

**UJI ANTAGONIS *Trichoderma harzianum* TERHADAP *Phytophthora palmivora* PADA BUAH KAKAO SEBAGAI PENUNJANG MATA  
KULIAH MIKOLOGI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh**

**Virda Afrina**

**NIM. 170207089**

**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 *TRICHODERMA HARZIANUM*  
TERHADAP *PHYTHOPHTHORA PALMIVORA* PADA BUAH  
KAKAO SEBAGAI PENUNJANG 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-I)  
Prodi Pendidikan Biologi

**Diajukan Oleh**

**Virda Afrina**

**NIM. 170207089**

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

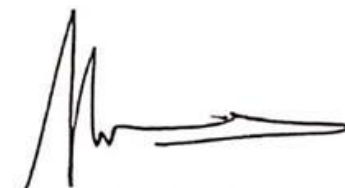
**Disetujui Oleh :**

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



**Mulyadi.,S.Pd., M.Pd.**  
NIP. 198212222009041008

**UJI ANTAGONIS *Trichoderma harzianum* TERHADAP *Phytophthora palmivora* PADA BUAH KAKAO SEBAGAI PENUNJANG 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 :

Senin, 31 Juli 2023

13 Muharram 1445 H

**Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi**

Ketua,

Zuraidah, S.Si., M.Si

NIP. 197704012006042002

Setretaris,

Mulyadi, S.Pd, I, M.Pd

NIP. 19821222009041008

Penguji I,

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

NIDN. 2019118601

Penguji II,

Cut Ratna Dewi, M.Pd

NIP. 198809072019032019

Mengetahui,

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



Prof. Safrul Mulok, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D

NIP. 19730102 199703 1 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Virdea Afrina

NIM : 170207089

Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul : Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Miologi

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



Virdea Afrina

## ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan jenis tanaman perkebunan penting yang termasuk dalam famili *Stercukiacea*. Penyakit buah kakao hingga saat ini masih sulit dikendalikan, salah satunya ada *Phytophthora palmivora* yang merupakan patogen penyebab busuk buah. Tanaman kakao membutuhkan pencegahan agen hayati yang ramah lingkungan salah satunya adalah jamur *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* suatu jamur dapat menjadi agen biokontrol karena sifatnya antagonis bagi jamur lainnya. Penelitian ini yaitu untuk melihat bagaimana kemampuan jamur *Trichoderma harzianum* dalam menghambat jamur pembusuk buah kakao. Kemudian bagaimana uji kelayakan serta Respon mahasiswa terhadap produk hasil penelitian. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan jamur *Trichoderma harzianum* dalam menghambat pertumbuhan jamur pembusuk buah kakao, serta mengkaji hasil kelayakan dan respon terhadap produk penelitian. Penelitian dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah UIN Ar-Raniry. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan metode RAL dengan 3 pengulangan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma harzianum* mampu menghambat jamur pembusuk buah kakao tertinggi terdapat pada pengulangan ke 2 dengan persentase 37,40%. Penelitian ini menghasilkan output berupa Buku Ajar yang akan di uji kelayakan oleh 1 validator media dan 1 validator materi dengan hasil 81% kategori Sangat Layak, serta pengambilan respon mahasiswa terhadap buku ajar menghasilkan 81% dengan kategori sangat baik.

**Kata Kunci :** Uji Antagonis, *Trichoderma harzianum*, *Phytophthora palmivora*, Agens hayati, Kakao.



## 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 *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada buah kakao sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi”

Shalawat dan salam penulis sanjung sajikan kepada junjungan kita nabi Muhamad SAW yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada umat manusia di muka bumi ini, 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 nasehat, bimbingan, saran dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Mulyadi, S.Pd., M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Terima kasih saya ucapkan kepada rekan atau sahabat/teman saya dini izzati, yunita rahayu, sri ariska, putri intan maulani, afin dewi fitria, febi shofiana yurifa, serta teman seperjuangan angkatan 2017 yang selalu mengiringi perjalanan penulis dalam mengukir cerita suka maupun duka.

Teristimewa penulis ucapkan kepada Ayahanda Tercinta Darwis.S dan Ibunda tercinta Nazariah, adik yang paling sayang adek Putri Amirra, Zatil Amayra, M.Amshar dan seluruh keluarga yang telah senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dukungan, semangat, serta motivasi, baik berupa materi maupun non-materi selama penulis menempuh pendidikan. Semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahan 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'alamin.

Banda Aceh, 27 Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

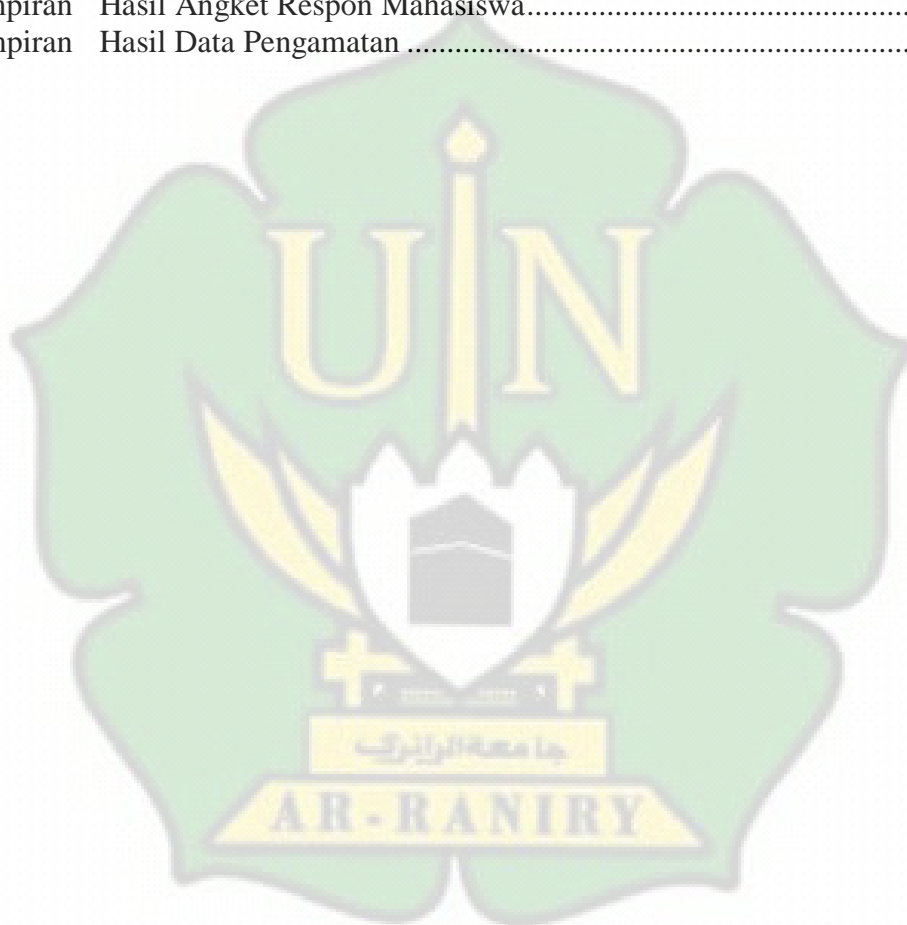
<b>HALAMAN SAMPUL JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat Penelitian .....	9
E. Defenisi Operasional .....	9
<b>BAB II LANDASAN TEORITIS.....</b>	<b>13</b>
A. Pengertian Kakao.....	13
B. Morfologi Kakao .....	13
C. Penyakit Kakao .....	14
D. Agen Bio Hayati .....	16
E. Uji Antagonis.....	17
F. Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> .....	18
G. Spesies <i>Trichoderma</i> .....	19
H. Morfologi <i>Trichoderma harzianum</i> .....	21
I. Ekolog <i>Trichodeharzianum</i> .....	22
J. Penunjang Mata Kuliah Mikologi .....	23
K. Uji Kelayakan .....	24
L. Respon Mahasiswa .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
A. Rancangan Penelitian .....	27
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
C. Alat dan Bahan Penelitian .....	28
D. Prosedur Penelitian .....	29
E. Bagan Kerja .....	31
F. Teknik Pengumpulan Data .....	32
G. Instrumen Penelitian .....	33
H. Teknik Analisis Data .....	34



<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
A. Hasil Penelitian.....	38
1. Peremajaan Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> .....	38
2. Peremajaan Jamur <i>Phytophthora palmivora</i> .....	42
3. Uji Antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> dengan <i>Phytophthora palmivora</i> .....	43
4. Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar Uji Antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> Terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> pada Buah Kakao.....	63
5. Kelayakan output hasil penelitain uji Antagonis .....	64
6. Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Buku Ajar Uji Antagonis.....	67
B. Pembahasan .....	71
1. Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> .....	71
2. Jamur <i>Phytophthora palmivora</i> .....	73
3. Uji Antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> dengan <i>Phytophthora palmivor</i> .....	73
4. Bentuk Output Hasil Uji Kelayakan Buku Ajar.....	80
5. Hasil Kelayakan Output Uji Antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> Terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> .....	81
6. Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Buku Ajar Uji Antagonis <i>Trichoderma harzianum</i> Terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> pada Buah Kakao.....	82
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>84</b>
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSKATA .....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>91</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>106</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Surak Keterangan Pembimbing.....	91
Lampiran	Surat Telah Melakukan Penelitian .....	92
Lampiran	Surat Bebas Laboratorium.....	93
Lampiran	Validasi Materi.....	94
Lampiran	Validasi Media .....	98
Lampiran	Foto Hasil Peneltian .....	101
Lampiran	Hasil Angket Respon Mahasiswa.....	105
Lampiran	Hasil Data Pengamatan .....	107

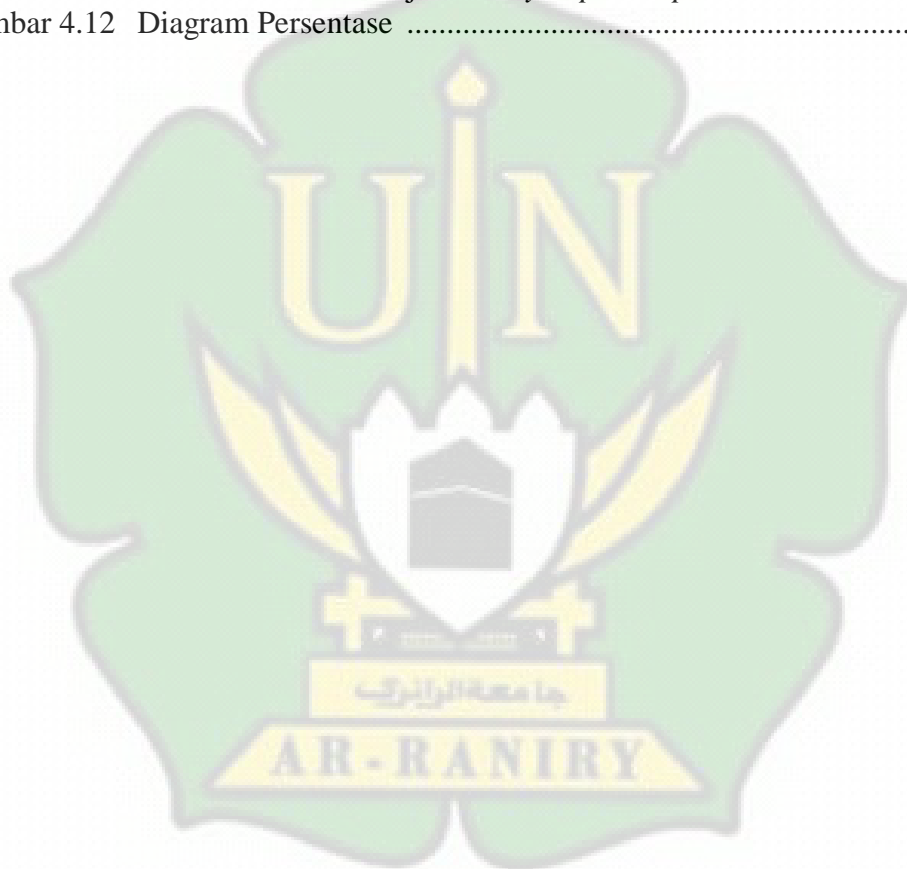


## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat Dan Bahan Yang Akan Digunakan Dalam Penelitian .....	28
Tabel 3.2	Skor Penilaian Indikator .....	36
Tabel 3.3	Kategori Kelayakan Berdasarkan Kriteria .....	37
Tabel 3.4	Kriteria Angket Respon Mahasiswa .....	38
Tabel 4.1	Hasil Peremajaan Jamur Endofit.....	40
Tabel 4.2	Hasil Peremajaan Jamur Patogen.....	42
Tabel 4.3	Uji Antagonis Hari Pertama.....	44
Tabel 4.4	Uji Antagonis Hari Kedua .....	46
Tabel 4.5	Uji Antagonis Hari Ketiga .....	48
Tabel 4.6	Uji Antagonis Hari keempat .....	50
Tabel 4.7	Uji Antagonis Hari kelima .....	53
Tabel 4.8	Uji Antagonis Hari keenam .....	55
Tabel 4.9	Uji Antagonis Hari ketujuh .....	56
Tabel 4.10	Diameter Trichoderma harzianum .....	58
Tabel 4.11	Diameter Phythopthora palmivora.....	59
Tabel 4.12	Persentase Uji Antagonis .....	61
Tabel 4.13	Validator Ahli Materi .....	64
Tabel 4.14	Respon Mahasiswa .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gejala Busuk Buah Kakao.....	16
Gambar 2.2	Biji Kakao Yang Terseang Penyakit .....	16
Gambar 2.3	<i>Trichoderma harzianum</i> .....	21
Gambar 2.4	Koloni <i>Trichoderma harzianum</i> Pada Media PDA .....	22
Gambar 3.1	Bagan kerja .....	31
Gambar 4.10	Grafik Pertumbuhan Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> .....	59
Gambar 4.11	Grafik Pertumbuhan jamur <i>Phytophthora palmivora</i> .....	60
Gambar 4.12	Diagram Persentase .....	62



# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan jenis tanaman perkebunan penting yang termasuk dalam famili *Stercukiaceae* dan Indonesia salah satu negara pembudidaya tanaman kakao paling luas didunia.<sup>1</sup>Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembapan tinggi dan relatif tetap. Dalam habitat seperti ini, tanaman kakao juga banyak terserang berbagai macam penyakit.

Tanaman kakao terdapat berbagai macam penyakit yang dapat meyerangnya, diantaranya terdapat penyakit busuk buah, penyakit kanker, penyakit antraknoksa, penyakit jamur upas, penyakit jamur akar, penyakit pembuluh kayu (*Vascular Steak Dieback*).<sup>2</sup> Penyakit buah kakao hingga saat ini masih sulit dikendalikan, salah satunya ada *Phytaphora palmivora* yang merupakan patogen penyebab busuk buah, kanker batang, dan hawar daun pada tanaman kakao. Jamur *Phytaphora palmivora* menyebar dari satu buah ke buah yang lain melalui beberapa cara, terutama melalui percikan air hujan, hubungan langsung

---

<sup>1</sup> Wahyudi, "Sejarah dan Prospek dalam Panduan Lengkap Kakao", (Jakarta: Penebar Swadaya, 2009), h. 11-12.

<sup>2</sup>Syahirul Alim, dkk, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani", *Jurnal DMSI*, Vol.1 , No. 4, (2020), h. 1-2.



antara buah sakit dan buah sehat, melalui perantara hewan.<sup>3</sup> Tanaman kakao membutuhkan pencegahan agen hayati yang ramah lingkungan.

Ancaman serangan penyakit buah kakao cepat berkembang pada areal pertanaman kakao, sehingga membutuhkan areal pencegahan lebih awal. Buah terkena penyakit tersebut dapat dilakukan pengendalian dengan agen hayati yang ramah lingkungan.<sup>4</sup>. Salah satu agen hayati yang ramah lingkungan memerlukan uji antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan jamur.

Uji antagonis merupakan uji yang dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur patogen dan jamur endofit pada media yang sama untuk mengetahui aktivitas suatu mikroorganisme, Uji antagonis juga bisa diartikan untuk menguji kemampuan agen antagonis dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman.<sup>5</sup>. Jamur yang bersifat antagonis dalam pengujian antagonis salah satunya *Trichoderma harzianum* dan dikenal dengan jamur endofit dalam menekan jamur patogen.

Pengujian jamur antagonis *Trichoderma harzianum* efektif dalam menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao. *Trichoderma harzianum* dimanfaatkan sebagai agen hayati untuk pengendalian jamur patogen

---

<sup>3</sup>Guest, keane, "A New Encounter Disease of Cacao In Papua New Guinea and southeast Asia Caused by the Obligate Basidiomycete *Oncobasidium Theobrome*", (The America: Phytopathology Society, 2007), h. 165

<sup>4</sup> Baharurudin , Muh asad, "Efektifitas Pengendalian *Phytophthora palmivora* dengan Agensia Hayati Terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao", *Jurnal Menara Perkebunan*, Vol. 1, No. 9, (2017) , h. 10. DOI <http://dx.doi.org/10.22302/iribb.mp.v85i1.230>.

<sup>5</sup> Dirayah Rauf Husain, dkk, "*Bakteri Endosimbion Cacing Tanah*", (Yogyakarta: Deepublish, 2008), h. 52

*Phytophthora palmivora* pada tanaman kakao.<sup>6</sup> Jamur ada memiliki sifat berbeda, antaranya ada saprofit, parasite dan simbiosis yang saling menguntungkan.

*Tichoderma harzianum* suatu jamur dapat menjadi agen biokontrol karena sifatnya antagonis bagi jamur lainnya. Aktifitas antagonis tersebut meliputi persaingan, parasitisme, predasi, atau pembentukan toksin seperti antibiotik. *Tricodermaharzianum* juga termasuk jamur yang habitatnya di tanah, termasuk kelas Ascomycetes yang mempunyai spora hijau.<sup>7</sup> Berkaitan dengan antagonisme antara jamur endofit dan dan jamur patogen dapat ditemukan dalam surah alquran.

**Sebagaimana firman Allah swt dalam Al-Qur'an surah az-zumar ayat 21 :**

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ  
يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ  
حُطًّا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya : “Apakah engkau tidak memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan-Nya tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian menjadi kering, lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sungguh,

<sup>6</sup>Sudantha, “Pengaruh Aplikasi Jamur *Trichoderma* sp dan Serasa Dalam Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Tanaman Vanili terhadap Penyakit Busuk Batang Fusariu”, *Jurnal Agroteksos* , Vol. 20. (2010), h. 9.

<sup>7</sup>Shuster, A Shomoo, “*Biology and Biotechnology of Trichoderma* “ , (Tricobial: Biotechnol, 2010), h. 787-789.

pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal sehat.” (QS.Az-Zumar : 21)<sup>8</sup>

Pada ayat ini Allah memerintahkan manusia memikirkan salah satu dari suatu proses kejadian di alam ini, yaitu proses turunnya hujan dan tumbuhnya tanam-tanaman di permukaan bumi ini. Kalau diperhatikan seakan-akan kejadian itu merupakan suatu siklus yang dimulai pada suatu titik dalam suatu lingkaran, dimulai dari adanya sesuatu, kemudian berkembang menjadi besar, kemudian tua, kemudian meninggal atau tiada, salah satu penyebabnya adalah jamur, kemudian mulai pula suatu kejadian yang baru lagi dan begitulah seterusnya sampai kepada suatu masa yang ditentukan Allah, yaitu masa berakhirnya kejadian alam ini.

Dari ayat tersebut kita dapat menyimpulkan suatu pelajaran tentang bagaimana Allah menciptakan tumbuhan yang beragam jenis dan warna yang berbeda-beda salah satunya jamur, yang memiliki manfaat sebagai pengurai dan bahkan sebagai parasit. Jamur juga dapat menjadi manfaat bagi orang yang mengetahuinya. Jamur yang bersifat parasit dapat merugikan tanaman sehingga menyebabkan kerusakan dan kemudian tanaman tersebut mati<sup>9</sup>.

Uji antagonisme antara jamur patogen dan jamur endofit termasuk kedalam mata kuliah mikologi yang mempelajari tentang Protista eukariotik

---

<sup>8</sup>Dapartemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahaannya*, Bandung: Dipenogoro, 2005, hal.368.

<sup>9</sup> Dapartemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahaannya*, Bandung: Dipenogoro, 2005, hal.368.

dan non eukariotik. Mikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang Protista eukariotik non fotosintetik yang disebut fungi. Fungi atau jamur adalah mikroorganisme heterotrof yang memanfaatkan bahan atau senyawa organik sebagai nutrisinya. Fungi juga disebut organisme yang bersifat saprofit, yaitu organisme yang mampu menghancurkan atau mengurai sisa-sisa metabolisme mati seperti tumbuhan dan hewan menjadi lebih sederhana.<sup>10</sup> Materi yang bersangkutan dengan penelitian ini tentang isolasi dan identifikasi fungi mikroskopis, Salah satu jamur nya adalah *Phytophthora palmivora* sebagai jamur patogen dan *Trichoderma harzianum* jamur endofit keduanya merupakan jamur yang berbeda *Phytophthora palmivora* pembusuk buah kakao yang merugikan para petani kakao, sehingga membutuhkan agen hayati.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Dosen mata kuliah Mikologi di dapatkan informasi bahwa penelitian untuk materi isolasi dan identifikasi jamur terutama untuk uji antagonis antara jamur patogen dan jamur endofit belum pernah dilakukan di kalangan mahasiswa UIN Ar-Raniry, pembelajaran umumnya lebih kepada penjelasan tentang isolasi dan identifikasi jamur , sedangkan untuk uji antagonis antara jamur patogen dan jamur yang endofit masih sangat sedikit dipelajari biasanya hanya penjelasan secara singkat, sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk menambah

---

<sup>10</sup> Burhanuddin Ihsan, “*Dasar-Dasar Mikrobiologi*”, (Sumatra Barat: Insan Cendekia Mandiri, 2021), h. 19-20.

referensi dalam materi isolasi dan identifikasi jamur pada mata kuliah mikologi agar memudahkan mahasiswa dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh di peroleh informasi bahwa pada materi isolasi dan identifikasi jamur khususnya uji antagonis antara jamur dan jamur masih kurang dipelajari, umumnya penjelasan hanya mengenal jamur saprofit dan parasit. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian uji antagonis antara jamur patogen dengan jamur endofit , agar menghasilkan output berupa Buku Ajar untuk menunjang kegiatan pembelajaran pada materi Isolasi dan Identifikasi Jamur.<sup>11</sup>

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, oleh Yusuf Tayala, dkk, “Uji Efektifitas *Trichoderma harzianum* terhadap perkembangan penyakit antraknosa (*coelleotric musae*) pada buah pisang menyatakan bahwa penggunaan jamur *Trichoderma harzianum*, Sebagai agen antagonis karena mempunyai kemampuan antagonis yang tinggi yang cukup baik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen”. Adapun penelitian yang membedakan antarapenelitian tersebut dan yang akan saya teliti meliputi uji antagonis antara jamur pada buah kakao yang terserang jamur patogen.

---

<sup>11</sup>Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Tanggal 5 Oktober 2021.



Menurut Fifi Puspita, dkk, tentang “Kompatibilitas dan Daya Hambat Konsorsium *Trichoderma harzianum*, Endofit Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*” menyatakan bahwa *Phytophthora palmivora* suatu patogen tular dalam tanah yang dapat membentuk klamidospora, dapat mengatasi masalah tersebut dengan agen hayati salah satunya *Trichoderma harzianum*. Adapun penelitian yang membedakan antara penelitian tersebut dan yang akan saya teliti meliputi uji antagonis antara jamur pada buah kakao yang terserang jamur patogen untuk melihat kemampuan *trichoderma harzianum* dalam menghambat jamur patogen.

Perbedaan kedua penelitian diatas dengan penelitian yang akan saya teliti adalah yang akan saya teliti Uji Antagonis jamur patogen *Phytophthora palmivora* dengan *Trichoderma harzianum* untuk melihat agen hayati yang antagonis menekan jamur patogen pembusuk buah kakao, sehingga menjadi agen hayati atau cara para petani untuk mencegah jamur patogen tersebut, serta penelitian diharapkan menjadi sebuah pengembangan produk dari penelitian-penelitian selanjutnya.

Berdasarkan latar belakang dan kajian penelitian yang relevan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “**Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi**”

## B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Kemampuan jamur *Trichoderma harzianum* Dalam menghambat pertumbuhan jamur pembusuk buah kakao?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan output yang dihasilkan pada Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *phytaphora palmivora* pada buah kakao?
3. Bagaimana respon mahasiswa terhadap output yang dihasilkan pada Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *phytaphora palmivora* pada buah kakao?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kemampuan jamur *Trichoderma harzianum* dalam menghambat pertumbuhan jamur pembusuk buah kakao.
2. Menganalisis hasil uji kelayakan output yang di hasilkan pada pada Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *phytaphora palmivora* pada buah kakao.
3. Mengkaji respon mahasiswa terhadap ouput yang dihasilkan pada pada Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *phytaphora palmivora* pada buah kakao.

#### D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 1. Teoretik

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan tentang uji antagonis jamur *Trichoderma harzianum* terhadap patogen buah kakao *Phytophthora palmivora* sebagai penunjang mata kuliah mikologi.

##### 2. Praktik

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan tambahan pengetahuan mengenai uji antagonis antara jamur endofit *Trichoderma harzianum* dan jamur *Phytophthora palmivora* sebagai penunjang mata kuliah mikologi sehingga dapat dijadikan dan di manfaatkan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode yang lebih menarik lagi.

#### E. Definisi Operasional

##### 1. Uji Antagonis.

Uji antagonis merupakan uji yang dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur patogen dan jamur endofit pada media pada media yang sama untuk mengetahui aktivitas suatu mikroorganisme<sup>12</sup>. Uji Antagonis yang dimaksud dalam penelitian adalah pengujian antara jamur yang patogen dan jamur endofit untuk mengetahui kemampuan agen antagonis antara kedua jamur tersebut.

---

<sup>12</sup>Dirayah Rauf Husain, dkk, "Bakteri Endosimbion Cacing Tanah", (Yogyakarta: Deepublish, 2008), h. 52

## 2. *Trichoderma harzianum*

*Trichoderma harzianum* suatu jamur juga dapat menjadi agen biokontrol karena sifatnya antagonis bagi jamur lainnya.<sup>13</sup> *Trichoderma harzianum* yang dimaksud adalah *Trichoderma harzianum* yang langsung diambil sampel dari tanah dan kemudian di isolat.

## 3. *Phytophthora palmivora*

*Phytophthora palmivora* adalah cendawan yang menyebabkan penyakit pada tanaman kakao. cendawan ini tergolong penting dalam budidaya tanaman kakao karena dapat menyebabkan busuk buah. Tidak hanya buah yang membusuk tetapi biji dalam buah juga membusuk sehingga biji kakao tidak bisa dimanfaatkan.<sup>14</sup> *Phytophthora palmivora* yang dimaksud adalah *Phytophthora palmivora* yang di isolat dari buah kakao busuk yang sudah terkontaminasi langsung.

## 4. Penunjang Mata Kuliah Mikologi

penunjang mata kuliah adalah sumber acuan atau petunjuk yang akan memperlancar.<sup>15</sup> Penunjang yang dimaksud adalah berupa buku ajar yang dapat digunakan sebagai petunjuk mata kuliah mikologi pada materi uji Antagonis jamur endofit dengan jamur patogen..Mikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang Protista eukariotik non fotosintetik yang disebut fungi.

---

<sup>13</sup> Shuster, A Shomoo, “*Biology and Biotechnology of Trichoderma* “, (Tricobial: Biotechnol, 2010), h. 787-789.

<sup>14</sup> Suharjo, T.N Aeny, “ Eksplorasi Potensi Gulma Siam Sebagai Biofungisida Pengendali *Phytophthora palmivora* yang di Isolasi dari Buah Kakao” , *Jurnal HPT Tropika*, Vol. 11, No. 2, (2011), h. 201-202

<sup>15</sup> Tim Kashiko, *Kamus Lengkap Biologi*, (Surabaya: Kashiko, 2004), h. 533-535.

## 5. Uji Kelayakan.

Uji kelayakan merupakan suatu langkah yang dilakukan untuk menguji atau mengetahui apakah produk penelitian yang dihasilkan layak digunakan sebagai penunjang mata kuliah. Uji kelayakan adalah percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan data awal tentang kualitas bahan ajar yang sudah disahkan oleh ahli yang dapat memberikan penilaian kelayakan secara terstruktur terhadap produk yang akan digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.<sup>16</sup> Uji kelayakan yang dimaksud adalah uji kelayakan yang akan dilakukan oleh tim ahli media dan materi dengan indikator penilaian sangat layak sampai sangat tidak layak.

## 6. Respon Mahasiswa

Respon adalah tanggapan, reaksi atau jawaban terhadap suatu gejala atau peristiwa yang terjadi.. Dukungan akan menimbulkan rasa tidak senang. Kecenderungan rasa senang atau tidak senang akan memancing kekuatan kehendak atau kemauan.<sup>17</sup> Respon adalah jawaban, menjawab, reaksi atau tanggapan seseorang terhadap sesuatu.<sup>18</sup> Respon mahasiswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah menganalisis tanggapan mahasiswa terhadap buku ajar yang dihasilkan pada penelitian ini dengan memberikan beberapa

---

<sup>16</sup> Yosi Wulandari dan Wachis Purwanto, "Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", *Jurnal Gramatika*, Vol. 3, No. 2, (2017), h. 172.

<sup>17</sup> Wasty Soemanto, *Psikologi Pendidikan*, (Jakarta : PT Rhineka Cipta, 2003), h. 25.

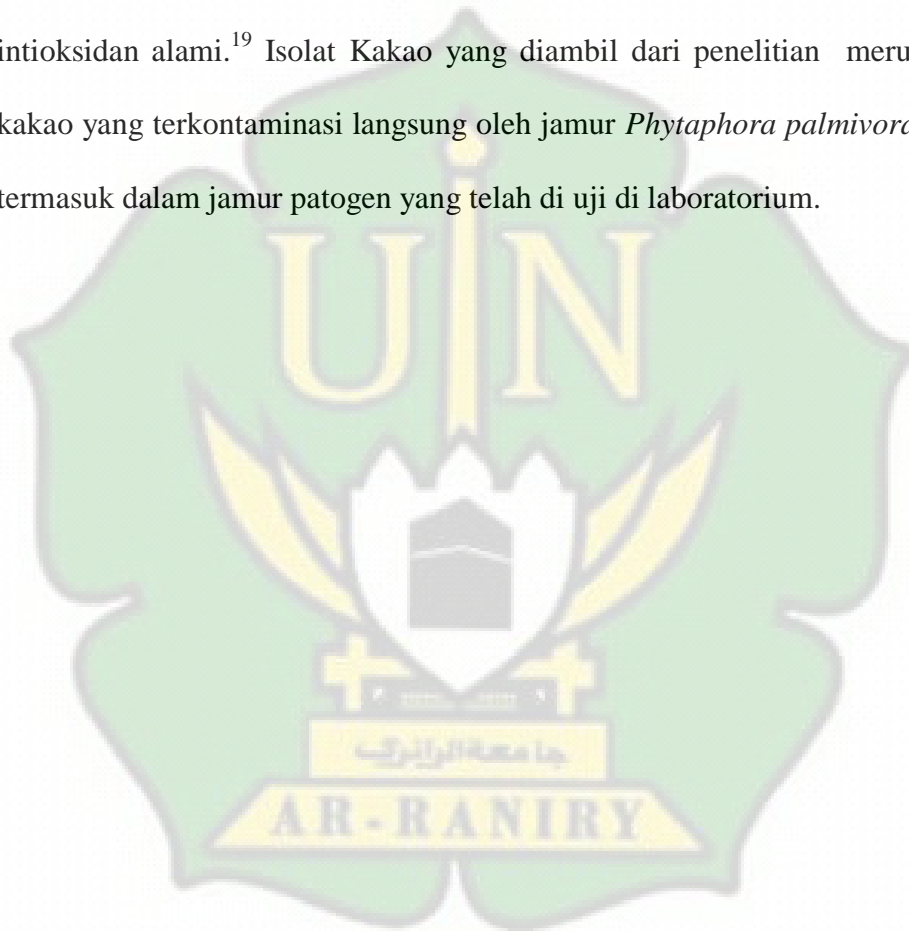
<sup>18</sup> Sulistyio Anggoro dan Chandra A.P, *Kamus Besar Lengkap Inggris-Indonesia*, (Solo: Delima, 1998), h. 123



pertanyaan dalam sebuah angket tentang kepraktisan penggunaan media bahan ajar.

#### 7. Buah Kakao

Kakao adalah suatu pohon yang di budidayakan oleh sejumlah masyarakat Indonesia, sehingga di olah menjadi coklat yang mengandung antioksidan alami.<sup>19</sup> Isolat Kakao yang diambil dari penelitian merupakan kakao yang terkontaminasi langsung oleh jamur *Phytaphora palmivora* yang termasuk dalam jamur patogen yang telah di uji di laboratorium.



---

<sup>19</sup>Puspita sari, dkk, “ Karakteristik Kimia Sensori dan Stabilitas Polifenol Minuman Cokelat Rempah”, *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 9, No. 1, (2015), h. 54.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORITIS**

#### **A. Pengertian Kakao**

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan Indonesia yang dapat diolah menjadi produk kakao dan cokelat yang mengandung antioksidan alami.<sup>20</sup> Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembapan tinggi dan relatif tetap. Dalam habitat seperti ini, tanaman kakao akan tumbuh tinggi tetapi bunga dan buahnya sedikit.<sup>21</sup>

#### **B. Morfologi kakao**

Tanaman kakao berbentuk pohon tinggi dapat mencapai 4,5 – 7 meter setelah berumur 12 tahun. Tanaman kakao memiliki sistem perakaran tunggang yang merupakan salah satu ciri umum dari tanaman dikotil.

Tanaman kakao bersifat dimorfisme, yaitu memiliki 2 pola percabangan. Cabang yang arah pertumbuhannya ke atas disebut cabang ortotrop, sedangkan cabang yang arah pertumbuhannya ke samping disebut cabang plagiotrop. Tanaman kakao yang masih muda memiliki batang yang lurus, namun pada umur selitar 110 bulan akan membentuk cabang plagiotrop.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup>Puspita sari, dkk, “ Karakteristik Kimia Sensori dan Stabilitas Polifenol Minuman Cokelat Rempah”, *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 9, No. 1, (2015), h. 54.

<sup>21</sup>Lukito AM, dkk, “*Buku Pintar Budi Daya Kakao*,” (Jakarta Selatan: Agro Media Pustaka, 2010), h. 14.

<sup>22</sup> Prawoto, winarsih, “*Mengenal tanaman kakao*”, (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2010), hal 17-18.

Tanaman kakao termasuk tanaman tahunan yang dimulai berbunga setelah berumur 3 tahun. Puncak produksi berbunga terjadi setelah 4-5 tahun.<sup>23</sup>

### C. Penyakit Kakao

Penyebab rendahnya produksi tanaman kakao karena terserangnya penyakit, penyebab penyakit yang sering dijumpai adalah jamur. Sedangkan bakteri dan virus jarang dijumpai dan tidak menimbulkan kerusakan yang berarti.

Gejala penyakit busuk buah kakao yang dapat timbul pada berbagai umur buah, warna buah berubah umumnya mulai dari ujung buah atau dekat tangkai yang cepat meluas keseluruh buah. Akhirnya buah menjadi hitam, pada permukaan buah buah yang sakit dan menjadi hitam tadi timbul lapisan bertepung, terdiri jamur –jamur sekunder yang banyak membentuk spora.<sup>24</sup>

Tanaman kakao terdapat berbagai macam penyakit yang dapat meyerangnya, diantaranya terdapat penyakit busuk buah, penyakit kanker, penyakit antraknoksa, penyakit jamur upas, penyakit jamur akar, penyakit pembuluh kayu (*Vascular Steak Dieback*).<sup>25</sup> Gejala penyakit yang terjadi salah satunya jamur *Phytophthora palmivora* yang dapat menyebabkan buah kakao busuk.

Penanganan hama pada tanaman kakao pada umumnya petani masih menggunakan insektisida kimiawi. Penggunaan insektisida kimiawi yang tidak

---

<sup>23</sup> Pudji Rahardjo, “Benih Bibit dan Kakao Unggul”, (Jakarta: Niaga Swadaya,2011), hal. 26-27.

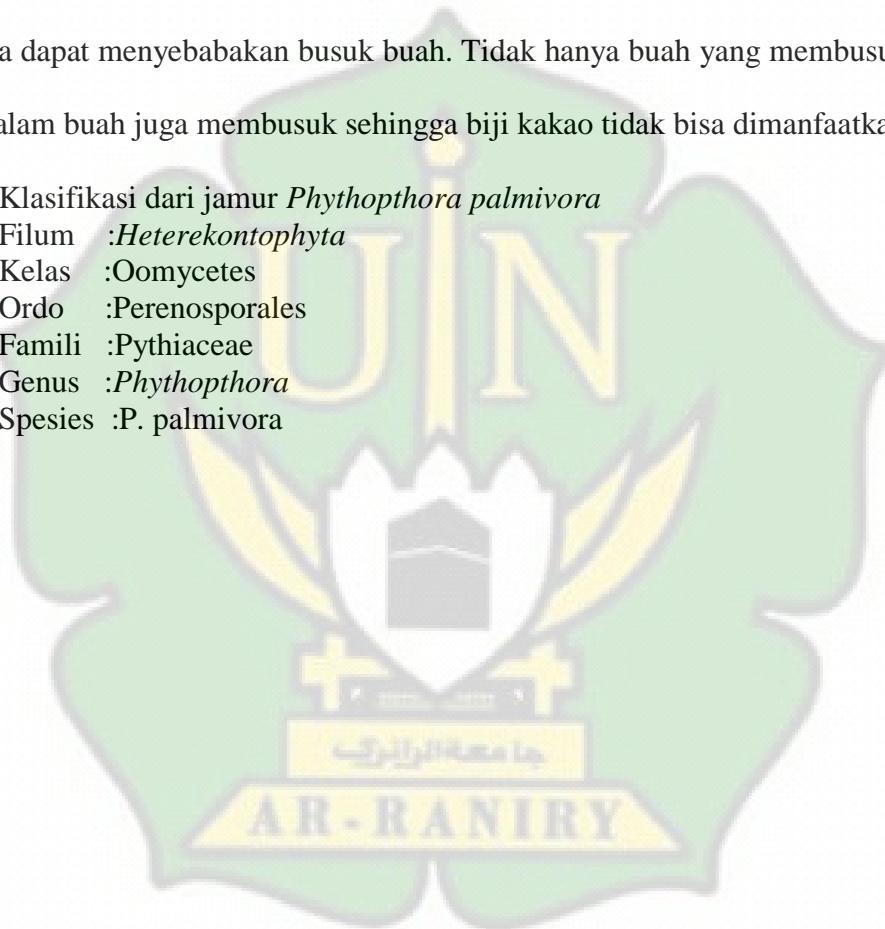
<sup>24</sup>Yuza Defitri, “ Penyakit Busuk Buah Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*) Serta Presentase Serangannya di Desa Betung Kecamatan Ilir Kabupaten Muaro Jambi “ , *Jurnal Media Pertanian* , Vol. 2, No. 2, h. 99.

<sup>25</sup>Syahirul Alim, dkk, ”Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani”, *Jurnal DMSI*, Vol.1 , No. 4, (2020), h. 1-2.

tepat akan membawa dampak yang buruk, lebih merugikan di banding manfaat yang dihasilkan antara lain dapat menyebabkan timbulnya resistensi hama sekunder, pencemaran lingkungan.<sup>26</sup>

*Phythapora palmivora* adalah cendawan yang menyebabkan penyakit pada tanaman kakao.cendawan ini tergolong penting dalam budidaya tanaman kakao karena dapat menyebabkan busuk buah. Tidak hanya buah yang membusuk tetapi biji dalam buah juga membusuk sehingga biji kakao tidak bisa dimanfaatkan.<sup>27</sup>

Klasifikasi dari jamur *Phythopthora palmivora*  
 Filum :*Heterekontophyta*  
 Kelas :Oomycetes  
 Ordo :Perenosporales  
 Famili :Pythiaceae  
 Genus :*Phythopthora*  
 Spesies :*P. palmivora*




---

<sup>26</sup>Siswanto, Elna Karmawati, “Pengendalian Hama Utama Kakao Dengan Pestisida Nabati Dan Agens Hayati” , *Jurnal Perspektif*, Vol. 11, No.2, ( 2012) ,h.104.

<sup>27</sup>Suharjo, T.N Aeny, “ Eksplorasi Potensi Gulma Siam Sebagai Biofungisida Pengendali *Phtaphora palmivora* yang di Isolasi dari Buah Kakao” , *Jurnal HPT Tropika*, Vol. 11, No. 2, (2011), h. 201-202

Adapun gambar dibawah ini merupakan buah kakao yang terserang penyakit:



Gambar 2.1. Gejala busuk Buah Kakao



Gambar 2.2. Biji Kakao yang Terserang Penyakit<sup>28</sup>

#### D. Agen Biohayati

Pengendalian hayati merupakan salah satu teknologi pengendalian hama penyakit yang ramah terhadap lingkungan karena menggunakan organisme yang berasal dari alam (baik residen maupun introduksi) dan pengendalian hayati mempunyai berbagai mekanisme yang memberikan efek langsung atau maupun tidak langsung terhadap perkembangan patogen penyakit.

<sup>28</sup>Denisa Cikita,dkk, “Uji Antagonis *trichoderma* sp Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Kakao”, *Jurnal Protobiont*, Vol.5, No. 3, (2016), hal. 5.

Pengendalian hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman umumnya menggunakan agens hayati bersifat antagonis terhadap patogen, baik itu berupa bakteri maupun fungi. Fungi non patogenik yang sudah banyak dimanfaatkan sebagai agens hayati yaitu *Trichoderma harzianum*.

Selain itu juga ada agen hayati lainnya *Aspergillus* sp yang telah terseleksi sebagai fungi antagonis yang efektif dalam menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* ,dan sudah banyak agens hayati yang pengendaliannya mendapat kan hasil seperti *Trichoderma* sp, *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium*.<sup>29</sup>

#### **E. Uji Antagonis**

Uji antagonis merupakan uji yang dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur patogen dan jamur endofit pada media yang sama untuk mengetahui aktivitas suatu mikroorganisme, dengan itu uji antagonis dapat diartikan untuk menguji kemampuan agens antagonis dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman.<sup>30</sup> Uji antagonis jamur *Trichoderma harzianum* dengan jamur patogen dilakukan untuk melihat kemampuan dari *Trichoderma harzianum* itu sendiri dalam menghambat jamur patogen dalam pembusukan buah kakao, sehingga diharapkan agar para petani dapat mengambil teknik agen hayati yang ramah lingkungan ini dalam mencegah jamur pembusuk buah kakao. Penelitian ini

---

<sup>29</sup>Mardiana upara, dkk, “Formulasi *Aspergillus* sp. Sebagai Agen Pengedali Hayati Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Pada Kakao Dalam Bentuk Sediaan Tablet”, *Jurnal Biocelebes*, Vol. 6, No. 2. (2012), h. 113-114.

<sup>30</sup>Dirayut Rauf, dkk, “ *Bakteri endosimbiom cacing tanah*”, (Yogyakarta: Deepublish, 2021), h. 52.



menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) untuk melihat bagaimana uji antagonis jamur endofit terhadap jamur patogen tersebut.

## **F. Jamur *Trichoderma harzianum***

### a. Potensi mekanisme antagonis *Trichoderma harzianum*

*Trichoderma harzianum* merupakan jamur yang berperan sebagai antagonis terhadap jamur penyebab penyakit. Berperan sebagai pengendalian penyakit tanaman secara biologis dimana aplikasi secara umumnya adalah dengan mengadakan inokulasi pada bagian tanaman yang akan diuji.<sup>31</sup>

Sifat dan mekanisme kerja antagonis *Trichoderma harzianum* yang dimaksud adalah antibiosis, lisis, kompetisi dan mikoparasit. Sifat baik dan efisiennya *trichoderma harzianum* untuk pengendalian secara hayati adalah dapat ditemukan diberbagai tempat, cepat dan dapat tumbuh di berbagai substrat, kisaran parasitisme terhadap patogen tumbuhan sangat luas, jarang bersifat patogen pada tumbuhan tinggi, kemampuan tinggi dalam kompetisi makanan, ruang, dapat menghasilkan antibiotik atau metabolit, sistem kerja enzim yang memungkinkan merusak pada berbagai jamur patogen.<sup>32</sup>

*Trichoderma harzianum* adalah jenis jamur yang dapat digunakan sebagai biofungisida yang didapatkan dengan mudah dari perakaran tanaman. Banyak diketahui *Trichoderma harzianum* dapat diandalkan untuk mengendalikan beberapa penyakit tanaman yang disebabkan oleh cendawan, kemampuan

---

<sup>31</sup>Rukmana, s.Saputra, *Penyakit Tanaman dan Teknik Pengendalian*, (Yogyakarta: Kanisius, 2005), h.23-26

<sup>32</sup>Djafaruddin, *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2000), h. 54.

antagonis yang teruji efektif saat ini sudah banyak digunakan oleh para petani dan mulai banyak dibiakkan.<sup>33</sup>

Klasifikasi jamur *Trichoderma harzianum*

Divisi : Ascomycota  
 Subdivisi : *Pezizomycota*  
 Kelas : *Sordariomycetes*  
 Ordo : *Hypocreales*  
 Famili : *Hypocreaceae*  
 Genus : *Trichoderma*

Suhu optimum untuk tubuh *Trichoderma* berbeda beda setiap spesiesnya yang dapat tumbuh temperatur rendah ada pula yang tumbuh pada temperatur tinggi kisarnya sekitar 7 celcius sampai 41 derajat celcius. *Trichoderma harzianum* dibiakkan dapat tumbuh cepat pada suhu 30-37 celcius, Perbedaan suhu sangat mempengaruhi produksi beberapa enzim seperti karboksimetil dan xilanase.

Pada *Trichoderma harzianum* sudah terbukti cukup efektif dalam mengendalikan penyakit tanaman, kemampuan antagonisnya mampu menekan penyakit tanaman 80%, juga mampu mempertahankan persentase Bunga menjadi buah sebanyak 71,4% serta juga terbukti dapat meningkatkan produksi tanaman karena *Trichoderma harzianum* mampu berinteraksi dengan akar tanaman sehingga meningkatkan hormone stimulator.<sup>34</sup>

<sup>33</sup>Urulal,dkk, “Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam dan Dedak sebagai Media perbanyak Agens Hayati *Tichoderma harzianum*”, *Jurnal Agrologia*, Vol, 1, No. 1, (2012), h.21-30.

<sup>34</sup>Chamzuri, Oktarina,dkk, “Keefektifan *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma viriens* untuk Mengendalikan Rizoctonia Solani pada Bibit Cabai (*Capsicum annum*), *Jurnal Agrista*, Vol. 17, No. 1, (2013), h. 12-17.

### G. Spesies *Trichoderma*

Ada beberapa spesies *Trichoderma* diantaranya *Harzianum*, *viride*, *Longibrachiatum*, *reesei*, *hamatum*, *koningi*. Masing-masing memiliki karakteristik dan kualitas, kualitas akan berbeda berdasarkan nutrisi yang diperoleh.

#### 1. *Trichoderma Harzianum*

Spesies yang paling umum dikenal dari jamur yang bermanfaat jamur ini menyukai suhu antara 30-37 derajat celcius, jamur ini digunakan sebagai biofungisida dan pengendalian hayati untuk sejumlah patogen jamur yang berbeda.

#### 2. *Trichoderma viride*

Satu satunya spesies *Trichoderma* yang sudah sangat lama di kenal sebagai penyakit jamur hijau mampu memecah kitin dan selulosa dan menggunakan sebagai sumber makanannya kemampuannya untuk memecah kedua senyawa tersebut membuatnya sangat mudah beradaptasi, spesies ini dapat tumbuh diatas kayu.

#### 3. *Trichoderma longibrachiatum*

Spesies *Trichoderma* yang paling baru ditemukan di Indonesia, di beberapa provinsi seperti Sulawesi dan aceh telah berhasil menemukan dan mengisolasi *trichoderma longibrachiatum* dari pertanaman kakao, namun hasil riset terhadap uji kemampuannya

menghambat perkembangan jamur patogen sangat lemah, sehingga di kategorikan sebagai spesies yang tidak berpotensi sebagai agen pengendalian hayati patogen tumbuhan.<sup>35</sup>

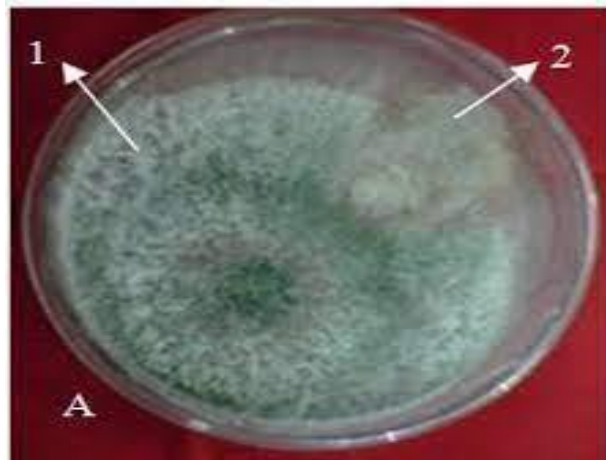
#### H. Morfologi *Trichoderma harzianum*

*Trichoderma harzianum* memiliki konidiofor yang bercabang-cabang teratur, tidak membentuk bekas, konidiofor jorong, bersek satu, dalam kelompok kecil terminal, kelompok konidium berwarna hijau biru. *Trichoderma harzianum* juga berbentuk oval, memiliki sterigma atau phialid tunggal dan berkelompok. *Trichoderma harzianum* pada media agar akan terlihat miseliumnya berwarna putih namun lama kelamaan akan berwarna hijau dan seluruh media akan dipenuhi dengan miseliumnya yang melingkar dan berwarna hijau. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan kerah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Klamidiospora umumnya ditemukan dalam miselia dari koloni yang sudah tua, terletak interkalar kadang terminal, umumnya bulat berwarna hitam, dan berdinding halus.<sup>36</sup>

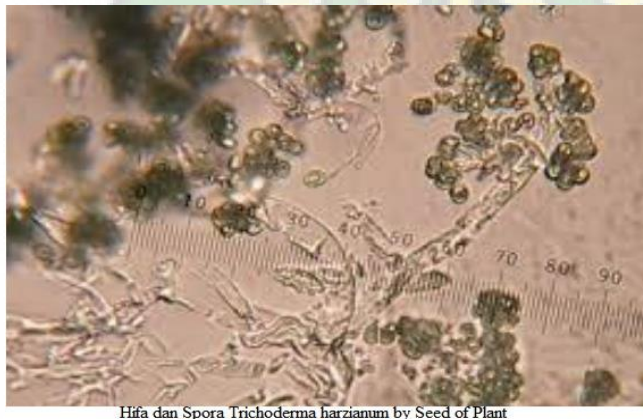
---

<sup>35</sup> Rina Sriwati, *Trichoderma si Agen Antagonis*, (Banda Aceh: Syiah Kuala University Press Darussalam, 2017), h. 8-10.

<sup>36</sup> Ismail N Tenrirawe, *Potensi Agens Hayati Trichoderma spp Sebagai Agens Pengendali Hayati*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2010), h. 32-35.



Gambar 2.3. *Trichoderma harzianum*



Hifa dan Spora *Trichoderma harzianum* by Seed of Plant

Gambar 2.4. Koloni *Trichoderma harzianum* pada media PDA<sup>37</sup>

### I. Ekologi *Trichoderma harzianum*

*Trichoderma harzianum* merupakan jamur yang ditemui pada semua jenis tanah dan habitat. Mampu beradaptasi pada berbagai macam suhu lingkungan, biasanya sering dijumpai di sekitar perakaran tanaman karena *Tricjoderma harzianum* merupakan jamur yang memanfaatkan bahan organik untuk

<sup>37</sup> Siti Khairunnisa. Dkk, " Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Phytophthora Palmivora*. Butl Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao" *Jurnal Protobiont*, Vol. 5, No. 3 (2016), H. 61-62.

kekangsungan hidupnya, sehingga dia juga banyak ditemui pada tempat-tempat yang mengandung bahan organik karena *Trichoderma harzianum* berperan sebagai decomposer. Suhu optimum untuk pertumbuhan *Trichoderma harzianum* adalah pada 15 derajat celcius – 31 derajat celcius, tetapi pertumbuhan terbaik rata- rata 30 derajat celcius dan untuk suhu maksimum 30 -36 celcius. Jamur *Trichoderma harzianum* membutuhkan sumber N dan C yang dapat di penuhi oleh monosakarida dan disakarida, polisakarida kompleks, purin, piramidin, dan asam amino.<sup>38</sup>

#### **J. Penunjang Mata Kuliah Mikologi**

Penunjang mata kuliah merupakan sumber acuan, rujukan, atau petunjuk dalam memperoleh informasi.<sup>39</sup> Output yang dihasilkan dari penelitian ini adalah buku ajar yang dapat digunakan sebagai penunjang mata kuliah dalam mata kuliah mikologi untuk mahasiswa pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Buku Ajar merupakan bahan ajar yang sangat penting karena digunakan dalam aktivitas belajar mengajar, hal ini sebagai pegangan untuk pengajar dalam memberikan suatu pembelajaran. Buku ajar biasanya ditulis dan disusun oleh pakar bidang terkait dan memenuhi kaidah buku teks serta diterbitkan secara resmi dan disebar luaskan.

---

<sup>38</sup> Widyanti, Efektifitas formulasi *Trichoderma harzianum* pada Berbagai Waktu Penyimpanan untuk Mengendalikan Penyakit Lanas Pada Tanaman Tembakau " *Jurnal Agromedia*, Vol.2 No, 1, (2014), h.23-24.

<sup>39</sup> Djunaidi, "Sumber Rujukan Sebagai Referensi yang Mendukung Karya Tulis Ilmiah Bagi Pustakawan", *Jurnal Kepustakawan dan Masyarakat Membaca*, Vol.33, No, 2,(2017),h.3.



Keuntungan buku ajar sebagai berikut, membantu pendidik dalam melaksanakan kurikulum karena disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku, dan menjadi pegangan dalam menentukan metode pengajaran, memberi kesempatan peserta didik untuk mengulangi pelajaran yang baru, memberi pengetahuan bagi peserta didik maupun pendidik.<sup>40</sup>

a. Karakteristik Buku Ajar

- 1) Secara formal, buku ajar diterbitkan tertentu dan memiliki ISBN.
- 2) Dalam penyusunan buku ajar memiliki dua misi utama, yaitu, optimalisasi pengembangan pengetahuan deklaratif, pengetahuan procedural, dan pengetahuan tersebut harus menjadi target utama dari buku pelajaran yang digunakan di sekolah.
- 3) Buku ajar dikembangkan oleh penulis dan penerbit buku dengan senantiasa mengacu pada apa yang sedang diprogramkan oleh kementerian pendidikan dan Kebudayaan
- 4) Kurikulum pendidikan nasional yang sedang berlaku.
- 5) Berorientasi pada ketrampilan proses menggunakan pendekatan kontekstual, teknologi, masyarakat, demonstrasi, dan eksperimen.
- 6) Memberi gambaran yang jelas tentang keterkaitannya dengan disiplin ilmu lainnya.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> Citra Azhariat Malasari, Azizil Fikri, "Pengembangan Buku Ajar Mata Kuliah Senam Lantai Bagi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Jasmani", *Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, Vol.4, No.2, (2021),h. 198-199.

## K. Uji Kelayakan

Uji kelayakan merupakan suatu langkah yang biasanya dilakukan untuk menguji ataupun mengetahui apakah produk yang dihasilkan dari penelitian layak digunakan sebagai referensi mata kuliah. Uji kelayakan adalah percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan data awal tentang kualitas bahan ajar yang telah disahkan oleh ahli yang dapat memberikan penilaian kelayakan secara terstruktur terhadap produk yang akan digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran<sup>42</sup>. Produk yang digunakan dalam penelitian ini merupakan buku ajar, Aspek tersebut akan diuji oleh 2 orang ahli media dan ahli materi dari masing-masing aspek.

Uji validasi penilaian materi memiliki beberapa indikator diantaranya ialah :

1. Cakupan materi
2. Keakuratan materi
3. Kemutakhiran materi
4. Teknik penyajian
5. Pendukung penyajian
6. Artistik dan estetika<sup>43</sup>
- 7.

---

<sup>42</sup> Yosi Wulandari dan Wachid Purwanto, “Kelayakan Aspek Materi dan Media Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, *Jurnal Gramatika*, Vol. 3, No. 2, 2017, h. 172.

<sup>43</sup> Nugroho dan Pertiwi, “Pengembangan Buku Ajar Berbasis Lingkungan Hidup pada Matakuliah Biologi di Universitas Tribhuwana Tungadewi”, *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol. 3, No. 1, (2017), h. 22.

## L. Respon Mahasiswa

Respon adalah tanggapan , reaksi atau jawaban terhadap suatu gejala atau peristiwa yang terjadi.<sup>44</sup> Respon mahasiswa yang positif memiliki kecenderungan untuk menyukai, mendekati, menyenangi serta mengharapkan sesuatu dari objek. Respon mahasiswa yang negative memiliki kecenderungan untuk menjauhi serta menghindari suatu objek.<sup>45</sup>

Respon mahasiswa akan di ukur dengan menggunakan lembar kuisisioner yang diberikan kepada responden (mahasiswa). Responden yang diambil dalam penelitian ini adalah mahasiswa angkatan 2018 dan 2019 yang telah mengambil mata kuliah mikologi. Angkatan 2018 diambil 15 orang responden dan angkatan 2019 15 orang Responden, Aspek yang dilihat berupa ketertarikan materi, istilah yang digunakan (bahasa), dan juga sejauh mana buku ajar mampu menjadi penunjang mata kuliah ( ketertarikan terhadap media). Kemudian nantinya akan dianalisis dengan menghitung rata-rata keseluruhan skor yang telah dibuat.

Uji validasi penilaian angket respon memiliki beberapa indikator diantaranya ialah:

1. Keseuaian media
2. Materi
3. Kesesuaian bahasa

---

<sup>44</sup>Waty Soemanto,*Psikologi Pendidikan*, (Jakarta: PT Rineka Cipta, 2003), h.25

<sup>45</sup> Febrian Widya Kusuma, “Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share Utuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Siswa XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012”, *Jurnal Pendidikan Indonesia*, Vol. 10, No. 1, 2012, h, 4.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode Eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 pengulangan yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian uji antagonis jamur patogen pada buah kakao dengan *Trichoderma harzianum* sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2022.

##### **2. Tempat Penelitian**

Pengambilan buah kakao busuk berada di kawasan Desa Teladan , Kecamatan Lembah Seulawah, isolat yang diambil dari penelitian sebelumnya, dan sampel jamur endofit diperoleh dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dengan kode jamur InaCC F86 *Trichoderma harzianum* dan Proses penelitian Uji Antagonis terhadap jamur endofit dan jamur patogen pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

### 3. Objek Penelitian

Objek Penelitian ini adalah Isolat Jamur Patogen pada Buah Kakao dan Isolat Jamur Endofit *Trichoderma harzianum*.

### C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada

Tabel 3.1. Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Fungsi
<b>A. Alat</b>		
1	Autoklaf	Untuk mensterilkan alat
2	Cawan petri	Untuk membiakkan jamur
3	Laminar Air Flow	Untuk inokulasi atau penanaman
4	Bunsen	Untuk pemanasan
5	Jarum Ose	Untuk streak di permukaan agar
6	Kertas Label	Untuk menulis nama yang dibiakkan
7	Plastic Wrap	Untuk membungkus agar tidak terkontaminasi
8	Korek Api	Untuk menghidupkan Bunsen
9	Tissu	Untuk gelap yang diperlukan
10	Kamera Digital	Untuk mendokumentasi sampel
<b>B. Bahan</b>		
1	Alat Tulis	Untuk mencatat hasil penelitian
2	Alkohol	Untuk mensterilkan bahan dan alat
3	Media SDA	Untuk menanam jamur
4	Spiritus	Untuk pelarut bahan bakar

## D. Prosedur Penelitian

### 1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi adalah proses dalam membunuh semua bentuk kehidupan baik yang berbentuk vegetatif ataupun yang berbentuk spora. Sterilisasi merupakan suatu proses yang wajib dilakukan sebelum melaksanakan penelitian.<sup>46</sup>

Alat dan Bahan yang akan digunakan dalam penelitian terlebih dahulu disterilisasi. Proses sterilisasinya yaitu semua alat dibungkus terlebih dahulu menggunakan kertas buram, kemudian disterilisasi dengan menggunakan Autoclave yang di atur pada suhu 121 derajat celcius dengan tekanan 2 Atm selama 15 menit.

### 2. Persiapan Sampel

Pada penelitian ini digunakan sampel *Phytaphora palmivora* yang terkontaminasi langsung dari buah kakao busuk yang sudah di uji di laboratorium, dan isolat jamur *Trichoderma harzianum* yang di pesan melalui LIPI. Keduanya nantinya akan di uji untuk melihat uji antagonis antara kedua jamur tersebut.

### 3. Pembuatan Medium *Saboraud Dextrose Agar* (SDA)

Pembuatan media SDA pada penelitian ini menggunakan SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) Sintetik yang ditimbang sebanyak 20 gr yang kemudian dimasukkan kedalam erlemeyer dan kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 500 ml. Selanjutnya SDA

---

<sup>46</sup>Suprpto Ma'at, *Sterilisasi dan Disinfeksi*, (Surabaya: Airlangga Press, 2009), h.1



(*Sabouraud Dextrose Agar*) dipanaskan hingga mendidih lebih kurang 20 menit hingga larutan tersebut larut. Setelah mendidih matikan Hot Plate dan angkaterlemenyer tersebut dan biarkan hingga suhu larutan SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) sedikit menurun sampai dingin. Kemudian erlemenyer 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.

#### 4. Penanaman

Isolat jamur patogen dan jamur *Trichoderma harzianum* kemudian ditanam ke dalam media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA). Biakan selanjutnya diinkubasi selama 3 hari sehingga tumbuh jamur di permukaan jaringan. Jamur yang tumbuh di pindahkan ke media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) yang sama dengan jarak tidak berdekatan antara jamur patogen dan endofit, pengambilan jamur menggunakan ujung pipet kemudian diletakkan di media SDA yang baru, kemudian jamur diinkubasi pada suhu kamar, agar mendapatkan hasil uji antagonis antara jamur patogen dengan *Trichoderma harzianum*.

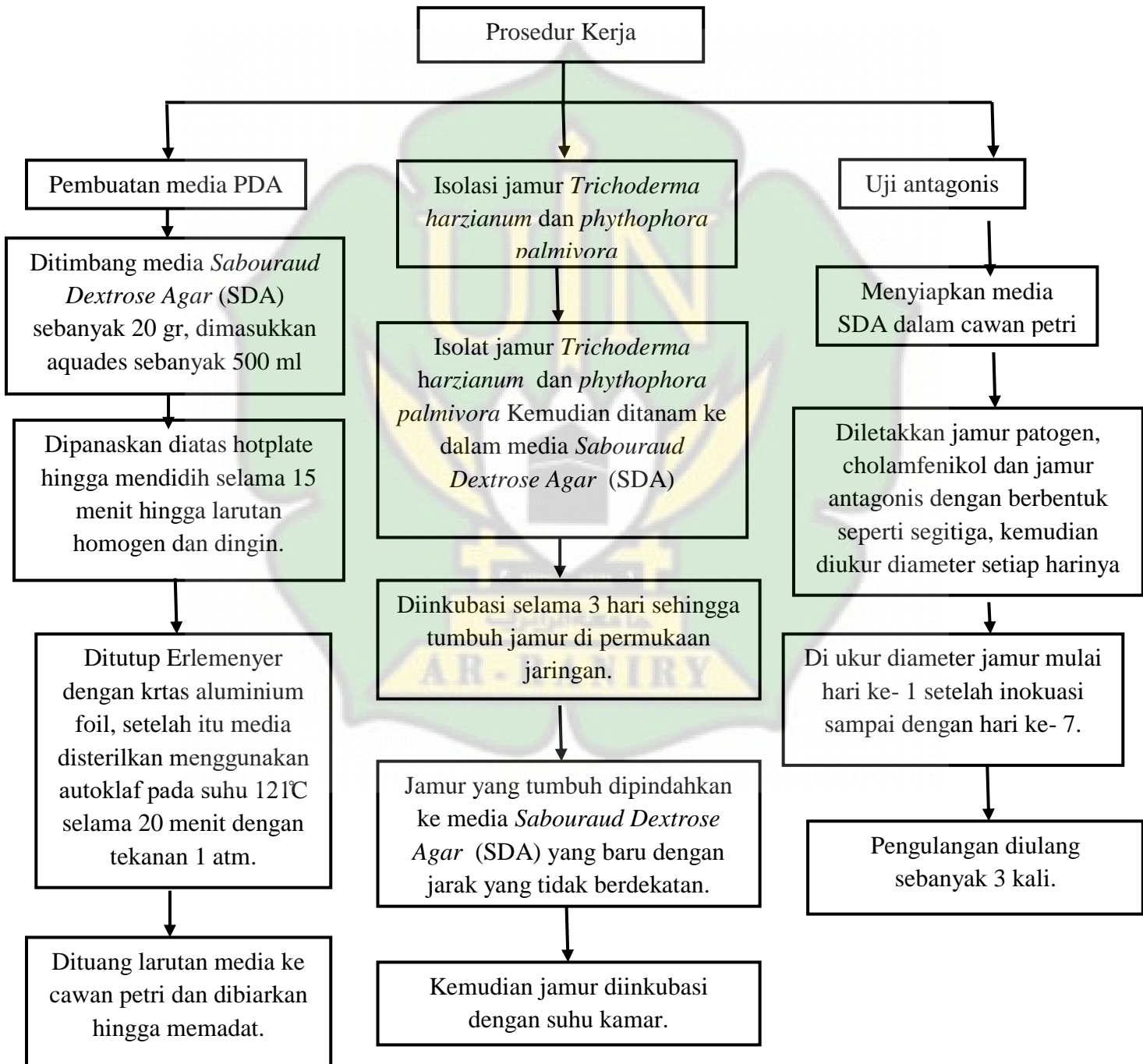
#### 5. Uji Antagonis

Siapkan media tanam yaitu SDA (*Sabouraud Dextrose Agar*) pada cawan petri, kemudian letakkan jamur patogen, chloramfenikol dan jamur antagonis dengan berbentuk seperti segitiga, kemudian diukur

diameter pada setiap harinya dan dengan melakukan 3 kali pengulangan.

### E. Bagan Kerja

Adapun bagan kerja pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar. 3.1 Bagan Kerja

## F. Teknik Pengumpulan data

### 1. Pengamatan Diameter Jamur

Pertumbuhan jamur membutuhkan kualitas inokulum yang baik sehingga jamur *Trichoderma harzianum* mampu menekan jamur patogen pada buah kakao. Parameter yang akan diamati dalam penelitian ini adalah panjang diameter jamur dihitung dari hari pertama sampai hari ketujuh.

### 2. Uji Validasi Buku Ajar

Uji validasi adalah teknik pengumpulan data yang diperoleh dari hasil lembar validasi.<sup>47</sup> Uji validasi pada penelitian ini akan dilakukan oleh dosen ahli materi dan ahli media dengan memberikan lembar validasi yang berisi sejumlah pertanyaan untuk mengetahui tingkat kelayakan buku ajar yang dihasilkan dalam penelitian. Data akan dianalisis berdasarkan hasil validasi dari tim ahli materi dan media yang sudah dilakukan revisi dalam bentuk tabel dan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif.

### 3. Angket Respon

Angket atau kuesioner adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan atau pertanyaan tertulis kepada responden sesuai dengan permintaan pengguna.<sup>48</sup> Teknik pengumpulan data dengan teknik ini digunakan untuk mengumpulkan respon

---

<sup>47</sup>Kartika Zahra dan Nofha Rina, “Pengaruh Celebrity Endoser Hamidah Rachmayanti Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayoufit di Kota Bandung”, *Jurnal Lontar*, Vol. 6, No. 1, (2018), h. 49.

<sup>48</sup>Widyoko, Eko Putra, *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2016), h. 63

mahasiswa tentang kepraktisan dan kelayakan pengguna bahan ajar yang dihasilkan dari penelitian ini. Teknik angket ini akan dilakukan kepada mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry leting 2018 dan leting 2019 yang sudah mengambil mata kuliah Mikologi.

### **G. Instrumen Pengumpulan data**

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mencatat hasil dari mengumpulkan berbagai informasi yang akan diolah.<sup>49</sup>

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### **1. Lembar Pengamatan**

Lembar pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mencatat hasil dari berbagai informasi yang akan diolah.<sup>50</sup> instrumen yang digunakan yaitu lembar pengamatan. Lembar pengamatan adalah untuk mencatat kejadian gerak atau proses pengamatan yang dilakukan efektif.<sup>51</sup> Lembar pengamatan untuk pertumbuhan jamur yang digunakan yaitu untuk mempermudah dalam proses pengulangan.

#### **2. Lembar Validasi**

Lembar validasi yang digunakan pada penelitian adalah lembar validasi untuk menguji kelayakan media ajar berupa buku ajar yang terdiri dari

---

<sup>49</sup> Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta : Rineka Cipta, 2010), h. 227.

<sup>50</sup> Suharsini Arikunti, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 227.

<sup>51</sup> Cucu Sutionah, *Pengembangan Karakter Kebangsaan Dan Karakter Wirausaha Melalui Implementasi Model Pembelajaran (TF- 6M)*, (Pasuruan: CV.. Qiara Media, 2020), h. 143

beberapa indikator pertanyaan dengan nilai 1 sampai 5 , penilaian ini diukur untuk mendapatkan kelayakan terhadap *buku ajar* yang dihasilkan dari penelitian dengan tingkat dari yang sangat tidak layak sampai tingkat sangat layak. Lembar validasi ini akan diberikan kepada dosen ahli materi dan dosen ahli media.

### 3. Lembar Angket

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.<sup>52</sup> Lembar angket 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 12 pertanyaan dengan 9 pertanyaan positif dan 2 pertanyaan negatif pembelajaran mata kuliah Mikologi dan kepraktisan penggunaan buku ajar yang dihasilkan dari penelitian ini.

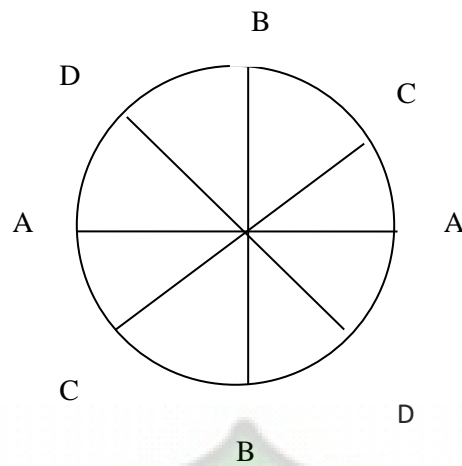
## H. Teknik Analisis Data

### 1. Pengamatan jamur

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 yang terlihat sebagai berikut :

---

<sup>52</sup>M. Zakariah, dkk, *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Action Research*, (Sulawesi Tenggara: Yayasan Pondok Pesantren Al-Mawaddah, 2020), h. 59.



Dan perhitungan persentase Antagonis jamur *Phytapthora palmivora* dan *Trichoderma harzianum* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PA = \frac{d1-d2}{d1} \times 100 \%$$

Keterangan:

PA = Persentase Antagonis (%)

d1= Rata-rata diameter pertumbuhan *P. palmivora* sebagai kontrol (mm)

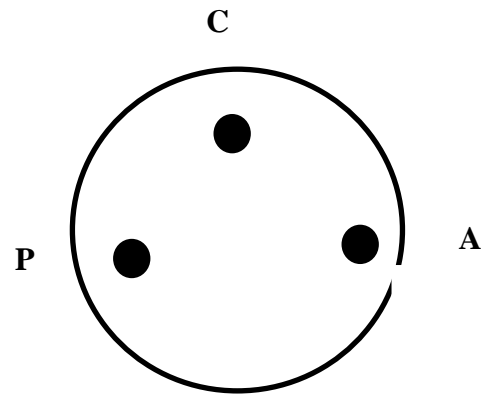
d2 = Rata-rata diameter pertumbuhan *P. palmivora* pada perlakuan uji antagonis (mm).<sup>53</sup>

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

---

<sup>53</sup>Sudantha,dkk “Uji Antagonis Beberapa Jenis Jamur Saprofit Terhadap *Fusarium oxysporum* Sp Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Pisang Serta Potensinya Sebagai Agen Pengurai Serasah” *Jurnal Agroteksos*, Vol.21 , No. 2. h. 106-118.





## 2. Uji validasi materi dan media

Analisis uji kelayakan buku ajar dilihat melalui aspek yang akan diuji meliputi komponen kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikan, dan kelayakan pengembangan. Dalam penelitian ini jawaban setiap butir instrument di klasifikasikan menjadi 5 pilihan dengan setiap indikator yang diukur akan diberikan skor 1-5.

Table 3.2 skor Penilaian Indikator

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

Setelah data diperoleh selanjutnya untuk mengetahui bobot setiap tanggapan dan menghitung skor reratanya digunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \text{ Keterangan:}$$

$x$  = Skor rata-rata

$\sum x$  = Jumlah skor yang diperoleh

$n$  = jumlah keseluruhan butir<sup>54</sup>

<sup>54</sup>Dwi Aprilia Astupura dan Hadma Yuliani, "Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Motivasi dan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Pokok Cahaya", *Jurnal EduSains*, Vol. 4, No. 1, 2016, h. 20.

Kemudian untuk rumus presentase hasil dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Tabel 3.3 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 <sup>55</sup>

#### a. Analisis respon mahasiswa

Analisis data dari respon mahasiswa diukur dengan skala likert, data yang diperoleh dianalisis dengan rumus:

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

Keterangan:

P = Persentase yang dicari

A = Proporsi mahasiswa yang memilih

B = Jumlah Penilai<sup>56</sup>

Tabel 3.4 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

<sup>55</sup>Lis Ernawati, dan Totok Sukardo, "Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server", *Jurnal Elinvo*, Vol. 2, No. 2, 2017, h. 207.

<sup>56</sup> Etty Nurmala Fadillah dan Erni Anggraini, "Pengembangan Modul Praktikum Genetika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi", *Jurnal Edubiotik*, Vol. 3, No. 1, Februari 2018, h. 36-37.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Hasil Penelitian**

#### **1. Peremajaan Jamur *Trichoderma harzianum***

Tahapan awal sebelum penanaman jamur *Trichoderma harzianum* yaitu dengan pembuatan terlebih dahulu media SDA yang digunakan sebanyak 20 gram. Setelah itu sampai media SDA masak dan siap dituang ke dalam Petridis untuk tahapan penanaman jamur *Trichoderma harzianum*.

Penanaman jamur *Trichoderma harzianum* termasuk tahapan awal juga agar mendapatkan hasil pertumbuhan jamur yang bagus, penanaman jamur ditanam dengan pipet besar yang sudah disterilkan agar tidak terkontaminasi oleh bakteri atau jamur yang lain saat proses penanaman jamur *Trichoderma harzianum*.


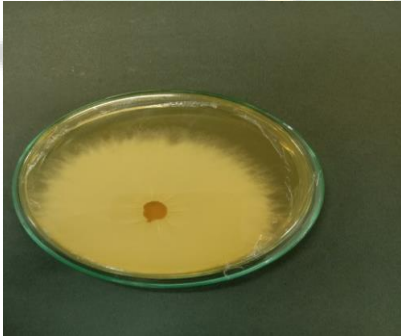
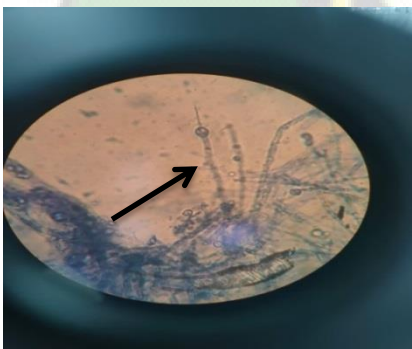
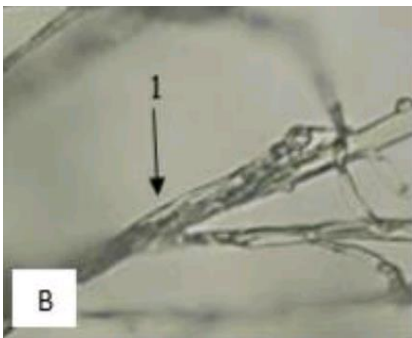
Pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma harzianum* ini merupakan tahap awal dari inokulasi jamur sebelum proses uji antagonis. pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* membutuhkan waktu 2-4 hari untuk mendapatkan hasil yang sempurna serta hampir memenuhi cawan petri, Pertumbuhan jamur ini membutuhkan suhu optimum yaitu dapat tumbuh pada suhu 25-30 °C namun pada suhu yang lebih jamur *Trichoderma harzianum* tidak dapat tumbuh.

Karakteristik *Trichoderma harzianum* pada umumnya berwarna putih sekilas berbentuk seperti bunga es Kristal, kemudian pada hari ke 8 sampai 15 hari miselium dari *Trichoderma harzianum* akan menjadi berwarna hijau. *Trichoderma harzianum* memiliki pola tumbuh bulat hingga memadati cawan petri. *Trichoderma harzianum* sehingga memiliki tekstur seperti permukaan tempe dan berwarna putih. Miselium terlihat seperti jarum dan bersekat.

Hasil peremajaan Jamur *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel

4.1.

Tabel 4.1 hasil peremajaan jamur *Trichoderma harzianum*

NO	Gambar	Deskripsi
1		Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> yang diremajakan di media SDA, tampak dari depan pada hari 4.
2		Jamur <i>Trichoderma harzianum</i> yang di remajakan Di media SDA tampak dari belakang petri pada hari ke 4.
3		Miselium <i>Trichoderma harzianum</i> yang dilihat melalui Mikroskop pada pembesaran 100 pada hari ke 4.
4		Miselium <i>Trichoderma harzianum</i> sebagai gambar pembandingan terlihat pada pembesaran 100.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat di lihat bahwa pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma harzianum* pada media SDA merupakan hasil peremajaan pertama dari media awal. Pada gambar no 1 Pertumbuhan miselium yang telah memenuhi media dan memiliki bentuk miselium yang tebal, serta berwarna putih. Proses pertumbuhan peremajaan *Trichoderma harzianum* membutuhkan waktu selama 4 hari agar tumbuh sempurna. Pada pembesaran 100 dari mikroskop terlihat spora yang terdapat pada miselium *Trichoderma harzianum* yang terlihat sedikit tidak jelas, berbeda pada tabel gambar no 4 yang merupakan gambar pembandingan dari jurnal terlihat miselium *Trichoderma harzianum* yang jelas.

## 2. Peremajaan Jamur *Phytophthora palmivora*

*Phytophthora palmivora* salah satu patogen tumbuhan yang menyerang berbagai tanaman salah satunya adalah tanaman kakao. *Phytophthora palmivora* secara makroskopis memiliki warna koloni putih bersih dan berwarna sedikit kecoklatan.

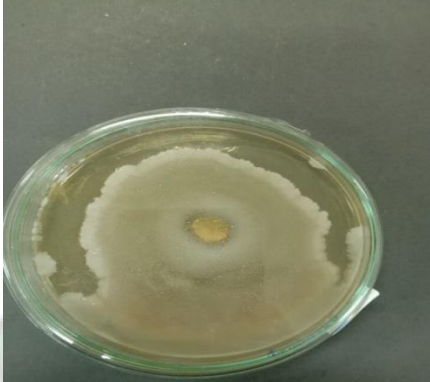
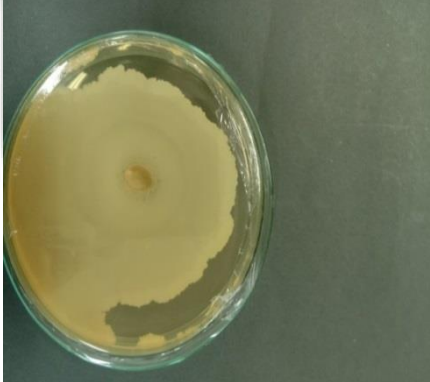
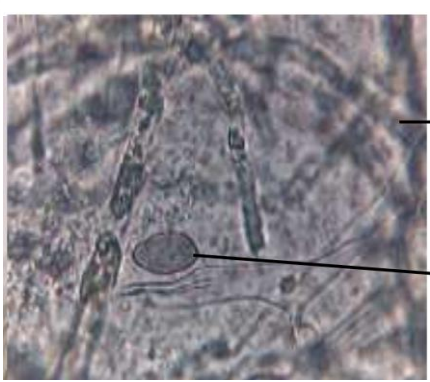
Penanaman jamur patogen *Phytophthora palmivora* termasuk tahapan awal yang dibutuhkan sebelum jamur tumbuh, jamur ditanam menggunakan pipet besar dan diletakan di tengah petridish yang berisi media SDA yang sudah keras agar mendapatkan hasil pertumbuhan jamur yang bagus.

Pertumbuhan *Phytophthora palmivora* pada tahap awal membutuhkan waktu 2 - 4 hari untuk mendapatkan hasil yang sempurna. Pola pertumbuhan *Phytophthora palmivora* bulat dan terus memenuhi cawan petri pada saat di remajakan, *Phytophthora palmivora* mulai tumbuh pada hari kedua pada media

SDA. Spora pada *Phytophthora palmivora* terlihat dari pembesaran 100 berbentuk seperti buah pir, dan sedikit oval.

Hasil peremajaan jamur *Phytophthora palmivora* dapat di lihat pada

Tabel 4.2

No	Gambar	Deskripsi
1		Jamur <i>Phytophthora palmivora</i> yang diremajakan, Tampak dari depan pada hari ke 4.
2		Jamur <i>Phytophthora palmivora</i> yang diremajakan, Tampak dari belakang pada hari ke 4.
3		Spora <i>phytophthora palmivora</i> terlihat pada pmbesaran 100 pada mikroskop pada hari ke 4.

Berdasarkan Tabel 4.2 pada no gambar no 1 dapat dilihat bahwa pertumbuhan miselium jamur *Pyhtophora palmivora* merupakan hasil



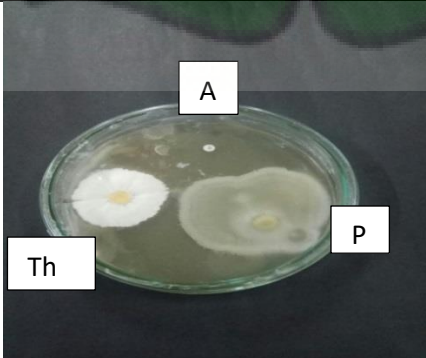
peremajaan pertama dari media awal, Pertumbuhan miselium dari jamur *Phytophthora palmivora* memiliki bentuk miselium yang tipis, serta berwarna kecoklatan. Proses pertumbuhan jamur membutuhkan waktu 4 hari untuk hasil yang optimal sempurna.

Pada pembesaran 100 dari mikroskop terlihat spora dari *Phytophthora palmivora* yang berbentuk oval hampir mirip seperti bentuk buah pir pada hari jamur yang ke 4.

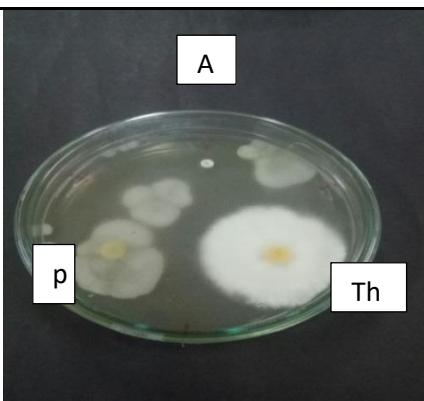
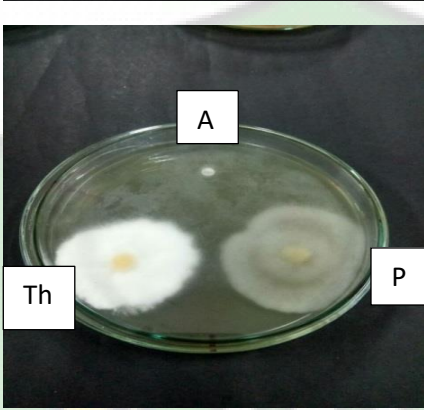
### 3. Uji Antagonis *Phytophthora palmivora* dengan *Trichoderma harzianum*

Hasil Uji Antagonis jamur *Phytophthora palmivora* terhadap jamur *Trichoderma harzianum* dilakukan dengan 3 pengulangan. Setiap pengulangan terdiri dari *Trichoderma harzianum*, *Phytophthora palmivora*, dan chloramphenicol, pertumbuhan yang terlihat dari jamur tersebut selama hari 1 sampai hari ke 7. Pertumbuhan diameter jamur *Trichoderma harzianum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari pertama dapat dilihat dari pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Uji Antagonis hari pertama

pengulangan	Gambar	Deskripsi
1	 <p>The image shows a petri dish with three distinct fungal colonies on a green agar medium. The colonies are labeled: 'Th' (Trichoderma harzianum) on the left, 'A' (Antibiotik clorafenichol) in the center, and 'P' (Phytophthora palmivora) on the right. The Th colony is white and fuzzy, the A colony is a small white spot, and the P colony is a larger, more diffuse white area.</p>	<p>Pengulangan pertama terdapat Jamur :</p> <p><i>Trichoderma harzianum</i> (Th)  Antbiotik clorafenichol (A)  <i>Phytophthora palmivora</i> (P)</p>

---

2		Pengulangan kedua terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antbiotik clorafenichol (A) <i>Phythopthora palmivora</i> (P)
3		Pengulangan ketiga terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antbiotik clorafenichol (A) <i>Phythopthora palmivora</i> (P)

---

Berdasarkan Tabel 4.3 pengamatan hari ke-1 jamur *Trichoderma harzianum* dengan *Phytapthora palmivora* menunjukkan bahwa *Trichoderma harzianum* belum mulai membesar disetiap pengulangan antara 1, 2, dan 3 pertumbuhanya dalam menghambat jamur patogen yaitu *Phytapthora palmivora*, dan chloramphenicol belum terlihat dapat menghambat laju pertumbuhan dari kedua jamur tersebut, pertumbuhan jamur ini di tanam dalam media SDA, pengukuran uji antagonis ini menggunakan jangka sorong dengan mengukur diameter koloni yang terbentuk dengan satuan millimeter (mm).

Pada pengulangan ke-1 jamur *Trichoderma harzianum* sudah terlihat membesar dan berwarna putih tetapi belum menghambat jamur patogen, dan

berdiameter 45,5 mm. sedangkan jamur *Phytophthora palmivora* tumbuh sedikit lebih besar dari jamur endofit dan berwarna kecoklatan yang berdiameter 62 mm.

Pada pengulangan ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* sudah lebih membesar pertumbuhannya dengan berdiameter 65,52 mm dan jamur terlihat berwarna putih bersih, namun jamur *Phytophthora palmivora* pertumbuhannya yang masih kecil belum membesar yang berdiameter 42,18 mm.

Pada pengulangan ke-3 jamur *Trichoderma harzianum* mulai terdapat pertumbuhan di hari pertama dan jamur yang berwarna putih dengan berdiameter 61,16 mm sedangkan jamur patogen tumbuh berwarna coklat dengan diameter 66,51 mm.

Dari Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa pertumbuhan jamur endofit belum begitu dapat menghambat jamur patogen serta antibiotik chloramphenicol juga belum terlihat dapat menghambat. Selanjutnya pengukuran hari ke -2 Uji Antagonis jamur *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Uji Antagonis hari kedua

pengulangan	Gambar	Deskripsi
<b>1</b>		Pengulangan ke 1 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phytophthora palmivora</i> (P)
<b>2</b>		Pengulangan ke 2 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phytophthora palmivora</i> (P)
<b>3</b>		Pengulangan ke 3 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phytophthora palmivora</i> (P)

Berdasarkan Tabel 4.4 pengamatan\_hari ke-2 dari kedua jamur sudah menunjukkan bahwa jamur endofit *Trichoderma harzianum* sudah mulai menghambat jamur patogen terlihat pada kolom yang berwarna merah pada pengulangan ke-2 dan pengulangan ke-3. Pada pengulangan ke-1 jamur

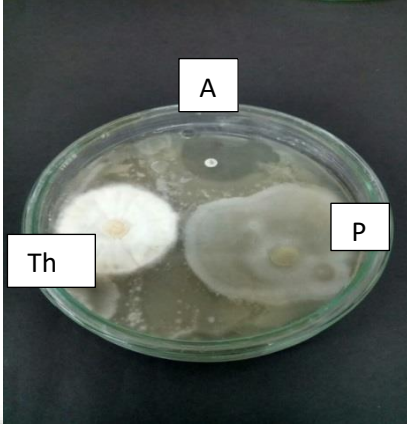
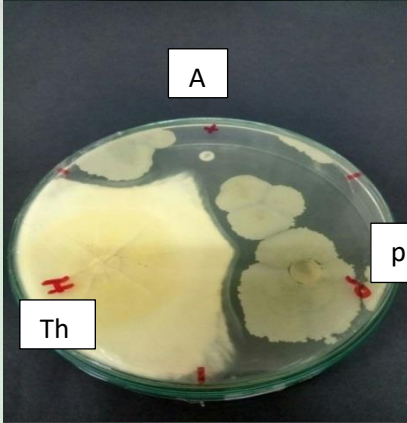
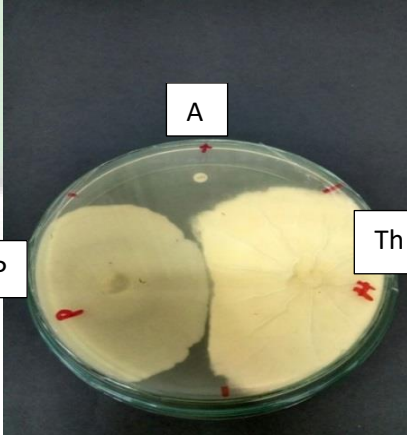
*Trichoderma harzianum* terlihat lebih kecil dari jamur patogen dan hanya berdiameter 46,65 mm jamur terlihat berwarna putih. Namun pada jamur patogen *Phythopthora palmivora* terlihat berwarna kecoklatan yang pertumbuhannya lebih besar dari jamur endofit yang berdiamter 63,98 mm. Antibiotik cloramfenichol terlihat belum dapat menghambat antara kedua jamur tersebut

Pada pengulangan ke-2 jamur endofit *Trichoderma harzianum* terlihat sudah membesar dan hampir mendekati jamur patogen dengan berdiameter 78,93 mm, jamur terlihat tumbuh membesar ke depan dan kesamping dan tumbuh berwarna putih, sedangkan jamur patogen dari *Phytapthora palmivora* belum terlihat pertumbuhan yang membesar dan berwarna kecoklatan dengan diameter 43,56 mm.

Pada pengulangan ke-3 jamur *Trichoderma harzianum* terlihat pertumbuhan yang mulai membesar hamper mendekati jamur ptogen dan memiliki ciri khas berwarna putih dengan diameter 74,33 mm, sedangkan jamur *Phthopthora palmivora* mulai membesar juga dengan diameter 72,72 mm.

Selanjutnya pengamatan hari ke-3 pengukuran Uji Antagonis jamur *Phytapthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel

Tabel 4.5 Uji Antagonis hari ketiga

pengulangan	Gambar	Deskripsi
1		Pengulangan ke 1 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)
2		Pengulangan ke 2 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)
3		Pengulangan ke 3 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)

Berdasarkan Tabel 4.5 hari ke-3 Pengukuran jamur Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Phytapthora palmivora*, sudah terlihat jelas bahwa diameter dari ukuran jamur *Trichoderma harzianum* bertambah besar dan sudah



mendekati jamur *Phytapthora palmivora* terlihat jelas ukuran jamur *Trichoderma harzianum* dari pengulangan 2 dan pengulangan ke 3 sudah mulai menghambat tetapi chloramphenicol belum terlihat dalam menghambat *Phytapthora palmivora*.

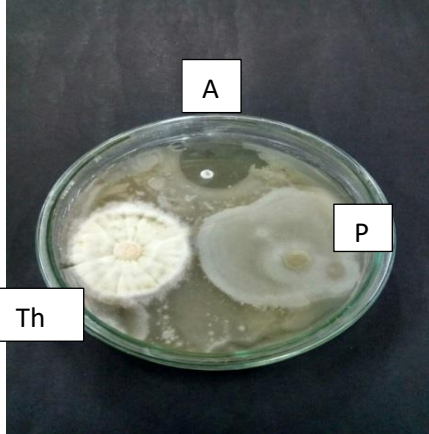
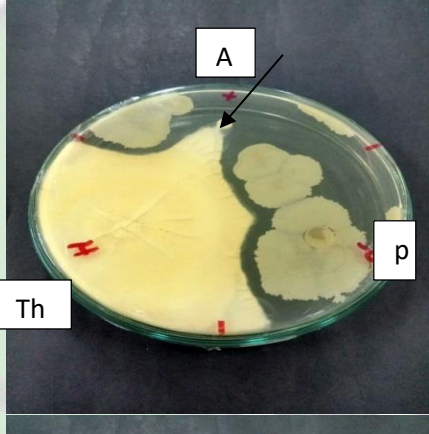
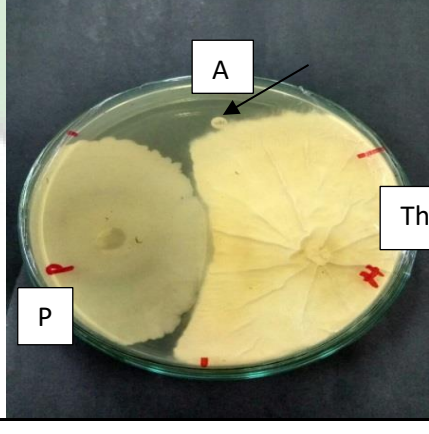
Pada pengulangan ke-1 jamur endofit *Trichoderma harzianum* belum memiliki pertumbuhan yang besar hanya berdiameter 49,48 mm dan ciri khas jamur ini berwarna putih seperti diatas permukaan tempe, namun berbeda dengan jamur patogen yang lebih besar dibandingkan jamur endofit dengan berwarna kecoklatan berdiamter 65,98 mm, Antibiotik clorafenichol belum menandakan dapat menghambat kedua jamur tersebut.

Pada pengulangan ke-2 terlihat jamur *Trichoderma harzianum* sudah membesar hamper mendekati jamur patogen yang mempunyai ciri khas brwarna putih berdiamter 88,09 mm, sedangkan jamur patogen *Phythopthora palmivora* terlihat pertumbuhan yang masih kecil dengan diameter 44,04 mm.

Pada pengulangan ke-3 jamur *Trichoderma harzianum* pertumbuhannya mulai menyentuh jamur patogen yang berdiameter 85,87 mm dan jamur patogen yag berwarna coklat berdiamter 77,02 mm.

Selanjutnya pengamatan hari ke-4 pengukuran Uji Antagonis jamur *Phytapthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Uji Antagonis hari ke empat

Pengulangan	Gambar	Deskripsi
1		Pengulangan ke 1 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)
2		Pengulangan ke 2 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)
3		Pengulangan ke 3 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phythophthora palmivora</i> (P)

Berdasarkan Tabel 4.6 penghambatan uji antagonis jamur antagonis *trichoderma harzianum* terhadap *phytaphthora palmivora* dapat dilihat bahwa jamur *Trichoderma harzianum* pada pengulangan ke-2 dan ke-3 di penghambatan

nya lebih besar dibandingkan jamur *Phytophthora palmivora* bahkan antibiotik chloramphenicol tidak dapat menghambat jamur endofit *Trichoderma harzianum*.

Pada pengulangan ke-1 jamur *Trichoderma harzianum* belum mengalami pertumbuhan yang besar hanya berdiameter 51,38 mm jamur ini terlihat berwarna putih dengan ciri khasnya. Namun jamur patogen *Phytophthora palmivora* berwarna coklat dan pertumbuhan yang besar dibandingkan jamur endofit dengan diameter 66,75 mm.

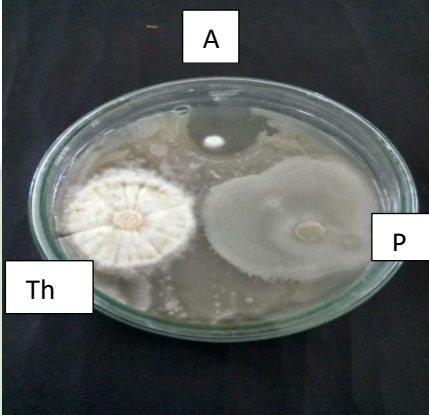
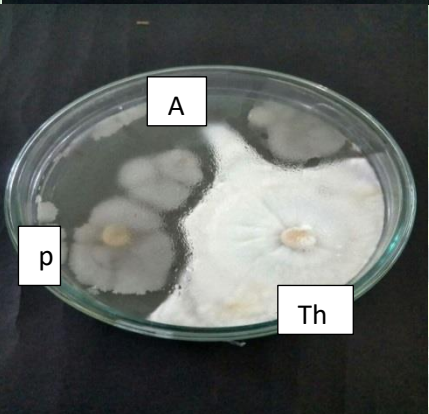
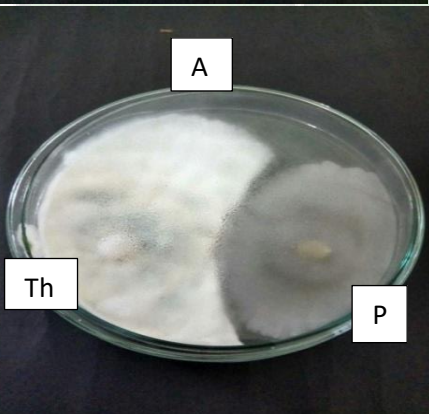
Pada pengulangan ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* pertumbuhan semakin meningkat yang berdiameter 90,52 mm dengan ciri khas berwarna putih bahkan antibiotik clorafenichol sudah ditutupi oleh jamur *Trichoderma harzianum* terlihat pada tabel pengulangan ke-2 yang ditunjukkan oleh tanda panah. Jamur patogen belum terlihat pertumbuhan yang membesar hanya berdiameter 60,68 mm dengan ciri khas berwarna coklat.

Pada pengulangan ke-3 jamur *Trichoderma harzianum* sudah mulai membesar dan hampir memenuhi ruang caawan petri dengan diameter 93,33 mm jamur ini juga sudah menutupi antibiotik clorafenichol terlihat pada tabel pengulangan ke-3 yang ditunjukkan dengan tanda panah, namun jamur patogen juga ikut tumbuh dengan diameter 80,08 mm yang berwarna coklat.

Antibiotik clorafenicol tidak dapat menghambat jamur *Trichoderma harzianum* karena pada pengulangan ke-2 dan ke-3 antibiotik sudah ditutupi oleh jamur endofit tersebut.

Selanjutnya berbeda dengan pengamatan hari ke- 5 pengukuran Uji Antagonis jamur *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Uji Antagonis hari kelima

pengulangan	Gambar	Deskripsi
1	 <p>A petri dish containing three distinct fungal colonies. The colony on the left is labeled 'Th' (Trichoderma harzianum), the one in the top center is labeled 'A' (Antibiotik clorafenichol), and the one on the right is labeled 'P' (Phytophthora palmivora).</p>	<p>Pengulangan ke 1 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytophthora palmivora</i> (P)</p>
2	 <p>A petri dish containing three distinct fungal colonies. The colony on the left is labeled 'p' (Phytophthora palmivora), the one in the top center is labeled 'A' (Antibiotik clorafenichol), and the one on the right is labeled 'Th' (Trichoderma harzianum).</p>	<p>Pengulangan ke 2 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytophthora palmivora</i> (P)</p>
3	 <p>A petri dish containing three distinct fungal colonies. The colony on the left is labeled 'Th' (Trichoderma harzianum), the one in the top center is labeled 'A' (Antibiotik clorafenichol), and the one on the right is labeled 'P' (Phytophthora palmivora).</p>	<p>Pengulangan ke 3 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytophthora palmivora</i> (P)</p>

Pengamatan hari ke 5 Uji Antagonis jamur *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* dapat dilihat bahwa *Trichoderma harzianum* pada pengulangan ke-1 jamur *Trichoderma harzianum* belum memiliki pertumbuhan yang besar hanya berdiameter 53,45 mm dan memiliki ciri berwarna putih, sedangkan jamur patogen memiliki warna coklat yang berdiameter lebih besar dengan jamur endofit dengan diameter 67,88 mm.

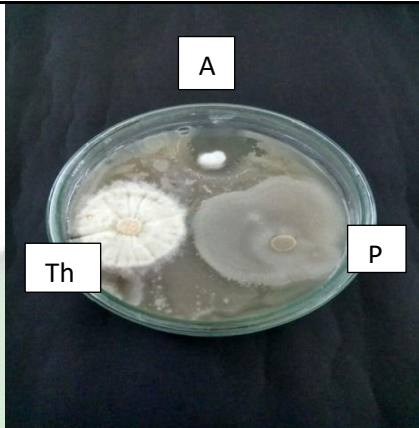
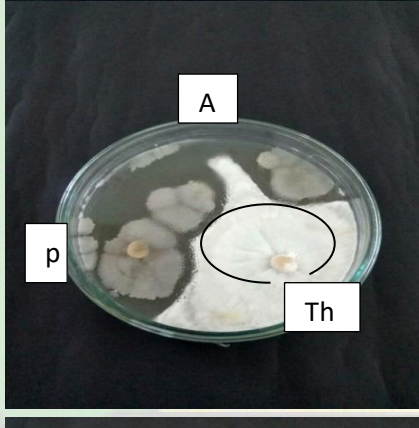
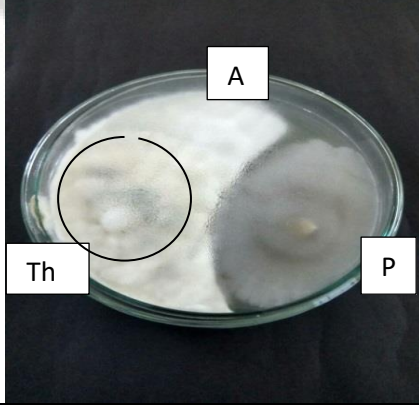
Pada pengulangan ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* pertumbuhan jamur sudah mulai melebar dan menghalangi pertumbuhan jamur patogen, dengan diameter jamur 91,62 mm sedangkan jamur patogen *Phytophthora palmivora* pertumbuhan masih kecil dengan diameter 61,68 mm.

Pada pengulangan ke-3 jamur *Trichoderma harzianum* terlihat pertumbuhan yang makin menghambat jamur patogen dengan diameter 107,45 mm dan jamur patogen hanya berdiameter 82,09 mm, dengan ciri khas yang berwarna kecoklatan. Antibiotik clorafenicol sudah di tutupi oleh jamur endofit *Trichoderma harzianum* pada pengulangan ke-2 dan ke-3, antibiotik ini tidak mampu menghambat pertumbuhan antara kedua jamur tersebut.



Pengamatan hari ke- 6 pengukuran Uji Antagonis jamur *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Uji Antagonis hari ke enam

Pengulangan	Gambar	Deskripsi
1	 <p>A petri dish containing three fungal cultures. At the top is a white, circular culture labeled 'A'. Below it are two larger, white, circular cultures: one on the left labeled 'Th' and one on the right labeled 'P'. The cultures are on a dark agar surface.</p>	<p>Pengulangan ke 1 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytopthora palmivora</i> (P)</p>
2	 <p>A petri dish containing three fungal cultures. At the top is a white, circular culture labeled 'A'. Below it are two larger, white, circular cultures: one on the left labeled 'p' and one on the right labeled 'Th'. A black circle is drawn around the 'Th' culture. The cultures are on a dark agar surface.</p>	<p>Pengulangan ke 2 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytopthora palmivora</i> (P)</p>
3	 <p>A petri dish containing three fungal cultures. At the top is a white, circular culture labeled 'A'. Below it are two larger, white, circular cultures: one on the left labeled 'Th' and one on the right labeled 'P'. A black circle is drawn around the 'Th' culture. The cultures are on a dark agar surface.</p>	<p>Pengulangan ke 3 terdapat jamur :  <i>Trichoderma harzianum</i> (Th)            Antibiotik clorafenichol (A)  <i>Phytopthora palmivora</i> (P)</p>

Pengamatan Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 6, pada pengulangan ke-1 *Trichoderma harzianum* tidak



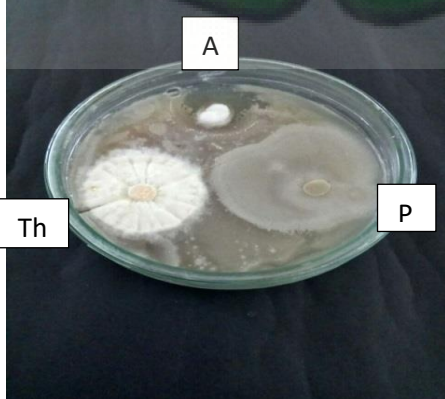
memiliki pertumbuhan yang besar hanya bertambah diameter 54,75 mm dan memiliki warna putih sedangkan jamur *Phytophthora palmivora* berwarna kecoklatan tumbuh membulat dan berdiameter 68,68 mm.

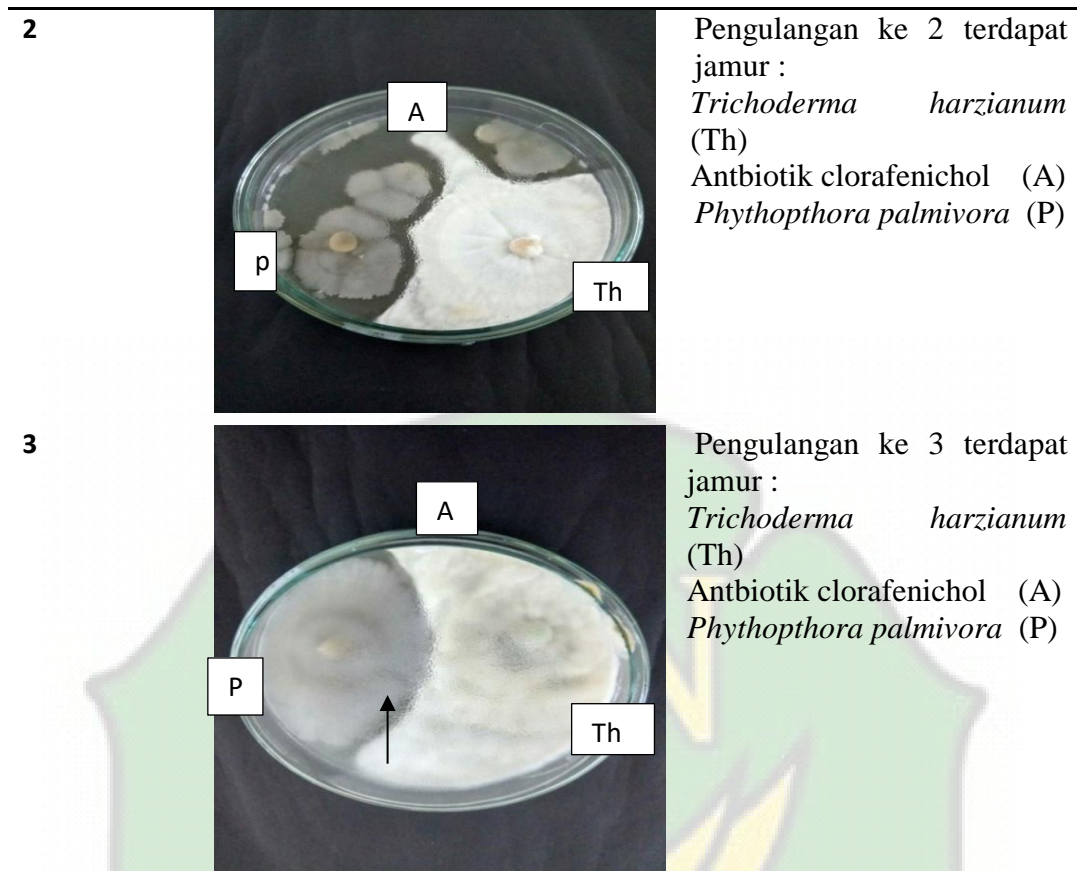
Pada pengulangan ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* memiliki warna putih dan miseliumnya sedikit berwarna hijau terlihat pada gambar yang di beri tanda kolom dan berdiameter 93,91 mm sedangkan jamur *Phytophthora palmivora* memiliki diameter 63,34 mm dan berwarna kecoklatan.

Pengulangan ke-3 jamur endofit ini sudah hampir memenuhi cawan petri dan miseliumnya juga berwarna sedikit berwarna hijau terlihat pada gambar yang diberikan tanda kolom, dengan pertumbuhan diameter 112,97 mm, selanjutnya jamur patogen yang pertumbuhan lebih kecil dari jamur endofit dengan diameter jamur 86,10 mm.

Pengamatan hari ke-7 pengukuran Uji Antagonis jamur *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma harzianum* dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Uji Antagonis hari ketujuh

Pengulangan	Gambar	Deskripsi
1		Pengulangan ke 1 terdapat jamur : <i>Trichoderma harzianum</i> (Th) Antibiotik clorafenichol (A) <i>Phytophthora palmivora</i> (P)



Pengamatan Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Phytophthora palmivora* pada hari ke- 7 pada pengulangan ke-1 jamur endofit *Trichoderma harzianum* memiliki diameter pertumbuhan hanya bertambah sedikit 57,92 mm, sedangkan jamur patogen yang berwarna coklat memiliki diameter 69,65 mm, antibiotik clorafenicol sudah ditutupi oleh jamur *Trichoderma harzianum*.

Pada pengulangan ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* jamur ini memiliki diameter 96,61 mm dan sudah mulai menghambat pertumbuhan dari jamur patogen, jamur patogen hanya memiliki diameter 68,68 mm, antibiotik memang sudah tidak dapat menghambat pertumbuhan jamur tersebut karena sudah ditutupi oleh *Trichoderma harzianum*.

Pada pengulangan ke-3 terlihat jamur sudah mulai menyentuh jamur patogen dengan diameter 113,19 mm terlihat pada tanda panah di gambar pengulangan ke-3, berbeda dengan jamur patogen hanya memiliki diameter 88,15 mm. jamur *Trichoderma harzianum* memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dan mempunyai kemampuan antagonis yang tinggi.

Tabel 4.10 Diameter Pertumbuhan *Trichoderma harzianum*

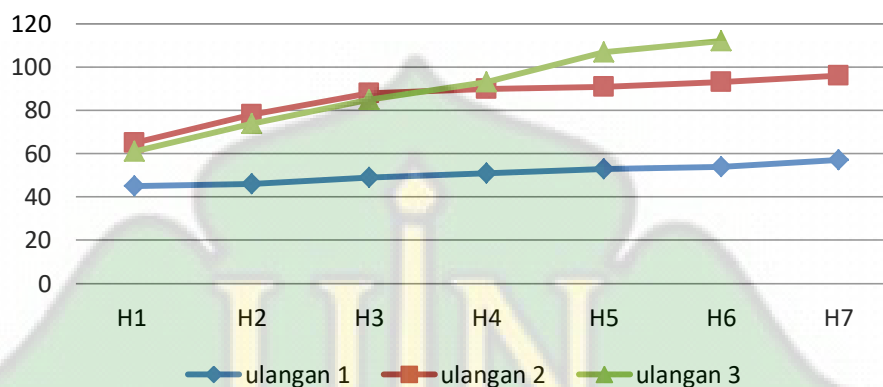
Ulangan	Diameter pertumbuhan hari ke - (mm)							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
1	45,5	46,56	49,48	51,38	53,45	54,75	57,92	51,29
2	65,52	78,93	88,09	90,52	91,62	93,91	96,61	86,57
3	61,16	74,33	85,87	93,33	107,45	112,97	113,19	92,09

Berdasarkan tabel 4.1 diameter pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* menunjukkan hasil pengamatan yang berbeda- beda pada setiap pengulangannya, yang diketahui melalui pengukuran dengan menggunakan jangka sorong dengan mengukur diameter laju pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* dengan memiliki satuan millimeter (mm). Pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma harzianum* ini pada pengulangan pertama memiliki rata-rata 51,29 mm, pengulangan kedua memiliki rata-rata dengan jumlah 86,57 mm, dan pengulangan ketiga memiliki rata-rata 92,09 mm.

Dari data 4.1 tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata koloni yang memiliki laju pertumbuhan cepat terdapat pada pengulangan ke-2 dan ke-3, dibandingkan pada pengulangan ke-1 yang memiliki pertumbuhan sedikit lambat. Secara

keseluruhan dari pengukuran laju pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* dapat dilihat dari pengamatan hari ke-1 sampai ke-7 pada gambar 4.10.

### Diameter pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum*



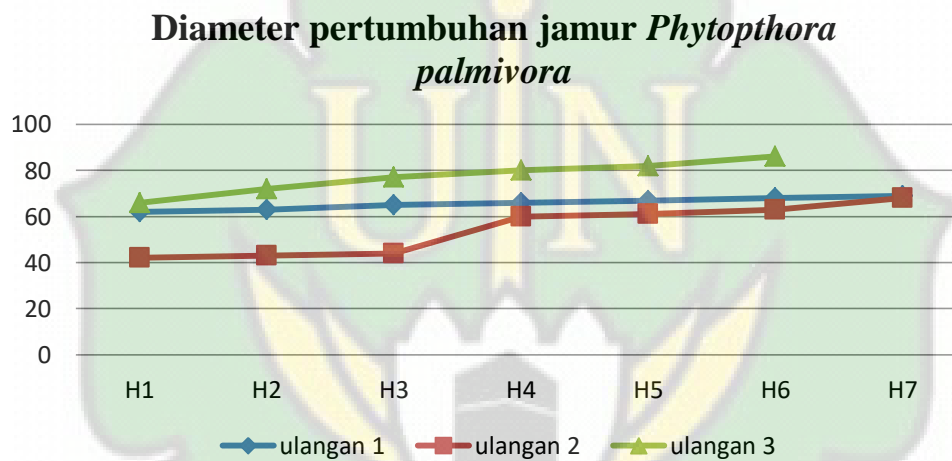
Gambar 4.10 Grafik Laju Pertumbuhan Jamur *Trichoderma harzianum*

Berdasarkan grafik 4.10 dapat dilihat bahwa pertumbuhan dari jamur *Trichoderma harzianum* memiliki peningkatan di setiap hari dan setiap pengulangan, pertumbuhan jamur tercepat pada pengulangan ke-3 dengan diameter 92,09 mm dan ke-2 dengan diameter 86,57 mm.

Tabel 4.11 Diameter pertumbuhan *Phytophthora palmivora*

Ulangan	Diameter pertumbuhan hari ke - (mm)							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
1	62	63,98	65,98	66,75	67,88	68,68	69,65	66,41
2	42,18	43,56	44,04	60,68	61,68	63,34	68,68	67,66
3	66,51	72,72	77,02	80,08	82,9	86,10	88,15	78,95

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter *Phytophthora palmivora* tercepat pada pengulangan ke-3 dengan diameter koloni 88,15 mm, sedangkan pertumbuhan diameter pada pengulangan ke-1 hanya 68,68 mm, dan pada pengulangan ke-2 hanya 69,65 mm. Hal ini menunjukkan bahwa *Phytophthora palmivora* diameter pertumbuhannya lebih sedikit dibandingkan jamur *Trichoderma harzianum*.



Gambar 4.11 Grafik Pertumbuhan *Phytophthora palmivora* Pada Pengamatan hari 1- 7

Berdasarkan Gambar 4.11 diatas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* tercepat terdapat pada pengulangan ke-3 dengan laju pertumbuhannya 66, 51 mm dan terus mengalami pertumbuhan sampai hari ke-7 dengan laju pertumbuhan 88,15 mm, sedangkan laju pertumbuhan pada pengulangan ke-1 dan ke-2 laju pertumbuhan sedikit lambat, dengan laju pertumbuhan pada pengulangan ke-1 pada hari ke-7 memiliki laju pertumbuhan 68,68 mm dan pengulangan ke-2 pada hari ke-7 yaitu 68,68 mm.

Berdasarkan gambar 4.11 diatas pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma harzianum* memiliki pertumbuhan tercepat dibandingkan dengan jamur patogen yaitu *Phytophthora palmivora*, hal ini dapat dilihat pada tabel uji antagonis jamur

Uji Antagonis jamur *Trichoderma harzianum* dengan *Phytophthora palmivora* mendapatkan interaksi antara jamur patogen dan jamur antagonis dalam satu media. *Trichoderma harzianum* sebagai antagonis diketahui mempunyai kemampuan menghasilkan enzim kitinase. Enzim kitinase yang dihasilkan oleh *Trichoderma harzianum* lebih efektif dibandingkan dengan organisme lain untuk menghambat berbagai fungsi patogen tanaman.

Uji Antagonis jamur *Trichoderma harzianum* dengan *Phytophthora palmivora* dari pengulangan 1,2 dan 3 dimulai dari hari 1 sampai hari ke 7 menunjukkan antagonis yang berbeda-beda.hal ini dapat dilihat pada tabel 4.3 persentase dibawah ini.

Tabel 4.12 persentase uji antagonis jamur

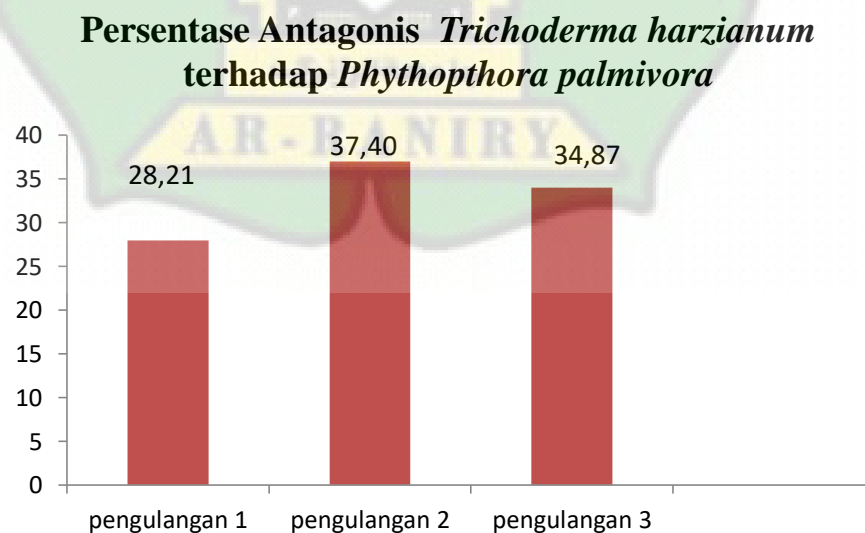
Ulangan	Persentase uji antagonis jamur hari ke - (%)							Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	6	7	
1	16,84	20,35	21,25	23,02	25	27,22	36,61	28,21
2	32,67	32,96	33,38	34,43	35,62	44,81	50,05	37,40
3	15,28	30,29	34,47	35,31	36,75	37	55,02	34,87

Berdasarkan T abel 4.3 menunjukkan bahwa antagonis setiap pengulangan jamur *Trichoderma harzianum* dengan *Phytophthora palmivora* berbeda-beda,



pada pengulangan 1,2 dan 3 di setiap harinya mengalami peningkatan, terutama pada pengulangan 2 dan 3. *Trichoderma harzianum* mampu menekan jamur patogen *Phytophthora palmivora* serta antibiotik chloramphenicol. Hal ini dapat dikatakan bahwa antibiotik chloramphenicol yang digunakan sebagai kontrol tidak mampu menghambat jamur *Trichoderma harzianum* dan *Phytophthora palmivora*.

Hasil persentase rata-rata uji antagonis antara *Trichoderma harzianum* dan *Phytophthora palmivora* menunjukkan bahwa pengulangan ke-2 mempunyai persentase antagonis tertinggi yaitu 37,40%, di bandingkan pengulangan 3 dan 1. pengulangan ke- 3 mempunyai persentase antagonis kedua tertinggi yaitu 34,87% dibandingkan pengulangan ke-1, dan pengulangan ke-1 mempunyai persentase antagonis terendah yaitu 28,21%. Rata-rata Persentase Antagonis keseluruhan dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Gambar 4.12 Diagram Persentase Uji Antagonis Jamur

Berdasarkan Gambar 4.12 persentase Uji Antagonis Jamur *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* memiliki persentase yang berbeda-beda dengan persentase tertinggi pada pengulangan ke-2 memiliki 37,7 % dan persentase terendah terdapat pada pengulangan ke-1 yaitu 28,2 %.

#### **4. Bentuk Output Hasil Penelitian Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao.**

Bentuk output hasil penelitian tentang uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi. Bentuk output dari hasil penelitian ini berupa buku ajar. Buku ini diharapkan dapat dijadikan sebagai penunjang mata kuliah mikologi , dimana dapat membantu serta memudahkan mahasiswa dalam mempelajari uji antagonis jamur patogen dan jamur endofit.

Buku ajar tentang Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao ini berisi, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, kompetensi dasar dan tujuan, materi pembelajaran yang berisi tentang materi pengertian kakao, morfologi, klasifikasi, agens hayaati, dan uji Atagonis jamur patogen dan endofit, kesimpulan, glosarium, daftar pustaka dan biografi. Adapun cover buku ajar dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 (a) Sampul Depan (b) Sampul Belakang

## 5. Kelayakan Output Hasil Penelitian Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi

Kelayakan output hasil penelitian uji antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi dilakukan dengan cara uji kelayakan oleh tim validator. Kelayakan output hasil penelitian dapat dilihat dari hasil uji produk yang dilakukan oleh tim ahli materi dan ahli media. Hasil uji kelayakan buku ajar oleh validator ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Sub Komponen	Unsur Yang Di Nilai (Kelayakan Materi)	Skor
Cakupan Materi	Keluasan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran	4
	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran	4
	Kejelasan materi	4
Keakuratan materi	Keakuratan data fakta	4
	Keakuratan konsep dan teori	3
	Keakuratan gambar/ ilustrasi	3

Kemuktahiran materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan	4
Teknik penyajian	Keurutan konsep	4
	Kelogisan penyaji	4
Pendukung penyajian	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi	4
	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar	4
Artistik dan Estetika	Komposisi buku sesuai dengan tujuan pembelajaran	4
	Penggunaan teks dan grafis proporsional	4
	Kemenarikan layout dan tata letak	4
Pendukung penyajian materi	Komposisi buku sesuai dengan tujuan pembelajaran	4
	Penggunaan teks dan grafis proporsional	4
	Kemenarikan layout dan tata letak	4
Pendukung penyajian materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca	4
	Produk bersifat informatif kepada pembaca	4
	Secara keseluruhan produk buku ajar ini menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca	4
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian	4
	Kelogisan penyajian dan keurutan konsep	4
	Koherensi substansi	4
	Keseimbangan substansi	
Pendukung penyajian materi	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi	4
	Adanya rujukan atau sumber acuan	4
	Total Skor	90
Rata-rata		3,91
Persentase%		78%

Sumber: (Hasil Penelitian,2023)

Keterangan:

1 = Sangat tidak layak

2 = Tidak layak

3 = Kurang layak

4 = Layak

5 = Sangat layak

Persentase kelayakan

81% - 100% = Sangat layak

61% - 80% = Layak

41% - 60%	= Cukup layak
21% - 40%	= Tidak layak
<21%	= Sangat tidak layak

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa hasil uji kelayakan oleh dosen ahli materi mendapatkan nilai persentase 78% yang berarti buku ajar tersebut memiliki aspek penilaian layak untuk direkomendasikan sebagai salah satu penunjang yang dapat digunakan sebagai penunjang mata kuliah mikologi.

Hasil kelayakan oleh validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.5

Sub Komponen	Unsur Yang Di Nilai (Kelayakan Media)	Skor
Format cover	Format margins pada cover buku sudah dinilai	4
	Cover yang digunakan sesuai dengan warna menarik dan kreatif	5
	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	4
Tampilan Umum	Desain media sesuai dengan materi Jamur Endofit dan Patogen	4
	Desain media memberikan contoh real jamur endofit dan patogen	4
Isi Buku	Memuat isi buku yang jelas	4
	Memuat gambar yang jelas	5
	Memut pewarnaan gambar yang menarik	4
Komponen penyajian	Ukuran font tulisan pada buku saku mudah dibaca	4
	Prnyajian media dapat membantu dalam proses pembelajar peserta didik	4
Total Skor		42
Rata-rata		4,2
Persentase%		84%

Sumber: (Hasil Penelitian,2023)

Keterangan:

- 1 = Sangat tidak layak
- 2 = Tidak layak
- 3 = Kurang layak
- 4 = Layak
- 5 = Sangat layak

Persentase kelayakan	
81% - 100%	= Sangat layak
61% - 80%	= Layak
41% - 60%	= Cukup layak
21% - 40%	= Tidak layak
<21%	= Sangat tidak layak

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa uji kelayakan oleh dosen ahli media mendapatkan nilai persentase 84% yang berarti buku ajar tersebut memiliki aspek penilaian sangat layak untuk direkomendasikan sebagai salah satu penunjang yang dapat digunakan sebagai penunjang mata kuliah Mikologi. Jadi hasil persentase keseluruhan dari uji kelayakan buku ajar ini dari 2 validator yaitu ahli materi dan media memperoleh 81% dengan kategori “Sangat Layak” .

#### **6. Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Buku Ajar Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao.**

Respon mahasiswa terhadap produk hasil penelitian Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao berupa Buku Ajar dengan menggunakan google form, yang jumlah responden (mahasiswa) terdiri dari 30 orang dari leting tingkatan 2018 dan 2019. Dari 30 orang responden semuanya yang telah mengambil mata kuliah Mikologi. Adapun indikator yang akan dinilai yaitu kebahasaan, kesesuaian, dan ketertarikan.

Tabel 4.6 Respon Mahasiswa terhadap output buku ajar uji antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao.





5.	materi uji antagonis <i>trichoderma harzianum</i> terhadap <i>Phytophthora palmivora</i> pada buah kakao	10	19	1	0	0	33	60	3	0	0
6.	Tampilan buku ajar menarik perhatian saya dalam belajar .	16	10	0	2	2	33	60	0	6	6
7.	Bahan ajar uji antagonis jamur patoge pada buah kakao terhadap <i>Trichoderma harzianum</i> membuat saya tidak bersyukur pada Allah SWT dan tidak mensyukuri berbagai macam mamfaat makhluk hidup di alam sekitar	16	10	0	2	2	53	33	0	6	6
8.	Materi pada buku ajar Mikologi telah disajikan dengan menarik	15	14	1	0	0	50	46	3	0	0
9.	Belajar uji antagonis jamur patogen pada buah kakao membuat saya bersyukur kepada Allah SWT dan berbagai manfaat makhluk hidup yang ada sekitar	9	20	0	0	0	46	53	0	0	10
10	Buku ajar membuat saya lebih fokus dalam memahami prosedur kerja pada materi uji antagonis jamur patogen dan jamur endofit	9	20	1	0	0	46	53	3	0	0

11	Buku ajar tidak dapat memberi pengaruh bagi saya dalam memahami materi uji antagonis <i>trichoderma harzianum</i> terhadap <i>Phythopthora palmivora</i> pada buah kakao	5	7	0	12	6	16	20	0	40	20
12	Belajar materi uji antagonis <i>trichoderma harzianum</i> terhadap <i>Phythopthora palmivora</i> pada buah kakao membuat saya tidak bersemangat dalam berlangsungnya proses pembelajaran	3	4	1	14	8	10	10	3	46	26
	<b>Jumlah (%)</b>	<b>142</b>	<b>166</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>47</b>	<b>53</b>	<b>12</b>	<b>98</b>	<b>58</b>
	<b>Persentase</b>						<b>26</b>	<b>34</b>	<b>0,4</b>	<b>7</b>	<b>56</b>

Berdasarkan data pada Tabel 4.6 diatas menunjukkan bahwa respon mahasiswa terhadap modul partikum uji antagonis jamur patogen buah kakao terhadap jamur *Trichoderma harzianum* yang terdiri dari 12 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 26%, 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 harzianum* adalah 81% dengan kategori “Sangat Baik”.

## **B. Pembahasan**

Uji Antagonis merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen. Uji Antagonis pada penelitian ini menggunakan cendawan *Trichoderma harzianum* dan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao dan pengukuran dihitung sampai hari ke-7. Pengendalian hayati salah satu agen antagonis dengan satu kali pemakaian dapat menekan laju pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen dalam jangka yang lama dan tanpa menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Pengendalian hayati merupakan yang ramah akan lingkungan yang bersifat tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup dan lingkungan, pengendalian ini dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan Mikroorganisme atau suatu agen antagonis yang salah satunya adalah jamur *Trichoderma harzianum*.<sup>57</sup>

### **1. Peremajaan Jamur *Trichoderma harzianum***

Berdasarkan hasil pengamatan pada penelitian ini pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* merupakan tahap awal yang tinggi sebelum proses uji antagonis. Pertumbuhan jamur ini dapat tumbuh maksimal pada media SDA (*Saboraud Dextrose Agar*) dengan suhu 27 °C, pada permukaan bagian atas

---

<sup>57</sup> Denisa cikita, dkk, “ Uji Antagonis *Trichoderma* spp Terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao (*Theobroma cacao*)”, *Jurnal Protobion*, Vol. 5, No.3, 2016 , h. 62-63.

jamur *Trichoderma harzianum* ini memiliki tekstur seperti permukaan tempe dan berwarna putih tampak jelas di hari pertumbuhan ke -4, jamur *Trichoderma harzianum* ini mulai tumbuh pertama pada hari ke-2 inkubasi, namun pada hari ke-4 terlihat Miselium dari *Trichoderma harzianum* seperti jarum dan sedikit bersekat terlihat dari Mikroskop dengan pembesaran 100. Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma harzianum* memiliki miselium yang tebal dan tumbuh optimal berwarna putih.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Denisi cikita dkk, suhu optimum untuk *Trichoderma* berbeda-beda setiap spesiesnya, ada spesies yang dapat tumbuh pada temperature rendah ada pula yang tinggi, *Trichoderma harzianum* dapat tumbuh pada suhu 25 °C dan miselium terlihat pada hari ke-5, tetapi ada juga spesies *Trichoderma* yang dapat hidup di suhu rendah 7- 24 °C, dengan karakteristik berwarna putih berbentuk es Kristal tetapi pada waktu 8-15 hari jamur *Trichoderma harzianum* akan berubah sedikit berwarna hijau.<sup>58</sup>

*Trichoderma harzianum* salah satu jamur yang memiliki potensiyang baik dianmdingkan jamur lain dalam mengkonversi selulosa. Hal tersebut karena jamur ini mampu menghasilkan enzim selulosa dalam jumlah banyak dan termasuk jamur yang kompetitif dibandingkan jamur yang mempunyai aktifitas antifungal yang tinggi dibandingkan *Trichoderma* yang lainnya.*Trichoderma harzianum* dikenal dapat memproduksi enzim litik dan dapat berkompetensi dengan patogen sehingga dapat membantu pertumbuhan tanaman.

---

<sup>58</sup> Denisi Cikita, dkk, " Uji Antagonis *Trichoderma spp* Terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk Buah Kakao ( *Theobroma cacao*)", *Jurnal Protobiont*, VOL.5, No.3, 2016, h.76-77.

Jamur *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu jamur yang Antagonis yang dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah dan habitat yang berbeda-beda seperti *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus*, *Rhizoctonia* karena jamur ini bersifat mikoparasit pada tubuh patogen tumbuhan.<sup>59</sup> Jamur ini termasuk jamur paling mudah dibiakkan sehingga mudah untuk di isolasi dan ditumbuhkan pada media baik media SDA maupun media PDA dengan suhu mulai 25- 30 °C.

## 2. Jamur *Phytophthora palmivora*

*Phytophthora palmivora* merupakan patogen yang menyebabkan penyakit gugur buah dan busuk buah pada tanaman kakao dan tanaman kelapa. Jamur *Phytophthora palmivora* pada saat peremajaan awal memiliki pertumbuhan lebih cepat di media SDA dengan suhu 27 °C mulai tumbuh dari masa peremajaan pada hari ke-1. Jamur *Phytophthora palmivora* tumbuh maksimal dan mulai memenuhi petri pada hari ke-4 dengan koloni yang berwarna putih dan ada sedikit warna kecoklatan memiliki bentuk miselium yang tipis. Namun pada hari ke-4 jamur *Phytophthora palmivora* terlihat spora yang berbentuk seperti buah pir dengan pembesaran 100 dari Mikroskop. Hal ini terlihat berdasarkan Gambar 4.2 miselium yang berwarna kecoklatan, tipis dan spora yang seperti bentuk buah pir pada hari ke-4.

Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Nurfianti, Umrah, jamur *Phytophthora palmivora* tumbuh pada suhu 25 °C yang miseliumnya berwarna putih biasanya terlihat seperti benang-benang atau bulu-bulu putih, dan karakter

---

<sup>59</sup> Astika dara Permadi,dkk” Efektifitas Agens Pengendalian Hayati *Trichoderma harziaanum* untuk Mengendalikan penyakit Bercak Daun Tembakau Rajang di Jember”, *Jurnal Protobiont*, Vol.1, No.2,2010,h.11.



morfologi hifa tidak bersekat dan bercabang, terlihat miselium, dan spora seperti buah pir.<sup>60</sup>

### 3. Uji Antagonis *Phytophthora palmivora* dengan *Trichoderma harzianum*

Uji antagonis jamur *Phytophthora palmivora* dan *Trichoderma harzianum* dilakukan dengan 3 pengulangan yang terdiri dari *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma harzianum* dan antibiotik *chloramphenicol*. Pertumbuhan diameter jamur di amati dari hari ke 1 sampai hari ke 7 pertumbuhan diameter jamur di ukur dengan jangka sorong dengan skala ( mm).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Uji Antagonis jamur *Trichoderma harzianum* dengan *Phytophthora palmivora* terdapat perbedaan disetiap pengamatannya. Pertumbuhan jamur diamati diameter selama 1 hari sekali dalam 7 hari dan menunjukkan pertumbuhan yang baik dan signifikan. Berdasarkan tabel 4.1 pertumbuhan jamur *Trichoderma harzianum* pada hari ke-1 memiliki pertumbuhan diameter yang baik pada pengulangan ke-2 dengan diameter 65,52 mm, sedangkan pada jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke-1 memiliki pertumbuhan yang lambat karena adanya sifat dari daya hambat jamur antagonis dan pada pengulangan ke-2 dengan diameter 42,18 mm. Hal ini Sesuai dengan hasil penelitian Denisi cikita ddk, Uji antagonis *Trichoderma sp* terhadap *Phytophthora palmivora* menunjukkan pertumbuhan diameter lebih kecil dibandingkan dengan jamur antagonis karena pertumbuhan jamur patogen yang terhambat diduga arena adanya penghambatan pertumbuhan *Phytophthora*

---

<sup>60</sup> Nurfianti, Umrah, "Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao", *Jurnal Biocelebes*, Vol.13,No.3,2019,h.3-4.

*palmivora* oleh jamur antagonis melalui mikoparasitisme, antibiosis dan kompetisi, tingkat kompetisi yang tinggi menyebabkan penguasaan terhadap ruang/tempat, gas, dan nutrisi lebih cepat sehingga membuat jamur patogen tersisih dan selanjutnya mengalami kematian.<sup>61</sup>

Pengamatan diameter miselium jamur pada hari ke-2 jamur *Trichoderma harzianum* memiliki pertumbuhan yang bagus dan cepat terdapat pada pengulangan kedua dengan diameter 78,93 mm karena jamur jamur *Trichoderma harzianum* agresifitas dalam pertumbuhan, sedangkan jamur *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang lambat terdapat pada pengulangan kedua 43,56 mm berdasarkan Tabel 4.1 pertumbuhan jamur endofit lebih cepat dibandingkan dengan jamur patogen. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Umrah dkk, Mikoparasitisme pada uji antagonis jamur terjadi selama pertumbuhan jamur antagonis yang cepat dan tumbuh kearah jamur patogen serta adanya enzim yang dihasilkan jamur antagonis dalam menghambat atau menekan pertumbuhan jamur patogen.<sup>62</sup>

Pengamatan miselium jamur pada hari ke-3 terdapat jamur *Trichoderma harzianum* memiliki pertumbuhan yang bagus dan baik berdasarkan Gambar grafik 4.10 dengan diameter 88,09 mm ini jelas terlihat pada Tabel 4.1, sedangkan pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang sangat baik disetiap harinya namun sedikit lambat pada pengulangan ke-2 dengan

---

<sup>61</sup> Denisi cikita, dkk, "Uji Antagonis *Trichoderma* .....", h.59-63

<sup>62</sup> Umrah dkk, "Antagonisitas dan Efektifitas *Trichoderma sp* dalam Menekan Perkembangan *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao", *Jurnal Agroland*, Vol.16, No.1, 2009. H.9-10.

diameter miselium 44,04 mm dan di pengulangan ke-1 65,98 mm. Berdasarkan hasil penelitian Purwanti Sari dkk, *Trichoderma harzianum* memiliki sifat hiperparasit yang mampu mengendalikan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan lawannya.<sup>63</sup>

Pengamatan miselium jamur pada hari ke-4 terdapat jamur *Trichoderma harzianum* memiliki pertumbuhan yang bagus dan baik berdasarkan Gambar grafik 4.10 dengan Diameter 90,52 mm ini jelas terlihat pada tabel 4.1, sedangkan jamur pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora palmivora* memiliki pertumbuhan yang normal namun sedikit lambat karena terjadi penekanan oleh jamur endofit yang bersifat antagonis, pada pengulangan ke-2 dengan diameter miselium 60,68 mm.

Pengamatan miselium pada hari ke-5 sampai hari ke-7, jamur *Trichoderma harzianum* ini memiliki diameter jamur yang bagus dan sangat baik disetiap harinya dengan signifikan karena adanya penekanan dan hambatan terhadap jamur patogen, dapat dilihat pada Tabel 4.1 jelas terlihat bahwa pada hari pengamatan ke-5 diameter miselium jamur endofit *Trichoderma harzianum* sudah mencapai 107,45 pada pengamatan hari ke-5 di pengulangan ke-3, dan pengamatan hari ke-7 berkembang sampai diameter 113,19 mm pada pengulangan ke-3. Menurut hasil penelitian Asrul, mekanisme penekanan oleh *Trichoderma harzianum* terutama melalui mikoparasitisme dan laju pertumbuhan lebih cepat

---

<sup>63</sup> Purwanti Sari dkk, "Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma spp*" *Jurnal BIOMA*, Vol11, No.1, 2009, h.25-26.

dibandingkan patogen.<sup>64</sup> Sedangkan jamur patogen *Phytophthora palmivora* pada hari ke-5 berdiameter paling tinggi 82,09 mm terdapat pada pengulangan ke-3 sampai hari pengamatan ke-7 pengamatan miselium paling tinggi 88,15 mm pada pengulangan ke-3 dengan rata-rata 78,95 mm. hal ini berbanding terbalik dengan jamur endofit *Trichoderma harzianum* dari data diatas terlihat jelas bahwa jamur *Trichoderma harzianum* mampu menekan patogen *Phytophthora palmivora* untuk berkembang.

Uji antagonis jamur endofit *Trichoderma harzianum* terhadap jamur *Phytophthora palmivora* yang menyerang tanaman kakao dilakukan untuk mengamati interaksi langsung yang terjadi antara jamur antagonis dengan jamur patogen dengan menumbuhkan kedua jamur tersebut dalam satu media yang sama secara bersamaan dalam satu cawan petri. Ini menunjukkan bahwa adanya potensi penekanan jamur patogen oleh jamur antagonis yaitu jamur *Trichoderma harzianum* hal ini berdasarkan pada Grafik 4.12.

Uji Antagonis dengan menggunakan metode ini menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma harzianum* ini mampu menekan jamur *Phytophthora palmivora* yang dihitung dari hari ke-1 sampai hari ke-7 pengamatan dengan persentase rata-rata sebesar 37,7%. Hasil persentase rata-rata menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma harzianum* ini dominan menekan dibandingkan jamur patogen, hal ini menandakan bahwa jamur *Trichoderma harzianum* mampu menekan jamur patogen walaupun terjadinya penekanan hanya dibawah 50% sehingga dapat

---

<sup>64</sup> Asrul, "Uji Daya Hambat Antagonis *Trichoderma spp* Dalam Formulasi Kering Berbentuk Tablet Terhadap Luas Bercak *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao", *Jurnal Agrasains*, Vol.10,No.11, 2009. h.23-24.

dikatakan bahwa kemampuan antagonis jamur *Trichoderma harzianum* masih tergolong rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang diteliti oleh Tia Nirmala Hidayat,dkk, menyatakan bahwaa mengkategorikan jamur yang memiliki daya hambat 26-50% termasuk dalam golongan jamur yang memilki kemampuan antagonis rendah.<sup>65</sup>

Uji antagonis jamur *Trichoderma harzianum* 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 harzianum* melalui tiga mekanisme yaitu mikoparatisme, antibiosis, dan kompetisi. Hal ini disebabkan karena terjadinya penekanan dari jamur antagonis sehingga membuat jamur *Phytophthora palmivora* terganggu untuk berkembang atau terhentinya proses pertumbuhan pada jamur patogen yaitu *Phytophthora palmivora* (*Antibiosis*), jamur endofit yang berupa jamur *Trichoderma harzianum* yang menutupi atau mendekati permukaan medium termasuk koloni jamur patogen (*Mikoparatisme*), dan koloni jamur endofit yang menekan jamur patogen yang ditandai dengan pertumbuhan jamur patogen yang menjauhi jamur endofit (*Kompetisi*).

Tingkat kompetisi pada jamur *Trichoderma harzianum* yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya penguasaan baik itu ruang ataupun tempat berkembang yang berupa hara atau nutrisi sehingga jamur *Phytophthora palmivora* akan

---

<sup>65</sup> Tia Nirmala Hidayat ,dkk, “Uji Antagonis *Trichoderma sp .T4* Terhadap Jamur Yang Diisolasi dari Daun Bergejala Bercak Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineesis Jacq*)”, *Jurnal Protobiont*, Vol.4, No,3 (2016), h.8-13.

tersisihkan dan nantinya akan mengalami kematian, serta antibiosis dapat menghasilkan berupa antibiotik. Hal ini berdasarkan penelitian dari Asrul, dkk, menyatakan bahwa mekanisme penekanan oleh *Trichoderma harzianum* ini terjadi melalui mikoparasitisme, yang dapat menimbulkan lisis pada hifa jamur patogen *Phytophthora palmivora* dan terjadinya agresifitas yaitu berupa pertumbuhan yang sangat cepat dibandingkan jamur patogen.<sup>66</sup>

Mikoparasitisme pada uji antagonis jamur terjadi selama pertumbuhan jamur antagonis yaitu jamur *Trichoderma harzianum* yang cepat dan tumbuh ke arah jamur patogen *Phytophthora palmivora* serta adanya enzim yang dihasilkan oleh jamur antagonis sehingga mampu menekan atau menghambat jamur patogen. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Umrah, dkk, menyatakan bahwa *Trichoderma harzianum* mempunyai kemampuan menghasilkan enzim kitinase yang lebih efektif dibandingkan organisme lain, serta mampu menekan jamur patogen tanaman. Selain itu juga *Trichoderma harzianum* memiliki sifat hiperparasit yang mampu mengendalikan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*.<sup>67</sup>

Berdasarkan pengamatan penekanan jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke-1 dan hari ke-2 belum terjadinya mekanisme antagonis antara kedua jamur ini. Sedangkan pada hari ke-3 pertumbuhan kedua biakan saling mendekati dan

---

<sup>66</sup> 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.

<sup>67</sup> Umrah, dkk, 'Antagonis dan Efektifitas *Trichoderma* sp Dalam Menekan Perkembangan *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao," *Jurnal Agroland*, Vol.16, No.1 (2009),h.9-16.



terjadi nya penekanan bagi jamur patogen *Phytophthora palmivora*. Pada hari ke-7 pengamatan penekanan yang terjadi padaa jamur *Phytophthora palmivora* semakin menyempit , pertumbuhan jamur endofit *Trichoderma harzianum* yang semakin cepat sehingga jamur *Phytophthora palmivora* tidak bisa membesar tumbuh dalam media.

Namun Antibiotik clorafenichol dari hari ke-1 diinkubasi sampai dengan dengan hari ke-7 belum terjadinya penekanan antara jamur endofit dan jamur patogen, namun pada hari ke-4 jamur *Trichoderma harzianum* sudah menutupi antibiotik cloraphenicol pada pengulangan ke-2 dan ke-3, hal ini menandakan bahwa antibiotik cloraphenicol hanya mampu menekan jamur patogen *Phytophthora palmivora* tetapi tidak mampu menekan jamur endofit *Trichoderma harzianum*.

#### **4. Bentuk Output Hasil Penelitian Uji Kelayakan Buku Uji Antagonis Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi**

Bentuk output penelitian tentang uji antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada buah kakao ini dimanfaatkan sebagai penunjang mata Kuliah Mikologi. Bentuk output yang disusun dalam bentuk buku ajar. Buku ajar ini disajikan sesuai dengan hasil penelitaian yang telah dilakukan. Buku ajar ini berisi tentang uji antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada buah kakao beserta gambar dan klasifikasi dari kakao.

Buku ajar ini juga diharapkan dapat memudahkan mahasiswa dalam proses pembelajaran dan mahasiswa dapat mengetahui uji antagonis pada jamur endofit

terhadap jamur patogen. Tahapan dalam penyusunan buku ajar uji antagonis ini dengan melakukan pengumpulan data, tahap uji kelayakan buku, dan tahap revisi (perbaikan produk/buku ajar).

Tahapan uji Validasi kelayakan buku dilakukan oleh tim validator ahli materi dan ahli media. Kemudian tahapan terakhir dalh revisi atau dilakukan perbaikan terhadap produk (buku ajar) tersebut. Setelah semua tahapan dilewati, maka hasil penelitian dapat dimanfaatkan dengan baik untuk mahasiswa dalam proses pembelajaran terutama pada mata kuliah Mikologi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kastam Syamsi, dkk, yang menyatakan bahwa prosedur penyusunan buku ajar terdiri dari tahap pendefinisian, perencanaan, pengembangan, dan penyebarluasan.<sup>68</sup>

##### **5. Kelayakan Output Hasil Penelitian Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi**

Uji kelayakan dinilai oleh 1 dosen ahli materi dan 1 dosen ahli media, sehingga jumlah validator untuk uji kelayakan ini ada 2 orang dengan 2 kali validasi. Uji kelayakan ahli materi ditinjau untuk melihat kelayakan isi (cakupan materi, keakuratan materi, dan kemutakhiran data), kelayakan penyaji (teknik penyajian dan penyajian pendukung), kelayakan kegrafikan (artistik dan estetika danpendukung penyajian materi), dan komponen pengembangan (teknik penyajian dan pendukung penyajian materi), sedangkan uji kelayakan media

---

<sup>68</sup> Kastam Syamsi, dkk, “ Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses Bagi Siswa SMP”, *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, Vol. 32, No.1, (2013), h.85.

ditinjau untuk melihat format cover, tampilan umum, isi buku dan komponen penyajian materi.

Hasil dari uji kelayakan buku ajar oleh ahli materi dan ahli media menghasilkan total persentasenya 81% yang termasuk kategori sangat layak seperti yang dikatakan ( iis Ernawati dan Totok Sukardiyono,2017) bhawa jumlah persenase 60-80% termasuk ke dalam kategori layak dan 81-100% termasuk kedalam kategori sangat layak<sup>69</sup>. Maka dari data aspek tersebut dapat dikatakan buku ajar ini sudah bisa digunakan dengan sangat layak sebagai referensi mata kuliah Mikologi.

#### **6. Respon Mahasiswa Terhadap Buku Ajar Penunjang Mata Kuliah Mikologi**

Respon mahasiswa terhadap modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian diukur dengan lembar kuisisioneryang dibuat dalam bentuk *google form* yang terdiri dari 12 pertanyaan. Pertanyaan dibagi menjadi 9 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. 4.6

Hasil penilaian respon mahasiswa terhadap buku ajar bahwa buku ajar yang dibuat dapat menarik minat mahasiswa dalam mempelajari materi uji

---

<sup>69</sup> Iis Ernawati dan Totok Sukardiyono, “ Uji Kelayakan Pembelajaran Interaktif Pada Media Pelajaran Administrasi Serve”, *Jurnal EEllinvo*, Vol. 2, No. 2, (2017), h. 207.

antagonis jamur 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 4.6 yang diketahui bahwa respon mahasiswa terhadap buku ajar Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada buah kakao, pada aspek efektifitasnya diperoleh nilai dengan rata-rata 26% yang menjawab sangat setuju, 34% menjawab setuju, 0,4% menjawab ragu-ragu, 7% menjawab tidak setuju, dan 56 sangat tidak setuju. Efektivitas adalah pengukuran dalam arti tercapainya tujuan yang telah ditentukan. Pembelajaran dapat dikatakan efektif apabila proses pembelajaran sudah selesai dengan tujuan dan mencapai hasil pembelajaran yang diharapkan.<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup>Handayanigrat, "Efektivitas Bahan Ajar Buku (Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten) Pada Bencana Angina Badai Melalui Strategi Card Sort Di SMA 1 Karanganom", *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi Fkip Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2016), H. 3

## BAB V PENUTUP

### A. Kesimpulan

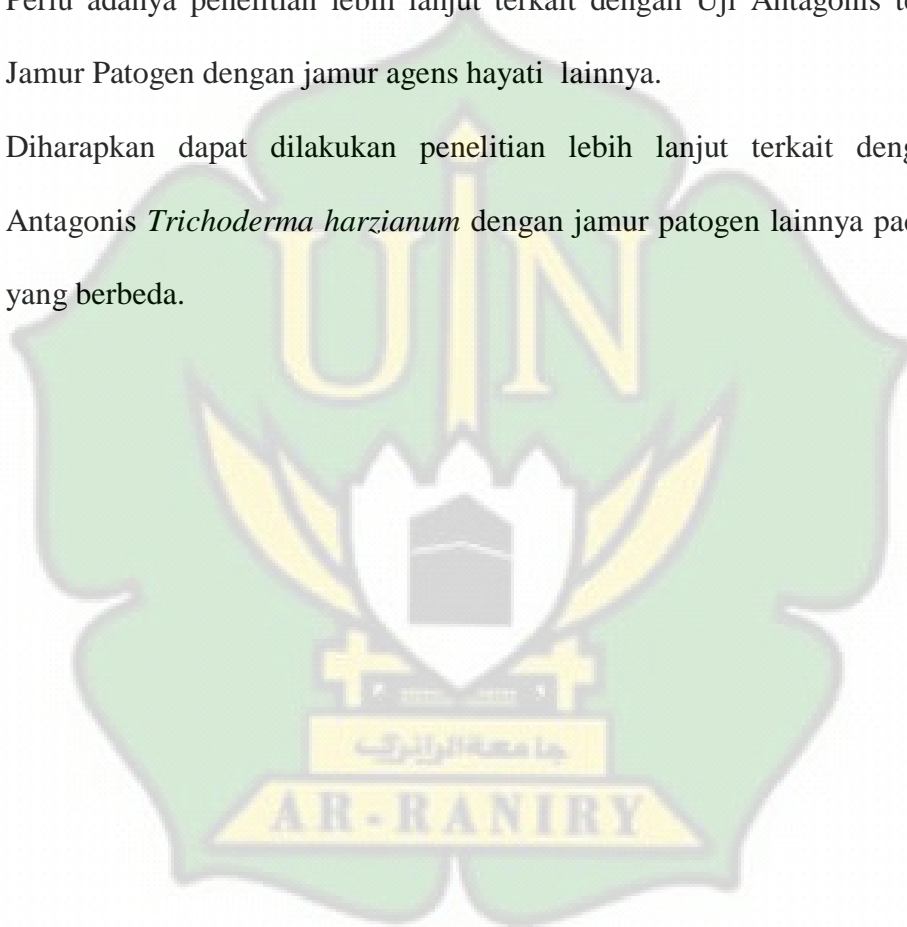
Berdasarkan hasil penelitian tentang “Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palm ivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi, jamur endofit *Trichoderma harzianum* dapat menekan jamur patogen *Phytophthora palmivora* dan antibiotik *clorafenichol* dengan persentase tertinggi terdapat pada pengulangan ke-2.
2. Hasil uji kelayakan buku ajar penunjang mata kuliah Mikologi uji Antgonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao 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 harzianum* memperoleh 81% dengan kategori “Sangat Baik”.

## B. Saran

Berdasarkan penelitian “Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah kakao sebagai penunjang Mata Kuliah Mikologi”, adapun saran yang dapat peneliti kemukakan adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan Uji Antagonis terhadap Jamur Patogen dengan jamur agens hayati lainnya.
2. Diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dengan jamur patogen lainnya pada buah yang berbeda.





## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid. 2008 .“ Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru”.Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Alfizar. Marlina dkk . 2013 . Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp terhadap beberapa Jamur Patogen In Vitro. *jurnal floratek* .vol. 8. no.3.
- Asna Susanti. 2016. “Analisis Vegetasi Herba di Kawasan Daerah Aliran Sungai Krueng Jreu Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi Tumbuhan”. *Skripsi*.
- Baharurudin , Muh asad. 2017. “Efektifitas Pengendalian *Phytophthora palmivora* dengan Agensia Hayati Terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao”. *Jurnal Menara Perkebunan*, Vol. 1. No. 9. DOI <http://dx.doi.org/10.22302/iribb.mp.v85i1.230>.
- Burhanuddin Ihsan. 2021 .“*Dasar-Dasar Mikrobiologi*”, Sumatra Barat: Insan Cendekia Mandiri.
- Dapartemen Agama RI. 2005. *Al-Quran dan Terjemahaannya*, Bandung: Dipenogoro.
- Dirayah Rauf Husain. dkk. 2008. “*Bakteri Endosimbiom Cacing Tanah*” .Yogyakarta: Deepublish.
- Dirayah Rauf Husain. dkk. 2008. “*Bakteri Endosimbiom Cacing Tanah*” .Yogyakarta: Deepublish.
- Dirayut Rauf,dkk. 2021. “ *Bakteri endosimbiom cacing tanah*”.Yogyakarta: Deepublish.
- Djunaidi. 2017. “Sumber Rujukan Sebagai Referensi yang Mendukung Karya Tulis Ilmiah Bagi Pustakawan”. *Jurnal Kepustakawan dan Masyarakat Membaca*, Vol. 33. No. 2.

- Dwi Aprilia Astupura dan Hadma Yuliani. 2016. “Penerapan Model Pembelajaran Leraning Cycle Terhadap Motivasi dan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Pokok Cahaya”. *Jurnal EduSains*, Vol. 4. No. 1.
- Etty Nurmala Fadillah dan Erni Anggraini. 2018. “Pengembangan Modul Praktikum Genetika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi”. *Jurnal Edubiotik*. Vol. 3. No. 1.
- Febrian Widya Kusuma, 2012. “Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share Utuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Siswa XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012”. *Jurnal Pendidkan Indonesia*. Vol. 10. No. 1.
- Gandjar. Samson. 1999. *Pengendalian Kapang Tropic Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia .
- Guest, keane. 2007 ”A New Encounter Disease of Cacao In Papua New Guinea and southeast Asia Caused by the Obligate Bacidimycete Oncobasidium Theobrome”. The America: Phytopathology Society.
- Hasil Wawancara dengan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Tanggal 5 Oktober 2021.
- Kartika Zahra dan Nofha Rina. 2018. “ Pengaruh Celebrity Endoser Hamidah Rachmayanti Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayoufit di Kota Bandung “. *Jurnal Lontar*. Vol. 6. No. 1.
- Lis Ernawati, dan Totok Sukardo. 2017. “Uji Kelayakan....”, *Jurnal Elinvo*. Vol. 2. No. 2.
- Lukito AM, dkk. 2010 “Buku Pintar Budi Daya Kakao. Jakarta Selatan: Agro Media Pustaka,.

- Lukito AM.Dkk. 2010. “*Buku Pintar Budi Daya Kakao*”. Jakarta Selatan: Agro Media Pustaka.
- M. Zakariah, dkk. 2020. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Action Research*, Sulawesi Tenggara: Yayasan Pondok Pesantren Al-Mawaddah.
- Mardiana upara. Dkk. 2012 “Formulasi *Aspergillus* sp. Sebagai Agen Pengedali Hayati Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Pada Kakao Dalam Bentuk Sediaan Tablet”. *Jurnal Biocelbes*. Vol. 6, No. 2.
- Motulo. M.S. Sinaga, dkk. 2007.” Karakter Morfologi dan Molekuler Isolat *Phytophthora palmivora* Asal Kelapa dan Kakao”. *Jurnal Litri*. Vol. 13, No.3.
- Puspita sari. Dkk. 2015. “ Karakteristik Kimia Sensori dan Stabilitas Polifenol Minuman Cokelat Rempah”. *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 9. No. 1.
- Rina Sriwati. 2017. *Trichoderma si Agen Antagonis*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press Darussalam.
- Rizqi Amrullah. Dkk. 2011. “Kelayakan Teoritis Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Materi Mutasi Untuk SMA” *Jurnal Bioedu*. Vol.2 No.2.
- Shinta Nur Baeti.dkk. 2014. “Pembelajaran Berbasis Praktikum Bervisi Sets untuk Meningkatkan Ketrampilan Laboratorium dan Penguasaan Kompetensi”. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. Vol. 8. No.1.
- Shuster. A Shomoo. 2010. “*Biology and Biotechnology of Trichoderma* “.Tricobial: Biotechnol .
- Siswanto, Elna Karmawati. 2012 .“Pengendalian Hama Utama Kakao Dengan Pestisida Nabati Dan Agens Hayati” , *Jurnal Perspektif*, Vol. 11, No.2.
- Sudantha. 2010. “Pengaruh Aplikasi Jamur *Trichoderma* sp dan Serasa Dalam Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Tanaman Vanili terhadap Penyakit Busuk Batang Fusariu”. *Jurnal Agroteksos* .Vol. 20.

- Sudantha.Abadi. 2011. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonisnya Terhadap *Fusarium Oxyporum*. *Jurnal Agroteksos*.Vol.17.no.2.
- Suharjo. T.N Aeny. 2011. “Eksplorasi Potensi Gulma Siam Sebagai Biofungisida Pengendali *Phthorophora palmivora* yang di Isolasi dari Buah Kakao” . *Jurnal HPT Tropika*,Vol. 11, No. 2.
- Suharsimi Arikunto.2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*.Jakarta : Rineka Cipta.
- Sulistyo Anggoro dan Chandra A.P. 1998.*Kamus Besar Lengkap Inggris-Indonesia*. Solo: Delima.
- Suprpto Ma'at. 2009. *Sterilisasi dan Disinfeksi*. Surabaya: Airlangga Press.
- Syahirul Alim, dkk. 2020 ”Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani”. *Jurnal DMSI*.Vol.1. No. 4.
- Syahirul Alim. Dkk. 2020. ”Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani”. *Jurnal DMSI*, Vol.1 . No. 4.
- Tim Kashiko. 2004.*Kamus Lengkap Biologi*.Surabaya: Kashiko.
- Wahyudi, 2009.“*Sejarah dan Prospek dalam Panduan Lengkap Kakao*”. Jakarta: Penebar Swadaya,
- Wasty Soemanto. 2003.*Psikologi Pendidikan*.Jakarta : PT Rhineka Cipta.
- Waty Soemanto.2003. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Widyoko, Eko Putra.2016. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yosi Wulandari dan Wachis Purwanto. 2017. “Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”.*Jurnal Gramatika*.Vol. 3. No. 2.

Yosi Wulandari dan Wachis Purwanto. 2017. “Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”.*Jurnal Gramatika*.Vol. 3. No. 2.

Yuza Defitri.2009. “ Penyakit Busuk Buah Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*) Serta Presentase Serangannya di Desa Betung Kecamatan Ilir Kabupaten Muaro Jambi “ . *Jurnal Media Pertanian* .Vol. 2, No. 2.





**Lampiran 1 : SK**

**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY**  
 Nomor: B-5666/Un.08/FTK/KP.07.6/04/2022

**TENTANG:**  
**PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**  
**UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

**DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
- b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Intitut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 13 April 2022
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan : Menunjuk Saudara:
- PERTAMA** : Zuraidah, S. St., M. Si.  
 Mulyadi, S. Pd., M. Pd.
- Untuk membimbing Skripsi :
- Nama : Virda Afrina  
 NIM : 170207089  
 Program Studi : Pendidikan Biologi  
 Judul Skripsi : Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Phytophthora palmivora* Pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi
- KEDUA** : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2022;
- KETIGA** : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022;
- KEEMPAT** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh  
 Pada tanggal : 22 April 2022  
 An. Rektor  
 Dekan  
 Nurhidayah Razali

**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 telah melakukan penelitian*



**LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI**  
**FAKULTAS TARBİYAH 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](mailto:labpend.biologi@ar-raniry.ac.id)



24 Juli 2023

Nomor : B-63/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 : **Virda afrina**  
 NIM : 170207089  
 Prodi : *Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry  
 Banda Aceh*  
 Alamat : Desa Tanjong, Lhoknga – Aceh Besar  
 No. HP : 082369289530  
 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 Trichoderma harzianum Terhadap Phythophthora paimivora pada Buah Kakao sebagai Penunjang 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



24 Juli 2023

Nomor : B-64/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 : Virda Afrina  
 NIM : 170207089  
 Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN  
 Ar-Raniry  
 Alamat : Desa Tanjong, Lhoknga – Aceh Besar

Benar yang nama tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian dengan judul "*Uji Antagonis Trichoderma harzianum Terhadap Phythophthora paimivora pada Buah Kakao sebagai Penunjang 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 : Validasi Materi

### Lampiran Validasi Materi

Lembar Kuisisioner Penilaian Produk Hasil Penelitian Buku Ajar Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi

#### I. Identitas Penulis

Nama : Virda Afrina  
NIM : 170207089  
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 *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi".

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Buku Ajar 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,

  
Virda Afrina

### 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 Buku Ajar

#### 1. Komponen Kelayakan Isi

Indikator	Butir Penilaian	Penilaian					Komentar/Saran
		1	2	3	4	5	
Cakupan materi	Keluasan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓		
	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓		
	Kejelasan materi				✓		
Keakuratan materi	Keakuratan data fakta				✓		
	Keakuratan konsep dan teori				✓		
	Keakuratan gambar/ilustrasi				✓		
Kemutakhiran materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan				✓		
Total Skor Komponen Kelayakan Isi							



## 2. Komponen Kelayakan Penyaji

Indikator	Butir Penilaian	Penilaian					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik penyajian	Keurutan konsep				✓		
	Kelogisan penyaji				✓		
Pendukung penyajian	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓		
	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar				✓		
Total Skor Komponen Kelayakan Penyajian							

## 3. Komponen Kelayakan Kegrafikan

Indikator	Butir Penilaian	Penilaian					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Artistik dan Estetika	Komposisi Buku sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓		
	Penggunaan teks dan grafis proporsional				✓		
	Kemenarikan layout dan tata letak				✓		
Pendukung penyajian materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓		
	Produk bersifat informatif kepada pembaca				✓		
	Secara keseluruhan produk buku ajar ini menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca				✓		
Total Skor Komponen Kelayakan Kegrafikan							

## 4. Komponen pengembangan

Indikator	Butir Penilaian	Penilaian					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian				✓		
	Kelogisan penyajian dan keurutan konsep				✓		
	Koherensi subtansi				✓		
	Keseimbangan subtansi				✓		
Pendukung penyajian materi	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓		
	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓		
Total Skor Komponen Kelayakan pengembangan							
Total skor keseluruhan							

(Sumber : Elvis Rahma Sari (2015), Sidiq Mucharam (2016), dan Zahratul Nayli (2018))

## Kesimpulan

81% - 100% : Sangat Layak


61% - 80% : Layak

41% - 60% : Cukup Layak

21% - 40% : Tidak Layak

<21% : Sangat Tidak Layak

Banda Aceh, 25...7...2023  
Validator,

  
Nurlia Zahara, M.Pd



## Lampiran 5 : Validasi Media

### Lampiran Validasi Media

Lembar Kuisioner Penilaian Produk Hasil Penelitian Buku Ajar Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi

#### VI. Identitas Penulis

Nama : Virda Afrina  
NIM : 170207089  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Ahli Media :

#### VII. 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 *Trichoderma harzianum* terhadap *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao Sebagai Penunjang Mata Kuliah Mikologi".

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai Buku Ajar 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,

  
Virda Afrina

### VIII. Deskripsi Skor

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

### IX. Petunjuk Pengisian

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

### V. Indikator Penilaian Buku Ajar

Sub Komponen	Unsur yang dinilai	Penilaian					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Format cover	Format margins pada cover buku sudah sesuai				✓		
	Cover yang digunakan sesuai dengan warna menarik dan kreatif					✓	
	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				✓		
Tampilan Umum	Desain media sesuai dengan materi Jamur Endofit dan Patogen				✓		
	Desain media memberikan contoh <i>real</i> Jamur Endofit dan Patogen				✓		
Isi Buku	Memuat isi Buku yang jelas				✓		
	Memuat gambar dengan jelas				✓		
	Memuat pewarnaan gambar yang				✓		

	menarik						
Komponen Penyajian	Ukuran font tulisan pada buku saku mudah dibaca				✓		
	Penyajian media dapat membantu dalam proses pembelajaran peserta didik				✓		
Total Skor							

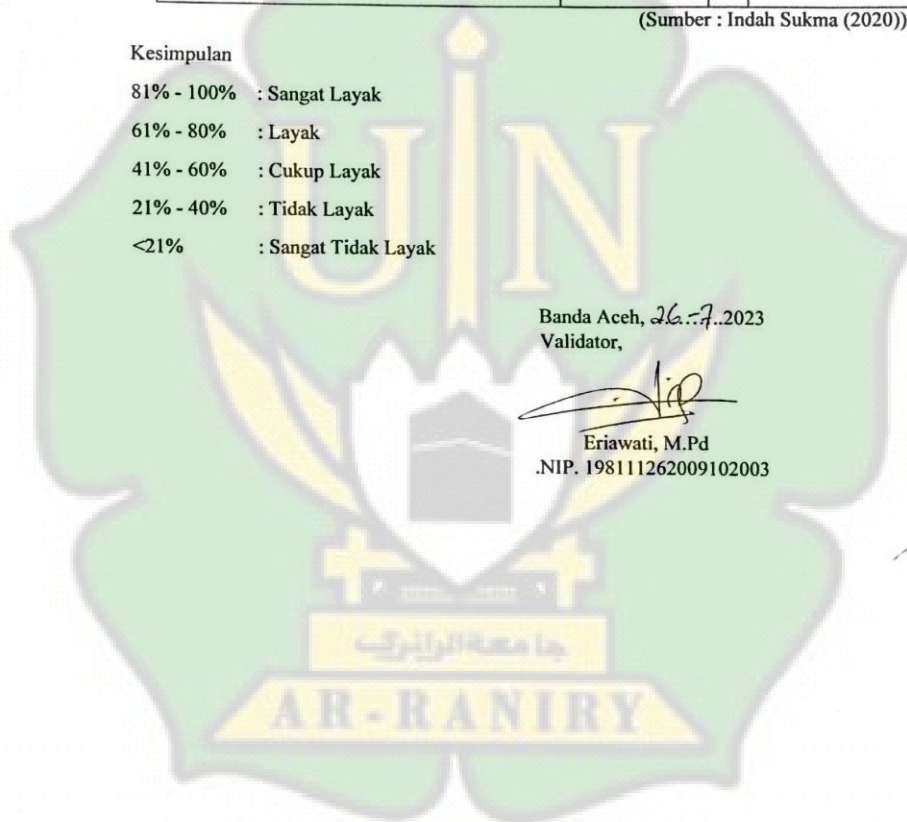
(Sumber : Indah Sukma (2020))

## Kesimpulan

- 81% - 100% : Sangat Layak  
 61% - 80% : Layak  
 41% - 60% : Cukup Layak  
 21% - 40% : Tidak Layak  
 <21% : Sangat Tidak Layak

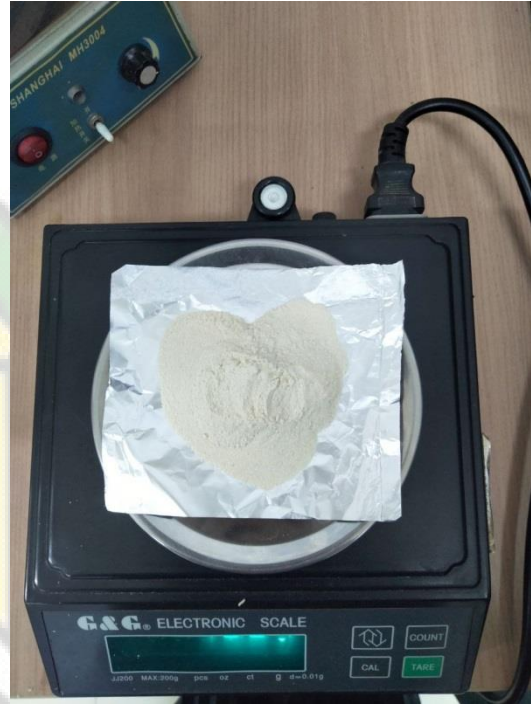
Banda Aceh, 26.7.2023  
 Validator,

Eriawati, M.Pd  
 .NIP. 198111262009102003



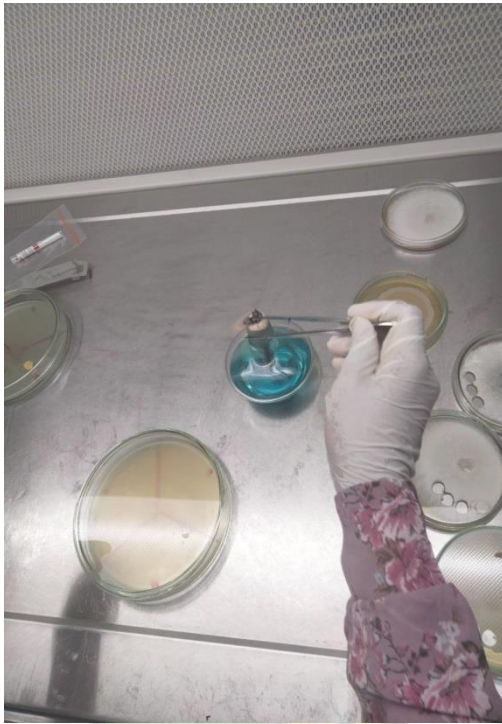
*Lampiran 6: Foto Hasil Penelitian*

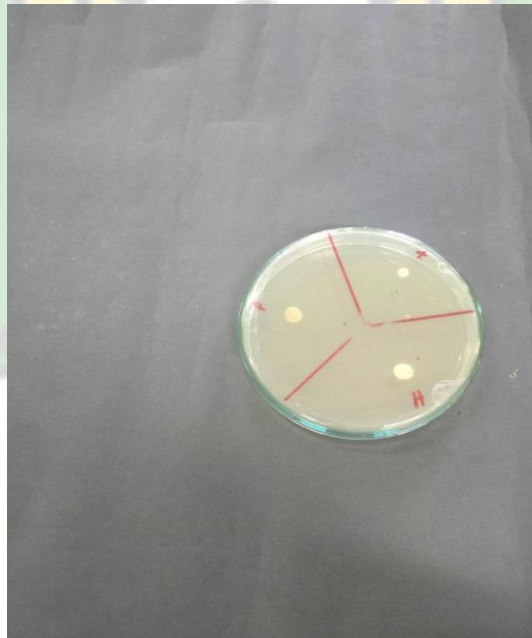
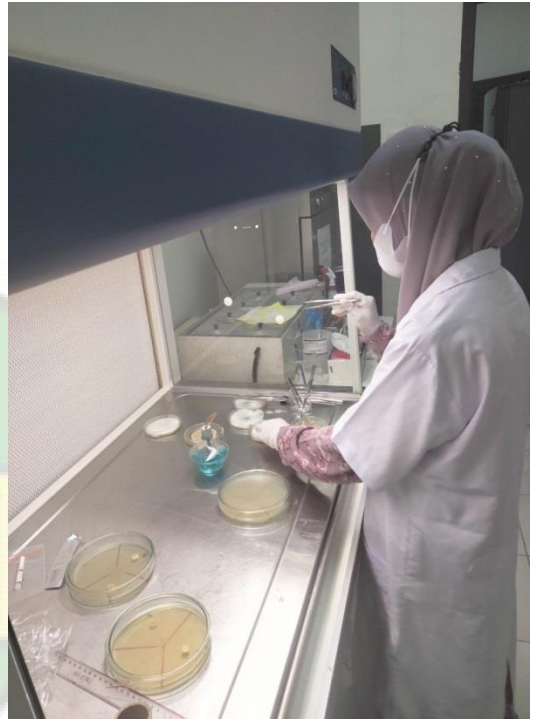
Proses Penimbangan Media SDA





Proses penanaman jamur *Phytophthora palmivora* dengan *Trichoderma harzianum*



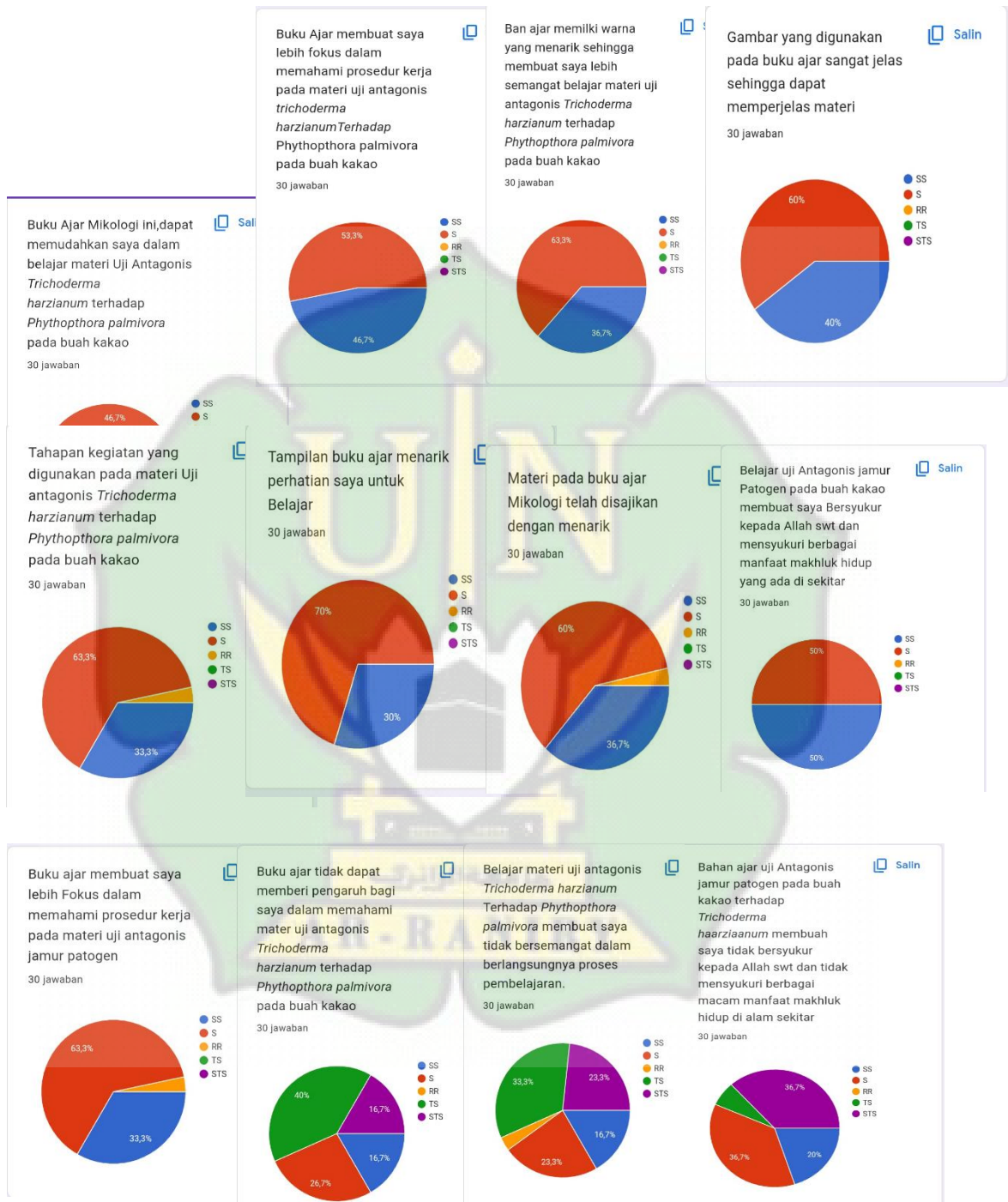




Proses Pengukuran Antagonis Jamur



Lampiran 7: Hasil Respon Mahasiswa



**Lampiran 8: Hasil Data**

Hari pertama

Pengulangan 1 (Phytophthora palmivora)

Skala utama : 35

a. AA' : 69,75 mm Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$ 

Skala utama : 69

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$ 

b. BB' : 47,85 mm

Skala utama : 47

b. BB' : 66,3 mm

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,85$ 

Skala utama : 66

Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$ 

c. CC' : 42,15 mm

Skala utama : 42

c. CC' : 53,85 mm

Skala nonius :  $3 \times 0,05 = 0,15$ 

Skala utama : 53

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,85$ 

d. DD' : 42,8 mm

Skala utama : 42

d. DD' : 58,1 mm

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$ 

Skala utama : 58

Pengulangan 3

Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$ 

a. AA' : 68,25 mm

Pengulangan 2

Skala utama : 68

a. AA' : 35,95 mm

$$\text{Skala nonius} : 5 \times 0,05 = 0,25$$

$$\text{Skala nonius} : 19 \times 0,05 = 0,95$$

$$\text{b. BB}' : 69,85 \text{ mm}$$

$$\text{d. DD}' : 44,6 \text{ mm}$$

$$\text{Skala utama} : 69$$

$$\text{Skala utama} : 44$$

$$\text{Skala nonius} : 15 \times 0,05 = 0,85$$

$$\text{Skala nonius} : 12 \times 0,05 = 0,6$$

#### Pengulangan 2

$$\text{c. CC}' : 68,1 \text{ mm}$$

$$\text{a. AA}' : 63,7 \text{ mm}$$

$$\text{Skala utama} : 468$$

$$\text{Skala utama} : 63$$

$$\text{Skala nonius} : 2 \times 0,05 = 0,1$$

$$\text{Skala nonius} : 14 \times 0,05 = 0,7$$

$$\text{d. DD}' : 69,85 \text{ mm}$$

$$\text{b. BB}' : 67,9 \text{ mm}$$

$$\text{Skala utama} : 69$$

$$\text{Skala utama} : 67$$

$$\text{Skala nonius} : 15 \times 0,05 = 0,86$$

$$\text{Skala nonius} : 18 \times 0,05 = 0,9$$

Pengulangan 1 (Trichoderma  
harzianum)

$$\text{c. CC}' : 63,6 \text{ mm}$$

$$\text{Skala utama} : 63$$

$$\text{Skala nonius} : 12 \times 0,05 = 0,6$$

$$\text{a. AA}' : 44,1 \text{ mm}$$

$$\text{d. DD}' : 66,9 \text{ mm}$$

$$\text{Skala utama} : 44$$

$$\text{Skala utama} : 66$$

$$\text{Skala nonius} : 2 \times 0,05 = 0,1$$

$$\text{Skala nonius} : 18 \times 0,05 = 0,9$$

$$\text{b. BB}' : 45,95 \text{ mm}$$

#### Pengulangan 3

$$\text{Skala utama} : 45$$

$$\text{a. AA}' : 62,15 \text{ mm}$$

$$\text{Skala nonius} : 19 \times 0,05 = 0,95$$

$$\text{Skala utama} : 62$$

$$\text{c. CC}' : 46,95 \text{ mm}$$

$$\text{Skala nonius} : 3 \times 0,05 = 0,15$$

$$\text{Skala utama} : 46$$

- b. BB' : 64,35 mm                      Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$   
 Skala utama : 64                              Pengulangan 2  
 Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$
- c. CC' : 75,1 mm                              Skala utama : 37  
 Skala utama : 75                              Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$   
 Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$
- d. DD' : 66,05 mm                              Skala utama : 49  
 Skala utama : 66                              Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$   
 Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,05$
- Hari kedua
- Pengulangan 1 (Phytophora palmivora)
- a. AA' : 63,6 mm                              Skala utama : 42  
 Skala utama : 63                              Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$   
 Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,05$
- b. BB' : 63,1 mm                              Skala utama : 43  
 Skala utama : 63                              Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$   
 Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$
- Pengulangan 3
- a. AA' : 63,3 mm                              Skala utama : 63  
 Skala utama : 63                              Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$   
 Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$
- c. CC' : 67,3 mm                              Skala utama : 79  
 Skala utama : 67                              Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,85$   
 Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$
- d. DD' : 61,95 mm                              Skala utama : 78  
 Skala utama : 61                              Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$



Skala nonius :  $20 \times 0,05 = 0,1$

Skala utama : 85

d. DD' : 77,85 mm

Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$

Skala utama : 77

c. CC' : 81,75 mm

Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,89$

Skala utama : 81

Pengulangan 1 (Trichoderma  
harzianum)

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$

a. AA' : 48,85 mm

Skala utama : 78

Skala utama : 48

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,05$

Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,85$

Pengulangan 3

b. BB' : 46,35 mm

a. AA' : 63,05 mm

Skala utama : 46

Skala utama : 63

Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,05$

c. CC' : 44,45 mm

b. BB' : 83,7 mm

Skala utama : 44

Skala utama : 83

Skala nonius :  $9 \times 0,05 = 0,45$

Skala nonius :  $14 \times 0,05 = 0,7$

d. DD' : 46,6 mm

c. CC' : 80,65 mm

Skala utama : 46

Skala utama : 80

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$

Skala nonius :  $13 \times 0,05 = 0,65$

Pengulangan 2

d. DD' : 69,95 mm

a. AA' : 70,6 mm

Skala utama : 69

Skala utama : 70

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$

b. BB' : 85,35 mm



Hari ketiga		Skala utama : 43
Pengulangan 1 (Phytophora palmivora)		Skala nonius : $19 \times 0,05 = 0,95$
a. AA' : 58,7 mm		d. DD' : 45,15 mm
Skala utama : 58		Skala utama : 45
Skala nonius : $14 \times 0,05 = 0,7$		Skala nonius : $3 \times 0,05 = 0,15$
b. BB' : 63,85 mm	Pengulangan 3	a. AA' : 64,25 mm
Skala utama : 63		Skala utama : 64
Skala nonius : $17 \times 0,05 = 0,85$		Skala nonius : $5 \times 0,05 = 0,4$
c. CC' : 66,6 mm		b. BB' : 84,65 mm
Skala utama : 66		Skala utama : 84
Skala nonius : $12 \times 0,05 = 0,6$		Skala nonius : $13 \times 0,05 = 0,65$
d. DD' : 63,8 mm		c. CC' : 80,5 mm
Skala utama : 63		Skala utama : 80
Skala nonius : $16 \times 0,05 = 0,8$		Skala nonius : $10 \times 0,05 = 0,9$
Pengulangan 2		d. DD' : 78,7 mm
a. AA' : 38,1 mm		Skala utama : 78
Skala utama : 38		Skala nonius : $14 \times 0,05 = 0,7$
Skala nonius : $2 \times 0,05 = 0,1$	Pengulangan 1 (Trichoderma harzianum)	a. AA' : 46,15 mm
b. BB' : 50,4 mm		Skala utama : 46
Skala utama : 50		Skala nonius : $3 \times 0,05 = 0,15$
Skala nonius : $8 \times 0,05 = 0,4$		
c. CC' : 43,95 mm		

b. BB' : 53,05 mm

Skala utama : 53

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,5$

c. CC' : 49,35 mm

Skala utama : 49

Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$

d. DD' : 48,95 mm

Skala utama : 48

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 2

a. AA' : 77,35 mm

Skala utama : 77

Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$

b. BB' : 97,95 mm

Skala utama : 97

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

c. CC' : 93,55 mm

Skala utama : 93

Skala nonius :  $11 \times 0,05 = 0,55$

d. DD' : 86,75 mm

Skala utama : 87

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$

Pengulangan 3

a. AA' : 67,9 mm

Skala utama : 67

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$

b. BB' : 97,55 mm

Skala utama : 97

Skala nonius :  $11 \times 0,05 = 0,55$

c. CC' : 98,55 mm

Skala utama : 98

Skala nonius :  $11 \times 0,05 = 0,55$

d. DD' : 79,5 mm

Skala utama : 79

Skala nonius :  $10 \times 0,05 = 0,5$

Hari keempat

Pengulangan 1 (Phytophora

palmivora)

a. AA' : 73,8 mm

Skala utama : 73

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

b. BB' : 62,5 mm

Skala utama : 62

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$

c. CC' : 67,95 mm

Skala utama : 67

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

d. DD' : 64,05 mm

c. CC' : 85,55 mm

Skala utama : 64

Skala utama : 85

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,05$

Skala nonius :  $11 \times 0,05 = 0,55$

Pengulangan 2

d. DD' : 83,85 mm

a. AA' : 44,2 mm

Skala utama : 83

Skala utama : 44

Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,85$

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

Pengulangan 1 (Trichoderma

b. BB' : 76,35 mm

harzianum)

Skala utama : 76

a. AA' : 47,4 mm

Skala nonius :  $5 \times 0,05 = 0,35$

Skala utama : 47

c. CC' : 42,85 mm

Skala nonius :  $8 \times 0,05 = 0,4$

Skala utama : 42

b. BB' : 54,2 mm

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,85$

Skala utama : 54

d. DD' : 79,35 mm

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

Skala utama : 79

c. CC' : 55,8 mm

Skala nonius :  $7 \times 0,05 = 0,35$

Skala utama : 55

Pengulangan 3

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

a. AA' : 63,6 mm

d. DD' : 56,4 mm

Skala utama : 63

Skala utama : 56

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$

Skala nonius :  $8 \times 0,05 = 0,4$

b. BB' : 88,2 mm

Pengulangan 2

Skala utama : 88

a. AA' : 78,1 mm

Skala utama : 78	Skala nonius : $14 \times 0,05 = 0,7$
Skala nonius : $2 \times 0,05 = 0,1$	Hari kelima
b. BB' : 97,65 mm	Pengulangan 1 (Phytophthora palmivora)
Skala utama : 97	a. AA' : 74,1 mm
Skala nonius : $13 \times 0,05 = 0,65$	Skala utama : 74
c. CC' : 102,15 mm	Skala nonius : $10 \times 0,05 = 0,5$
Skala utama : 102	b. BB' : 66,2 mm
Skala nonius : $3 \times 0,05 = 0,15$	Skala utama : 66
d. DD' : 84,2 mm	Skala nonius : $4 \times 0,05 = 0,2$
Skala utama : 84	c. CC' : 72,7 mm
Skala nonius : $4 \times 0,05 = 0,2$	Skala utama : 72
Pengulangan 3	Skala nonius : $14 \times 0,05 = 0,7$
a. AA' : 70,8 mm	d. DD' : 65,6 mm
Skala utama : 70	Skala utama : 65
Skala nonius : $16 \times 0,05 = 0,8$	Skala nonius : $12 \times 0,05 = 0,6$
b. BB' : 116,9 mm	Pengulangan 2
Skala utama : 116	a. AA' : 45,9 mm
Skala nonius : $18 \times 0,05 = 0,9$	Skala utama : 45
c. CC' : 99,95 mm	Skala nonius : $18 \times 0,05 = 0,9$
Skala utama : 99	b. BB' : 76,75 mm
Skala nonius : $19 \times 0,05 = 0,95$	Skala utama : 76
d. DD' : 93,7 mm	Skala nonius : $15 \times 0,05 = 0,75$
Skala utama : 93	

c. CC' : 43,2 mm Skala nonius :  $10 \times 0,05 = 0,5$

Skala utama : 43

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

d. DD' : 80,9 mm

Skala utama : 80

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,95$

Pengulangan 3

a. AA' : 66,65 mm

Skala utama : 66

Skala nonius :  $13 \times 0,05 = 0,65$

b. BB' : 88,3 mm

Skala utama : 88

Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$

c. CC' : 88,9 mm

Skala utama : 88

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$

d. DD' : 87,75 mm

Skala utama : 87

Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$

Pengulangan 1 (Trichoderma

harzianum)

a. AA' : 48,5 mm

Skala utama : 48

b. BB' : 57,1 mm

Skala utama : 57

Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$

c. CC' : 56,3 mm

Skala utama : 56

Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$

d. DD' : 69,8 mm

Skala utama : 69

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

Pengulangan 2

a. AA' : 79,9 mm

Skala utama : 79

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$

b. BB' : 97,95 mm

Skala utama : 97

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

c. CC' : 103,85 mm

Skala utama : 103

Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,85$

d. DD' : 84,8 mm

Skala utama : 84

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

Pengulangan 3

a. AA' : 71,3 mm

Skala utama : 71

Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$

b. BB' : 124,1 mm

Skala utama : 124

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,1$

c. CC' : 129,8 mm

Skala utama : 129

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

d. DD' : 104,6 mm

Skala utama : 104

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$

Hari keenam 6

Pengulangan 1 (Phytophora palmivora)

a. AA' : 74,05 mm

Skala utama : 74

Skala nonius :  $1 \times 0,05 = 0,5$

b. BB' : 64,65 mm

Skala utama : 64

Skala nonius :  $13 \times 0,05 = 0,65$

c. CC' : 69,95 mm

Skala utama : 69

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

d. DD' : 66,08 mm

Skala utama : 66

Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$

Pengulangan 2

a. AA' : 45,95 mm

Skala utama : 45

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

b. BB' : 76,2 mm

Skala utama : 76

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

c. CC' : 45,9 mm

Skala utama : 45

Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,55$

d. DD' : 82,2 mm

Skala utama : 82

Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$

Pengulangan 3

a. AA' : 68,6 mm

Skala utama : 68

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$



- b. BB' : 93,95 mm                      Pengulangan 2
- Skala utama : 93
- Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$
- c. CC' : 90,8 mm                      Skala utama : 79
- Skala utama : 90
- Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$
- d. DD' : 93,6 mm                      Skala nonius :  $9 \times 0,05 = 0,45$
- Skala utama : 93
- Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$
- Pengulangan 1 (Trichoderma harzianum)
- a. AA' : 48,9 mm                      Skala utama : 108
- Skala utama : 48
- Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,1$
- b. BB' : 60,1 mm                      Skala nonius :  $4 \times 0,05 = 0,2$
- Skala utama : 60
- Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$
- c. CC' : 56,1 mm                      d. DD' : 89,3 mm
- Skala utama : 56
- Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$
- Pengulangan 3
- a. AA' : 70,1 mm
- Skala utama : 70
- Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$
- b. BB' : 127,7 mm
- Skala utama : 127
- Skala nonius :  $14 \times 0,05 = 0,7$
- d. DD' : 53,9 mm                      c. CC' : 130,8 mm
- Skala utama : 53
- Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,1$
- Skala utama : 130
- Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,55$

- d. DD' : 123,3 mm                      Skala utama : 76  
 Skala utama : 123                              Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$   
 Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$
- Hari ketujuh 7
- Pengulangan 1 (Phytophora palmivora)
- a. AA' : 71,06 mm                      Skala utama : 82  
 Skala utama : 71                              Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$   
 Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$
- Pengulangan 3
- b. BB' : 62,25 mm                      a. AA' : 64,65 mm  
 Skala utama : 62                              Skala utama : 64  
 Skala nonius :  $5 \times 0,05 = 0,25$                       Skala nonius :  $13 \times 0,05 = 0,35$
- c. CC' : 68,8 mm                      b. BB' : 98,3 mm  
 Skala utama : 68                              Skala utama : 98  
 Skala nonius :  $16 \times 0,05 = 0,8$                       Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$
- d. DD' : 64,9 mm                      c. CC' : 91,9 mm  
 Skala utama : 64                              Skala utama : 91  
 Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$                       Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 1$
- Pengulangan 2
- a. AA' : 50,25 mm                      d. DD' : 97,75 mm  
 Skala utama : 50                              Skala utama : 97  
 Skala nonius :  $5 \times 0,05 = 0,25$                       Skala nonius :  $15 \times 0,05 = 0,75$
- b. BB' : 76,95 mm

Pengulangan 1 (Trichoderma harzianum) Skala nonius :  $18 \times 0,05 = 0,9$   
 d. DD' : 91,3 mm

a. AA' : 48,7 mm

Skala utama : 91

Skala utama : 48

Skala nonius :  $6 \times 0,05 = 0,3$

Skala nonius :  $14 \times 0,05 = 0,7$

Pengulangan 3

b. BB' : 51,05 mm

a. AA' : 72,75 mm

Skala utama : 51

Skala utama : 72

Skala nonius :  $10 \times 0,05 = 0,5$

Skala nonius :  $17 \times 0,05 = 0,85$

c. CC' : 50,95 mm

b. BB' : 131,4 mm

Skala utama : 50

Skala utama : 131

Skala nonius :  $19 \times 0,05 = 0,95$

Skala nonius :  $8 \times 0,05 = 0,4$

d. DD' : 54,4 mm

c. CC' : 139,04 mm

Skala utama : 54

Skala utama : 134

Skala nonius :  $8 \times 0,05 = 0,4$

Skala nonius :  $8 \times 0,05 = 0,4$

Pengulangan 2

d. DD' : 114,5

a. AA' : 82,1 mm

Skala utama : 114

Skala utama : 82

Skala nonius :  $12 \times 0,05 = 0,6$

Skala nonius :  $2 \times 0,05 = 0,1$

b. BB' : 101,15 mm

Skala utama : 101

Skala nonius :  $3 \times 0,05 = 0,15$

c. CC' : 111,9 mm

Skala utama : 111