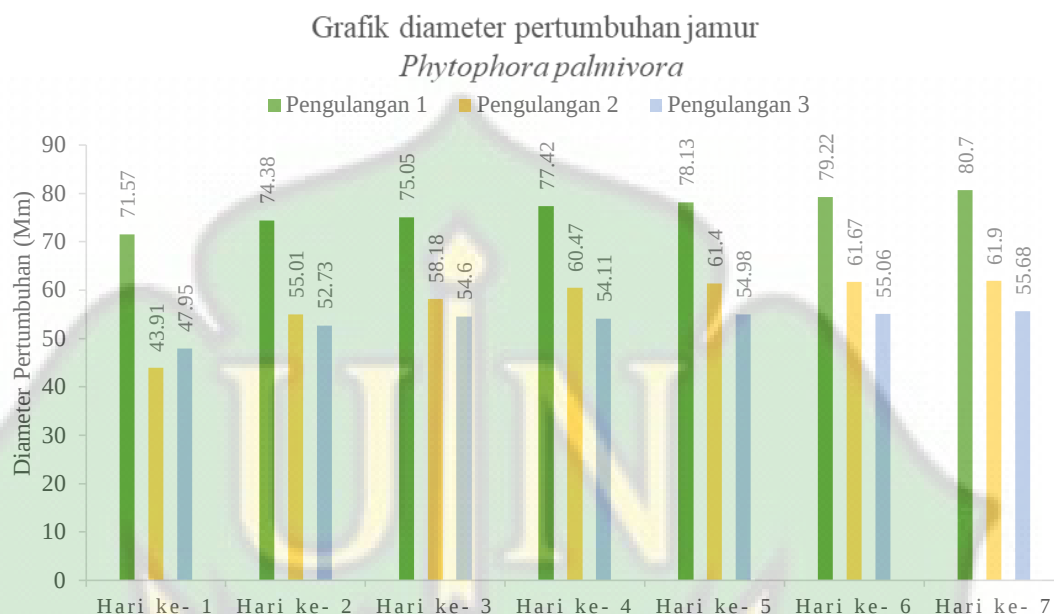
Gambar 4.12. Grafik Pertumbuhan Jamur *Trichoderma asperellum*

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa setiap harinya jamur *Trichoderma asperellum* memiliki pertumbuhan yang sangat baik dan memiliki diameter yang berbeda. Terlihat pada pengamatan hari ke-1 diameter miselium jamur *Trichoderma asperellum* tercepat pada pengulangan ke-3 dengan mempunyai diameter 61,37 mm. Pertumbuhan miselium tercepat pada hari ke-2 terdapat di pengulangan ke-3 dengan diameter pertumbuhan 76,78 mm. Sedangkan pada hari ke-3 sampai hari ke-7 pengamatan miselium jamur *Trichoderma asperellum* yang memiliki pertumbuhan cepat terjadi pada pengulangan ke-2. Dari grafik di atas dapat dikatakan bahwa pada setiap pengulangannya memiliki pertumbuhan yang berbeda-beda dan diameter yang berbeda-beda pula.

Tabel 4.2. Diameter Pertumbuhan *Phytophthora palmivora*

Ulangan	Diameter pertumbuhan hari ke - (mm)							Rata-rata (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
1	71,57	74,38	75,05	77,42	78,13	79,22	80,7	76,63
2	43,91	55,01	58,18	60,47	61,4	61,67	61,9	57,50
3	47,95	52,73	54,6	54,11	54,98	55,06	55,68	53,58

Berdasarkan Tabel 4.2. menunjukkan bahwa jamur *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang berbeda-beda pada setiap harinya. Hari ke-1 pengulangan 1 memiliki pertumbuhan tercepat yaitu 71,57 mm dibandingkan dengan pertumbuhan pada pengulangan ke-2 memiliki pertumbuhan 43,91 mm dan ke-3 memiliki pertumbuhan 47,95 mm. Pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* ini mempunyai nilai persentase 76,63 mm pada pengulangan 1, pada pengulangan ke 2 berjumlah 57,50 mm dan 53,58 mm pada pengulangan ke 3. Ini menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* tertinggi pada pengulangan ke 1 yaitu dengan jumlah 76,63 mm.



Gambar 4.13. Grafik Pertumbuhan Jamur *Phytophthora Palmivora*

Berdasarkan Gambar Grafik 4.13 menunjukkan bahwa jamur *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan tercepat yaitu pada pengulangan ke 1 dengan diameter 71,57 mm dan terus mengalami pertumbuhan sampai hari ke 7 dengan diameter 80,7 mm.-00 Sedangkan pada pengulangan ke 2 dan ke 3 pertumbuhannya sedikit lambat, pada pengulangan ke 2 hari ke-7 pengamatan memiliki diameter 61,9 mm dan pengulangan ke 3 dengan diameter yaitu 55,68 mm.

Berdasarkan dari data dan grafik jamur diatas bahwa pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma asperellum* memiliki pertumbuhan tercepat dibandingkan dari jamur *Phytophthora palmivora*, hal ini menandakan bahwa koloni jamur *Trichoderma asperellum* ini dapat menekan jamur

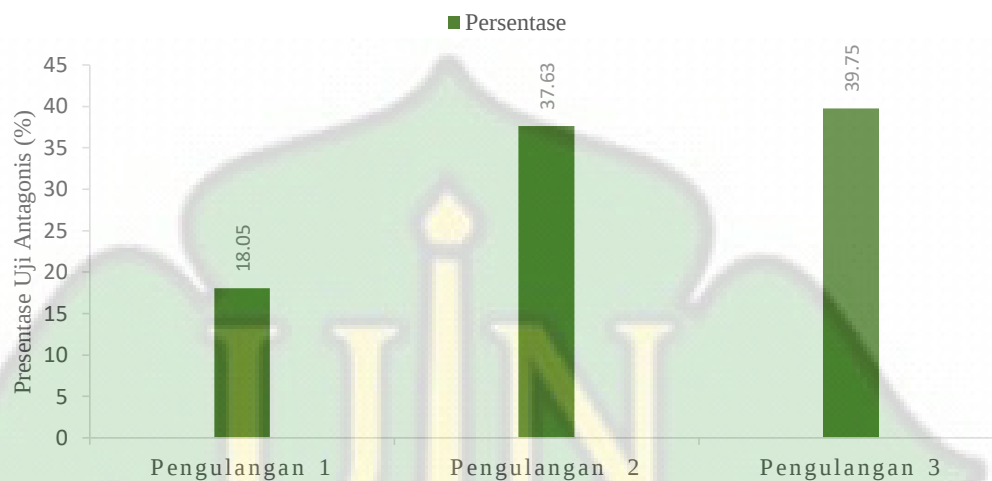
patogen pada buah kakao salah satunya jamur *Phytophthora palmivora*. Namun, dengan penambahan antibiotik berupa *chloramphenicol* ini tidak mampu menekan pertumbuhan dari jamur *Trichoderma asperellum*, tetapi *chloramphenicol* ini mampu menekan pertumbuhan jamur patogen yaitu jamur *Phytophthora palmivora*. Berikut hasil rata-rata persentase uji antagonis dari koloni jamur *Trichoderma asperellum* dengan jamur patogen *Phytophthora palmivora* dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3. Persentase Uji Antagonis Jamur

Ulangan	Persentase uji antagonis jamur hari ke - (%)							Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	
1	5,61	8,75	15,4	18,72	22,88	24,63	30,41	18,05
2	20,23	23,96	36,22	42,99	45,26	47,28	47,49	37,63
3	21,86	31,32	34,42	43,4	45,06	50,2	52	39,75

Data Tabel 4.3. diatas menunjukkan bahwa hasil persentase uji antagonis jamur yang tumbuh pada setiap harinya memiliki daya hambat yang berbeda-beda, yang diketahui dari hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong dengan satuan (mm). Hasil dari persentase uji antagonis pada pengulangan 3 memiliki penekakan pertumbuhan jamur patogen atau jamur *Phytophthora palmivora* yang tertinggi dengan rata-rata 39,75% dibandingkan dengan pengulangan 1 yang memiliki persentase terendah dengan rata-rata 18,05.

Grafik Persentase Uji Antagonis
Jamur (%)



Gambar 4.14. Grafik Persentase Uji Antagonis Jamur

Berdasarkan Gambar 4.14 persentase uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* memiliki persentase yang berbeda-beda, yang diketahui melalui hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong (mm) dengan mengukur diameter pada setiap jamur. Pengulangan pertama memiliki persentase 18,05% pengulangan ke 2 memiliki 37,64% dan pada pengulangan ke 3 memiliki 39,75%. Persentase uji antagonis jamur yang tertinggi terdapat pada pengulangan ke 3 yaitu 39,75% dan persentase terendah terdapat pada pengulangan ke 1 yaitu 18,05%. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma asperellum* mampu menekan pertumbuhan jamur patogen pada buah kakao, namun dari penekanan tidak mencapai 90% melainkan hanya dapat menghambat sebesar 39,75%.

2. Uji Kelayakan Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi.

Uji kelayakan media ini dilakukan dengan mengvalidasi *output* yang akan dikembangkan. Validasi ini dilakukan oleh tim validator ahli dengan jumlah 2 orang, yang terdiri dari 1 validator ahli materi dan 1 validator ahli media. Validasi ini bertujuan untuk menentukan bahwa layak atau tidaknya suatu *output* digunakan didalam praktikum Mikologi.

Hasil penelitian uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap *Trichoderma asperellum* akan menghasilkan referensi praktikum Mikologi yang berupa modul. Modul ini nantinya akan menjadi referensi tambahan baik bagi mahasiswa maupun dosen dalam pelaksanaan praktikum Mikologi. Modul yang dihasilkan dalam penelitian ini tersusun dari judul, petunjuk praktikum, tujuan praktikum, landasan teori, alat dan bahan, prosedur kerja, bagan kerja, rumus persentase uji antagonis, tabel hasil penelitian, pembahasan, kesimpulan, daftar pustaka, biografi penulis dan lampiran yang berisi hasil penelitian uji antagonis jamur. Berikut merupakan gambar cover yang akan dibuat menjadi modul praktikum Mikologi.



Gambar 4.15. Cover Modul Praktikum Mikologi

Berdasarkan Gambar 4.15 merupakan *cover* depan dan belakang modul praktikum, *cover* depan modul memuat nama modul, program studi, fakultas, universitas, kota, tim penyusun serta logo UIN Ar-Raniry. Berdasarkan hasil uji validasi oleh validator materi memberikan masukan untuk menambah materi yang terkait dengan uji antagonis jamur patogen terhadap jamur *Trichoderma asperellum* di landasan teori, memperbaiki susunan kalimat agar lebih rapi dan bagan kerja diperjelas sesuai dengan alur pada saat penelitian. Sedangkan hasil uji validasi oleh validator media memberikan masukan dapat menambahkan gambar dari hasil penelitian yang sudah diteliti agar dapat memperjelas terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*, dan menambahkan keterangan pada setiap gambar baik dilampiran dan di landasan teori.

Uji kelayakan modul praktikum ini dilakukan untuk mengetahui layak atau tidaknya modul praktikum ini untuk dijadikan referensi tambahan pada saat kegiatan praktikum Mikologi. Kelayakan modul

praktikum ini memiliki skor penilaian dari yang terendah dengan nilai 1 sampai dengan yang tertinggi dengan nilai 5. Keseluruhan bobot nilai akan ditotalkan untuk memperoleh nilai akhir. Hasil dari uji kelayakan modul praktikum yang telah diperbaiki sesuai dengan masukan validator maka hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Modul Praktikum Bidang Materi

Indikator Penilaian	Unsur yang Dinilai	Skor
Aspek Format	Kesesuaian format modul dapat menuntun percobaan dalam praktikum	4
	Penggunaan ukuran, bentuk, dan warna huruf yang sesuai dengan modul	4
	Modul praktikum memuat petunjuk penulisan laporan	4
Aspek Isi	Rumusan tujuan setiap percobaan sesuai dengan capaian pembelajaran	4
	Langkah percobaan dalam modul menunjang pembelajaran jamur patogen	4
	Materi percobaan sesuai dengan materi perkuliahan	4
Aspek Bahasa	Bahasa yang digunakan di dalam modul mudah dipahami	4
	Kalimat dalam modul menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar	4
Total Skor		32
Nilai Rata-rata		4
Persentase Keseluruhan		80%

(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Keterangan :

1 = Sangat Tidak Layak

2 = Tidak Layak

3 = Kurang Layak

4 = Layak

5 = Sangat Layak

Persentase Kelayakan

<21% = Sangat tidak layak

21%-40% = Tidak layak

41%-60% = Cukup layak

61%-80% = Layak

81%-100% = Sangat layak

Uji validasi modul praktikum yang dilakukan oleh ahli materi dengan menggunakan instrumen kelayakan materi yang terdiri dari 4 indikator kelayakan yaitu, kelayakan isi, penyajian, kegrafikan, dan pengembangan. Berdasarkan hasil uji kelayakan materi modul praktikum terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* ini yang terlihat pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa total skor yang diperoleh 32, dengan rata-rata bernilai 4 dan memiliki persentase 80% dengan kategori layak.

Tabel 4.5 Hasil Uji Kelayakan Modul Praktikum Bidang Media

Indikator Penilaian	Unsur yang Dinilai	Skor
Aspek Kelayakan Penyajian		
Kesederhanaan	Urutan tahapan tiap percobaan sederhana dan mudah dimengerti	4
	Kalimat sederhana namun dapat menuntun langkah percobaan sesuai tujuan	4
Keterpaduan	Simbol, garis, dan gambar pada modul praktikum terlihat jelas	5
	Kontras warna gambar dan tulisan tiap halaman modul praktikum terlihat baik	4
Penekanan	Instruksi percobaan menuntun pada pengambilan data sesuai dengan tujuan percobaan	4
	Langkah percobaan mengarah pada pembuktian hubungan antar variabel	4
Keseimbangan	Kesesuaian ukuran tulisan tiap halaman dalam modul praktikum	4
	Kesesuaian ukuran gambar tiap halaman modul praktikum	4
Bentuk	Keterbacaan huruf dan simbol dalam modul praktikum	4
	Kejelasan gambar yang digunakan dalam modul praktikum	4
Total Skor		41
Nilai Rata-rata		4,1
Persentase Keseluruhan		82%

(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

Keterangan :

1 = Sangat Tidak Layak

2 = Tidak Layak

3 = Kurang Layak

4 = Layak

Persentase Kelayakan

<21% = Sangat tidak layak

21%-40% = Tidak layak

41%-60% = Cukup layak

61%-80% = Layak

81%-100% = Sangat layak

Uji validasi modul praktikum yang dilakukan oleh ahli media yang telah dilakukan dengan menggunakan instrumen kelayakan yang tersusun dari 5 indikator uji yaitu kelayakan kesederhanaan, keterpaduan, penekanan, keseimbangan, dan bentuk. Dan disetiap indikator memiliki unsur nilainya masing-masing. Berdasarkan hasil uji kelayakan media modul praktikum terkait dengan uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* ini yang terlihat pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa total skor yang diperoleh 41 dengan rata-rata bernilai 4,1 dan memiliki persentase 82% dengan kategori “sangat layak”. Maka hasil persentase keseluruhan dari uji kelayakan modul praktikum ini dari 2 validator yaitu ahli media dan ahli materi memperoleh nilai 81% dengan kategori “sangat layak”.

Jadi berdasarkan hasil uji kelayakan modul praktikum ini, baik dari materi dan media dapat disimpulkan bahwa modul yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki nilai yang sangat layak untuk digunakan sebagai

referensi tambahan dalam praktikum uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum*.

3. Respon Mahasiswa Terhadap Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi.

Respon mahasiswa terhadap *output* yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa modul praktikum uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* dengan mengisi kuisisioner yang nantinya akan dibagikan melalui *google form* dengan jumlah 10 butir pertanyaan dengan 7 pertanyaan positif dan 3 pertanyaan negatif. Responden terdiri dari 30 mahasiswa yang sudah mengambil matakuliah Mikologi, serta terdiri dari 2 angkatan yaitu angkatan 2018 dan angkatan 2019. Adapun aspek yang dinilai yaitu kesesuaian media, kesesuaian materi dan kesesuaian bahasa. Hasil respon mahasiswa yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.6. Respon Mahasiswa Terhadap Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap *Trichoderma asperellum*

No.	Indikator	Responden					Persentase (%)				
		SS	S	RR	TS	STS	SS	S	RR	TS	STS
1.	Modul praktikum Mikologi ini, dapat memudahkan saya dalam belajar pada materi uji antagonis jamur patogen pada buah kakao terhadap jamur	15	15	0	0	0	50	50	0	0	0

9.	kesulitan dalam menyelesaikan persoalan yang muncul ketika pembelajaran berlangsung.	6	9	0	12	3	20	30	0	0	10
10	Modul praktikum ini memberi pengaruh baik bagi saya dalam memahami materi uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur <i>Trichoderma asperellum</i> .	13	17	0	0	0	43	56	0	40	0
Jumlah (%)		99	152	2	30	17	322	505	6	100	56
Persentase							21	34	0,4	7	56

Berdasarkan data pada Tabel 4.6 diatas menunjukkan bahwa respon mahasiswa terhadap modul partikum uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* yang terdiri dari 10 indikator pertanyaan. Angket respon tersebut diisi oleh 30 responden dengan 5 pilihan jawaban yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu- Ragu (RR), Tidak Setuju(TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Persentase nilai yang menjawab Sangat Setuju berjumlah 21%, yang memilih Setuju berjumlah 34%, jawaban yang memilih ragu-ragu berjumlah 0,4%, yang memilih tidak setuju berjumlah 7%, sedangkan untuk yang sangat tidak setuju berjumlah 56%. Maka total keseluruhan nilai yang diperoleh untuk respon mahasiswa terhadap modul praktikum uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* adalah 79% dengan kategori “Baik”.

B. Pembahasan

1. Efektivitas Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum*

Pengendalian hayati merupakan salah satu agen antagonis dengan satu kali pemakaian dapat menekan jamur patogen dalam jangka waktu yang relatif lama dan tanpa menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Pengendalian hayati merupakan pengendalian penyakit yang ramah akan lingkungan yang bersifat tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup dan lingkungan, pengendalian secara hayati ini dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan mikroorganisme atau agen atagonis salah satunya dengan menggunakan agen antagonis jamur *Trichoderma asperellum*.⁶⁰

a. Peremajaan Jamur *Trichoderma asperellum*

Isolat *Trichoderma asperellum* ini merupakan salah satu isolat yang diperoleh dari suatu Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bogor-Jawa Barat, dengan kode jamur InaaCC F91 *Trichoderma asperellum*, yang kemudian diisolasi kembali untuk mendapatkan miselium jamur muda dengan menggunakan media SDA dan dengan penambahan antibiotic yang berupa *chloramphenicol* yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan jamur patogen. Media SDA merupakan salah satu nutrisi pertumbuhan terhadap miselium jamur. Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat bahwa pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma asperellum* yang menggunakan

⁶⁰ Elis Nina Herliyana, dkk, “Uji In-vitro Pengendalian Hayati *Trichoderma* spp. Terhadap *Ganoderma* Yang Menyerang Sengon”, *Jurnal Silvikultur Tropika*, Vol. 4, No. 3,(2013). h. 190-195

media SDA ini memiliki pertumbuhan yang bagus serta miselium yang tebal.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa miselium dari jamur *Trichoderma asperellum* dapat tumbuh baik pada setiap harinya, ini menunjukkan bahwa media SDA ini mampu menutrisi jamur *Trichoderma asperellum*. Hal disebabkan karena SDA ini mengandung 5 gr peptone sebagai sumber nitrogen, 40 gr sebagai sumber karbohidrat, dan 15 gr agar-agar sebagai bahan tambahan yang berfungsi untuk memadatkan⁶¹

Pengamatan dari jamur ini pada awal pertumbuhan miselium jamur berbentuk seperti kapas berwarna putih dan kemudian akan berubah menjadi hijau dan menjadi hijau pekat, pada hari ke 3 penanaman jamur ini sudah memenuhi dari cawan petri dan memiliki permukaan datar, berbentuk bulat dan memiliki pola pertumbuhan melingkar yang memiliki batas yang jelas. Hal ini berdasarkan penelitian Aan Sundari, dkk, dan penelitian yaitu isolate jamur *Trichoderma asperellum* pada media PDA awalnya pertumbuhan memiliki koloni berwarna putih kehijauan yang setelah hari ke-5 warna koloni menjadi hijau bahkan hijau pekat. Perubahan warna koloni ini disebabkan karena pada hari ke-6 dihasilkannya spora yang berwarna hijau pada jamur dalam jumlah banyak.⁶²

⁶¹ Getas, dkk, "Pengaruh Penambahan Glukosa dan Waktu Inkubasi Pada Media SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*", *Jurnal Media Bina Ilmiah*, Vol. 8, No. 1. h. 51-56.

⁶² Aan Sundari, dkk, "Daya Antagonis Jamur *Trichoderma sp.* Terhadap Jamur *Diplodia sp.* Penyebab Busuk Batang Jaruk Siam (*Citrus nobilis*), *Jurnal Protobiont*, Vol. 3, No. 2(2014), h. 106-110.

Pengamatan dari *Trichoderma asperellum* secara mikroskopis menunjukkan bahwa *Trichoderma asperellum* memiliki konidia yang berbentuk bulat, fialid yang berbentuk seperti labu, serta cabang koniofornya memiliki percabangan. Hal ini berdasarkan dengan penelitian Darmayasa dkk, yaitu hasil pengamatan dari jamur *Trichoderma asperellum* dibawah mikroskop menunjukkan bahwa terdapat konidiofor yang bercabang-cabang, memiliki fialaid yang terdapat diujung konidiofor, serta memiliki konidia yang secara umum berwarna hijau.⁶³

Trichoderma asperellum merupakan salah satu jamur antagonis yang dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah dan habitat yang berbeda-beda, seperti *Sclerotium*, *Rhizoctonia*, *Aspergillus*, *flavus*, dan *Fusarium oxysporum*, karena jamur ini mempunyai sifat sebagai mikoparasit pada hifa dan tubuh patogen tumbuhan.⁶⁴ Jamur ini paling mudah dibiakan sehingga mudah untuk diisolasi dan ditumbuhkan di laboratorium pada media buatan salah satunya media SDA. Suhu optimum untuk penumbuhan *Trichoderma asperellum* ini berbeda-beda pada setiap spesiesnya. Ada dari beberapa spesies dapat tumbuh pada temperature rendah, ada pula yang tumbuh pada temperature yang tinggi, memiliki kisaran temperaturnya 7-41°C. Tetapi, pada *Trichoderma asperellum* ini dapat tumbuh cepat pada

⁶³ Darmayasa, dkk, "A Study On Inhibitory Effect Of *Trichoderma* sp. TKD On *Aspergillus flavus* FNCC6109 And Its Molecular Identificatio", *Internasional Journal Of Pure & Applied Bioscience*, Vol. 4, No. 2,(2016), h. 103-110

⁶⁴ Ambar, dkk, "Efektivitas Waktu Inokulasi *Trichoderma viridae* Dalam Mencegah Penyakit Layu *Fusarium* Tomat (*Lycopersion esculenta* Mill.) Dirumah Kaca", *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, Vol. 7, No. 1,(2013), h. 7-11

temperature 25-30°C, namun pada suhu temperature 35°C jamur *Trichoderma asperellum* ini tidak dapat tumbuh.⁶⁵

b. Peremajaan Jamur *Phytophthora palmivora*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa koloni dari jamur *Phytophthora palmivora* dapat tumbuh dengan baik dengan penggunaan media SDA dan bahkan memiliki pertumbuhan yang cepat dibandingkan dengan jamur antagonis. Terlihat pada Gambar 4.3. jamur *Phytophthora palmivora* ini memiliki ciri-ciri pinggir koloni yang tidak rata, dan beberapa hari setelah peremajaan warna koloni jamur *Phytophthora palmivora* dari berwarna putih menjadi warna putih kuning-kuningan dan memiliki tekstur yang menyerupai seperti kapas. Hal ini berdasarkan dengan penelitian Ita Zahara, dkk, yaitu hasil pengamatan secara makroskopis dari jamur *Phytophthora palmivora* menunjukkan bahwa memiliki bentuk miselium yang tidak datar dan koloninya tidak datar.⁶⁶

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis dengan pembesaran 100 x pada jamur *Phytophthora palmivora* ditemukan memiliki sporangium yang berbentuk seperti buah peer yang didalamnya dilapisi oleh lapisan tipis yang berwarna coklat, dan memiliki hifa yang tidak bersekat serta memiliki percabangan, namun tidak beraturan. Ini dapat dilihat pada Gambar 4.4. Hal ini berdasarkan dengan penelitian Muzuni, dkk, yaitu hasil pengamatan secara mikroskopis dari jamur *Phytophthora palmivora* menunjukkan bahwa

⁶⁵ Denisa Cikita, dkk, "Uji Antagonis *Trichoderma*...", h. 62-63

⁶⁶ Ita Zahara, dkk, Identifikasi Kemampuan Bakteri..... h. 53-65.

spora aseksual yaitu sporangium berbetuk lonjong dengan tonjolan diujungnya. Dalam sporangium terdapat yang namanya zoospore yang berflagel dua, klamidiospora berbentuk bulat berdiding tebal. Tipe hifa asepta atau tidak memiliki dinding sel.⁶⁷

c. Uji Antagonis Jamur *Trichoderma asperellum* Terhadap Jamur Patogen Buah Kakao

Pengamatan pada masing-masing jamur dilakukan setiap harinya selama 7 hari. Pengamatan pada hari ke-1 miselium dari masing-masing jamur ini memiliki pertumbuhan yang bagus ini terlihat pada Gambar 4.5. Pertumbuhan diameter miselium tercepat pada jamur *Trichoderma asperellum* dari hari 1 pengamatan sampai hari ke-7 terus menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dari ke 3 pengulangan tersebut, pada P3 dengan diameter 61,37 mm. Terlihat pada Tabel 4.1 pertumbuhan diameter miselium jamur *Trichoderma asperellum* P3 lebih cepat dibandingkan dengan P1, dan P2. Sedangkan pada jamur *Phytophthora palmivora* diameter pertumbuhan miselium tercepat pada P1 dengan diameter 71,57 mm dibandingkan dengan P2, dan P3, ini dapat terlihat pada Tabel 4.2.

Pengamatan diameter miselium jamur pada hari ke-2, jamur *Trichoderma asperellum* memiliki miselium yang baik juga dan cepat pada P3 dengan diameter 76,78 mm, sehingga berdasarkan Tabel 4.1 jelas terlihat bahwa P3 lebih menampak menekan pertumbuhan jamur patogen pada buah

⁶⁷ Muzuni, , dkk, "Karakterisasi Morfologi *Phytophthora* sp. Asal Buah Kakao Desa Olo-Oloho, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara", *Jurnal Penelitian Biologi*, Vol. 7, No. 1,(2020), h. 1064-1069.

kakao dibandingkan dengan P1, dan P2. Sedangkan dengan pertumbuhan diameter miselium jamur *Phytophthora palmivora* terbaik pada P1 dengan diameter 74,38 mm, ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibandingkan dengan P2, dan P3

Pengamatan miselium jamur pada hari ke-3, jamur *Trichoderma asperellum* memiliki pertumbuhan yang baik dan bagus, akan tetapi pada diameter miselium dari jamur ini sedikit mengalami perubahan yang sebelumnya pada P3, namun pada pengamatan hari ke-3 ini pertumbuhan tercepat terjadi pada P2 yang berdiameter 91,35 mm ini jelas terlihat pada Tabel 4.1 berbanding terbalik dari hari sebelumnya. Sedangkan pertumbuhan diameter miselium dari jamur *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang baik setiap harinya. Memiliki diameter 75,05 mm pada P1, dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibandingkan dengan P2, dan P3.

Pengamatan miselium jamur pada hari ke-4 sampai hari ke-7, jamur *Trichoderma asperellum* ini memiliki diameter jamur yang cukup baik dan bagus pada setiap harinya dan terus tumbuh dengan signifikan. Ini dapat dilihat dari Tabel 4.1 jelas terlihat pada P2 yang setiap harinya pertumbuhan miselium jamur ini selalu meningkat dengan diameter yang berbeda-beda pada setiap harinya. Diameter pertumbuhan miselium ini pada hari terakhir dapat mencapai 119,43 mm dengan rata-rata 96,26 mm dibandingkan dengan P1 dengan diameter 88,34 dan P3 berdiameter 91,98 yang masing-masing dari pengulangan tersebut memiliki rata-rata yang berbeda-beda.

Pengamatan pertumbuhan miselium jamur pada hari ke-4 sampai hari ke-7 menunjukkan bahwa jamur *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang cukup baik pada setiap harinya dengan memiliki pertumbuhan yang berbeda-beda dan diameter yang berbeda-beda pula. Ini jelas terlihat pada Tabel 4.2 pertumbuhan terbaik masih terlihat pada P1 yang diameternya 76,64 mm pada hari terakhir pengamatan dan pada P2, dan P3 pertumbuhan miseliumnya sedikit lambat.

Uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* yang menyerang tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) yang dilakukan menggunakan metode eksplorasi eksperimen metode ini dilakukan untuk mengamati interaksi langsung yang terjadi antara jamur antagonis *Trichoderma asperellum* dengan jamur patogen *Phytophthora palmivora* dengan menumbuhkan kedua jamur tersebut secara bersamaan dalam satu cawan petri. Ini menunjukkan bahwa adanya potensi penekanan jamur patogen oleh jamur antagonis yaitu *Trichoderma asperellum*. Hal ini berdasarkan pada Grafik 4.14.

Adapun uji antagonis dengan menggunakan metode eksplorasi eksperimen ini bahwa jamur *Trichoderma asperellum* ini mampu menekan jamur *Phytophthora palmivora* yang dilihat dari hari ke-1 pengamatan sampai hari ke-7 pengamatan dengan persentase rata-rata sebesar 18,05% pada P1, 37,63% pada P2 dan 39,75% pada P3. Dan dari hasil ke 3 pengulangan ini, terdapat pada P3 dengan persentase rata-rata dengan nilai 39,75% yang menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma asperellum* ini

dominan dalam menekan jamur patogen, ini menandakan bahwa jamur antagonis yaitu berupa jamur *Trichoderma asperellum* mampu menekan jamur patogen, walaupun terjadinya penekanan hanya dibawah 50% sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan antagonis jamur *Trichoderma asperellum* masih tergolong rendah. Ini ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang diteliti oleh Tia Nirmala Hidayat, dkk, menyatakan bahwa mengkategorikan jamur yang memiliki daya hambat 26-50% termasuk dalam golongan jamur yang memiliki kemampuan antagonis rendah.⁶⁸

Uji antagonis jamur *Trichoderma asperellum* terhadap Jamur *Phytophthora palmivora* menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter koloni jamur patogen lebih kecil dibandingkan dengan diameter jamur antagonis. Jamur patogen yang terhambat disebabkan karena terjadinya penekanan dari jamur *Phytophthora palmivora* oleh jamur *Trichoderma asperellum* melalui tiga mekanisme yaitu mikoparatisme, antibiosis, dan kompetisi. Hal ini dengan terjadinya penekanan dari jamur *Trichoderma asperellum* sehingga membuat jamur *Phytophthora palmivora* terganggu untuk berkembang atau terhentinya proses pertumbuhan pada jamur *Phytophthora palmivora* (antibiosis), jamur endofit yang berupa jamur *Trichoderma asperellum* yang menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni jamur patogen (mikoparatisme), dan koloni jamur endofit yang menekan jamur patogen

⁶⁸ Tia Nirmala Hidayat, dkk, "Uji Antagonis *Trichoderma* sp. T4 Terhadap Jamur Yang diisolasi dari Daun Bergejala Bercak Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.)", *Jurnal Protobiont*, Vol. 4, No, 3(2016), h. 8-13,

yang ditandai dengan pertumbuhan jamur patogen yang menjauhi jamur endofit (kompetisi).

Tingkat kompetisi pada jamur *Trichoderma asperellum* yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya penguasaan baik itu ruang ataupun tempat berkembang yang berupa hara atau nutrisi sehingga jamur *Phytophthora palmivora* akan tersisihkan dan nantinya akan mengalami kematian, serta antibiosis dapat menghasilkan berupa antibiotic. Hal ini berdasarkan penelitian dari Asrul, dkk, menyatakan bahwa mekanisme penekanan oleh *Trichoderma asperellum* ini terjadi melalui mikoparatisme, yang dapat menimbulkan lisis pada hifa jamur *Phytophthora palmivora* dan terjadinya agresivitas yaitu berupa pertumbuhan yang sangat cepat dibandingkan jamur patogen.⁶⁹

Mikoparatisme pada uji antagonis jamur terjadi selama pertumbuhan jamur antagonis yaitu jamur *Trichoderma asperellum* yang cepat dan tumbuh kearah jamur *Phytophthora palmivora* serta adanya enzim yang dihasilkan oleh jamur antagonis sehingga mampu menekan atau menghambat jamur patogen. Ini berdasarkan penelitian dari Umrah, dkk, menyatakan bahwa *Trichoderma asperellum* mempunyai kemampuan menghasilkan enzim kitinase yang lebih efektif dibandingkan kitinase yang dihasilkan oleh organisme lain untuk mampu menekan berbagai jamur patogen tanaman. Selain itu juga, *Trichoderma asperellum* memiliki sifat

⁶⁹ Asrul, Uji Daya Hambat Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. Dalam Formulasi Kering Berbentuk Tablet Terhadap Luas bercak *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao”, *Jurnal Agrisains*, Vol. 10, No. 1, (2009), h. 21-27

hiperparasit yang mampu mengendalikan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*.⁷⁰

Berdasarkan pengamatan penekanan jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke-1 dan ke-2, belum terjadinya mekanisme antagonis antara kedua jamur ini. Sedangkan pada hari ke-3 pertumbuhan kedua biakan ini saling mendekati sehingga terjadinya penekanan bagi jamur *Phytophthora palmivora*. Terjadi penekanan pada jamur *Phytophthora palmivora* bersifat tetap selama pengamatan. Sampai hari ke-7 pengamatan penekanan yang terjadi pada jamur *Phytophthora palmivora* semakin menyempit. Pertumbuhan jamur *Trichoderma asperellum* yang semakin cepat sehingga jamur *Phytophthora palmivora* semakin terdesak karena kehabisan ruang tumbuh didalam medium. Dan tepi dari koloni jamur *Phytophthora palmivora* mulai terdesak oleh jamur antagonis yaitu jamur *Trichoderma asperellum* dan pertumbuhan koloni jamur *Phytophthora palmivora* pun terhimpit.

Namun dengan penggunaan antibiotik yang berupa *Chloramphenicol* dari hari ke-1 diinkubasi sampai dengan hari ke-7 belum terjadinya penekanan antara jamur *Trichoderma asperellum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora*. Namun pada hari ke-4 sampai dengan hari ke-7 pengamatan, *Chloramphenicol* ini hanya mampu menekan jamur patogen yang berupa jamur *Phytophthora palmivora*, tetapi tidak pada jamur

⁷⁰ Umrah, dkk, "Antagonis dan Efektivitas *Trichoderma* sp. Dalam Menekan Perkembangan *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao," *Jurnal Agroland*, Vol. 16. No.1 (2009), h. 9-16.

Trichoderma asperellum, melainkan jamur ini sudah menampakan hifanya pada *Chloramphenicol* (mulai ditutupi oleh jamur *Trichoderma asperellum*).

2. Uji Kelayakan Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi

Modul praktikum adalah salah satu bahan ajar yang memiliki sifat mandiri dan diindividual tang berfungsi untuk menunjang keefektifan proses kegiatan praktikum. Modul praktikum terdiri dari: judul, tujuan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, dan daftar pustaka. Modul praktikum ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dan penilaian keterampilan setiap praktikan yang melakukan praktikum.⁷¹ Modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian ini akan digunakan sebagai referensi tambahan praktikum bagi mahasiswa Pendidikan Biologi yang mengambil matakuliah Mikologi.

Uji kelayakan modul praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap *Trichoderma asperellum* dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dibuat. Pengujian kelayakan produk ini dibuat bertujuan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan baik dari susunan, tampilan, dan isi sehingga produk ini dapat digunakan baik untuk mahasiswa maupun dosen dalam bidang Mikologi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen validasi yang berisi sejumlah indikator dengan sub indikator masing-masing pada setiap indikator. Penilaian ini nantinya akan dinilai oleh para ahli yaitu baik ahli materi dan ahli media yang masing-masing berjumlah 2 orang, dengan skor penilaian

⁷¹ Siti Yuni Sufiah, dkk, "Penerapan Modul Praktikum Biologi Berbasis Produk Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa di Kelas X SMA Negeri 1 Lemahabang Kab. Cirebon", *Jurnal Scientiae Education*, Vol, 2, No. 2, (2013), h. 4.

yang masing-masing butir pertanyaan dari 1 sampai 5 dengan kategori dari yang sangat tidak layak sampai dengan sangat layak. Dengan penilaian kelayakan suatu produk yang dinilai oleh tim ahli terdiri dari 4 komponen. Adapun 4 komponen tersebut diantaranya yaitu komponen kelayakan isi, komponen kelayakan penyajian, komponen kegrafikan, serta komponen kebahasaan.

Hasil dari uji kelayakan modul praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* diperoleh dari validator ahli materi adalah 80% dengan kategori “layak” sedangkan dengan validator ahli media memperoleh hasil rata-rata persentase kelayakan terhadap modul praktikum Mikologi yaitu 82% dengan kategori “sangat layak”. Maka hasil persentase keseluruhan dari uji kelayakan modul praktikum ini dari 2 validator yaitu ahli materi dan ahli media memperoleh nilai 81% dengan kategori “sangat layak”.

Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa modul praktikum yang ditinjau dari materi dan media sudah layak digunakan dalam skala yang luas, hal ini diperkuat oleh Laila Puspita yang menyatakan bahwa produk yang dihasilkan dapat dikatakan baik dan valid serta sudah sesuai dengan jenjang yang menjadi objek sasaran pengembangan maupun penggunaannya.⁷²

3. Respon Mahasiswa Terhadap Modul Praktikum Sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi

Respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian diukur dengan lembar kuisioner yang dibuat dalam bentuk *google form*

⁷² Laila Puspita, “Pengembangan Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains Sebagai Bahan Ajar Dalam Pembelajaran Biologi”, Jurnal Inovasi Pendidikan IPA, Vol. 5,. No. 1, (2019), h. 82.

yang terdiri dari 10 pertanyaan. Pertanyaan dibagi menjadi 7 pertanyaan positif dan 3 pertanyaan negatif. Penilaian melalui *google form* yang diberikan kepada 30 responden dari mahasiswa yang telah mengambil matakuliah Mikologi, serta terdiri dari 2 angkatan yaitu angkatan 2018 dan angkatan 2019. Dari hasil jawaban respon mahasiswa memperoleh jawaban yang bervariasi. Persentase jawaban dapat dilihat pada Tabel. 4.4.

Hasil penilaian respon mahasiswa terhadap modul praktikum bahwa modul yang dibuat dapat menarik minat mahasiswa dalam mempelajari materi praktikum namun perlu adanya saran dan masukan agar lebih baik, yaitu berupa perbaikan warna gambar agar lebih menarik, dan menambahkan teori yang berkaitan dengan materi. Persentase jawaban mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.4 yang diketahui bahwa respon mahasiswa terhadap modul praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap *Trichoderma asperellum*, pada aspek efektifitasnya diperoleh nilai dengan rata-rata 21% yang menjawab sangat setuju, 34% menjawab setuju, 0,4% menjawab ragu-ragu, 7% menjawab tidak setuju, dan 56 sangat tidak setuju. Sehingga total keseluruhan nilai yang diperoleh untuk respon mahasiswa terhadap modul praktikum uji antagonis jamur patogen pada buah kakao terhadap jamur *Trichoderma asperellum* adalah 79% dengan kategori “Baik”. Efektivitas adalah pengukuran dalam arti tercapinya tujuan yang telah ditentukan. Pembelajaran dapat dikatakan efektif apabila proses

pembelajaran sudah selesai dengan tujuan dan mencapai hasil pembelajaran yang diharapkan.⁷³



⁷³ Handayanigrat, "Efektivitas Bahan Ajar Buku (Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten) Pada Bencana Angina Badai Melalui Strategi Card Sort Di SMA 1 Karangnom", *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi Fkip Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2016), H. 3

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

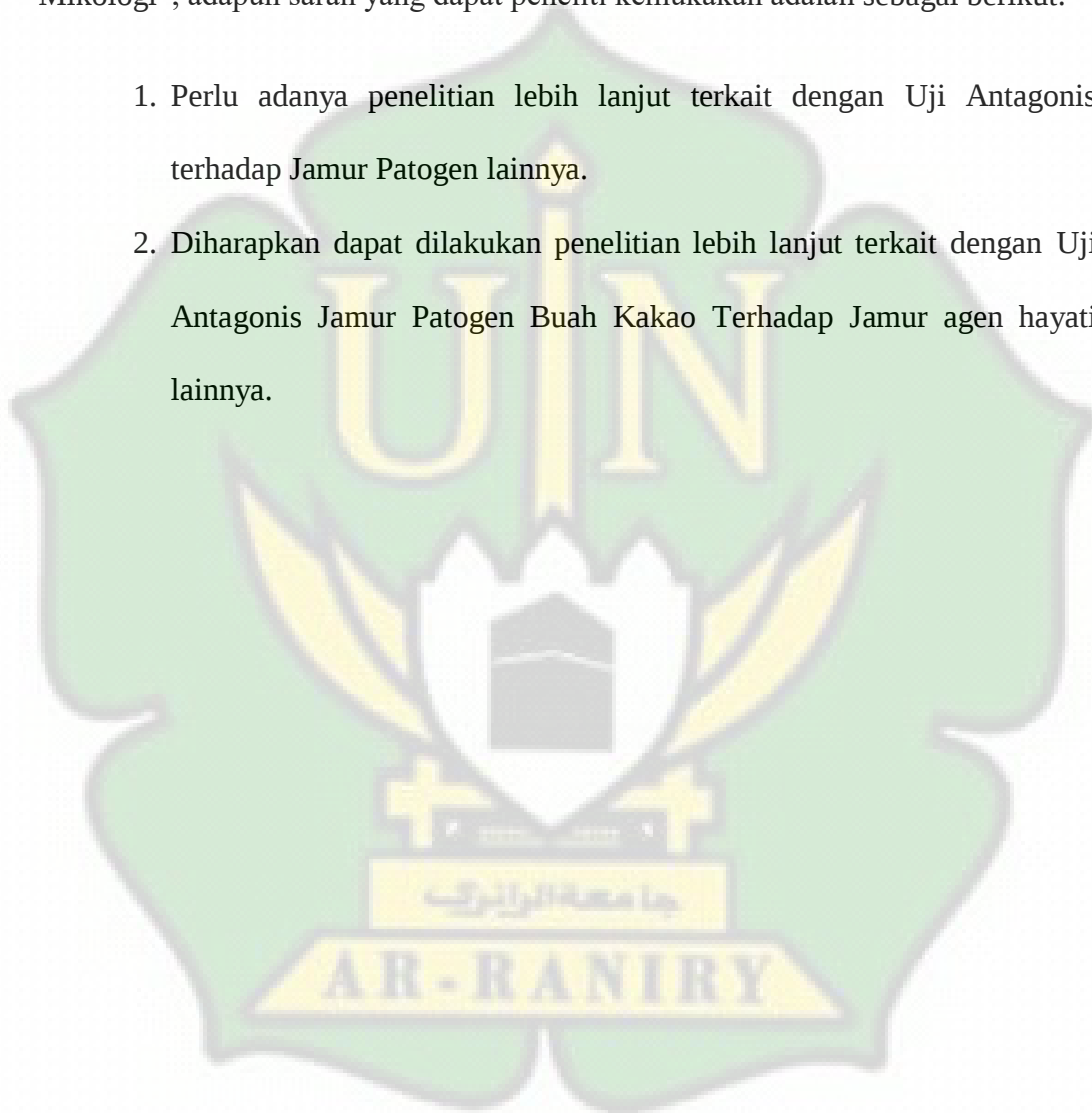
Berdasarkan hasil penelitian tentang “Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian terkait dengan Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* ini dapat menekan atau menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* namun penekanan yang terjadi pada uji antagonis jamur ini hanya dapat menekan sebesar 39,75% dan ini dikatakan mampu menekan pertumbuhan jamur patogen buah kakao.
2. Hasil uji kelayakan modul praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* yang diperoleh dari 2 validator baik materi maupun media memperoleh nilai 81% dengan kategori “Sangat Layak”.
3. Respon Mahasiswa terhadap output yang dihasilkan penelitian Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* memperoleh 79% dengan kategori “Baik”.

B. Saran

Berdasarkan penelitian “Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi”, adapun saran yang dapat peneliti kemukakan adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan Uji Antagonis terhadap Jamur Patogen lainnya.
2. Diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur agen hayati lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Adi Rianto, dkk. (2018). “Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella typhimurium*”. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 4(2): 109-121.
- Al-Quran dan Terjemahannya Jus 1-30*. (2006). Bandung: Departemen Agama RI.
- Ambar Susanti, dkk. (2021). “Penekanan Jamur Endofit Terhadap Patogen pada Tanaman Jambu Bol Gondang Manis”. *Jurnal Viable Pertanian*, 15(1): 1-15.
- A Marthin Kalay, ddk. (2018). “Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Azotobacter chroococum* Terhadap *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* Secara In-Vitro”. *Jurnal Agrologia*, 7(2):71-78.
- A Ridwan. (2019). “Aplikasi Cendawan Antagonis Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora*) pada Tanaman Kakao”. *Jurnal Agorisistem*, 15(2): 93-96.
- Asih Triastuti. (2020). “Jamur Endofit Sebagai Sumber Obat Bahan Alam”. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 16(1): 1-95.
- Baharudin, dkk. (2017).”Efektifitas Pengendalian *Phytophthora palmivora* Dengan Agensi Hayati Terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao”. *Jurnal Menara Perkebunan*, 85(1): 9-18.
- Budi Martono. (2016). “Karakteristik Morfologi dan Kegiatan Plasma Nutfah”. *Jurnal Litbang Pertanian*. 3(2): 14.
- Cucu Sutianah. (2020). Pengembangan Karakter Kebangsaan Dan Karakter Wirausaha Melalui Implementasi Model Pembelajaran. Pasuruan: CV.. Qiara Media.
- Connie Chairunnisa. (2017). “Analisis Respon Mahasiswa Terhadap Mata Kuliah Terintegrasi Islami Kemuhadiyah dan Penghayatan Terhadap Nilai Agama Islam”. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(1): 11.

- Denisa Cikita, dkk. (2016). "Uji Antagonis *Trichoderma spp.* Terhadap *Phytophthora palmivora* Butl. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Protobiont*, 5(1): 59-65.
- Dina Agustina, dkk. (2019). "Potensi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Botryodiplodia theobromae* Penyebab Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Jeruk". *Jurnal Agroida*, 5(1): 1-6.
- Didiana Yanuarita, dkk. (2020). "*Trichoderma* Asal Akar Kopi Dari Alor: Karakteristik Morfologi Dan Keefektifan Menghambat *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa Secara *In Vitro*". *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2): 61-68.
- Dwi Wahyuni. (2003). Mikologi Dasar. Jember: Jember University Press.
- Elis Nina Herliyana, dkk. (2013). "Uji *In-Vitro* Pengendalian Hayati Oleh *Trichoderma spp.* Terhadap *Ganoderma* Yang Menyerang Sengon". *Jurnal Silvikultural Tropik*, 4(3): 190-195.
- Endah Yulia, dkk. (2017). "Antagonism *Trichoderma Spp.* Terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazekidan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet". *Jurnal Agricultural*, 28(1): 47-55.
- Fauzan, dkk. "Keparahan Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora Palmivora* Butl.) Pada Beberapa Perkebunan Kakao Rakyat Yang Berbeda Naungan Di Kabupaten Langkat". *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(3): 1-10.
- Febrianawati Yusup. (2018). "Uji Validasi Dan Realibilitas Instrument Penelitian Kuantitatif". *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(1): 17-23.
- Fifi Puspita, dkk. (2020) "Kompatibilitas dan Daya Hambat Konsorsium *Trichoderma Sp.* Endofit Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*". *Jurnal Agricultural*, 32(2): 126-133.
- Gusnawaty HS, dkk. (2014). "Karakteristik Morfologi *Trichoderma Sp.* Indigenus Sulawesi Tenggara". *Jurnal Agrotekologi*, 4(2): 88-94.
- Handayanigrat. (2016), "Efektivitas Bahan Ajar Buku (Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten) Pada Bencana Angina Badai Melalui Strategi Card Sort Di SMA 1 Karangnom", *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi Fkip Universitas Muhammadiyah Surakarta : 3

Hasil observasi awal dengan mahasiswa Mk Mikologi oktober 2021.

I Made Sudarman, dkk. (2017). "Uji Daya Hambat Daya Jamur Endofit Terhadap *Phytophthora Palmivora* (Butler) Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao Secara In Vitro". *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 6(3): 229-237.

Ita Zahara, dkk. (2019). "Identifikasi Kemampuan Bakteri dari Rizosfer Kakao dalam Menghambat *Phytophthora palmivora* Secara In Vitro". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1): 53-65.

Izzatinnisa, dkk. (2020). "Uji Antagonis Beberapa Fungsi Endofit Pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium axysporum* Secara In Vitro". *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1): 18-25.

Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, diakses pada tanggal 20 Oktober 2021 dari situs: <https://kbbi.kemendikbud.go.id/entri/uji%20kelayakan>.

Khosiah, dkk. (2017). "Persepsi Masyarakat Terhadap Rencana Pemerintah Membuka Area Pertambangan Emas Di Desa Sumi Kecamatan Lambu Kabupaten Bima". *Jurnal JISIP*. 1(2): 141-149.

Laila Puspita. (2019). "Pengembangan Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains Sebagai Bahan Ajar Dalam Pembelajaran Biologi", *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 5(1): 82.

Muhammad Malik Madani, "Pengendalian Penyakit Busuk Buah *Phytophthora* pada Kakao Dengan Cendawan Endofit *Trichoderma* Sp. di Desa Sidomulyo, Kecamatan Lebakbarang Kabupaten Pekalongan", *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, Vol. 1, No. 1(2019), H. 118-122.

Muhammad Taufik, dkk. (2021). "Role Of Cocoa Clones And Endophyte Fungi In Controlling VSD Disease In The Field". *Jurnal Cropsaver*, 4(1): 27-36.

Mohammad Fakhri Afriansyah. (2016). "Tingkat Kepuasan Terhadap Pelayanan Di Tempat Kebugaran Balai Kesehatan Olahraga Da Pusat Informasi Pencegahan Penyakit Metabolic (BKOR-PIPPM) Kabupaten Lumajang". *Jurnal Kesehatan Olahraga*. 6(2): 370-377.

M. Zakariah, dkk. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Action Research*. Sulawesi Tenggara: Yayasan Pondok Pesantren Al-Mawaddah.

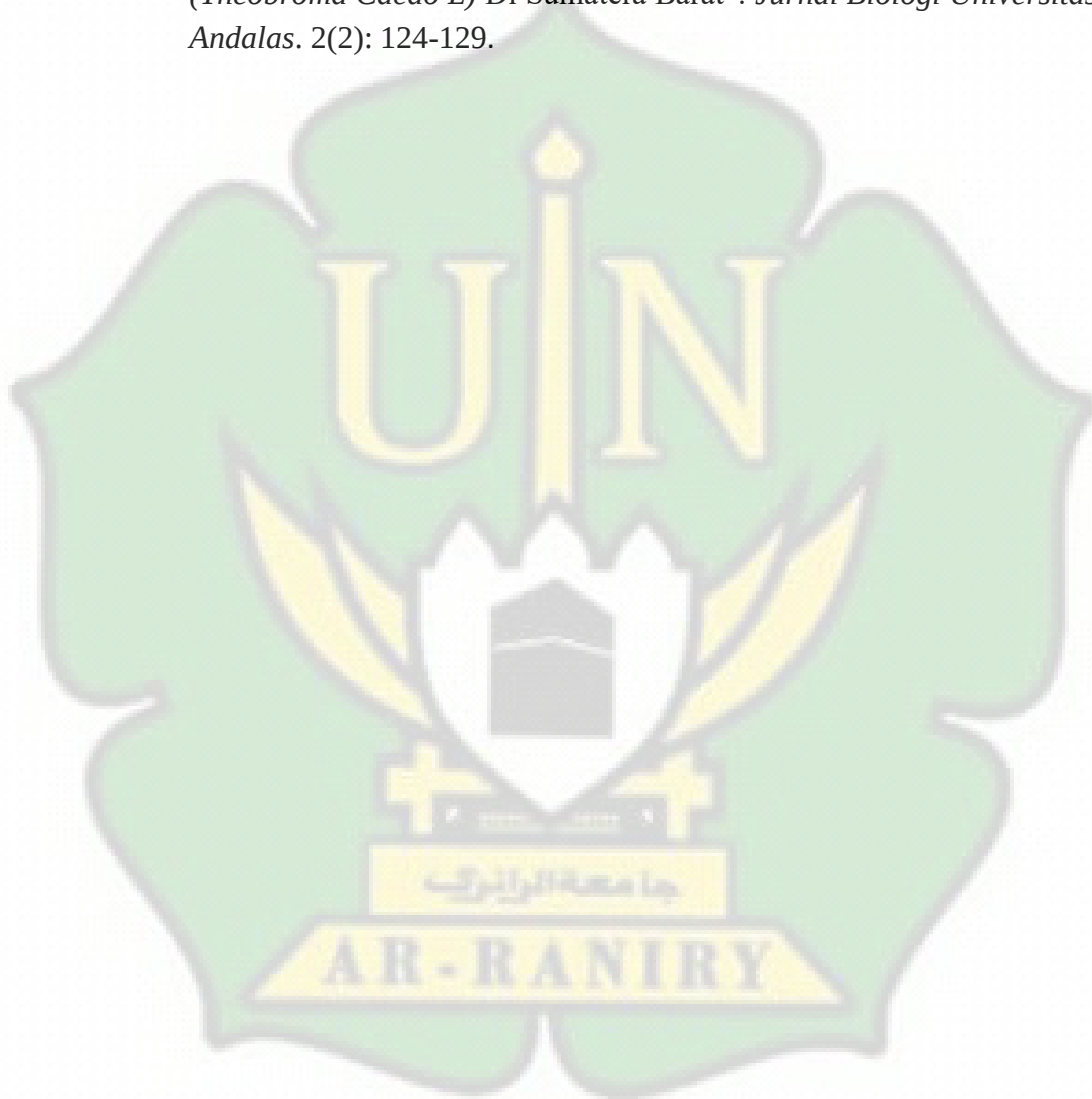
- Nurul Halwiyah, dkk. (2019). "Uji Antagonis Jamur Pantogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beaveria bassiana* Secara *In Vitro*". *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2): 8-17.
- Nurfianti, dkk. (2019). "Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora Palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao." *Jurnal Biocelebes*. 13(3): 253-261.
- Nyoman Mega Antari, dkk. (2020). "Efektivitas *Trichoderma asperellum* TKD Dengan Mediator Pupuk Kandang Untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L*)". *Jurnal Simbiosis*, 8(2): 63-71.
- Nia safitri, dkk. (2019). "Uji Antagonis Cendawan Isolat Lokal Riau Terhadap Beberapa Cendawan Patogen Pada Tanaman Budi Daya". *Jurnal Biologi*, 12(2): 124-132.
- Nurfianti, dkk. (2019). "Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Kakao". *Jurnal Biocelebes*, 13(3): 253-261.
- Panngulu Ahmad R.U. (2021). *Pembagunan Pertanian*. Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- Ratna Wylis Arief, dkk. (2011). "Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Beberapa Jenis Biji Kakao Lindak Di Lampung." *Jurnal Bulletin RISTRI*. 2(3):325-330.
- Rita Harmi, dkk. (2016). "Isolasi Seleksi Jamur Endofit Asal Tanaman Kakao Sebagai Agens Hayati *Phytophthora Palmivora* Butl". *Jurnal TIDP*, 3(3): 141-150.
- Rina Sriwati, dkk. (2011). "Deteksi Identifikasi Cendawan Endofit *Trichoderma* Yang Berasosiasi pada Tanaman Kakao". *Jurnal Agista*, 15(1): 15-20.
- Rollando. (2019). *Senyawa Antibakteri Dari Fungi Endofit*. Malang: CV. Seribu Bintang.
- Selvi Armila, dkk. (2019). "Potensi Jamur *Trichoderma Sp* Dalam Pengendalian *Phytophthora Palmivora* Secara *In Vitro*". *Jurnal Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 2(1): 255-258.

- Serian Wijatno. (2009). *Pengantar Entrepreneurship*. Jakarta: Grasindo.
- Setyono Yudo Tyasmoro, dkk. (2021). *Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan*, Malang: UB Press.
- Siti Fatimah Wulandari, dkk. (2018). "Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascolonicum* L.) Terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif". *Jurnal JOM Faperta*, 5(1): 1-9.
- Siti Nurhalimah. (2019). *Media Sosial dan Masyarakat Pesisir Refleksi Pemikiran Mahasiswa Bidikmisi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Suci Hatru Ramadhani, dkk. (2017). "Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Daun Jamblang (*Syzygium Cumini* L)". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(2): 77-90.
- Suharsini Arikunti. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soesanto L, dkk. (2011). "Ciri Morfologi Empat Isolasi *Trichoderma* dan Dua Isolasi Endofit *Fusarium*". *Jurnal Ilmiah dassn Indusrti*, 8(2): 294-306.
- Tjut Chamzurni, dkk. (2013). "Trichoderma Virens Isloted From Cocoa Plantation In Aceh Biodecomposer Cocoa Pod Husk". *Jurnal Natural*, 13(1): 6-14.
- T. Wahyudi, dkk. (2008). *Panduan Lengkap Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Umi Kalsum. (2016). "Referensi Sebagai Layanan, Referensi Sebagai Tempat Sebuah Tinjaun Terhadap Layanan Referensi Diperpustakaan Perguruan Tinggi". *Jurnal Iqra'*. 10(1): 132-146.
- Ummu Khairiyah. (2019). "Respon Siswa Terhadap Madei Dakon Matrika Materi KPK dan FPB pada Siswa Kelas IV di SD/MI Lamongan". *Jurnal Studi Kependidikan Dan Keislaman*, 5(2): 199.
- Vien Sartika Dewi, dkk. (2013). "Pengendalian Penyakit Hawar Daun *Phytophthora* pada Bibit Kakao Dengan *Trichoderma Asperellum*". *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(1): 15-20.
- Vira Ruainiah Ruswandari, dkk. (2010). "Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Pantogen *Alternaria*

porri Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Alium ascalanicum* L.)”. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, 5(2): 84-90.

Yani suryani. (2020). *Mikologi*. Padang: PT. Freeline Cipta Granesia.

Yenita Afriyeni, dkk. (2013). “Jenis-Jenis Jamur Pada Pembusuk Buah Kakao (*Theobroma Cacao* L) Di Sumatera Barat”. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 2(2): 124-129.



Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Pendidikan Biologi;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2: Surat Selesai Penelitian



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
 Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh. Email : labpend.biologi@ar-raniry.ac.id



12 Juli 2023

Nomor : B-48/Un.08/KL.PBL/KS.00/07/2023
 Sifat : Biasa
 Lamp : -
 Hal : *Surat Telah Melakukan Identifikasi/
 Penelitian di Laboratorium*

Pengelola Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **Dini Izzati**
 NIM : **170207085**
 Prodi : **Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
 Banda Aceh**
 Alamat : **Jl. K. Samad , No. 14 B, Lambhuk, Kec. Ulec Kareung – Banda Aceh**
 No. HP : **082369267729**
 Pendamping : **Wardinal, M.Si**

Benar nama yang tersebut diatas telah meminjam alat laboratorium dan Pemakaian ruang
 laboratorium unuk melakukan identifikasi hasil penelitian di Laboratorium Pendidikan Biologi
 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dengan judul ***“Uji Antagonis jamur
 Patogen Buah Kakao Terhadap Trichodema asperellum sebagai Referensi Praktikum Mata
 Kuliah Mikologi”***. Demikianlah surat ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan
 seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
 Pengelola Lab. PBL,

Nurlia Zahara

Lampiran 3: Surat Bebas Laboratorium



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
 Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, Email : labpend.biologi@ar-raniry.ac.id



12 Juli 2023

Nomor : B-49/Un.08/KL.PBL/PP.00.9/07/2023
 Sifat : Biasa
 Lamp : -
 Hal : Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Pengelola Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Dini Izzati
 NIM : 170207085
 Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN
 Ar-Raniry
 Alamat : Jl. K. Samad , No. 14 B, Lambhuk, Kec. Ulee Kareung – Banda Aceh

Benar yang nama tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian dengan judul "*Uji Antagonis jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Trichodema asperellum sebagai Referensi Praktikum Mata Kuliah Mikologi*" dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, dan telah menyelesaikan segala urusan administrasi yang berhubungan dengan laboratorium Pendidikan Biologi.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
 Pengelola Lab. PBL,

Nurlia Zahara

Lampiran 4: Surat Pemesanan Jamur INaCC LIPI



BRIN

InaCC (Indonesian Culture Collection)
 Directorate of Scientific Collection Management
 National Research and Innovation Agency (BRIN)
 Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46, Cibinong 16911, Indonesia
 Telp. +62-21- 8765066, Fax. +62-21-8765062, Email: inacc@brin.go.id



ORDER for InaCC CULTURES

To :
 Manager InaCC
 National Research and Innovation Agency

1. I hereby acknowledge that I have read, understood and agree with all items of the latest version of Agreement of Material Transfer of InaCC
 SIGNATURE: [Signature] DATE: 16 Juni 2022
 (YOUR SIGNATURE IS REQUIRED FOR ACCEPTANCE OF YOUR ORDER)

2. Intended use: Bahan Utama Penelitian Skripsi Strata 1
 Your purchase order number, if any - _____

APPLICANT		Billing address (if different from the one at left)	
Name : Dini Izzati	Name : -	Name : -	Name : -
Organization : UIN Ar-Raniry	Organization : -	Organization : -	Organization : -
Address : Jl. Laksamana Malahayati, Lr. Guru Sabi, No. 119, Gp. Cadek, Kec. Baitussalam, Kab. Aceh Besar (Kode Pos: 23373), Prov. Aceh Indonesia	Address : -	Address : -	Address : -
Tel : 081360032220	Tel : -	Tel : -	Tel : -
Fax : -	Fax : -	Fax : -	Fax : -
E-mail : diniizzati10@gmail.com	E-mail : -	E-mail : -	E-mail : -

Payment Method :	☐ Credit Card	☐ Cash	☒ Bank Transfer
------------------	--------------------------------------	-------------------------------	---

InaCC No.	Scientific name	Amount
1. InaCC F93	<i>Trichoderma asperellum</i>	1
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

Total amount of cultures : **1**

Please contact our administration office: Neneng Hasanah (62-81282058755), e-mail : inacc@brin.go.id

*Please type directly into the form.
 The shipping address if different from the one given above:
 NAME : -
 ORGANIZATION : -
 ADDRESS : -

Preceptor 1

[Signature]
 (Zuraidah, M.Si)

Panda Aceh, 16 Juni 2022

Preceptor 2

[Signature]
 (Nurdin Amin, S.Pd.I, M.Pd)

FR-7.2.2-1-CC-4.ed1.rev.0.20131007

Lampiran 5: Surat Bukti Pembayaran ELSA LIPI



Tagihan # 820220624908802

ID Transaksi : 45861
Tanggal : 24-06-2022 22:04:28

Dari :

Deputi Bidang Infrastruktur Riset
dan Inovasi BRIN
Gedung B.J. Habibie Jl. M.H.
Thamrin No. 8
Jakarta Pusat 10340
0811 8612 392
ses-diri@brin.go.id

Untuk :

Widiasari
Jl. Laksamana Mahayati, Lr. Guru Sabi,
No. 119, Gp. Cadek Kec. Baitussalam,
Kab. Aceh Besar Prov. Aceh - 23373
081360032220
Widiasari1603@gmail.com

Informasi Pembayaran :

Pembayaran Tagihan
Menggunakan Kode Billing

No	Layanan	Kuantitas	Harga Satuan	Sub Total
1	Distribusi Isolat koleksi	1 Per Kontrak	Rp600.000,00	Rp600.000,00
Keterangan : Kuantitas Disetujui = 1 Per Kontrak Kode Billing : 820220624908802 Tanggal Billing : 2022-06-24 22:04:28 Tanggal Kedaluwarsa : 2022-07-01 23:59:59				

Total Tagihan : Rp600.000,00

enam ratus ribu rupiah

Ketentuan pembayaran tagihan :

1. Pembayaran hanya dapat dilakukan sebelum tanggal kedaluwarsa. Jika tanggal kedaluwarsa telah tercapai, *billing receipt* ini tidak berlaku lagi, dan Anda diminta melakukan permintaan kode billing melalui e-Layanan Sains (Elsa), dengan generate kembali / request ulang kode billing.
2. Cara pembayaran dapat melalui berbagai macam *payment channel* seperti *Over The Counter* bank/pos persepsi, ATM, *Internet Banking* dan EDC (sesuai dengan fasilitas yang dimiliki oleh bank/pos persepsi), Fintech.
3. Bawalah Bukti Pembuatan Tagihan (*Billing Receipt*) ini ke tempat-tempat yang telah disebutkan di atas. Kode referensi untuk pembayaran adalah kode billing sesuai yang tertera di dokumen ini.
4. Pastikan bahwa data detail pembayaran dalam dokumen ini sama dengan data yang tertera/tercantum ketika Anda akan melakukan pembayaran. Apabila terjadi ketidakcocokan data, teliti apakah kode billing yang Anda masukkan sudah sesuai.
5. Apabila pembayaran berhasil, Anda akan menerima Tanda Bukti Setor atau struk dari Bank atau *payment channel*. Anda juga akan menerima Nomor Transaksi Penerimaan Negara (NTPN). Lakukan konfirmasi pembayaran pada e-Layanan Sains (Elsa) melalui menu Transaksi - Tab pembayaran.
6. Simpanlah Tanda Bukti Setor/struk/NTPN untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.
7. Tata cara pembayaran dapat diakses pada website <https://penerimaan-negara.info>
8. Untuk pertanyaan yang berkaitan dengan pembayaran dan status billing dapat menghubungi Deputi Bidang Infrastruktur Riset dan Inovasi BRIN melalui email ke layanan_sains@brin.go.id atau nomor telepon (021) 8754588, WA +62 811-1391-617 (Serpong dan Lampung), +62 812-846s3-6367 (Cibinong), +62 811-1391-644 (Bandung dan Yogyakarta).

Tanda Bukti Setor/Bukti Penerimaan Negara (BPN) yang di dalamnya tercantum Nomor Transaksi Penerimaan Negara (NTPN) adalah dokumen sah yang merupakan bukti bahwa Anda telah melakukan pembayaran ke Kas Negara
Terima kasih atas kepercayaan anda menggunakan e-Layanan Sains (Elsa) BRIN

Tanggal Cetak : 24-06-2022 22:04:28 WIB

Lampiran 6: Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi dan Ahli Media

Lampiran Validasi Materi

Lembar Kuisioner Penilaian Produk Hasil Penelitian Modul Praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi

I. Identitas Penulis

Nama : Dini Izzati
 NIM : 170207085
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 Ahli Materi :

II. Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu syarat tugas akhir dalam perkuliahan yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul “Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma Asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi”.

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Modul Praktikum tersebut dengan melakukan pengisian daftar kuesioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuesioner yang diajukan.

Hormat saya,


 Dini Izzati

III. Deskripsi Skor

Skor penilaian indikator	Kategori kelayakan
5	Sangat Layak
4	Layak
3	Kurang layak
2	Tidak layak
1	Sangat tidak layak

IV. Petunjuk Pengisian

- Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
- Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

V. Indikator Penilaian Modul Praktikum

1. Indikator Format

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Kesesuaian format modul dapat menuntun percobaan dalam praktikum				✓		
Penggunaan ukuran, bentuk, dan warna huruf yang sesuai dengan modul				✓		
Modul praktikum memuat petunjuk penulisan laporan				✓		
Total skor						

2. Indikator isi (content)

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Rumusan tujuan setiap percobaan sesuai dengan capaian pembelajaran				✓		
Langkah percobaan dalam modul menunjang pembelajaran jamur patogen				✓		

Materi percobaan sesuai dengan materi perkuliahan				✓		
Total skor						

3. Indikator Bahasa

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Bahasa yang digunakan di dalam modul mudah dipahami				✓		
Kalimat dalam modul menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar				✓		
Total skor						

Sumber : Prosiding Wahyudi dan Isnania Lestari, 2018

Banda Aceh, ~~22-10~~...2023

Validator,

Nurli Zahara
.....
.NIP.

AR-RANIRY

Lampiran Validasi Media

Lembar Kuisisioner Penilaian Produk Hasil Penelitian Modul Praktikum Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma Asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi

I. Identitas Penulis

Nama : Dini Izzati
 NIM : 170207085
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 Ahli Media :

II. Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu syarat tugas akhir dalam perkuliahan yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Uji Antagonis Jamur Patogen Buah Kakao Terhadap Jamur *Trichoderma Asperellum* Sebagai Referensi Praktikum Mikologi".

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Modul Praktikum tersebut dengan melakukan pengisian daftar kuisisioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuisisioner yang diajukan.

Hormat saya,


 Dini Izzati

III. Deskripsi Skor

Skor penilaian indikator	Kategori kelayakan
5	Sangat Layak
4	Layak
3	Kurang layak
2	Tidak layak
1	Sangat tidak layak

IV. Petunjuk Pengisian

- Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
- Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

V. Indikator Penilaian Modul Praktikum

1. Indikator Kesederhanaan

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Urutan tahapan tiap percobaan sederhana dan mudah dimengerti				✓		
Kalimat sederhana namun dapat menuntun langkah percobaan sesuai tujuan				✓		
Total skor						

2. Indikator Keterpaduan

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Simbol, garis, dan gambar pada modul praktikum terlihat jelas					✓	
Kontras warna gambar dan tulisan tiap halaman modul praktikum terlihat baik				✓		
Total skor						

3. Indikator Penekanan

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Instruksi percobaan menuntun pada pengambilan data sesuai dengan tujuan percobaan				✓		
Langkah percobaan mengarah pada pembuktian hubungan antar variabel				✓		
Total skor						

4. Indikator Keseimbangan

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Kesesuaian ukuran tulisan tiap halaman dalam modul praktikum				✓		
Kesesuaian ukuran gambar tiap halaman modul praktikum				/		
Total skor						

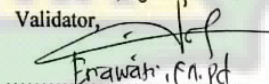
5. Indikator Bentuk

Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
	1	2	3	4	5	
Keterbacaan huruf dan simbol dalam modul praktikum				✓		
Kejelasan gambar yang digunakan dalam modul praktikum				✓		
Total skor						
Total skor keseluruhan						

Sumber : Prosiding Wahyudi dan Isnania Lestari, 2018

Banda Aceh, 05-07-2023

Validator,


Prawati, F.A. Pd
NIP. 1981106200910000

Lampiran 7: Foto Dokumentasi Penelitian



SDA



Pembuatan Media SDA



Peremajaan jamur



Penaaman Jamur



Jamur *Trichoderma asperellum*



Jamur *Phytophthora palmivora*



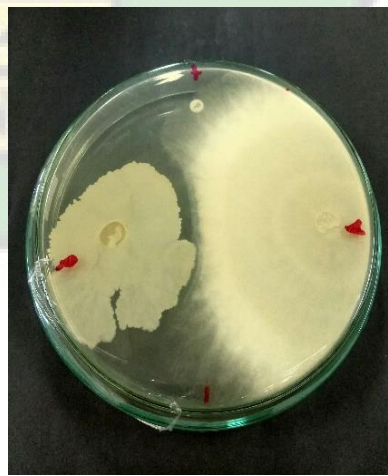
Pengukuran Jamur tampak depan



Pengukuran Jamur tampak belakang



Jamur Antagonis pada Hari ke-2



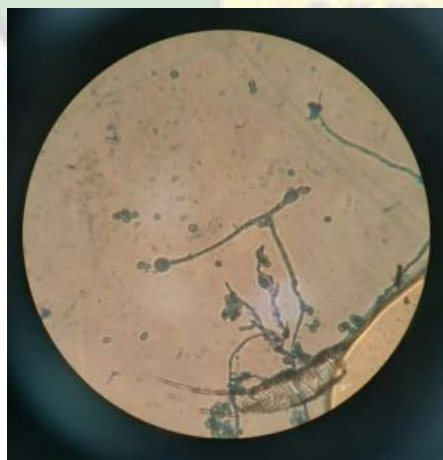
Jamur Antagonis pada Hari ke-4



Jamur Antagonis pada Hari ke-6



Jamur Antagonis Pada Hari ke-7

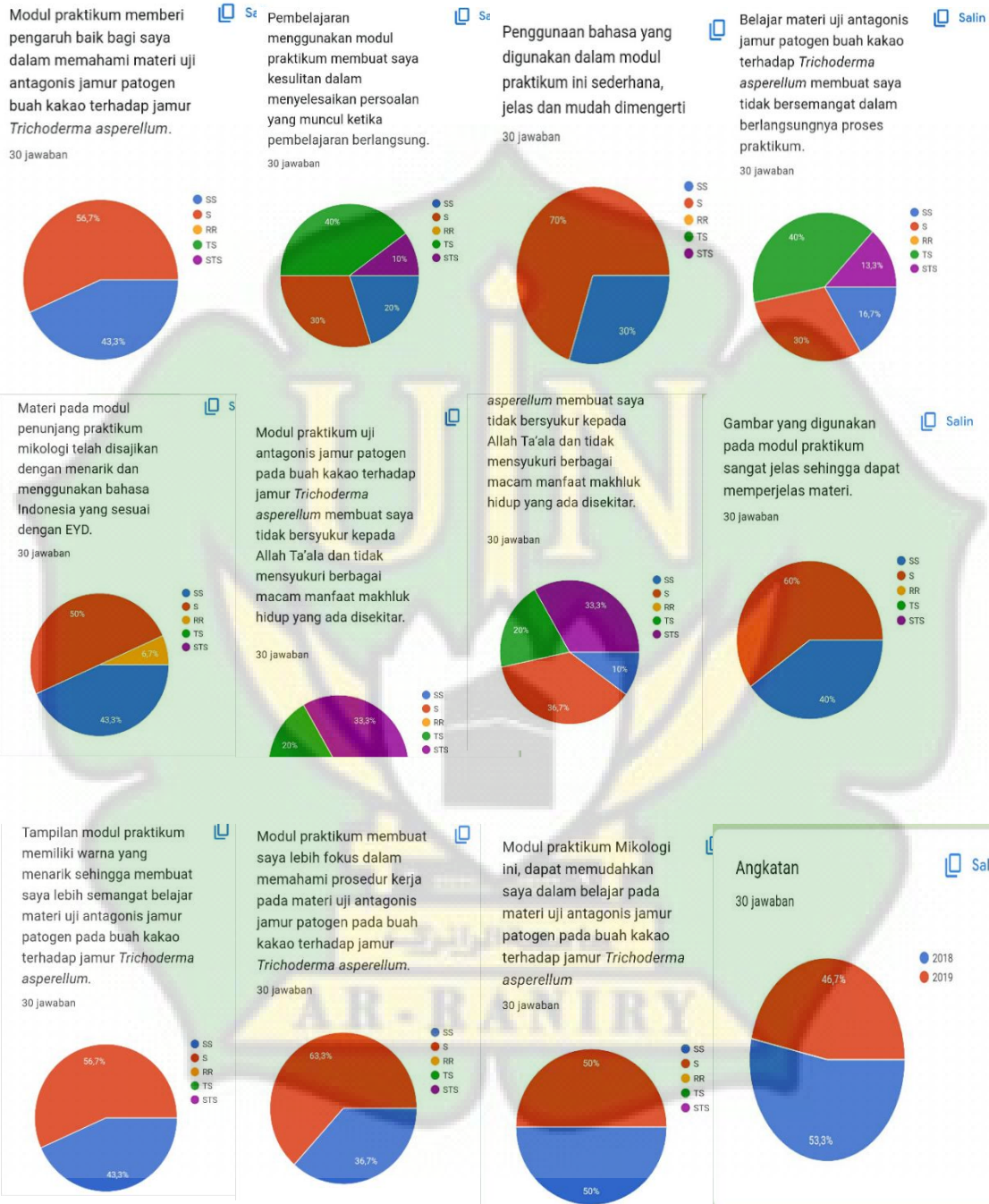


Pengamatan



Mikroskop

Lampiran 8: Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Output Penelitian



Lampiran 9: Data Mentah Penelitian

Hari pertama

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 56,95 mm	c. CC'	: 76,45 mm
Skala utama	: 56	Skala utama	: 76
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$
b. BB'	: 78,95 mm	d. DD'	: 73,95 mm
Skala utama	: 78	Skala utama	: 73
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 2

a. AA'	: 41,2 mm	c. CC'	: 49,85 mm
Skala utama	: 41	Skala utama	: 49
Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$
b. BB'	: 42,8 mm	d. DD'	: 41,8 mm
Skala utama	: 42	Skala utama	: 41
Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$	Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$

Pengulangan 3

a. AA'	: 49,75 mm	c. CC'	: 47,5 mm
Skala utama	: 49	Skala utama	: 47
Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$	Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$
b. BB'	: 45,95 mm	d. DD'	: 48,6 mm
Skala utama	: 45	Skala utama	: 48
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 56,05 mm	c. CC'	: 57,8 mm
Skala utama	: 56	Skala utama	: 57
Skala nonius	: $1 \times 0,05 = 0,5$	Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$
b. BB'	: 59,95 mm	d. DD'	: 58,9 mm
Skala utama	: 59	Skala utama	: 58
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$

Pengulangan 2

a. AA'	: 48,85 mm	c. CC'	: 55,7 mm
Skala utama	: 48	Skala utama	: 55
Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$
b. BB'	: 62,8 mm	d. DD'	: 52,85 mm
Skala utama	: 62	Skala utama	: 52
Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$	Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$

Pengulangan 3

a. AA'	: 58,65 mm	c. CC'	: 62,35 mm
Skala utama	: 58	Skala utama	: 62
Skala nonius	: $13 \times 0,05 = 0,65$	Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$
b. BB'	: 62,7 mm	d. DD'	: 61,8 mm
Skala utama	: 62	Skala utama	: 61
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$

Hari kedua

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 65,7 mm	c. CC'	: 80,8 mm
Skala utama	: 65	Skala utama	: 80
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$
b. BB'	: 84,95 mm	d. DD'	: 66,1 mm
Skala utama	: 84	Skala utama	: 66
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $2 \times 0,05 = 0,1$

Pengulangan 2

a. AA'	: 50,9 mm	c. CC'	: 61,95 mm
Skala utama	: 50	Skala utama	: 61
Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$
b. BB'	: 54,7 mm	d. DD'	: 52,5 mm
Skala utama	: 54	Skala utama	: 52
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$

Pengulangan 3

a. AA'	: 53,3 mm	c. CC'	: 52,9 mm
Skala utama	: 53	Skala utama	: 52
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$
b. BB'	: 51,55 mm	d. DD'	: 53,2 mm
Skala utama	: 51	Skala utama	: 53
Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$	Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 65,45 mm	c. CC'	: 66,6 mm
Skala utama	: 65	Skala utama	: 66
Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$	Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$
b. BB'	: 69,3 mm	d. DD'	: 70,15 mm
Skala utama	: 69	Skala utama	: 70
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$

Pengulangan 2

a. AA'	: 64,8 mm	c. CC'	: 71,15 mm
Skala utama	: 64	Skala utama	: 71
Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$	Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$
b. BB'	: 84,9 mm	d. DD'	: 68,55
Skala utama	: 84	Skala utama	: 68
Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$

Pengulangan 3

a. AA'	: 66,6 mm	c. CC'	: 79,95 mm
Skala utama	: 66	Skala utama	: 79
Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$
b. BB'	: 79,6 mm	d. DD'	: 81
Skala utama	: 79	Skala utama	: 80
Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$	Skala nonius	: $20 \times 0,05 = 1$

Hari ketiga

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 62,55 mm	c. CC'	: 87,8 mm
Skala utama	: 62	Skala utama	: 87
Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$	Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$
b. BB'	: 87,75 mm	d. DD'	: 71,6 mm
Skala utama	: 87	Skala utama	: 71
Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$	Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$

Pengulangan 2

a. AA'	: 53,65 mm	c. CC'	: 63,3 mm
Skala utama	: 53	Skala utama	: 63
Skala nonius	: $13 \times 0,05 = 0,65$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$
b. BB'	: 57,4 mm	d. DD'	: 58,4 mm
Skala utama	: 57	Skala utama	: 58
Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$	Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$

Pengulangan 3

a. AA'	: 53,4 mm	c. CC'	: 53,9 mm
Skala utama	: 53	Skala utama	: 53
Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$
b. BB'	: 53,95 mm	d. DD'	: 55,2
Skala utama	: 53	Skala utama	: 55
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 66,35	c. CC'	: 84,3 mm
Skala utama	: 66	Skala utama	: 84
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$
b. BB'	: 91,6 mm	d. DD'	: 85,9 mm
Skala utama	: 91	Skala utama	: 85
Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$

Pengulangan 2

a. AA'	: 74,7 mm	c. CC'	: 92,7 mm
Skala utama	: 74	Skala utama	: 92
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$
b. BB'	: 113,1 mm	d. DD'	: 84,9 mm
Skala utama	: 113	Skala utama	: 84
Skala nonius	: $2 \times 0,05 = 0,1$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$

Pengulangan 3

a. AA'	: 73,2 mm	c. CC'	: 81,35 mm
Skala utama	: 73	Skala utama	: 81
Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$
b. BB'	: 88,1 mm	d. DD'	: 87,4 mm
Skala utama	: 88	Skala utama	: 87
Skala nonius	: $2 \times 0,05 = 0,1$	Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$

Hari keempat

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 66,85 mm	c. CC'	: 86,05 mm
Skala utama	: 66	Skala utama	: 86
Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$	Skala nonius	: $1 \times 0,05 = 0,5$
b. BB'	: 87,7 mm	d. DD'	: 76,3 mm
Skala utama	: 87	Skala utama	: 76
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$

Pengulangan 2

a. AA'	: 51,45 mm	c. CC'	: 68,95 mm
Skala utama	: 51	Skala utama	: 68
Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$
b. BB'	: 62,4 mm	d. DD'	: 59,1 mm
Skala utama	: 62	Skala utama	: 59
Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$	Skala nonius	: $2 \times 0,05 = 0,1$

Pengulangan 3

a. AA'	: 51,35 mm	c. CC'	: 56 mm
Skala utama	: 51	Skala utama	: 55
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $20 \times 0,05 = 1$
b. BB'	: 53,2 mm	d. DD'	: 57,85 mm
Skala utama	: 53	Skala utama	: 57
Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 68,9 mm	c. CC'	: 95,55
Skala utama	: 68	Skala utama	: 95
Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$
b. BB'	: 108,45 mm	d. DD'	: 101,7 mm
Skala utama	: 108	Skala utama	: 101
Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$

Pengulangan 2

a. AA'	: 75,3 mm	c. CC'	: 117,45 mm
Skala utama	: 75	Skala utama	: 117
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$
b. BB'	: 126,85 mm	d. DD'	: 104,75 mm
Skala utama	: 126	Skala utama	: 104
Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$	Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$

Pengulangan 3

a. AA'	: 73,3 mm	c. CC'	: 97,2 mm
Skala utama	: 73	Skala utama	: 97
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$
b. BB'	: 109,15 mm	d. DD'	: 106,25 mm
Skala utama	: 109	Skala utama	: 106
Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$	Skala nonius	: $5 \times 0,05 = 0,25$

Hari kelima

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 63,5 mm	c. CC'	: 70,85 mm
Skala utama	: 63	Skala utama	: 70
Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$	Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$
b. BB'	: 81,7 mm	d. DD'	: 84,15 mm
Skala utama	: 81	Skala utama	: 84
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$

Pengulangan 2

a. AA'	: 54,9 mm	c. CC'	: 66,4 mm
Skala utama	: 54	Skala utama	: 66
Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$
b. BB'	: 64,35 mm	d. DD'	: 61,95 mm
Skala utama	: 64	Skala utama	: 61
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 3

a. AA'	: 51,35 mm	c. CC'	: 55,3 mm
Skala utama	: 51	Skala utama	: 55
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$
b. BB'	: 56,35 mm	d. DD'	: 57,25 mm
Skala utama	: 56	Skala utama	: 57
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $5 \times 0,05 = 0,25$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 63,95 mm	c. CC'	: 99,15 mm
Skala utama	: 63	Skala utama	: 99
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$
b. BB'	: 120,5 mm	d. DD'	: 105,7 mm
Skala utama	: 120	Skala utama	: 105
Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$

Pengulangan 2

a. AA'	: 75,7 mm	c. CC'	: 121,5 mm
Skala utama	: 75	Skala utama	: 121
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$
b. BB'	: 128,7 mm	d. DD'	: 126,5 mm
Skala utama	: 128	Skala utama	: 126
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$

Pengulangan 3

a. AA'	: 71,7 mm	c. CC'	: 105,95 mm
Skala utama	: 71	Skala utama	: 105
Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$
b. BB'	: 116,55 mm	d. DD'	: 106,7 mm
Skala utama	: 116	Skala utama	: 106
Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$

Hari keenam

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 67,35 mm	c. CC'	: 91,35 mm
Skala utama	: 67	Skala utama	: 91
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$
b. BB'	: 88,2 mm	d. DD'	: 75,9 mm
Skala utama	: 88	Skala utama	: 75
Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$

Pengulangan 2

a. AA'	: 52,6 mm	c. CC'	: 69,55 mm
Skala utama	: 52	Skala utama	: 69
Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$	Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$
b. BB'	: 62,65 mm	d. DD'	: 60,8 mm
Skala utama	: 62	Skala utama	: 60
Skala nonius	: $13 \times 0,05 = 0,65$	Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,8$

Pengulangan 3

a. AA'	: 54,75 mm	c. CC'	: 56,95 mm
Skala utama	: 54	Skala utama	: 56
Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$
b. BB'	: 53,75	d. DD'	: 57,3 mm
Skala utama	: 53	Skala utama	: 57
Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 71,2 mm	c. CC'	: 119,15 mm
Skala utama	: 71	Skala utama	: 119
Skala nonius	: $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala nonius	: $3 \times 0,05 = 0,15$
b. BB'	: 124,9 mm	d. DD'	: 113,1 mm
Skala utama	: 124	Skala utama	: 113
Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala nonius	: $2 \times 0,05 = 0,1$

Pengulangan 2

a. AA'	: 78,95 mm	c. CC'	: 126,25 mm
Skala utama	: 78	Skala utama	: 126
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $5 \times 0,05 = 0,25$
b. BB'	: 128,8 mm	d. DD'	: 131,9 mm
Skala utama	: 128	Skala utama	: 131
Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$	Skala nonius	: $18 \times 0,05 = 0,9$

Pengulangan 3

a. AA'	: 77,95 mm	c. CC'	: 122,55 mm
Skala utama	: 77	Skala utama	: 122
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$
b. BB'	: 124,55 mm	d. DD'	: 122,85 mm
Skala utama	: 124	Skala utama	: 122
Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$	Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$

Hari ketujuh

Pengulangan 1 (*Phytophthora palmivora*)

a. AA'	: 68,95 mm	c. CC'	: 83,3 mm
Skala utama	: 68	Skala utama	: 83
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$
b. BB'	: 87,75 mm	d. DD'	: 72,55 mm
Skala utama	: 87	Skala utama	: 72
Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$	Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$

Pengulangan 2

a. AA'	: 51	c. CC'	: 70,45 mm
Skala utama	: 50	Skala utama	: 70
Skala nonius	: $20 \times 0,05 = 1$	Skala nonius	: $9 \times 0,05 = 0,45$
b. BB'	: 63,3 mm	d. DD'	: 61,95 mm
Skala utama	: 63	Skala utama	: 61
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 3

a. AA'	: 53,35 mm	c. CC'	: 52
Skala utama	: 53	Skala utama	: 51
Skala nonius	: $7 \times 0,05 = 0,35$	Skala nonius	: $20 \times 0,05 = 1$
b. BB'	: 56,65 mm	d. DD'	: 57,95 mm
Skala utama	: 56	Skala utama	: 57
Skala nonius	: $13 \times 0,05 = 0,65$	Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 1 (*Trichoderma asperellum*)

a. AA'	: 71,85 mm	c. CC'	: 131,75 mm
Skala utama	: 71	Skala utama	: 131
Skala nonius	: $17 \times 0,05 = 0,85$	Skala nonius	: $15 \times 0,05 = 0,75$
b. BB'	: 127,3 mm	d. DD'	: 118,25 mm
Skala utama	: 127	Skala utama	: 118
Skala nonius	: $6 \times 0,05 = 0,3$	Skala nonius	: $5 \times 0,05 = 0,25$

Pengulangan 2

a. AA'	: 77,55 mm	c. CC'	: 130,7 mm
Skala utama	: 77	Skala utama	: 130
Skala nonius	: $11 \times 0,05 = 0,55$	Skala nonius	: $14 \times 0,05 = 0,7$
b. BB'	: 128,95 mm	d. DD'	: 132,6 mm
Skala utama	: 128	Skala utama	: 132
Skala nonius	: $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala nonius	: $12 \times 0,05 = 0,6$

Pengulangan 3

a. AA'	: 81,8 mm
Skala utama	: 81
Skala nonius	: $16 \times 0,05 = 0,8$
b. BB'	: 129,4 mm
Skala utama	: 129
Skala nonius	: $8 \times 0,05 = 0,4$
c. CC'	: 132,5 mm
Skala utama	: 132
Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$
d. DD'	: 114, 5
Skala utama	: 114
Skala nonius	: $10 \times 0,05 = 0,5$