

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA
TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI
AGEN BIOKONTROL TERHADAP *Fusarium oxysporum*
PADA TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.)**

SKRIPSI

**OLEH
BRIAND PRAMUDIA MARCELINO SIMAMORA
20.821.0082**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)4/8/25

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA
TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI
AGEN BIOKONTROL TERHADAP *Fusarium oxysporum*
PADA TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*

**OLEH
BRIAND PRAMUDIA MARCELINO SIMAMORA
20.821.0082**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)4/8/25

HALAMAN PENGESAHAN

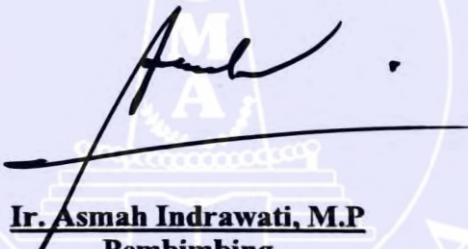
JUDUL SKRIPSI : ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT
PADA TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin*
Benth.) SEBAGAI AGEN BIOKONTROL
TERHADAP *Fusarium oxysporum* PADA
TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annum*
L.)

NAMA : BRIAND PRAMUDIA MARCELINO SIMAMORA

NPM 208210082

FAKULTAS : PERTANIAN

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Ir. Asmah Indrawati, M.P
Pembimbing

Diketahui oleh:


Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP., M.Si
Dekan Fakultas Pertanian


Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc
Kaprod Agroteknologi

Tanggal Lulus: 19 Maret 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari di temukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 Maret 2025



Briand P.M Simamora
208210082

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Briand Pramudia Marcelino Simamora

NPM 208210082

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP *Fusarium oxysporum* PADA TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan hak bebas royalti noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pecipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan

Pada Tanggal: 10 Maret 2025

Yang menyatakan



Briand P.M Simamora

ABSTRAK

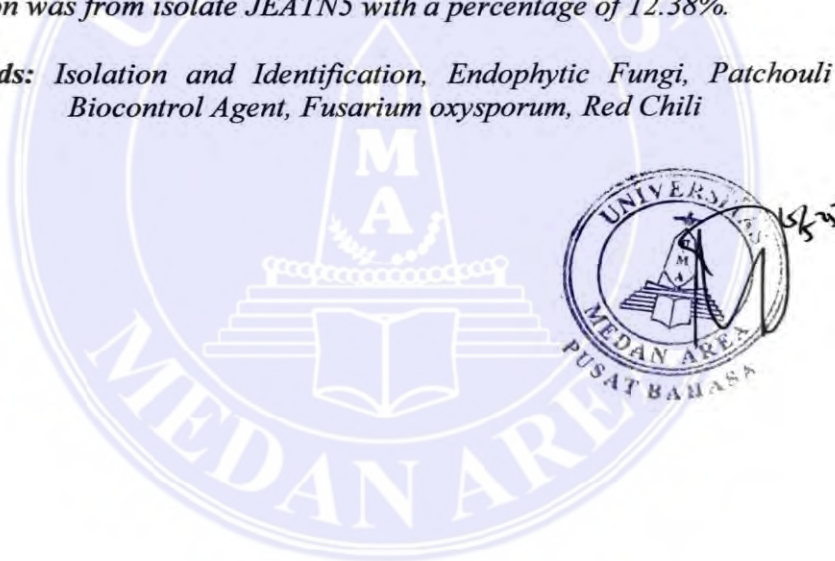
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dan untuk mengetahui kemampuan jamur endofit yang berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum* yang dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Politeknik Teknologi Kimia Industri (PTKI). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif untuk karakteristik morfologi koloni jamur endofit dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara makroskopik dan mikroskopik dan metode kuantitatif digunakan untuk menghitung zona hambat yang terbentuk dari uji aktivitas jamur endofit. Hasil penelitian ini menunjukkan jamur endofit yang diisolasi dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dan diperoleh sebanyak 10 isolat jamur endofit (5 dari daun dan 5 dari akar) dengan kode isolat JEDTN1, JEDTN2, JEDTN3, JEDTN4, JEDTN5, JEATN1, JEATN2, JEATN3, JEATN4 dan JEATN5. Berdasarkan hasil pengujian uji antagonis dengan metode *dual culture*, jamur endofit yang diisolasi dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) memiliki potensi menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen *Fusarium oxysporum*. Isolat dengan kemampuan daya hambat yang paling kuat yaitu isolat JEATN4 mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dengan persentase 64,91%. Sedangkan persentase hambatan terlemah yaitu isolat JEATN5 dengan persentase 12,38%.

Kata Kunci: Isolasi dan Identifikasi, Jamur Endofit, Tanaman Nilam, Agen Biokontrol, *Fusarium oxysporum*, Cabai Merah

ABSTRACT

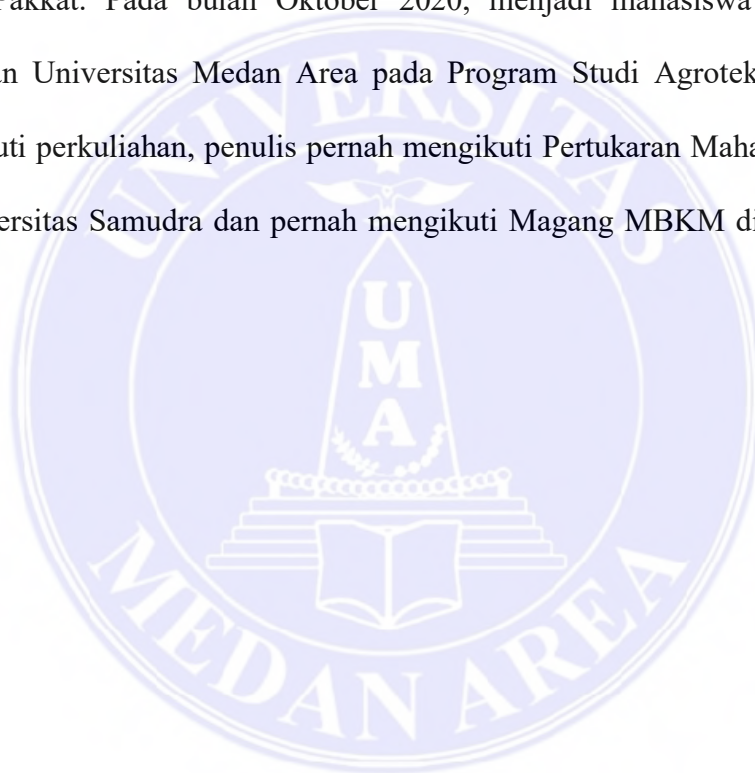
*This research aims to identify the types of endophytic fungi found in patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.) and to determine the ability of endophytic fungi derived from patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.) with potential as biocontrol agents against *Fusarium oxysporum*, which was carried out at the Microbiology Laboratory of the Industrial Chemical Technology Polytechnic. The method used in this research was descriptive for the morphological characteristics of endophytic fungal colonies from the leaves and roots of patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.) macroscopically and microscopically, and the quantitative method was used to calculate the inhibition zones formed from the activity test of endophytic fungi. The results of this research showed that the endophytic fungi isolated from the leaves and roots of patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.) amounted to 10 isolates (5 from leaves and 5 from roots) with isolate codes JEDTN1, JEDTN2, JEDTN3, JEDTN4, JEDTN5, JEATN1, JEATN2, JEATN3, JEATN4, and JEATN5. Based on the antagonistic test results using the dual culture method, the endophytic fungi isolated from the leaves and roots of patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.) had the potential to inhibit the growth and development of the pathogen *Fusarium oxysporum*. The isolate with the strongest inhibition ability was JEATN4, which inhibited the growth of *Fusarium oxysporum* fungi by 64.91%, while the weakest inhibition was from isolate JEATN5 with a percentage of 12.38%.*

Keywords: Isolation and Identification, Endophytic Fungi, Patchouli Plants, Biocontrol Agent, *Fusarium oxysporum*, Red Chili



RIWAYAT HIDUP

Briand Pramudia Marcelino Simamora dilahirkan pada tanggal 25 Agustus 2002 di Pakkat, Provinsi Sumatera Utara. Anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Parlindungan Simamora dan Tiarmin Pasaribu. Pendidikan Sekolah Dasar di SD RK Santa Maria Pakkat dan Sekolah Menengah Pertama di SMP RK Santa Maria Pakkat, selanjutnya Pendidikan di Sekolah Menengah Atas di SMA RK Santa Maria Pakkat. Pada bulan Oktober 2020, menjadi mahasiswa pada Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi. Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah mengikuti Pertukaran Mahasiswa Merdeka di Universitas Samudra dan pernah mengikuti Magang MBKM di PTPN IV Bah Jambi.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) Sebagai Agen Biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata satu pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
2. Bapak Angga Ade Sahfitra, SP., M.Sc, selaku Ketua Prodi Agroteknologi Universitas Medan Area
3. Ibu Ir. Asmah Indrawati, M.P. selaku Ketua Komisi Pembimbing yang telah membimbing selama masa penyusunan skripsi ini
4. Bapak Saipul Sihotang, S.Si., M. Biotek. selaku dosen yang sangat membantu proses penelitian penulis
5. Kedua Orang Tua Penulis, Bapak Drs. Parlindungan Simamora, dan Ibu Tiarmin Pasaribu S.Pd, dan kedua saudara penulis Yola M.R Simamora S.T.P dan Brandon C.F Simamora yang telah memberikan dukungan, moril maupun material, motivasi dan doa kepada penulis.

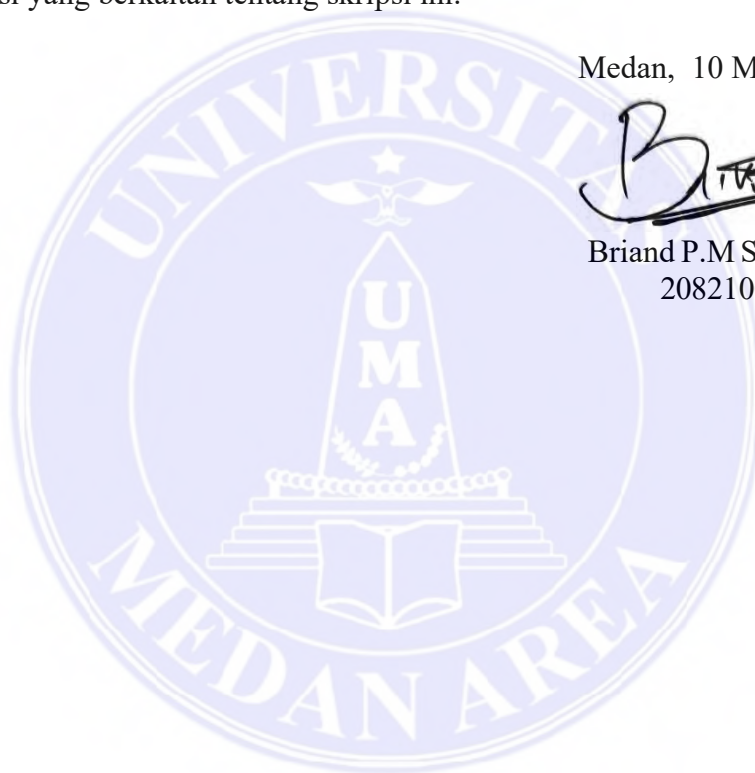
6. Seluruh teman-teman yang telah membantu Penulis dalam pembuatan skripsi ini. Terkhususnya teman prodi Agroteknologi Stambuk 2020 yang telah membantu dan memberikan dukungannya kepada penulis.

Semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Penulis berharap kiranya skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi para pembaca yang membutuhkan informasi yang berkaitan tentang skripsi ini.

Medan, 10 Maret 2025



Briand P.M Simamora
208210082



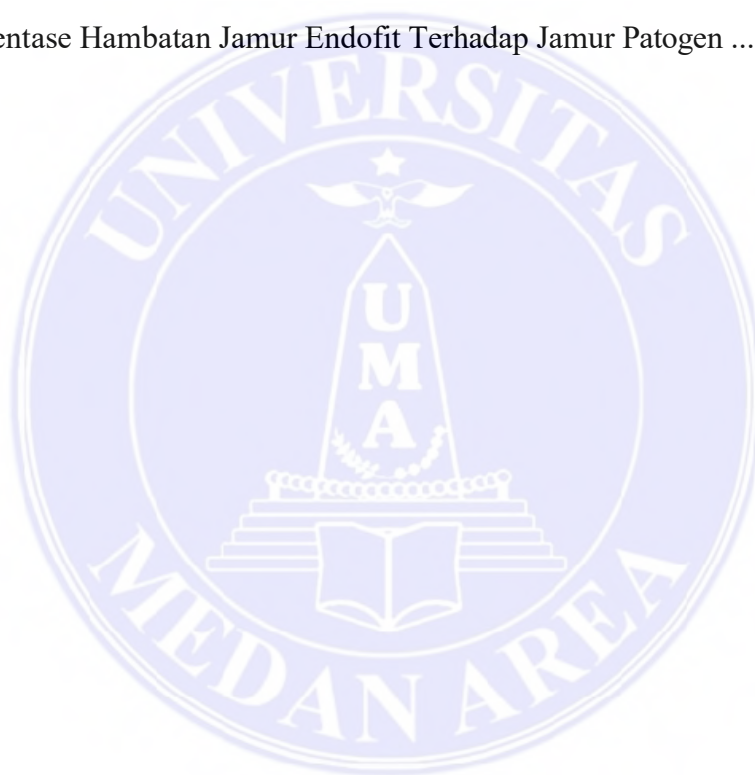
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penulisan	6
1.5 Hipotesis Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	7
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.)	7
2.1.2 Morfologi Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	8
2.2 Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	10
2.2.1 Taksonomi Tanaman Nilam	10
2.2.2 Morfologi Tanaman Nilam.....	10
2.2.3 Kandungan Kimia	11
2.3 Jamur Endofit	12
2.3.1 Definisi Jamur Endofit	12
2.3.2 Interaksi Jamur Endofit dengan Tumbuhan Inang	13
2.4 Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	14

2.4.1 Deskripsi Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	14
2.4.2 Gejala Penyakit Layu <i>Fusarium</i>	16
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	18
3.3 Metode Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.4.1 Sterilisasi Alat.....	19
3.4.2 Penyediaan Sampel Akar, dan Daun Tanaman Nilam	19
3.4.3 Isolasi Jamur Endofit.....	19
3.4.4 Pemurnian Jamur Endofit.....	20
3.4.5 Peremajaan Jamur Uji <i>Fusarium oxysporum</i>	20
3.5 Parameter Penelitian	21
3.5.1 Pengamatan Morfologi.....	21
3.5.2 Uji Antagonis.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Isolasi Jamur Endofit	23
4.2 Pengamatan Morfologi Jamur Endofit	24
4.2.1 <i>Aspergillus</i>	28
4.2.2 <i>Rhizopus</i>	29
4.2.3 <i>Fusarium</i>	29
4.3 Uji Antagonis Jamur	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

No	Keterangan	Halaman
1.	Hasil Isolat dan Identifikasi Mikroskopis pada Akar Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	24
2.	Hasil Isolat dan Identifikasi Mikroskopis pada Daun Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	26
3.	Hasil Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Pada Isolat Jamur	28
4.	Persentase Hambatan Jamur Endofit Terhadap Jamur Patogen	30



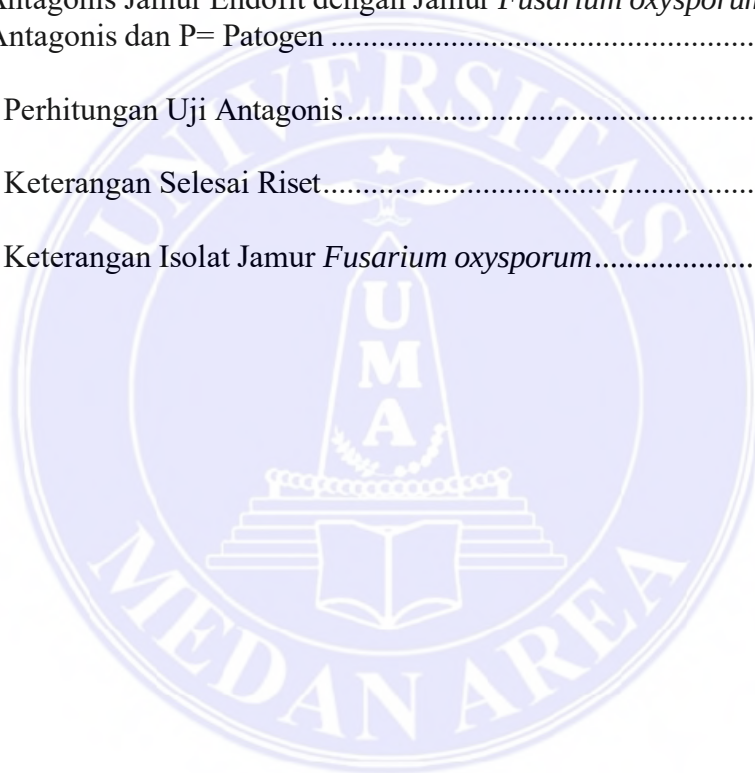
DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan	Halaman
1.	Hasil Isolasi Jamur Endofit Daun (A) dan Akar (B) Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	23



DAFTAR LAMPIRAN

No	Keterangan	Halaman
1.	Deskripsi Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.)	38
2.	Jadwal Kegiatan Penelitian	39
3.	Bagan Alir Pelaksanaan.....	40
4.	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	41
5.	Uji Antagonis Jamur Endofit dengan Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> A=Antagonis dan P= Patogen	43
6.	Hasil Perhitungan Uji Antagonis	46
7.	Surat Keterangan Selesai Riset.....	47
8.	Surat Keterangan Isolat Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	48



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman cabai merah merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang diprioritaskan di Indonesia karena kebutuhan yang tinggi oleh masyarakat (Suryana, 2013). Produksi cabai merah di Indonesia sangat fluktuatif namun kebutuhannya meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan konsumsi cabai merah meningkat pula. Produktivitas cabai di Indonesia dari tahun 2018 – 2021 mengalami fluktuasi yaitu 8,77 ton/ha; 9,10 ton/ha; 9,45 ton/ha dan 9,58 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2021). Namun, produktivitas tanaman cabai tersebut masih tergolong rendah apabila dibandingkan dengan potensi produktivitas optimalnya yang mencapai 20 ton/ha (Purwanto, 2020). Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas tanaman cabai di Indonesia yaitu patogen penyebab penyakit tanaman. Diantara penyakit tanaman tersebut, penyakit layu karena jamur *Fusarium oxysporum* yang merupakan paling sering dijumpai pada tanaman cabai. Selain menurunkan kuantitas, faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas dari cabai yang dihasilkan (Elsima et al, 2019).

Penyakit layu *Fusarium* disebabkan oleh serangan jamur patogen *Fusarium oxysporum* yang merupakan patogen penting dalam menurunkan hasil produksi cabai. Menurut Mangun (2013), gejala awal yang ditunjukkan adalah memucatnya tulang-tulang daun terutama bagian atas yang diikuti menggulungnya daun yang lebih tua (epinasti). Serangan penyakit pada tanaman muda, dapat mengakibatkan tanaman mati mendadak karena terjadi kerusakan pada pangkal batang, sedangkan

pada tanaman dewasa, masih mampu bertahan hidup namun menghasilkan buah yang kecil-kecil dan sedikit. Sampai saat ini, penanggulangan penyakit layu *Fusarium* yang dilakukan petani masih menggunakan fungisida baik yang diaplikasikan pada biji maupun tanah. Akan tetapi, fungisida tidak efektif membunuh patogen karena distribusi patogen di dalam tanah seringkali tidak terjangkau oleh bahan kimia.

Selain itu, penggunaan fungisida dapat menyebabkan terbunuhnya mikroorganisme selain sasaran, timbulnya Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang resisten terhadap fungisida, dan dapat berdampak buruk terhadap kesehatan serta lingkungan sekitar (Kristiana, 2015). Para peneliti sudah mengembangkan berbagai metode pengendalian guna mengendalikan OPT selain penggunaan pestisida kimiawi, yaitu dengan penggunaan musuh alami atau agen pengendali hayati yang dikenal dengan istilah pengendalian hayati. Salah satu agen pengendali hayati yang dapat dimanfaatkan adalah jamur endofit.

Endofit merupakan mikroorganisme yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya tinggal di dalam jaringan tumbuhan yang sehat namun tidak menyebabkan gejala penyakit atau tidak menyebabkan reaksi sebagai patogen (Ding dan Melcher, 2016). Endofit biasanya berada dalam berbagai jaringan tanaman seperti akar, batang, daun, dan biji. Peran penting mikroorganisme endofit pada tumbuhan diantaranya dapat mempengaruhi sistem pengangkutan nutrisi tumbuhan dengan tahapan mekanisme seperti mereduksi aktivitas enzimatis, meningkatkan ketergantungan nutrisi terhadap inang tumbuhan, menghasilkan dan menyumbangkan senyawa metabolit sekunder spesifik yang menguntungkan bagi tanaman (Ding dan Melcher, 2016).

Menurut Rina Hidayati Pratiwi. (2019), mikroorganisme endofit berupa jamur dan membentuk hubungan simbiosis mutualistik dan komensalistik dengan inang endofit berupa tanaman. Mekanisme endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan hama ataupun patogen meliputi penghambatan pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa antibiotik dan enzim litik yang dihasilkan, penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat, dan etilen yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen, kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit penetrasi, dan hiperparasit (Gao F. K., Ch. Dai, and X. Z. Liu. 2017).

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan manfaat jamur endofit yaitu jamur endofit yang terdapat dari tanaman bawang merah teridentifikasi 5 jenis meliputi *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Trichoderma sp.* yang mampu mengendalikan jamur *Alternaria porii* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah, dari kelima jamur endofit tersebut yang memiliki daya hambat tertinggi adalah *Trichoderma sp.* (64,55 %) dan *Rhizopus sp* (42,42 %). (Akhsan, N., Ningsih, D. R., & Sofian, (2021).

Pada tanaman nilam juga terdapat jamur endofit. Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) adalah tanaman perkebunan penghasil minyak atsiri utama di Indonesia. Minyak atsiri adalah minyak yang dihasilkan dari proses metabolisme sekunder tanaman yang mempunyai aroma, mudah menguap, larut dalam alkohol dan biasanya tersusun dari senyawa terpen atau sesquiterpen. Oleh karena sifatnya yang demikian, minyak atsiri dinamakan juga dengan minyak terbang (Volatile oil) atau minyak eteris. Dalam perdagangan dunia minyak atsiri

disebut dengan “essential oil”. Pada tanaman minyak atsiri umumnya dihasilkan dari daun, bunga, biji, kulit buah dan akar atau rhizoma. Untuk tanaman nilam minyak atsiri diproses dikelenjar minyak pada daun dan batang, melalui proses metabolisme dalam tanaman yang terbentuk karena adanya berbagai proses senyawa kimia dengan adanya air.

Nilam adalah penyumbang devisa terbesar di antara tanaman atsiri lainnya. Indonesia adalah sebagai pemasok 90 % kebutuhan minyak nilam dunia. Sentra produksi minyak nilam awalnya adalah Jawa dan Sumatra. Beberapa tahun belakang ini didominasi oleh Sulawesi yang menguasai 80 % produksi nasional. Akan tetapi, standar minimum kualitas minyak nilam Sumatra lebih tinggi berdasarkan kadar patchouli alcohol adalah antara 30 – 34 %, dibandingkan Sulawesi antara 26 – 30 %, dan pada kualitas yang sama (30 %), minyak nilam Sumatra dihargai 6 USD per kilogram lebih tinggi dibanding asal Sulawesi (Sumatera 56 USD/kg dan Sulawesi 50 USD/kg) (Caiger, 2016).

Manfaat utama tanaman nilam adalah sebagai bahan fiksatif berbagai industri antara lain industri parfum, sabun, dan kosmetik yang sampai sekarang belum bisa digantikan dengan bahan sintetis. Namun tanaman ini telah lama digunakan secara umum sebagai obat-obatan tradisional di Asia, terutama China, India, dan Arab yaitu berkhasiat sebagai aprodisiak (obat kuat), anti stress, dan antiseptik, meringankan sakit kepala dan demam. Daun kering tanaman nilam disuling untuk mendapatkan minyak yang digunakan sebagai salah satu bahan industri farmasi seperti pembuatan obat antiradang, antifungi, antiserangga serta antiinflamasi (Mangun. 2012). Oleh karena itu, tanaman nilam telah menarik perhatian dalam penelitian mengenai potensi antimikroba dari senyawa-senyawa

yang terkandung dalam minyak atsirinya. Selain itu, penggunaan tanaman nilam sebagai agen antimikroba memiliki beberapa keunggulan, seperti ketersediaan yang luas, biaya yang relatif rendah, dan kemungkinan pengembangan produk-produk antimikroba alami.

Berdasarkan uraian di atas, jamur endofit yang berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dapat menjadi produk alternatif lain yang menggantikan pestisida kimia untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium*, maka dilakukan penelitian yang berjudul “ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP *Fusarium oxysporum* PADA TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.)”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)?
2. Apakah isolat jamur endofit memiliki potensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum*?

1.3 Tujuan Penelitian

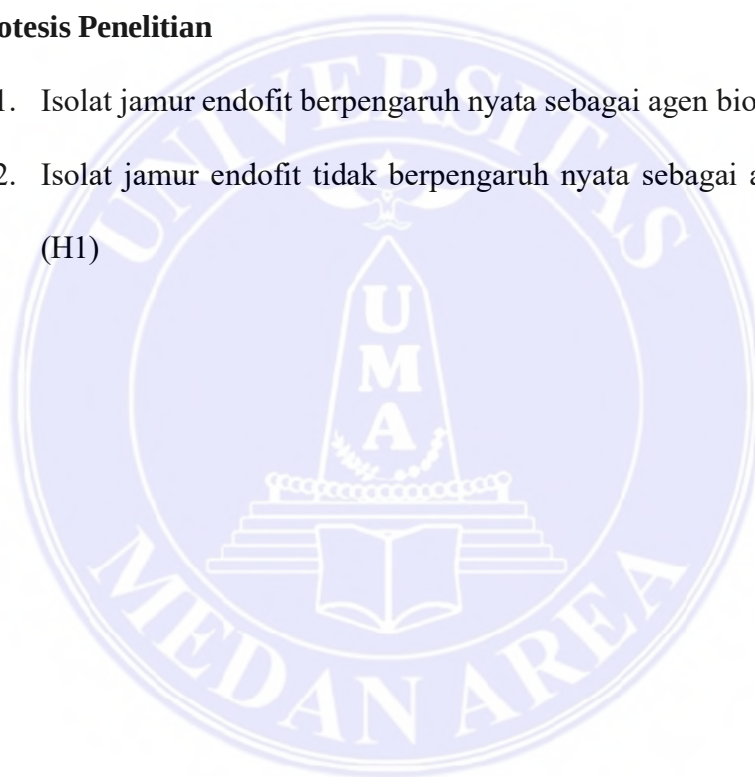
1. Mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.).
2. Mengetahui kemampuan jamur endofit yang berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum*.

1.4 Manfaat Penulisan

1. Mengetahui jenis jamur endofit yang terdapat pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.).
2. Mengetahui kemampuan jamur endofit yang berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum*.

1.5 Hipotesis Penelitian

1. Isolat jamur endofit berpengaruh nyata sebagai agen biokontrol (H0)
2. Isolat jamur endofit tidak berpengaruh nyata sebagai agen biokontrol (H1)



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

2.1.1. Klasifikasi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat tumbuh subur diberbagai ketinggian tempat mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi tergantung varietasnya. Sebagian besar sentra produsen cabai berada didataran tinggi dengan ketinggian 1.000-1.500 meter diatas permukaan laut. Walaupun didataran rendah yang panas kadang-kadang dapat juga diperoleh hasil yang memuaskan, namun didaerah pegunungan buahnya sangat besar. Rata-rata suhu yang baik adalah antara 21-28 C. Suhu udara yang lebih tinggi menyebabkan buahnya sedikit (Setijo pitojo, 2003)

Menurut (Setijo Pitojo, 2003) secara taksonomi cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Subkelas : Metachlamidae
Ordo : Tubiflorae
Famili : Solanaceae
Genus : Capsicum
Spesies : *Capsicum annuum* L

2.1.2 Morfologi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L)

Secara umum cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat ditanam di lahan basah (sawah) dan lahan kering (tegalan). Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian sampai 900 m dari permukaan laut, tanah kaya akan bahan organik dengan pH 6-7 dan tekstur tanah remah (Sudiono, 2006). Tanaman ini berbentuk perdu yang tingginya mencapai 1,5 – 2 m dan lebar tajuk tanaman dapat mencapai 1,2 m.

Menurut Harpenas (2010) cabai adalah tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya berkisar 25-35 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Sedangkan menurut Tjahjadi (2010) akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman ± 200 cm serta berwarna coklat. Dari akar tunggang tumbuh akar-akar cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk masa yang rapat.

Batang utama cabai menurut Hewindati (2006) tegak dan pangkalnya berkayu dengan panjang 20-28 cm dengan diameter 1,5-2,5 cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm, diameter batang percabangan mencapai 0,5-1 cm. Percabangan bersifat menggarpu, tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan. Sedangkan menurut Anonim (2009) batang cabai memiliki batang berkayu, berbuku-buku, percabangan lebar, penampang bersegi, batang muda berambut halus berwarna hijau. Menurut Tjahjadi (2010) tanaman cabai berbatang tegak yang bentuknya bulat. Tanaman cabai dapat

tumbuh setinggi 50-150 cm, merupakan tanaman perdu yang warna batangnya hijau dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku yang panjang tiap ruas 5-10 cm dengan diameter data 5-2 cm.

Daun cabai menurut Harpenas, Asep & Dermawan (2010) berbentuk hati, lonjong atau agak bulat telur dengan posisi berselang-seling. Sedangkan menurut Hewindati (2006), daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 9-15 cm dengan lebar 3,5-5 cm, selain itu daun cabai merupakan daun tunggal, bertangkai (panjangnya 0,5-2,5 cm), letak tersebar. Helaian daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, petulangan menyirip, panjang 1,5-12 cm, lebar 1-5 cm, berwarna hijau.

Bunga Menurut Hewindati (2006), bunga tanaman cabai berbentuk terompet kecil, umumnya bunga cabai berwarna putih, tetapi ada juga yang berwarna ungu. Cabai berbunga sempurna dengan benang sari yang lepas tidak berlekatan. Disebut berbunga sempurna karena terdiri atas tangkai bunga, dasar bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Bunga cabai disebut juga berkelamin dua atau hermaphrodite karena alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga. Tjahjadi (2010) menyebutkan bahwa posisi bunga cabai menggantung. Warna mahkota putih, memiliki kuping sebanyak 5-6 helai, panjangnya 1-1,5 cm, lebar 0,5 cm, warna kepala putik kuning.

Buah cabai menurut Anonim (2009) buahnya berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, meruncing pada bagian ujungnya, menggantung,

permukaan licin mengkilap, diameter 1-2 cm, panjang 4-17 cm, bertangkai pendek, rasanya pedas. Buah muda berwarna hijau tua, setelah masak menjadi merah cerah. Sedangkan untuk bijinya biji yang masih muda berwarna kuning, setelah tua menjadi cokelat, berbentuk pipih, berdiameter sekitar 4 mm. Rasa buahnya yang pedas dapat mengeluarkan air mata orang yang menciumnya, tetapi orang tetap membutuhkannya untuk menambah nafsu makan.

2.2 Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)

2.2.1 Taksonomi Tanaman Nilam

Menurut Rukmana (2003) sistematika (taksonomi) tumbuhan kedudukan tanaman nilam diklasifikasikan sebagai berikut :



Kingdom	: Plantae (tumbuh tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Labiales
Famili	: Labiatae
Genus	: Pogostemon
Spesies	: <i>Pogostemon cablin</i>

2.2.2 Morfologi Tanaman Nilam

Morfologi tanaman nilam terdiri atas beberapa bagian, yaitu akar, batang, daun dan bunga. Menurut Santoso (2017), perbanyak tanaman ini umumnya dilakukan secara vegetatif (stek) sehingga memiliki sistem perakaran serabut. Akar-

akar sekunder yang telah dewasa menjalar di bawah permukaan tanah dengan panjang akar sekitar 20-40 cm (Mangun, 2013). Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki perakaran yang dangkal sehingga peka terhadap defisit kelembaban tanah dan kurang tahan kekeringan. Tinggi tanaman nilam dapat mencapai 0,5 sampai 1 meter. Menurut Akbar (2018) tanaman nilam memiliki batang berkayu dengan panjang sekitar 20-40 cm dan diameter batang 1-2 cm. Batang tanaman relatif berbentuk segi empat dengan percabangan 3-5 cabang. Daun tanaman nilam berbentuk bulat lonjong dengan panjang daun bisa mencapai 10 cm dan lebar mencapai 8 cm dengan tepi daun bergerigi dan ujung daun yang tumpul. Daun yang berwarna hijau dan tangkai daun sekitar 4 cm dengan warna hijau kemerahan terletak saling berhadapan pada kedudukan ranting.

Tidak semua tanaman nilam memiliki bunga, hanya pada jenis tertentu. Pada jenis nilam yang berbunga, bunga tanaman ini memiliki warna ungu kemerahan yang tumbuh di ujung tangkai dan bergerombol. Tangkai bunga memiliki panjang antara 2-8 cm dengan diameter antara 1-1,5 cm. Mahkota bunga berukuran 8 mm.

2.2.3 Kandungan Kimia

Daun nilam memiliki kandungan minyak atsiri, flavonoida, saponin, tanin, glikosida, terpenoid dan steroid. Kandungan kimia dari minyak nilam adalah δ -elemen, α -patchoulen, β -patchoulen, cis-tujopsen, trans-kariofillen, α -guaien, γ -patchoulen, α -humulen, seychellen, valencen, germacren D, α -salinen, β -salinen, viridifloren, germacren A, α -bulnassen, 7-epi- α -selinen, longipinalol, globulol, patchouli alcohol, 1-okten-3-ol. Kandungan alkohol seperti patchouli alcohol

beserta turunannya, fenol, dan golongan terpenoid seperti seychellen pada minyak nilam memiliki aktivitas antimikroba (Yenshu *et.al.*, 1982; Oyen dan Dung, 1999)

2.3 Jamur Endofit

2.3.1 Definisi Jamur Endofit

Istilah endofit berasal dari Bahasa Yunani yaitu endo yang artinya dalam dan phyte yang artinya tanaman. Jadi pengertian endofit adalah semua organisme yang selama suatu periode siklus hidupnya berada dalam jaringan tanaman inang (Patil *et al.* 2015). Beberapa ahli memberikan definisi yang hampir sama tentang endofit. Menurut Afandhi *et al.*, (2018), mendefinisikan endofit sebagai mikroorganisme yang berada dalam jaringan tanaman selama periode tertentu dari siklus hidupnya, tanpa menimbulkan kerusakan pada tanaman. Hal ini berarti, mikoroba endofit dapat didefinisikan sebagai mikroba dari kelompok jamur atau jamur yang menghabiskan seluruh siklus hidupnya dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala.

Pengertian jamur endofit telah didefinisikan oleh beberapa ahli. Menurut Ariyanto, Abadi, and Djauhari (2013), yang dimaksud jamur endofit adalah jamur yang terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting, ataupun akar tumbuhan. Jadi berdasarkan pengertian tersebut, maka jamur endofit dapat didefinisikan sebagai jamur yang hidup dalam jaringan tanaman inang tanpa menimbulkan kerusakan pada tanaman inang.

Jamur endofit memberikan efek yang menguntungkan bagi tanaman inangnya, seperti peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta berkontribusi untuk meningkatkan kapasitas tanaman inang untuk mentoleransi

atau menghindari berbagai tekanan abiotik dan biotik yang merugikan. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan bahan baku tumbuhan inangnya, dengan demikian keanekaragaman hayati dapat dipertahankan (Kuncoro & Erma Sugijanto, 2016). Jamur endofit yang dihasilkan dari tumbuhan inang dapat menghasilkan jenis isolat yang bervariasi. Hal ini merupakan mekanisme adaptasi dari kondisi fisiologis yang spesifik dari tumbuhan inang. Bahkan dari satu jaringan hidup suatu tumbuhan dapat diisolasi lebih dari satu jenis jamur endofit (Noverita *et al.*, 2019).

2.3.2 Interaksi Jamur Endofit dengan Tumbuhan Inang

Interaksi mutualisme jamur endofit dengan tanaman inangnya disajikan dari tiga aspek yang berbeda. Pertama, sebagian besar jamur endofit dapat menghasilkan hormon tanaman yang berbeda untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman inang. Sebagai contoh, pertumbuhan gandum (*Triticum aestivum* L.) dapat ditingkatkan oleh *Azospirillum* sp. di bawah tekanan kekeringan. Kedua, jamur endofit akan menghasilkan senyawa bioaktif yang berbeda, seperti alkaloid, diterpen, flavonoid, dan isoflavonoid untuk meningkatkan ketahanan tanaman inang terhadap tekanan biotik dan abiotik. Ketiga, jamur endofit dapat meningkatkan akumulasi metabolit sekunder (termasuk komponen obat atau obat yang penting) yang awalnya diproduksi oleh tanaman. Metabolit ini dapat diproduksi oleh tanaman inang dan jamur endofit.

Jamur endofit dan tumbuhan inangnya bersimbiosis secara mutualisme. Jamur endofit berperan dalam melindungi tumbuhan dari serangan penyakit dan kekeringan dengan meningkatkan daya tahan tumbuhan, dan jamur endofit juga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tumbuhan (Bahi & Anizar, 2013).

Interaksi jamur endofit dapat terbantu dalam upaya reproduksi dan kolonisasi. Sedangkan tumbuhan inang akan mendapatkan keuntungan berupa penginduksian ketahanan terhadap berbagai tekanan yang disebabkan oleh faktor biotik maupun abiotik. Jamur endofit juga meningkatkan laju pertumbuhan tumbuhan dengan menginduksi produksi 8 fitohormon, akses menirial dan nutrisi meningkat, dan sintesis metabolit antagonistik meningkat (Schulz, 2016).

2.4 Jamur *Fusarium oxysporum*

2.4.1 Deskripsi Jamur *Fusarium oxysporum*

Klasifikasi *Fusarium oxysporum* sebagai berikut :

Kingdom: Fungi

Divisio : Eumycota

Classis : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Family : Teberculariaceae

Genus : *Fusarium*

Species : *Fusarium oxysporum*

Menurut (Frisvad & Filtenborg, 1995), jamur *F. oxysporum* memiliki 3 alat reproduksi, yaitu mikrokonidia (terdiri dari 1 – 2 sel), makrokonidia (3 – 5 septa), dan klamidospora. Makrokonidia berbentuk melengkung, panjang dengan ujung mengecil dan mempunyai satu atau tiga buah sekat. Mikrokonidia merupakan konidia bersel 1 atau 2, dan paling banyak dihasilkan di setiap lingkungan bahkan pada saat patogen berada dalam pembuluh inangnya.

Makrokonidia mempunyai bentuk yang khas, melengkung seperti bulan sabit, terdiri dari 3 – 5 septa, dan biasanya dihasilkan pada permukaan tanaman yang terserang lanjut. Klamidospora memiliki dinding tebal, dihasilkan pada ujung miselium yang sudah tua atau didalam makrokonidia, terdiri 1 – 2 septa dan merupakan fase atau spora bertahan pada lingkungan yang kurang baik. Menurut Susetyo (2010), miselium *F. oxysporum* mulanya berwarna putih keruh, kemudian menjadi kuning pucat, merah muda pucat sampai keunguan.

Jamur *Fusarium oxysporum* hidup sebagai parasit dan saprofit pada bagian pembuluh tanaman, sehingga tanaman menjadi mati karena toksik. Jamur menginfeksi akar terutama melalui luka, menetap dan berkembang di berkas pembuluh. Setelah jaringan pembuluh mati dan keadaan udara lembab, jamur membentuk spora yang berwarna putih keunguan pada akar yang terinfeksi. Penyebaran spora dapat terjadi melalui angin, air pengairan dan alat pertanian (Semangun, 2001).

Jamur *Fusarium oxysporum* mengalami 2 fase dalam siklus hidupnya yakni patogenesis dan saprogenesis. Patogen *F. oxysporum* hidupnya sebagai parasit pada tanaman inang yang masuk melalui luka pada akar dan berkembang dalam jaringan tanaman yang disebut sebagai fase patogenesa, sedangkan pada fase saprogenesa merupakan fase bertahan yang diakibatkan tidak adanya inang, hidup sebagai saprofit dalam tanah dan sisa-sisa tanaman dan menjadi sumber inokulum untuk menimbulkan penyakit pada tanaman yang lain (Agrios, 1996).

Patogen menginfeksi pada akar terutama melalui luka-luka. Bila luka telah menutup, patogen berkembang sebentar dalam jaringan parenkim, lalu menetap dan berkembang dalam bekas pembuluh. Penularan penyakit melalui bibit

terinfeksi, pemindahan bibit, angin, air, tanah terinfeksi, permukaan air drainase, pembuluh, luka karena serangga, alat pertanian, dan lain-lain (Semangun, 2001). Di dalam tanah, jamur *Fusarium* sp. dapat bertahan sebagai parasit pada tanaman gulma yang bukan inangnya. Ujung akar atau bagian permukaan rizoma yang luka merupakan daerah awal utama dari infeksi (Wahyu, 2012).

2.4.2 Gejala Penyakit Layu *Fusarium*

Layu fusarium umumnya terjadi pada pertengahan musim panas ketika temperatur udara dan tanah tinggi. Awal terbentuknya penyakit tanaman tersebut adalah perubahan warna daun yang paling tua menjadi kekuningan (daun yang dekat dengan tanah). Seringkali perubahan warna menjadi kekuningan terjadi pada satu sisi tanaman. Daun yang terinfeksi akan layu dan mengering, tetapi tetap menempel pada tanaman. Kelayuan berlanjut ke bagian daun yang lebih muda dan tanaman akan segera mati. Batang tanaman akan tetap keras dan hijau pada bagian luar, tetapi pada jaringan vaskular tanaman, terjadi diskolorisasi, berupa luka sempit berwarna coklat (Yuniarti, 2010). Infeksi *Fusarium oxysporum* terjadi pada bagian jaringan pembuluh xylem. Akibat gangguan pada jaringan xylem, tanaman menunjukkan gejala layu, daun mengering, dan akhirnya mati. Gejala layu sering disertai gejala klorosis dan nekrosis pada daun. Gejala yang terjadi pada tanaman cabai merah yang terserang penyakit layu fusarium adalah menguningnya daun dari tepi daun selanjutnya menjadi coklat dan mati secara perlahan hingga tulang daun. Hal tersebut disebabkan patogen menginfeksi tanaman melalui luka pada akar dan masuk kedalam jaringan xylem melalui aktivitas air sehingga merusak dan menghambat proses menyebarnya air dan

unsur hara keseluruhan bagian tanaman terutama pada bagian daun yang tua (Semangun, 2001).

Gejala lain pada organ daun yaitu perubahan bentuk dan ukuran ruas daun yang baru muncul lebih pendek. Gejala yang paling khas adalah gejala pada bagian dalam. Jika pangkal batang terlihat garis-garis cokelat kehitaman menuju ke semua arah, dari batang ke atas melalui jaringan pembuluh ke pangkal daun dan tangkai. Berkas pembuluh akar biasanya tidak berubah warnanya, namun seringkali akar tanaman sakit berwarna hitam dan membusuk. Pada tanaman yang masih sangat muda, penyakit fusarium dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan (Semangun, 2001).

Infeksi patogen menyebabkan gejala busuk akar yang berwarna cokelat kemerah-merahan yang seringkali diselimuti jamur berwarna keputih-putihan. Tanaman yang terinfeksi *Fusarium* sp. mudah dicabut karena sebagian akarnya membusuk (Nugraheni, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2024, di Laboratorium Mikrobiologi Politeknik Kimia Industri (PTKI), JL. Medan Tenggara VII, Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanaman nilam (akar, dan daun) umur 4 bulan, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), isolat *Fusarium oxysporum*, aquades, alkohol 70%, detergen, kertas label, clorox, handsanitizer, dan *cloromphenicol*.

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu autoklaf, inkubator, jarum ose, bunsen, objek glass, *cork borer*, pipet tetes, gunting, *plastick wrap*, mikroskop, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), cawan petri, hot plate, labu erlenmeyer, pinset, jangka sorong, autoklaf, gelas ukur, alat tulis dan *Handphone*.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif untuk karakteristik morfologi koloni jamur endofit dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) secara makroskopik dan mikroskopik dan metode kuantitatif digunakan untuk menghitung zona hambat yang terbentuk dari uji aktivitas jamur endofit dengan rumus:

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

Adapun kode isolat yang digunakan yaitu:

JEATN = Jamur Endofit Akar Tanaman Nilam .

JEDTN = Jamur Endofit Daun Tanaman Nilam.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Sebelum menggunakan alat-alat dalam penelitian dilakukan sterilisasi alat dengan cara dicuci dengan menggunakan sabun/deterjen lalu dibilas dengan air mengalir, kemudian disterilisasikan di *autoclave* pada suhu 121°C selama 2 jam.

3.4.2 Penyediaan Sampel Akar, dan Daun Tanaman Nilam

Kriteria tanaman nilam yang digunakan pada penelitian ini ialah tanaman nilam yang paling sehat dan berumur 4 bulan, daun tanaman nilam yang segar yang tidak terserang oleh hama dan penyakit, daun berwarna hijau muda dan tidak terlalu muda dan tua, sedangkan Kriteria akar tanaman nilam yang digunakan pada penelitian ini yaitu akar yang bebas dari serangan hama dan penyakit dan memiliki sistem perakaran yang baik. Tanaman nilam dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi/Teknologi Bioproses PTKI Medan. Kemudian potong bagian daun dan akarnya lalu akar dan daun dicuci pada air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang ada seperti tanah kemudian dikering anginkan. Selanjutnya sampel akar dan daun yang telah bersih dimasukkan kedalam Laminar Air Flow lalu dilakukan sterilisasi permukaan pada daun dan akar.

3.4.3 Isolasi Jamur Endofit

Sampel akar, dan daun nilam yang telah dicuci disterilkan dengan merendamkan sampel ke dalam alkohol 70% selama 1 menit, 5 % *clorox* selama 2

menit, alkohol 70 % selama 30 detik dan aquades steril selama 2 menit sebanyak 2 kali, selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan tisu steril. Setelah kering setiap sisi sampel daun dan akar, daun dipotong dengan ukuran $\pm 1 \times 1$ cm dan akar dipotong dengan ukuran 1 cm menggunakan pisau steril dalam laminar air flow dan sampel tersebut kemudian ditanam pada media PDA. Isolat kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan selama 7 hari. Selama masa tersebut dilakukan pengamatan tingkat pertumbuhan jamur endofit, jika jamur endofit telah menunjukkan adanya sifat morfologi, jamur dapat dipindahkan ke media PDA yang baru untuk memperoleh isolat murni.

3.4.4 Pemurnian Jamur Endofit

Pemurnian jamur endofit dilakukan untuk mendapatkan kultur jamur endofit yang murni. Pemurniaan jamur endofit dilakukan pada media PDA selama 7 hari. Pemurniaan dilakukan sampai mendapatkan isolat jamur endofit yang benar-benar murni. Selanjutnya, jamur endofit dimurnikan kembali pada media PDA untuk mempersempit luas daerah pertumbuhan.

Pengamatan jamur endofit dilakukan dengan menggunakan kriteria bahwa bentuk koloni jamur yang sama dianggap sebagai isolat yang sama dan sebaliknya bentuk koloni jamur yang berbeda dipisahkan menjadi isolat yang berbeda, sampai diperoleh isolat jamur murni yaitu jamur yang hanya mengandung satu bentuk morfologi koloni jamur yang sama (Rustanti, 2017).

3.4.5 Peremajaan Jamur Uji *Fusarium oxysporum*

Jamur uji diinokulasikan satu ose ke dalam media PDA, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 37°C. Pengerjaan dilakukan dalam kondisi

steril di dalam Laminar Air Flow Cabinet (LAFC).

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Pengamatan Morfologi

Karakteristik morfologi isolat jamur endofit yang telah dimurnikan dilakukan pengamatan morfologi secara makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan makroskopik dilihat secara langsung mulai dari warna koloni, warna sebalik koloni, tekstur permukaan koloni jamur, pertumbuhan koloni, serta ada/tidaknya lingkaran konsentris.

Pengamatan secara mikroskopik dilakukan dengan menggunakan slide culture yang dimodifikasi. Disiapkan objek glass dan diletakkan di dalam cawan petri untuk disterilisasi terlebih dahulu dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Kemudian kaca objek ditetesi media PDA dan dibiarkan memadat, kemudian diinokulasikan isolat jamur endofit pada medium PDA. Kaca benda yang telah diinokulasi isolat jamur endofit kemudian ditutup dengan kaca penutup dan diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop pada pembesaran 40x dengan mengamati penataan spora dan tipe hifa.

3.5.2 Uji Antagonis

Pengujian daya antagonis jamur hasil isolasi dilakukan dengan metode biakan ganda. Metode ini digunakan untuk mengamati kemampuan isolat jamur antagonis dalam menekan pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. Metode ini dilakukan dengan cara menumbuhkan biakan jamur antagonis dalam satu cawan petri yang telah berisi PDA dengan jarak 3 cm.

Kemampuan penghambatan jamur antagonis diukur pada hari ke 7 setelah

isolasi sampai koloni kedua jamur bertemu. Persentase penghambatan dihitung menggunakan rumus dari Fokkema dan Skidmore (1976):

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

Keterangan:

P: Kemampuan penghambatan oleh jamur antagonis

r1: Jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi jamur antagonis

r2: Jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati jamur antagonis.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Adanya jamur endofit yang diisolasi dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dan diperoleh sebanyak 10 isolat jamur endofit (5 dari daun dan 5 dari akar) yaitu jamur *Aspergillus* (JEATN1, JEDTN1, JEDTN2, JEDTN3, JEDTN4 dan JEDTN5), jamur *Rhizopus* (JEATN4) dan jamur *Fusarium* (isolat JEATN 2, JEATN 3 dan JEATN 5).
2. Berdasarkan hasil pengujian dengan metode *dual culture*, jamur endofit yang diisolasi dari daun dan akar tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) memiliki potensi menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen *Fusarium oxysporum*. Isolat dengan kemampuan daya hambat yang paling kuat yaitu isolat JEATN 4 (*Rhizopus*) mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* dengan persentase 64,91%. Sedangkan persentase hambatan lemah yaitu isolat JEATN 5 (*Fusarium*) dengan persentase 12,38%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka disarankan untuk melakukan uji lanjutan tentang aplikasi jamur endofit yang nilai persentasinya di atas 60%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, S. R., & Suganda, T. (2020). Potensi Jamur Rizosfer Bawang Merah dalam Menekan *Fusarium oxysporum f.sp. cepae*, Penyebab Penyakit Busuk Umbi Bawang Merah. *Jurnal Kultivasi*, 19(1), 1015–1022. ISSN: 1412-4718.
- Afandhi, Aminudin, Fery Abdul Choliq, Havinda Anggrilika W.S., and Hagus Tarno. 2018. "Distribution of the Endophytic Fungi in Apple Leaves." *AGRIVITA Journal of Agricultural Science* 40 (1): 91–100.
- Agrios GN. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Busnia, M penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari Plant Pathology 3rd ed.
- Akbar, Padli. 2018. Respon Pertumbuhan Setek Tanaman Nilam (*Pogestemon Cablin B*) Dengan pemberian Poc Limbah Sawi Dan Abu Sekam Padi.
- Akhsan, N., Ningsih, D. R., & Sofian. (2021). Potensi Jamur Endofit pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Mengendalikan Jamur *Alternaria porii* (EII. Cif.): Studi Kasus Desa Bendang Raya. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(1), 67–74. ISSN: 2622-3570.
- Ali, M., & Samosir, I. Y. (2021). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Agrikultura*, 32(3), 304–311. ISSN: 0853-2885.
- Ariyanto, Eko Famuji, Abdul Latief Abadi, and Syamsuddin Djauhari. 2013. "Keanekaragaman Jamur Endofit Pada Daun Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Dengan Sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) Dan Konvensional DI Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang." *Jurnal HPT* 1 (2): 37–51.
- Badan Pusat Statistik Pertanian (BPS). 2021. Produksi Tanaman Cabai di Indonesia. [Diakses pada tanggal 15 Desember 2022].
- Bahi, M. dan Anizar. 2013. Senyawa Antibiotika dari Jamur dan Fungi Endofit. *Prosiding Semirata*. Fakultas MIPA Universitas Lampung. Lampung. Hal. 429–432.
- Schulz, B. and Boyle, C. 2006. What are Endophytes?. *Microbial Root Endophytes*. Ed. 9. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. Hal. 1–14.
- Caiger, S. 2016. Essential Oil and Oleoresins, MarketInsider April 2016 Report. http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Market_Data_and_Information/Market_information/Market_Insider/Essential_Oils/Monthly%20Report%20April%20%202016.pdf. [viewed 28th October 2016].

- Clay, K. 2015. Fungal Endophytes of Grasses : A Defensive Mutualism Between Plants and Fungi, Ecology. 69 (1): 10-16.
- Ding T, Melcher U. 2016. Influences Of Plant Species, Season And Location On Leaf Endophytic Bacterial Communities Of Non-Cultivated Plants. Plos ONE. 11(3): E0150895. <https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0150895>
- Elsima, A., Ferniah, R. S. 2019. Ekspresi gen penyandi peroksidase cabai merah (*Capsicum Annuum* L.) (Caper) sebagai respons terhadap *Fusarium Oxysporum*. J. Akademika: 8 (2), 30-35.
- Fatimah, I. N., Pamekas, T., & Hartal, H. (2020). Karakterisasi Lima Isolat 55 Jamur Endofit Tanaman Padi Sebagai Agen Antagonis *Pyricularia Oryzae*. PENDIPA Journal of Science Education, 4(3), 1–6. <https://doi.org/10.33369/pendipa.4.3.1-6>.
- Frisvad, J. C. & O. Filtenborg . 1995. Introduction to food –Borne Fungi. The Netherlands: Centraal bureau voor Schimmelcultures.
- Gao F. K., Ch. Dai, and X. Z. Liu. 2017. Mechanism Of Fungal Endophytes In Plant Protection Against Pathogens. African Journal of Microbiology Research. Vol. 4
- Hafsari, Anggita Rahmi, and Isma Asterina. 2013. “Isolasi Dan Identifikasi Kapang Endofit Dari Tanaman Obat Surian (*Toona Sinensis*).” Jurnal Istek 7 (2): 175–91.
- Harpenas, A. 2010. Budidaya Cabai Unggul. Penyebar Swadaya. Jakarta
- Harpenas, Asep & R. Dermawan. (2010). Budidaya Cabai Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hayati, Roudhotin. 2023. Karakterisasi Jamur Endofit Dari Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum Ruiz & Pav.*) Sebagai Antijamur Terhadap *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*. Skripsi Universitas Jambi. Jambi
- Hewindati Dan Y. Tri. 2006. Hortikultura. Jakarta: Universitas Terbuka
- Islamiah DN, Rahmawati, Linda R. 2017. Jenis-jenis jamur rizosfer kawasan tanah mangrove *Avicennia* di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. Protobiont 6: 165-172.
- Kristiana, Riajeng. 2015. Isolasi, Identifikasi, Skrining dan Penghambatan Kapang Rizosfer terhadap *Fusarium oxysporum fsp. ycopersici*. Tesis. (tidak dipublikasikan). Depok: Program Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Kuncoro, H. and Erma Sugijanto, N. 2016. Mini Review Fungi Endofit Biodiversitas , Potensi Dan Prospek. Journal Tropical Pharmacy Chemistry.

Vol. 1. No.3.(<https://www.researchgate.net/>, diakses pada 11 Juli 2018).

- Mangun, H. M. S. 2013. Nilam. Penebar Swadaya, Jakarta. 84 hlm.
- Noverita, Dinah, F., & Ernawati, S. (2019). Isolasi dan Uji Aktivitas Antijamur Jamur Endofit Dari Daun Dan Rimpang Zingiber Ottensii. Jurnal Farmasi Indonesia, 4(4), 171-176.
- Nugraheni, E. S., 2010. Karakterisasi Biologi Isolat-Isolat *Fusarium* Sp Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) Asal Boyolali. Skripsi Program Studi/Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta 2010
- Oyen, L.P., dan Dung, N.X. 1999. Plant Resource of South-East Asia No 19, Essential Oil Plant. Backhuys Publisher, Leiden Netherlands. Halaman 151-157.
- Patil, Mohini G, Jyoti Pagare, Sucheta N Patil, Amanpreet K Sidhu, and K T H M College. 2015. "Extracellular Enzymatic Activities of Endophytic Fungi Isolated from Various Medicinal Plants" 4 (3): 1035–42.
- Purwanto, D. 2020. Pengaruh Pupuk NPK Mutiara dan Pupuk Plant Catalyst Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.) Varietas Lado F1. Jurnal Agrifor. 19(1): 123- 134.
- Ramdan, E.P., Tondok, E.T., Wiyono, S., Hidayat, S.H., & Widodo. (2017). Potensi Jamur Endofit Sebagai Pengendali Hayati Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Phytophthora Capisci*) Pada Bibit Cabai. Jurnal Fitopatologi Indonesia, 13(5):161-167.
- Rina Hidayati Pratiwi. (2019). Peranan Mikroorganisme Endofit Dalam Dunia Kesehatan. Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Vol 16. No 1.
- Rukmana, Rahmat, 2003. Nilam Prospek Agribisnis dan Teknik Budidaya.. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Rustanti, Mirna. 2017. Isolasi dan Seleksi Kapang Endofit Penghasil Antimikroba pada Akar Tanaman Sesoot (*Garcinia picrorrhiiza* Miq.).Skripsi Sarjana Farmasi. Depok: FMIPA Universitas Indonesia, p. 23-27, 28.
- Santoso, H. B., 2017. Bertanam Nilam. Bahan Industri Wewangian. Kanisius.Yogyakarta.
- Sarah, Asrul, & Lakani, I. (2018). Uji Antagonis Jamur *Aspergillus niger* Terhadap Perkembangan Jamur Patogenik *Fusarium oxysporum* pada Bawang Merah (*Allium cepa agregatum* L . aggregatum group) Secara In vitro. Agrotekbis, 6(2), 266–273. ISSN: 2338-3011.

- Schulz. 2016. Barbara Institute of Microbiology, Technical University of Braunschweig, Spielmannstraße 7, 38106 Braunschweig, Germany.
- Semangun. 2001. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 754 hal
- Setiadi. 2006. Bertanam Cabai. Penebar Swadaya. Jakarta. 181 hal
- Sugijanto., Noor, E.N., Beatrice, Y., Made, N.K., dan Noor, C.Z. 2014. Aktivitas Antimikroba dan Analisis KLT-Densitometri Metabolit Fraksi-Fraksi Ekstrak Endofit dari *Aglaia odorata*. Berkala Ilmiah Farmasi, Vol. 3 (1) Surabaya: Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
- Suryana, D. 2013. Menanam Cabe: Cara Menanam Cabe dan Budidaya Cabe. Dayat Suryana Book, Bogor.
- Susetyo, Aryo Pratomo. 2010. Hubungan Keanekaragaman Jamur Rizosfer Tanaman Pisang (*Musa spp.*) dan Penyakit Layu *Fusarium*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sutedjo. 2006. Pengaruh Pupuk Organik dan Plant Catalist 2006 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*). Jurnal Dinamika Pertanian, 22 (2) : 95 – 100.
- Setijo Pitojo. 2003. Benih Cabai. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Syamsia. 2016. “Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Padi Lokal Enrekang.” Agrotan 2 (2): 61–67.
- Tjahjadi dan Nur. 2010. Bertanam Cabai. Penerbit Kasinis. Yogyakarta
- Yenshu, H., Anchen, Y., dan Hunf, M. 1982. The Chemical Constituents of Oriental Herbs. Oriental Healing Art Institute, Los Angeles. Halaman 687.
- Yuniarti. 2010. Kajian Pemanfaatan Ekstrak Kulit *Acacia Mangium* Wild Sebagai Antifungi Dan Pengujiannya Terhadap *Fusarium sp.* Dan *Ganoderma sp.* Kajian Pemanfaatan Ekstrak Kulit. 190-198

LAMPIRAN

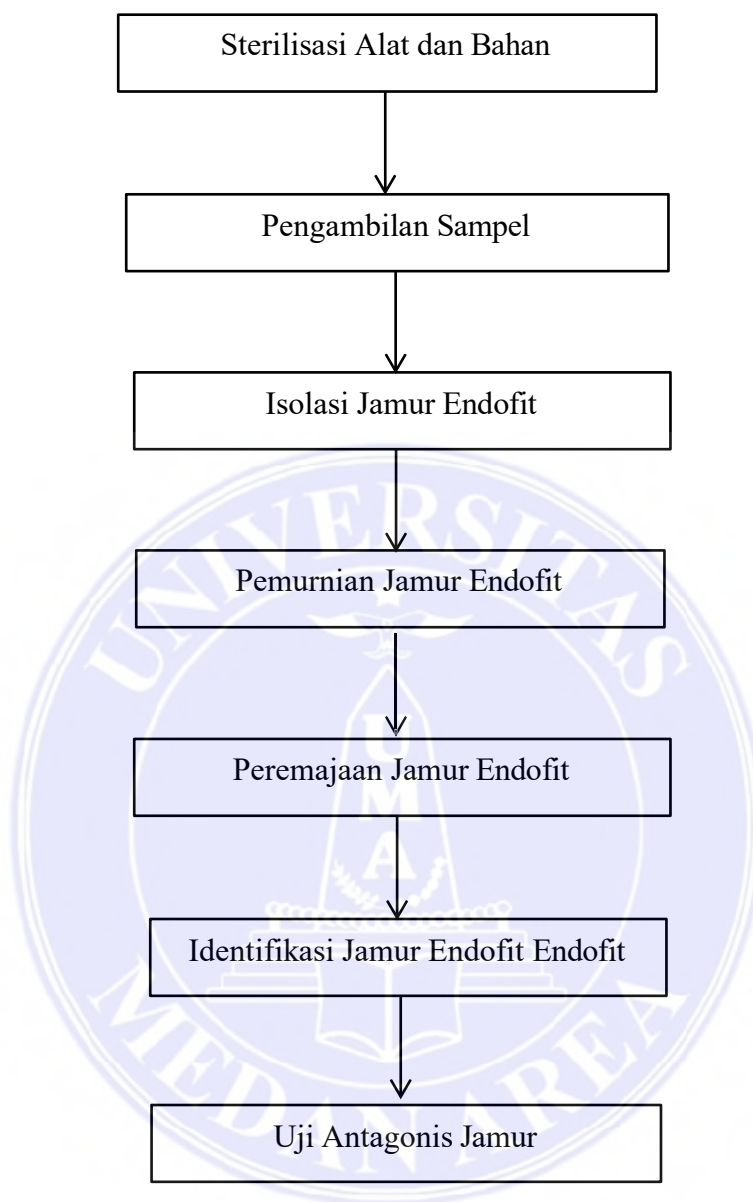
Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)

Nama Varietas	: Lhokseumawe (NAD)
Tinggi Tanaman	: 61,07 – 65,97 cm
Warna Batang Muda	: Ungu
Warna Batang Tua	: Ungu Kehijauan
Bentuk Batang	: Persegi
Percabangan	: Lateral
Jumlah Cabang Primer	: 7,00 – 19,76
Jumlah Cabang Sekunder	: 11,42 – 25,72
Panjang Cabang Primer	: 38,40 – 63,12 cm
Panjang Cabang Sekunder	: 18,96 – 35,06 cm
Bentuk Daun	: Delta, bulat telur
Pertulangan Daun	: Meyirip
Warna Daun	: Hijau
Panjang Daun	: 6,23 – 6,75 cm
Lebar Daun	: 5,16 – 6,36 cm
Tebal Daun	: 0,31 – 0,81 mm
Panjang Tangkai Daun	: 2,66 – 4,28 cm
Jumlah Daun/ Cabang Primer	: 48,05 – 118,62
Ujung Daun	: Runcing
Pangkal Daun	: Datar, membulat
Tepi Daun	: Bergerigi ganda
Bulu Daun	: Banyak, lembut
Produksi Terna Segar	: 19,58 – 59,20 ton/ha
Kadar Minyak	: 3,21 %
Kadar Patchouli Alkohol	: 29,11 – 34,46 %
Ketahanan Terhadap <i>Meloidogyne incognita</i>	: Rentan
Ketahanan Terhadap <i>Pratylenchus brancyurus</i>	: Agak Rentan
Ketahanan Terhadap <i>Radhopolus similis</i>	: Rentan
Ketahanan Terhadap <i>Ralstonia solanacerum</i>	: Rentan

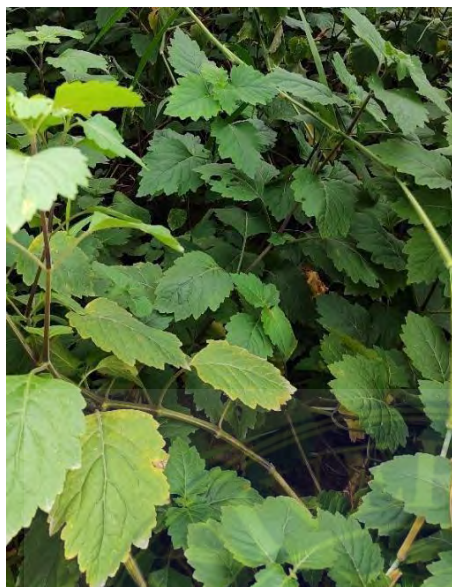
Lampiran 2. Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Tahun 2024									
		Juli		Agustus				September			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Sterilisasi Alat dan Bahan										
2.	Pengambilan Sampel										
3.	Isolasi Jamur Endofit										
4.	Pemurnian Jamur Endofit										
5.	Peremajaan Jamur Uji										
6.	Pengamatan Jamur Endofit										
7.	Uji Antimikroba										
8.	Parameter Penelitian										
9.	Pengolahan Data										

Lampiran 3. Bagan Alir Pelaksanaan



Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



4.1 Pengambilan Sampel Tanaman Nilam



4.2 Membersihkan dan Memotong Sampel



4.3 Pembuatan Media PDA



4.4 Penanaman Sampel pada Media PDA



4.5 Melakukan Tahap Pemurnian Terhadap Isolat

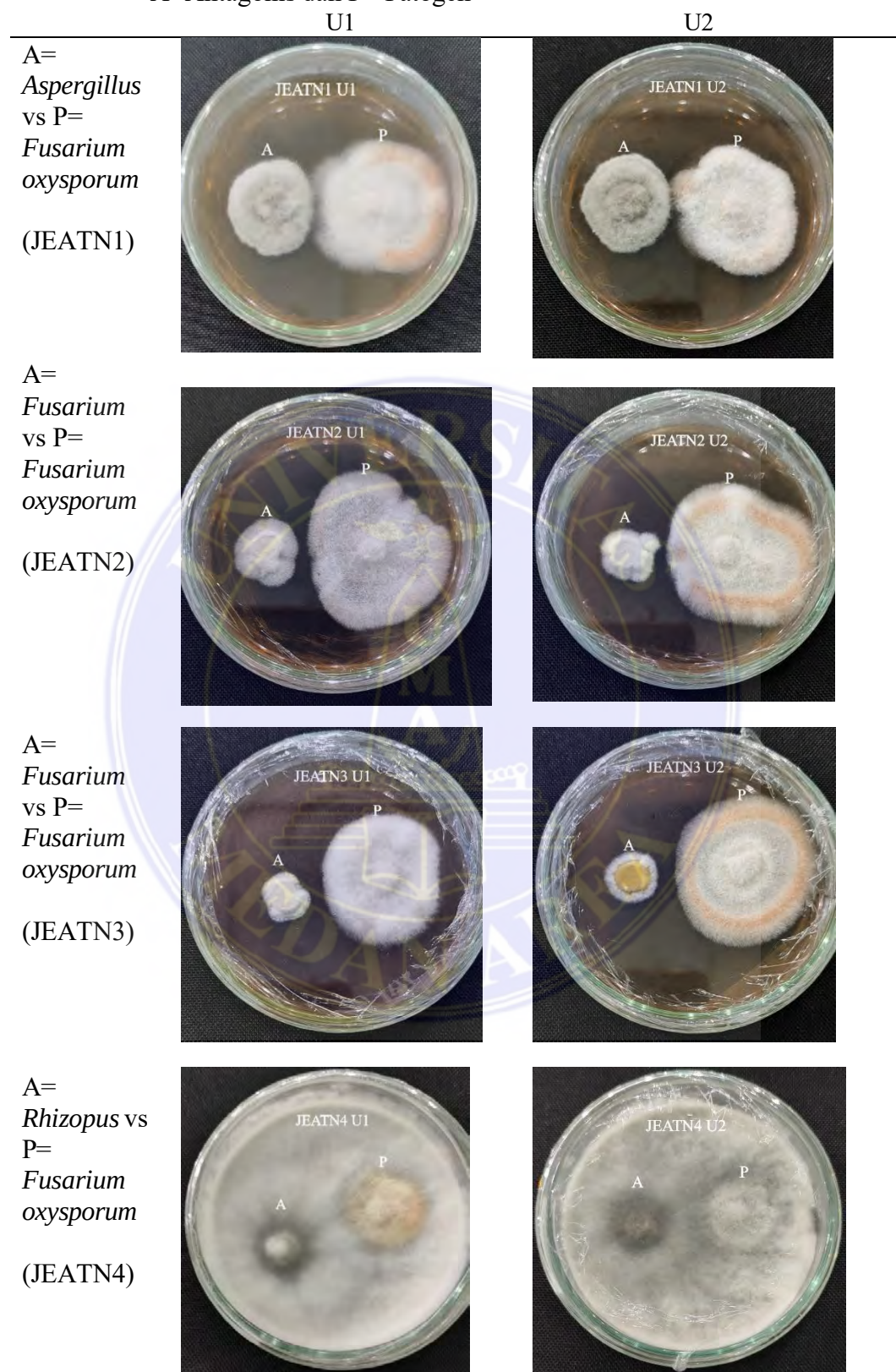


4.6 Melakukan Tahap Uji Antagonis Jamur

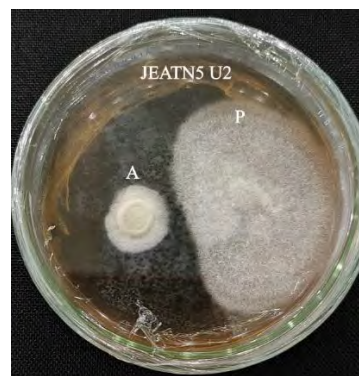
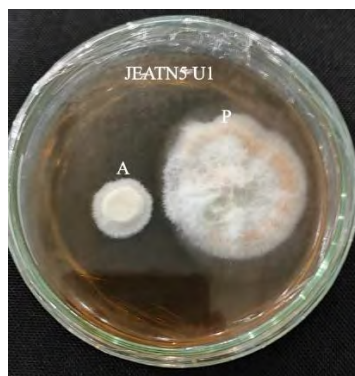


4.7 Mengidentifikasi Jamur

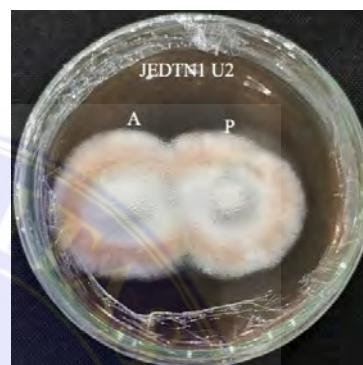
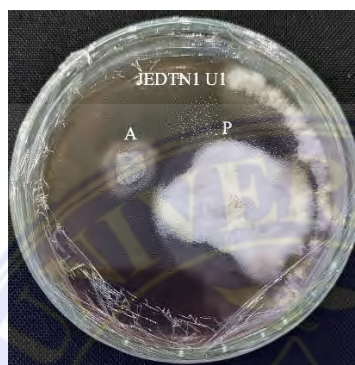
Lampiran 5. Uji Antagonis Jamur Endofit dengan Jamur *Fusarium oxysporum*
A=Antagonis dan P= Patogen



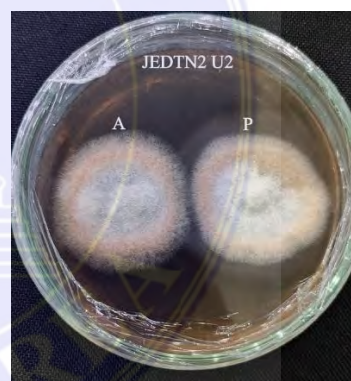
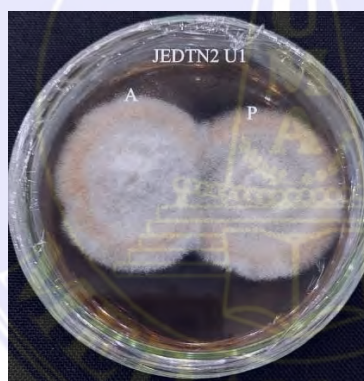
A=
Fusarium
vs P=
Fusarium
oxysporum
(JEATN5)



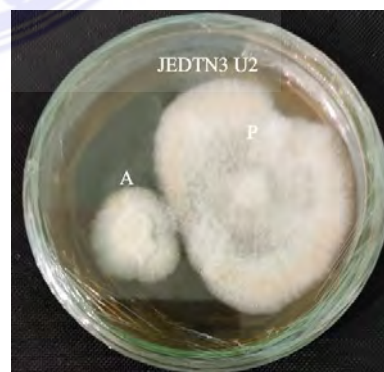
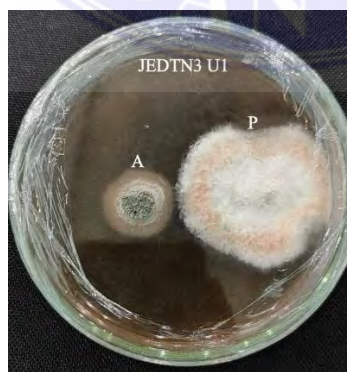
A=
Aspergillus
vs P=
Fusarium
oxysporum
(JEDTN1)



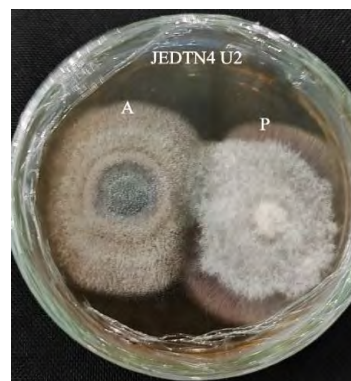
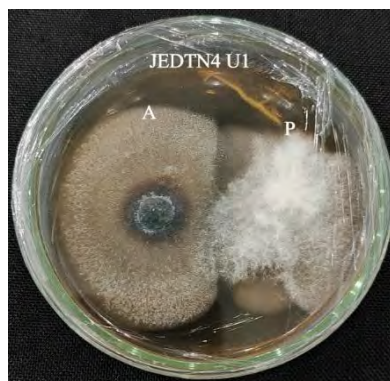
A=
Aspergillus
vs
P=
Fusarium
oxysporum
(JEDTN2)



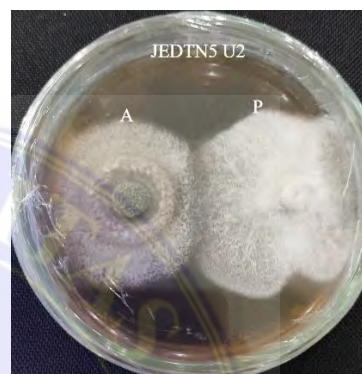
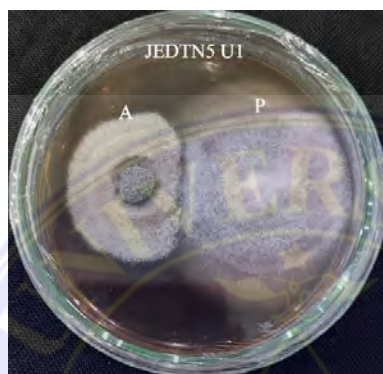
A=
Aspergillus
vs
P=
Fusarium
oxysporum
(JEDTN3)



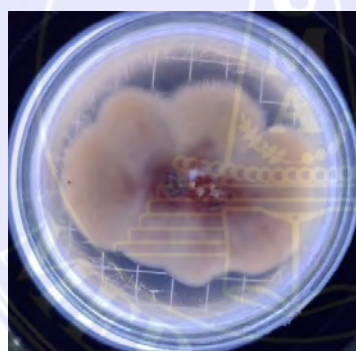
A=
Aspergillus
vs
P=
Fusarium
oxysporum
(JEDTN4)



A=
Aspergillus
vs
P=
Fusarium
oxysporum
(JEDTN5)



Jamur Uji
Fusarium
oxysporum
(Kontrol)



Lampiran 6. Hasil Perhitungan Uji Antagonis

Pehitungan Uji Antagonis Pada Akar

ISOLAT	r1	r2	r1-r2	P
KONTROL	9	0	9	100
JEATN1	2,5	2,3	0,2	0,08
JEATN1	2,3	1,9	0,4	0,17
JEATN2	2,8	2,1	0,7	0,25
JEATN2	2,9	2,2	0,7	0,24
JEATN3	2,1	1,7	0,4	0,19
JEATN3	2,7	2,1	0,6	0,22
JEATN4	1,9	0,7	1,2	0,63
JEATN4	1,8	0,6	1,2	0,67
JEATN5	2,1	2	0,1	0,05
JEATN5	3	2,4	0,6	0,20

Perhitungan Uji Antagonis Pada Daun

ISOLAT	r1	r2	r1-r2	P
JEDTN1	3	2,3	0,7	0,23
JEDTN1	1,9	1,4	0,5	0,26
JEDTN2	2,8	1,5	1,3	0,46
JEDTN2	2,7	1,8	0,9	0,33
JEDTN3	3	2,3	0,7	0,23
JEDTN3	3	2,2	0,8	0,27
JEDTN4	3	1,5	1,5	0,50
JEDTN4	3	1,4	1,6	0,53
JEDTN5	3	2,2	0,8	0,27
JEDTN5	3	2,2	0,8	0,27

Lampiran 7. Surat Keterangan Selesai Penelitian

**POLITEKNIK TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI**
Jln. Medan Tenggara VII Telp. 061.7867810, Fax. 061.7862439 Medan 20228
<http://www.ptki.ac.id>

Medan, 06 Oktober 2024

Nomor : 02/PTKI/TK/TB/VI/2024
Lampiran : -
Perihal : Surat Keterangan Laboratorium

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan atas nama :

Nama : Briand Pramudia Marcelino Simamora
NIM : 20810082
Institusi : Universitas Medan Area

Bahwasannya telah melakukan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi/Teknologi Bioproses PTKI Medan dengan melakukan penelitian **"ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP *Fusarium oxysporum*"** sejak tanggal 20 Juli hingga 18 September 2024.

Demikian surat keterangan ini saya perbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala Laboratorium
Mikrobiologi/Teknologi Bioproses,

(Dr. Gimelliya Saragih, ST, M.Si)

Lampiran 8. Surat Keterangan Isolat Jamur *Fusarium oxysporum*



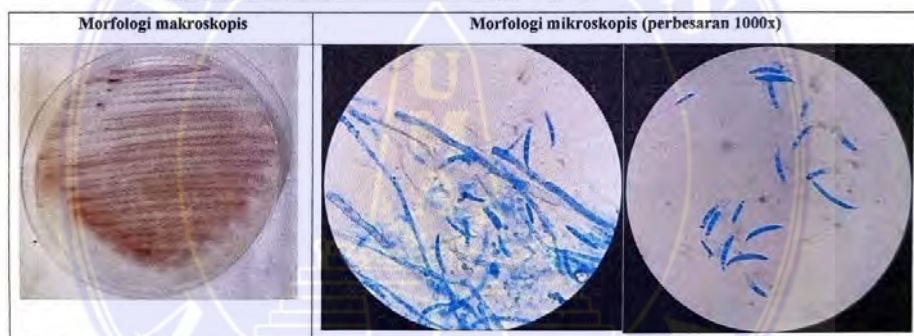
ISOLAT & PREPARAT

Perumahan Sumbersari Permai, Kramat 1, Jember. 68121 WA :
085134374231/ 085794198371

Surat Keterangan: No. 181/Vie_Lab/Isolat/VIII/2024

Diberikan kepada : Briand Pramudia Marcelino Simamora
Nama Cendawan : *Fusarium oxysporum*
Pembelian : 21 Juli 2024
Media : PDA + Chloramphenicol 200ppm
Identifikasi : Pengujian sederhana (makroskopis dan mikroskopis)
Foto dokumentasi :

- Koloni : seperti kapas, warna putih atau agak orange
- Hifa : bersekat
- Konidia : makkrokonidia khas membentuk sabit dan bersekat



Jember, 25 Juli 2024
