

**EFEKTIVITAS ENAM ISOLAT CENDAWAN ANTAGONIS DALAM
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Lasiodiplodia theobromae* PENYEBAB BUSUK
PANGKAL BATANG TANAMAN JERUK BESAR SECARA *IN VITRO***

**HASNIRA
G011181043**



**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**EFEKTIVITAS ENAM ISOLAT CENDAWAN ANTAGONIS DALAM
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Lasiodiplodia theobromae* PENYEBAB BUSUK
PANGKAL BATANG TANAMAN JERUK BESAR SECARA *IN VITRO***

**Hasnira
G011181043**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian
Pada
Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**DEPARTEMEN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Efektivitas Enam Isolat Cendawan Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan
Lasiodiplodia theobromae Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Jeruk Besar
Secara *In Vitro*

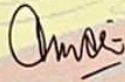
Nama : Hasnira

NIM : G011181043

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

Nur Hardina S.P., M.Si.

NIP. 19650316 198903 2 002

NIDN. 199209282021016001

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan,



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

NIP. 19650316 198903 2 002

Tanggal Lulus: 29 Desember 2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EFEKTIVITAS ENAM ISOLAT CENDAWAN ANTAGONIS DALAM
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Lastodiopodia theobromae* PENYEBAB BUSUK
PANGKAL BATANG TANAMAN JERUK BESAR SECARA *IN VITRO***

Disusun dan diajukan oleh:

**Hasnira
G011181043**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 15 Desember 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP. 19650316 198903 2 002

Pembimbing Pendamping,



Nur Hardina S.P., M.Si.
NIDN. 199209282021016001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Agroteknologi,



Dr. Iqbal Fauzan E., M.Si
NIP. 19670811199403 1 003

Tanggal Lulus: 29 Desember 2022

Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Efektivitas Enam Isolat Cendawan Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Lasiodiplodia theobromae* Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Jeruk Besar Secara *In Vitro*” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Saya menyatakan bahwa semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 28 Desember 2022



Hasnira

G011181043

ABSTRAK

HASNIRA. Efektivitas Enam Isolat Cendawan Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Lasiodiplodia theobromae* Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Jeruk Besar Secara *In Vitro*. Pembimbing: **TUTIK KUSWINANTI** dan **NUR HARDINA**

Jeruk pamelon atau jeruk besar merupakan tanaman asli Indonesia dan menjadi salah satu komoditi perdagangan luar negeri. Penyakit busuk pangkal batang merupakan salah satu penyebab kerusakan hingga kematian pada tanaman jeruk besar. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Lasiodiplodia theobromae*. Salah satu cara pengendalian penyakit ini adalah memanfaatkan cendawan antagonis. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat cendawan antagonis dan mengetahui kemampuan antagonisme isolat cendawan tersebut dalam menghambat pertumbuhan isolat patogen *L. theobromae*. Dalam penelitian ini dilakukan isolasi dan identifikasi cendawan antagonis yang selanjutnya cendawan antagonis tersebut digunakan dalam uji antagonis terhadap *L. theobromae*. Metode yang digunakan dalam uji antagonis adalah metode uap yaitu masing-masing potongan miselium cendawan antagonis dan *L. theobromae* diambil dan diletakkan di tengah cawan Petri berbeda yang berdiameter seragam dan berisi media *potato dextrose agar*, kedua cawan Petri ditangkupkan saling berhadapan dengan cawan cendawan *L. theobromae* berada di atas sedangkan cawan cendawan antagonis berada di bawah kemudian kedua cawan direkatkan dengan plastik *wrap* dan diinkubasi pada suhu ruang. Parameter pengamatan yaitu persentase tingkat penghambatan relatif isolat cendawan antagonis terhadap pertumbuhan cendawan *L. theobromae*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat enam isolat cendawan antagonis yang berhasil diisolasi, persentase daya hambat tertinggi oleh isolat 1 sebesar 45,06% yang teridentifikasi sebagai *Aspergillus* sp. diikuti oleh isolat 2 sebesar 40,19%, dan isolat 3 sebesar 39,38% yang teridentifikasi sebagai *Trichoderma* sp..

Kata kunci: Pamelon, *Aspergillus* sp., daya hambat, antagonis, *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

HASNIRA. Effectiveness of Six Fungus Isolate Antagonists in Inhibiting the Growth of *Lasiodiplodia theobromae* Causes Stem Rot of Pomelo Plants Culture *In Vitro*. Pembimbing: **TUTIK KUSWINANTI** and **NUR HARDINA**

The pomelo is a native plant of Indonesia and become one of the foreign trade commodities. Stem rot disease is one of the causes of damage to death in pomelo. This disease is caused by fungus *Lasiodiplodia theobromae*. One way to control this disease is to use antagonistic fungi. This study aims to obtain antagonistic fungi isolates and determine the antagonistic ability of these fungal isolates in inhibiting the growth of pathogenic isolates of *L. theobromae*. In this study, the isolation and identification of antagonistic fungi were carried out, which were then used in antagonistic testing of *L. theobromae*. The method used in the antagonist test was the steam method, in which each piece of mycelium of the antagonist fungus and *L. theobromae* was taken and placed in the middle of a different Petri dish with uniform diameter and filled with potato dextrose agar two Petri dishes were cupped facing each other with *L. theobromae* is on top while the antagonist fungi cup is below then the two plates are glued with plastic wrap and incubated at room temperature. The observed parameter was the percentage of the relative inhibition level of the antagonistic fungus isolates on the growth of the fungus *L. theobromae*. The results showed that there were six isolates of antagonistic fungi that were successfully isolated, the highest percentage of inhibition by isolate 1 was 45.06% which was identified as *Aspergillus* sp. followed by isolate 2 of 40.19%, and isolate 3 of 39.38% which was identified as *Trichoderma* sp..

Keywords: Pamelo, *Aspergillus* sp., inhibition, antagonists, *Trichoderma* sp.

PERSANTUNAN

Bismillahirrohmanirrohim

Segala puji dan syukur hanya kepada *Allah Subhanallahu wa Ta'ala* atas rejeki nikmat dan kesempatan yang telah diperuntukkan kepada tim penulis dalam menyusun dan merampungkan skripsi penelitian dengan judul “Efektivitas Enam Isolat Cendawan Antagonis dalam Menghambat Pertumbuhan *Lasiodiplodia theobromae* Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Jeruk Besar Secara *In Vitro*”. Tidak lupa juga sholawat serta salam dicurahkan kepada baginda *Rasulullah Sallallahu'alaihi wa sallam*.

Penulisan dan penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga besar atas cinta, kasih sayang, kesabaran, pengorbanan serta motivasi dan doa tulus yang tak pernah putus hingga mengantarkan penulis sampai pada tahap ini.
2. Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Ibu Nur Hardina S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Hamdayanty SP., M.Si. selaku dosen yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr, Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.Sc., Ph. D, dan Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, MS., selaku dosen penguji atas saran dan masukannya sehingga penelitian ini berjalan dengan baik.

6. Para pegawai staf dan Laboran Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan dan segala masukannya selama proses penelitian dari awal hingga akhir.
7. Para dosen dan tenaga pengajar program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat khususnya dalam bidang pertanian.
8. Para civitas akademik Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan selama ini.
9. Rekan-rekan saya Sulistiawati R. Muhamad, Nur sakinah, Tri Linda Sari, Rezki Meylansari, Faranita, Andi Indria Sari, Kiki Widya Sari, Nurul Izza Pratiwi, dan Andi Fratiwisurahmi yang telah memberikan dukungan, semangat, serta menyempatkan waktunya untuk membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Teman-teman seperjuangan prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin angkatan 2018.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan masih jauh dari penyusunan skripsi ini. Kekurangan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini adalah refleksi dari ketidaksempurnaan penulis sebagai manusia. Akhir kata, semoga tujuan penyelesaian skripsi ini tidak hanya sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana tetapi penulis juga berharap dapat bermanfaat bagi kita semua di masa yang akan datang. *Allahuma Aamiin.*

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
DEKLARASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PERSANTUNAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3 Hipotesis Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jeruk Besar (<i>Citrus maxima</i>)	4
2.1.1 Ekologi Jeruk Besar.....	5
2.1.2 Morfologi Jeruk Besar	6
2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang (Diplodia)	6
2.2.1 Gejala Serangan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Jeruk.....	7
2.3 <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	8
2.3.1 Morfologi Cendawan <i>L. theobromae</i>	9
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Busuk Pangkal Batang.....	10
2.4 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang	10
2.5 Cendawan Antagonis	11
3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu.....	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	12
3.3.1 Pengambilan Sampel	12

3.3.2 Sterilisasi Alat	12
3.3.3 Pembuatan Media PDA	12
3.3.4 Isolasi dan Identifikasi Cendawan Antagonis dan Cendawan <i>L. theobromae</i>	13
3.3.5 Uji Virulensi Isolat Cendawan <i>L. theobromae</i> Secara <i>In Vitro</i>	13
3.3.6 Uji Antagonis.....	14
3.4 Parameter Penelitian	15
3.5 Analisis Data	15
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil.....	16
4.1.1 Isolasi dan Identifikasi Morfologi Cendawan <i>L. theobromae</i>	16
4.1.2 Uji Virulensi	17
4.1.3 Isolasi dan Identifikasi Cendawan Antagonis	18
4.1.4 Uji Antagonis.....	20
4.2 Pembahasan	21
5. PENUTUP.....	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lahan perkebunan jeruk besar di Kabupaten Pangkep	5
Gambar 2. Gejala penyakit diplodia basah (A); diplodia kering (B)	8
Gambar 3. Ilustrasi uji antagonis isolat cendawan antagonis terhadap <i>L. Theobromae</i>	14
Gambar 4. Koloni <i>L. theobromae</i> secara makroskopis; tampak depan 3 hsi (A), tampak depan 14 hsi (B), tampak belakang 14 hsi(C)	16
Gambar 5. Morfologi <i>L. theobromae</i> secara mikroskopis; hifa bersepta (a); klamidiospora terbentuk secara interkalar (b); konidia matang (c)	16
Gambar 6. Perkembangan gejala nekrosa pada daun jeruk besar (a, d, g), jeruk nipis (b, e, h), dan jeruk keprok (c, f, i) pada 2, 3, dan 4 hari setelah infeksi. Kontrol 4 hari setelah infeksi; jeruk besar (j), jeruk nipis (k), dan jeruk keprok (l).....	17
Gambar 7. Pengamatan makroskopis daya hambat cendawan antagonis terhadap cendawan <i>L. theobromae</i> 1 dan 2 hsi. Kontrol (a), perlakuan isolat 1(b), isolat 5 (c), isolat 6 (d) pada 1 dan 2 hari setelah inokulasi	21
Gambar 8. Pengamatan mikroskopis mekanisme antagonis. Hifa <i>L. theobromae</i> mengalami lisis (a), konidia cendawan antagonis (b). Antibiosis (c)	21

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Isolat cendawan yang berasosiasi dengan jaringan akar, batang dan daun tanaman jeruk besar	18
Tabel 2. Rata-rata presentase daya hambat cendawan antagonis terhadap pertumbuhan cendawan <i>L. theobromae</i> pada media PDA.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi pengambilan sampel	33
Lampiran 2. Dokumentasi pembuatan media PDA.....	33
Lampiran 3. Dokumentasi penanaman jaringan.....	33
Lampiran 4. Dokumentasi cendawan yang tumbuh dari jaringan batang bergejala penyakit diplodia 7 hsi.....	34
Lampiran 5. Dokumentasi cendawan yang tumbuh dari jaringan batang 7 hsi	34
Lampiran 6. Dokumentasi cendawan yang tumbuh dari jaringan akar 7 hsi	34
Lampiran 7. Dokumentasi cendawan yang tumbuh dari jaringan daun 7 hsi	35
Lampiran 8. Pengamatan uji virulensi cendawan <i>B. theobromae</i> pada daun jeruk	35
Lampiran 9. Pengamatan uji antagonis	40
Lampiran 10. Analisis data penelitian	46
Lampiran tabel 1. Data mentah pengamatan daya hambat cendawan endofit 1 dan 2 hsi.....	46
Lampiran Tabel 2. PIRG pengamatan hari ke-1 setelah inokulasi	46
Lampiran Tabel 3. PIRG pengamatan hari ke-2 setelah inokulasi	46
Lampiran tabel 4. Sidik ragam daya hambat pengamatan hari ke- 1 setelah inokulasi	47
Lampiran Tabel 5. Uji Duncan daya hambat cendawan endofit hari ke-1 setelah inokulasi ..	47
Lampiran tabel 6. Sidik ragam daya hambat pengamatan hari ke- 2 setelah Inokulasi	47
Lampiran tabel 7. Uji Duncan daya hambat cendawan endofit hari ke-1 setelah inokulasi....	48

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil buah tropis yang beragam salah satunya adalah buah jeruk besar. Jeruk besar (*Citrus maxima*) merupakan tanaman asli Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan karena tanaman ini mampu tumbuh secara liar ataupun dibudidayakan oleh petani dan menyebar di sebagian besar wilayah di Indonesia. Jeruk besar menjadi salah satu jenis komoditi perdagangan luar negeri dengan negara tujuan ekspor utama yaitu Thailand dan Vietnam (Syamsinar, 2009). Kandungan vitamin C dan antioksidan yang tinggi dalam buah jeruk besar menjadikan buah ini sebagai salah satu jenis jeruk yang bermanfaat bagi kesehatan. Hasil penelitian Wang *et al.*, (2014) menyatakan bahwa kulit buah jeruk besar mengandung pektin yang memiliki manfaat dalam perusahaan makanan dan minuman sebesar 16,68% - 21,95%.

Sulawesi Selatan menempati urutan pertama sebagai provinsi penghasil jeruk besar di Indonesia dengan kontribusi sebesar 30,76% (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2015). Sentra produksi jeruk besar di Sulawesi Selatan berada di Kabupaten Pangkep dengan kontribusi sebanyak 239,123 ton. Produksi jeruk besar di Sulawesi Selatan masih fluktuatif hal ini ditunjukkan pada data produksi 5 tahun terakhir (2016-2020) secara berurutan sebesar 39,377 ton, 44,463 ton, 42,058 ton, 33,314 ton, 36,674 ton, dan 35,574 ton (BPS, 2020). Sebagai salah satu komoditi unggulan di Sulawesi Selatan, pengembangan dan peningkatan produktivitas jeruk besar masih mengalami banyak kendala. Salah satu kendala utamanya adalah serangan patogen penyakit.

Penyakit diplodia atau dikenal sebagai penyakit busuk batang merupakan salah satu penyakit penyebab utama kematian pada tanaman jeruk di Indonesia (Balitjestro, 2014). Penyakit ini disebabkan oleh cendawan patogen *L. theobromae*. Penyakit diplodia mengancam kerusakan dan kematian 63,431 ha lahan jeruk di Indonesia (Dwiastuti *et al.*, 2017). Penyakit diplodia mengakibatkan gejala berupa blendok berwarna kuning yang keluar dari batang primer. Kulit batang yang terserang penyakit akan terkelupas dan terus berkembang sehingga mengakibatkan luka yang tidak teratur pada kulit, meluas tetapi dangkal. Biasanya infeksi baru diketahui jika daun telah berwarna kuning sehingga batang yang sakit sudah mengalami kematian (Gusnawaty, 2013).

Petani umumnya mengandalkan fungisida sintetis sebagai usaha pengendalian penyakit. Hal tersebut tentu tidak dianjurkan mengingat berbagai efek negatif yang dapat ditimbulkan oleh fungisida sintetis. Menurut Djafarudin (2004) dan Soesanto (2008), penggunaan fungisida

sintetis secara berkelanjutan akan meninggalkan residu dalam tanaman dan mematikan organisme spesies non target, selain itu fungisida sintetis dapat mencemari lingkungan karena bahan kimia yang diberikan kepada tanaman tidak seluruhnya mampu diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah sehingga dapat menyebabkan pencemaran terhadap aliran air sungai dan akan berpengaruh pada kehidupan organisme air dan kesehatan manusia. Residu pestisida pada buah jeruk menyebabkan buah tidak diterima di pasaran karena menimbulkan kekhawatiran para konsumen yang semakin sadar akan pentingnya mengkonsumsi produk pertanian yang bebas residu pestisida. Oleh karena itu diperlukan alternatif pengendalian penyakit tanaman yang aman dan ramah lingkungan serta relevan terhadap prinsip-prinsip pengendalian hama dan penyakit terpadu.

Pengendalian hayati merupakan strategi yang efektif dan aman bagi lingkungan untuk mengendalikan cendawan patogen. Salah satu jenis pengendalian hayati yaitu dengan memanfaatkan agen biokontrol seperti cendawan antagonis. Keberhasilan penggunaan cendawan antagonis sebagai agen biokontrol telah banyak dilaporkan oleh hasil penelitian, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Agustina *et al.*, (2019) yang melaporkan bahwa cendawan antagonis *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan cendawan *L. theobromae* sebesar 78,76%. Cendawan antagonis mampu memproduksi berbagai senyawa fungsional berupa senyawa antikanker, antivirus, antibakteri, antifungi serta senyawa pemacu pertumbuhan tanaman (Noverita *et al.*, 2009).

Salah satu mekanisme pengendalian yang penting dari cendawan antagonis adalah kemampuan dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder di antaranya adalah senyawa volatil. Senyawa volatil biasanya merupakan senyawa dengan berat molekul rendah (100-500 Da), mudah menguap (fase gas), dan umumnya mengeluarkan aroma khas. Senyawa volatil dari cendawan antagonis menyebabkan kematian hifa, perubahan pigmen patogen dan kelainan miselium. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa senyawa volatil yang dikeluarkan oleh cendawan memiliki sifat toksik dengan aktivitas antijamur, antibakteri dan nematisida. Senyawa volatil yang diidentifikasi memiliki aktivitas antijamur di antaranya adalah pirom dan seskuiterpen. Kelebihan senyawa volatil dibanding dengan senyawa non-volatil yaitu mampu mempengaruhi patogen tanpa kontak langsung (Inayati *et al.*, 2019). Semua mikroorganisme mampu menghasilkan senyawa volatil organik, namun jenis senyawa yang dihasilkan berbeda. Senyawa volatil organik yang dihasilkan mikroba memiliki jenis dan kelas yang luas, dapat berupa asam lemak dan turunannya (hidrokarbon, alkohol dan keton alifatik), senyawa aromatik, senyawa yang mengandung nitrogen, dan senyawa sulfur yang mudah menguap (Schulz dan Dickschat, 2007).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian efektivitas enam isolat cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan *L. theobromae* penyebab busuk pangkal batang pada jeruk besar secara *in Vitro*.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam penelitian adalah mendapat isolat cendawan antagonis dan cendawan *L. theobromae* patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang dari jaringan tanaman jeruk besar Pangkep, mengetahui kemampuan antagonisme isolat cendawan antagonis dalam menghambat pertumbuhan isolat patogen *L. theobromae* secara *in vitro* serta mengetahui kemampuan virulensi isolat *L. theobromae*.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi mengenai kemampuan isolat cendawan antagonis dari tanaman jeruk besar yang berpotensi sebagai biokontrol *L. theobromae* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman jeruk besar secara *in vitro*.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat isolat cendawan yang berasosiasi dengan jaringan akar, batang dan daun tanaman jeruk besar yang mampu menghambat pertumbuhan *L. theobromae* penyebab penyakit busuk pangkal batang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jeruk Besar (*Citrus maxima*)

Jeruk besar (*Citrus maxima*) atau dikenal dengan nama jeruk pamelon merupakan tanaman asli dari Asia Tenggara (Blench, 2008; Orwa *et al.*, 2009) dan sudah sejak lama tumbuh di Indonesia. Tanaman jeruk besar ditemukan hampir di seluruh wilayah di Indonesia baik tumbuh secara liar ataupun dibudidayakan. Jeruk besar menjadi salah satu komoditas perdagangan internasional dengan negara tujuan ekspor utama yaitu Thailand dan Vietnam (Sarintang *et al.*, 2022). Jeruk besar merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Tanaman jeruk besar diklasifikasikan ke dalam Kingdom: Plantae, Divisi Spermatophyta, Kelas: Dicotyledoneae, Ordo: Geraniales, Family: Rutaceae, Genus: Citrus, Spesies: *Citrus maxima* Merr. (Zhafira, 2019).

Sulawesi Selatan merupakan daerah sentra produksi jeruk besar terbesar di Indonesia dan diikuti oleh provinsi lain seperti Aceh, Jawa Timur, Jawa Tengah, serta Sumatera Utara (Kementrian Pertanian, 2015). Tanaman jeruk besar mampu tumbuh hampir di seluruh wilayah Sulawesi Selatan tetapi tidak semua pohon mampu menghasilkan buah dengan kualitas dan kuantitas yang baik. Produktivitas dan kualitas tanaman jeruk sangat ditentukan oleh faktor iklim dan lingkungan. Selain itu pemilihan lokasi, penyiapan lahan serta pemeliharaan tanaman juga berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya jeruk (Dahlia *et al.*, 2021).

Salah satu daerah yang menjadi penyumbang terbesar produksi jeruk besar Sulawesi Selatan adalah daerah Kabupaten Pangkep dengan kontribusi lebih dari 80% dari total produksi (Kementerian Pertanian, 2016) khususnya di Kecamatan Ma'rang dengan potensi areal 350 ha dengan jumlah 70.000 pohon dan Kecamatan Labakkang sebanyak 170 ha dengan 34.000 pohon (BPS, 2015). Jeruk besar yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Pangkep yaitu varietas jeruk merah, jeruk putih dan jeruk gula-gula. Jeruk besar sangat potensial untuk dikembangkan di Kabupaten Pangkep karena kondisi agroklimat dan sumber daya lahan yang sangat sesuai dengan pertumbuhan jeruk besar (Taufik *et al.*, 2015).



Gambar 1. Lahan perkebunan jeruk besar di Kabupaten Pangkep

Tanaman jeruk besar memiliki beragam manfaat bagi kesehatan tubuh di antaranya yaitu daging buah yang dikonsumsi sebagai buah segar memiliki kandungan vitamin C yang tinggi yaitu 350 mg per 100 g daging buah. Buah jeruk besar memiliki kandungan pektin jauh lebih banyak dibandingkan dengan jenis jeruk lainnya setelah diolah menjadi jus, dimana kandungan pektin ini diketahui mampu menurunkan kolesterol (Harahap, 2011). Daun jeruk besar di dalam berbagai penelitian dilaporkan memiliki berbagai kandungan yang berkhasiat bagi kesehatan tubuh, salah satunya dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah sehingga dapat digunakan sebagai antihiperглиkemia. Pada daun jeruk besar telah ditemukan berbagai senyawa aktif yang bermanfaat bagi tubuh, seperti alkaloid, flavonoid, polifenol, saponin, dan tanin. Senyawa flavonoid sendiri merupakan senyawa polifenol yang bermanfaat sebagai antioksidan (Zhafira, 2019).

2.1.1 Ekologi Jeruk Besar

Tanaman jeruk besar membutuhkan curah hujan tahunan optimum berkisar 150 cm sampai 180 cm dengan temperatur optimum 25–32°C untuk pertumbuhan dan produksi terbaik (Dahlia *et al.*, 2021). Suhu harian yang dikehendaki tanaman jeruk untuk tumbuh secara optimal berkisar 25–30°C dengan kelembapan optimum berkisar 70-80%. Tanaman ini tumbuh secara optimal di dataran rendah, sampai ketinggian 350 m di atas di permukaan laut. Tanaman jeruk kurang sesuai jika di tanam di dataran tinggi karena buah yang dihasilkan akan terasa getir (Redaksi Agromedia, 2011).

Tanaman jeruk mampu tumbuh pada lahan yang memiliki pH tanah 5-7 dengan pH optimum 6. Tanaman ini cocok ditanam di tanah yang bertekstur lempung sampai lempung berpasir dengan fraksi liat 7-27%, debu 25-50% dan pasir 50%, memiliki banyak humus serta memiliki sistem kelola air dan udara yang baik (Redaksi Agromedia, 2011). Jeruk besar

mampu mencapai produksi maksimal jika menerima penyinaran matahari optimum yaitu 50-60% dengan perbedaan suhu siang dan malam 10% (Setiawan dan Sunarjono, 2003).

2.1.2 Morfologi Jeruk Besar

Tanaman jeruk memiliki akar tunggang panjang dan akar-akar serabut. Pertumbuhan akar tunggang akan berhenti saat mencapai tanah yang keras atau akar terendam. Panjang akar tanaman jeruk mampu mencapai 4 meter jika tanah pertanaman gembur (Soelarso, 2003). Batang jeruk besar mampu tumbuh 5-15 meter, dengan diameter mencapai 10-30 cm, memiliki kulit batang cukup tebal, kulit batang bagian luar berwarna coklat kekuningan dan kulit batang bagian dalam berwarna kekuningan. Pohon jeruk besar memiliki banyak cabang dan terletak saling berjauhan serta pada bagian ujungnya merunduk (ITIS, 2011; Kulsum, 2015; Qonitah, 2013). Dahan dan cabang tanaman jeruk besar ada yang memiliki duri banyak dan ada yang tidak berduri (Niyomdham, 1992). Daun jeruk besar memiliki bentuk seperti bulat telur (*ellips*) sampai jorong dengan ukuran 5-20 cm x 2-12 cm. Pangkal daun berbentuk bundar sampai menjantung, bagian tepi daun rata sebagian lainnya beringgit dangkal, dan ujung daun lancip sampai tumpul. Pada permukaan daun terdapat bintik-bintik kelenjar minyak. Tangkai daun bersayap lebar mencapai 7 mm, berwarna hijau kuning, bagian bawah helai daun berbulu, berwarna hijau agak gelap (Niyomdham, 1992).

Bunga jeruk besar merupakan bunga tunggal atau majemuk yang memiliki tandan (BPOM RI, 2008). Pembentukan bunga pada kultivar jeruk besar dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Setiap varietas jeruk besar memiliki florigen yang berbeda, sehingga memiliki cara dan gen yang berbeda dalam pembungaan. Selain itu untuk melakukan inisiasi pembungaan setiap kriteria kultivar membutuhkan lingkungan yang sesuai (Rojikin, 2021). Buah jeruk besar memiliki karakteristik yang khas yaitu berukuran besar, rasa buah segar, dan daya simpan lama yaitu dapat mencapai 4 bulan (Susanto, 2004). Warna buah jeruk besar yaitu warna kuning, hijau tua sampai hijau muda, serta mempunyai bentuk yang beragam, seperti *spheroid*, *pyriform* dan *ellipsoid* (Rahayu *et al.*, 2012). Buah jeruk besar bervariasi dari yang tidak berbiji sampai yang berbiji banyak, berair sampai kering dan dilapisi kulit buah yang lembut dan tebal (Rahayu *et al.*, 2010). Biji jeruk besar memiliki ukuran yang besar dengan permukaan keriput, dan berwarna putih (Setiawan dan Sunarjono, 2003).

2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang (Diplodia)

Penyakit diplodia yang disebabkan oleh infeksi *L. theobromae* pertama kali ditemukan di Chili pada jeruk limau (*Citrus aurantifolia*) oleh Guajardo *et al.*, (2018) dan menjadi masalah utama pada buah lepas panen di Banglades (Hasan *et al.*, 2020). Di Indonesia wilayah

persebaran penyakit diplodia sangat luas, penyakit ini tersebar dilebih dari 22 provinsi di antaranya yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Bali, NTT, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan penyakit ini yaitu aliran air, percikan air dan jenis inang (Dwiastuti *et al.*, 2016).

Tercatat bahwa jumlah tanaman jeruk yang terserang penyakit diplodia di Kalimantan Selatan sebanyak 825.318 pohon (53,9% dari jumlah keseluruhan tanaman jeruk). Penyakit diplodia menjadi penyakit yang paling ditakuti oleh petani jeruk di Kalimantan Selatan di antara penyakit tanaman jeruk lainnya (BPTPH, Kalimantan Selatan, 2003) karena penyakit ini dapat mengakibatkan kematian ranting, cabang, dan batang tanaman, bahkan pada tingkat serangan berat menyebabkan kematian tanaman (Martasari *et al.*, 2013).

2.2.1 Gejala Serangan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Jeruk

Pada tanaman jeruk diketahui terdapat dua jenis gejala serangan diplodia, yaitu serangan diplodia basah dan diplodia kering. Serangan diplodia basah lebih berbahaya dibandingkan dengan diplodia kering karena lebih mudah diketahui dibandingkan serangan diplodia kering. Tanaman yang terserang diplodia basah ditandai dengan munculnya gejala berupa blendok berwarna kuning yang keluar dari batang atau cabang-cabang besar yang terinfeksi *L. theobromae*. Kulit batang yang sakit terkelupas dan terus menyebar sehingga menyebabkan terjadi luka yang tidak teratur pada kulit batang, meluas tetapi dangkal (Retnosari *et al.*, 2014). Blendok yang keluar dari kulit batang atau cabang merupakan reaksi tanaman atas serangan patogen (Singarsa, 2015).

Gejala penyakit diplodia kering ditandai dengan kulit batang atau cabang tanaman yang terserang akan mengering, terdapat celah-celah kecil padapermukaan kulit, pada bagian celah-celah kulit yang terserang akan terlihat adanya massa spora cendawan berwarna putih atau hitam, selanjutnya kulit yang terserang akan mengering dan mengelupas. Serangan yang melingkar pada batang atau cabang mengakibatkan bagian tanaman yang berada pada bagian atas serangan mengering atau mati dan berwarna hitam (Singarsa, 2015).



A



B

Gambar 2. Gejala penyakit diplodia basah (A); diplodia kering (B)

Sumber: *Data primer, 2021.*

2.3 *Lasiodiplodia theobromae*

Botryodiplodia theobromae (Pat.) atau dikenal juga dengan *Lasiodiplodia theobromae* adalah spesies cendawan dari genus *Botryodiplodia* yang memiliki daerah persebaran yang cukup luas tetapi lebih umum ditemukan di daerah tropis dan subtropis (Punithalingam, 1980 dalam Alves *et al.*, 2008). Menurut Alexopoulos *et al.*, (1996) dalam Nurhasanah (2012), klasifikasi cendawan *Lasiodiplodia theobromae* adalah sebagai berikut:

Domain	: Eukaryota
Kingdom	: Fungi
Phylum	: Deuteromycota
Kelas	: Deuteromycetes
Ordo	: Sphaeropsidales
Family	: Sphaeropsidaceae
Genus	: Botryodiplodia
Spesies	: <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) (anamorph).

L. theobromae memiliki kisaran tanaman inang sangat luas, yaitu kurang lebih 500 spesies tanaman (Sandra *et al.*, 2021). *L. theobromae* merupakan cendawan polifag, yang dapat menginfeksi beberapa jenis tanaman, sehingga sumber infeksi akan selalu ada (Semangun, 2000 dalam Salamiah, 2008). Di seluruh dunia terdapat catatan *L. theobromae* yang menyerang tanaman jeruk, mangga, alpukat, pepaya, pisang, rambutan, lengkeng, anggur, sirsak, jambu mete, persik dan lengkeng. Serangan patogen *L. theobromae* menyebabkan kerugian ekonomi di tahapan produksi yang berbeda (Parthasarathy *et al.*, 2016).

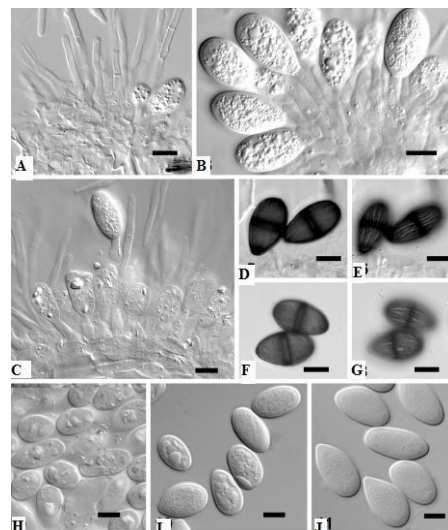
Penyakit yang disebabkan oleh cendawan *L. theobromae* antara lain adalah kanker, gumosis, hawar daun, dan busuk akar pada tanaman. *L. theobromae* bersifat saprofit tetapi dianggap juga sebagai patogen laten, ditemukan sebagai endofit pada jaringan tanaman yang

sehat dan akan menjadi patogen ketika tanaman inang lemah dan stres (Picos-Muñoz *et al.*, 2015). *L. theobromae* menginfeksi tanaman dengan memanfaatkan luka atau jaringan nekrotik terutama pada organ tanaman yang berdaging atau berkayu (Sandra *et al.*, 2021). Infeksi patogen *L. theobromae* pada batang tanaman mampu menghambat proses fotosintesis sehingga secara otomatis akan menyebabkan penyusutan produktifitas tanaman (Agustina, 2019).

2.3.1 Morfologi Cendawan *L. theobromae*

Koloni *L. theobromae* awalnya berwarna putih dan setelah hari ke-4 miselium berubah warna menjadi abu-abu hingga kehitaman dan setelah 7 atau 8 hari menjadi berwarna hitam. Pembentukan klamidiospora secara interkalar, pembentukan piknidium di dalam stroma dan terjadi secara berkelompok (Retnosari *et al.*, 2014). *L. theobromae* membutuhkan waktu sekitar 20-34 hari untuk menghasilkan piknidia pada media buatan (Shah *et al.*, 2010).

L. theobromae memiliki parafisis yang berbentuk silindris, hialin, bersekat, kadang bercabang, ujung membulat, panjang mencapai 55 um, lebar 3-4 um. Sel konidigen hialin, berdinding tipis, halus, silindris, holoblastik, berkembang biak secara terus menerus untuk membentuk satu atau dua annelasi, atau berproliferasi pada tingkat yang sama sehingga menimbulkan penebalan periklinal. Konidia berbentuk subvoid sampai ellipsoid ovoid, puncak membulat lebar, meruncing sampai pangkal terpotong, terluas di sepertiga tengah hingga atas, berdinding tebal, isi granular, awalnya hialin dan bersekat, tetap hialin untuk waktu yang lama, akhirnya menjadi coklat tua dan bersepta tetapi hanya setelah keluar dari piknidia (Alves *et al.*, 2008).



Gambar 3. Parafisis (A), sel konidigen dan konidia muda (B, C), konidia matang dalam dua bidang fokus yang berbeda untuk menunjukkan lurik membujur (D, E, F, G), Konidia muda dengan fokus yang berbeda (H), konidia muda (I, J) (Alves *et al.*, 2008).

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Busuk Pangkal Batang

Kelembapan lingkungan menjadi faktor yang sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan tingkat serangan penyakit diplodia. Patogen akan segera berkecambah dan melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman pada kondisi kelembapan, nutrisi dan suhu tinggi. Perbedaan keadaan lingkungan yang sangat tinggi antara siang dan malam, khususnya saat musim kemarau akan memperlemah kondisi tanaman dan memudahkan penetrasi dan perkembangan cendawan *L. theobromae*. Penetrasi pada tanaman jeruk besar terutama terjadi pada pertengahan musim hujan karena kelembapan memenuhi syarat bagi pertumbuhan patogen atau pada musim kemarau dimana kondisi tanaman kurang baik sehingga pertahanan tanaman rendah. Kondisi kritis patogen adalah ketika sebelum terjadi penetrasi, pada fase tersebut pengendalian akan lebih efektif (DEPTAN, 2004).

2.4 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang

Pengendalian penyakit diplodia dapat dilakukan dengan melakukan pembedahan pada area batang yang terinfeksi hingga menghilangkan jaringan yang rusak dan kemudian mengoleskan Benlate, Tecto 60% atau Derosal 50% pada luka. Luka pada tanaman juga dianjurkan untuk memangkas luka dan menyemprotkan dengan fungisida berbahan dasar tembaga setiap 15-20 hari (Munoz *et al.*, 2015). Upaya pencegahan lainnya yaitu sebelum musim hujan tanaman jeruk disemprot dengan bubur Bourdeaux 2%. Tanaman jeruk yang telah terserang cukup parah dapat disemprot dengan Supracide 40 EC dengan dosis 200 g/10 liter. Pengendalian penyakit diplodia dapat pula dilakukan dengan melakukan pelaburan bubuk California pada batang. Pelaburan tersebut dapat mengurangi laju infeksi serangan diplodia (Singarsa, 2015).

Pengendalian penyakit diplodia yang umum dilakukan adalah pengendalian dengan fungisida dan penggunaan bubur California, akan tetapi hasil pengendalian tersebut belum memuaskan bahkan fungisida dapat menimbulkan dampak negatif bagi petani, masyarakat sekitar, dan lingkungan. Dampak negatif penggunaan fungisida terhadap produksi buah jeruk besar yaitu adanya residu pada buah jeruk yang mengakibatkan jeruk tidak diterima di pasaran. Residu fungisida menimbulkan kekhawatiran konsumen yang semakin sadar akan pentingnya mengkonsumsi produk pertanian bebas residu fungisida (Oliyani, 2018).

Pengendalian terpadu harus dilakukan diawali dengan pemeliharaan lahan secara optimal, sanitasi lahan, pengendalian hayati misalnya menggunakan biopestisida, pemberian fungisida yang tepat, penggunaan belerang atau bubur Bordox, penggunaan tanaman sela dan

tanaman penutup dianjurkan dalam usaha mencegah terjadinya infeksi penyakit (Dwiastuti *et al.*, 2017). Pengendalian secara hayati diterapkan untuk menekan residu yang dihasilkan akibat pengaplikasian pestisida kimia. Penggunaan agen hayati seperti cendawan antagonis adalah cara pengendalian yang aman dan tidak merusak lingkungan (Agustina *et al.*, 2019).

2.5 Cendawan Antagonis

Cendawan antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen (Sudantha dan Abadi, 2011). Salah satu cendawan antagonis yang bermanfaat di dunia pertanian yaitu *Aspergillus* sp. karena dapat dimanfaatkan sebagai agensia hayati. *Aspergillus* sp. memproduksi metabolit sekunder yaitu senyawa metabolit primer yang telah melewati tahap biosintetik (Murniasih, 2003) salah satunya adalah tensuic acid (Hasegawa *et al.*, 2007). Senyawa metabolit sekunder yang diproduksi cendawan *Aspergillus* sp. menjadikan cendawan tersebut sebagai agensia hayati karena bersifat antagonis terhadap patogen yang menyerang tanaman. Jenis dan konsentrasi metabolit sekunder yang diproduksi cendawan antagonis sangat berpengaruh dalam menekan pertumbuhan pathogen penyebab penyakit tanaman, sehingga setiap jenis cendawan antagonis memiliki kemampuan daya hambat yang berbeda (Vinale *et al.*, 2017).

Mekanisme pengendalian dengan agens antagonis terhadap cendawan patogen tumbuhan secara umum ada tiga yaitu kompetisi terhadap ruang tumbuh dan nutrisi, antibiosis, dan parasitisme (Susanna *et al.*, 2018). Mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi terjadi dikarenakan terdapat dua mikroorganisme yang secara langsung membutuhkan sumber nutrisi yang sama (Raka, 2006). Antibiosis, terjadi ketika terbentuk zona kosong antara cendawan patogen dan cendawan antagonis, adanya perubahan bentuk hifa patogen, dan dihasilkan pigmen di permukaan bawah koloni jamur antagonis. Mekanisme antibiosis pada cendawan *Trichoderma* spp. terjadi melalui produksi antibiotik seperti *alametichin*, *paracelsin*, dan *trichotoksin* yang dapat mendegradasi sel cendawan dengan cara pengrusakan permeabilitas membran sel, serta memproduksi enzim *khitinase* yang mampu mengakibatkan lisis dinding sel serta dapat melakukan interfensi terhadap hifa patogen (Sudarma dan Suprpta 2011). Parasitisme terjadi ketika hifa cendawan antagonis tumbuh di atas hifa patogen, pada daerah kontak ditemukan hifa cendawan antagonis melilit hifa patogen, dan terjadi lisis (Porter, 1942) dalam Widi *et al.*, 2015.