

SKRIPSI

**UJI TIGA ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT SEBAGAI PENGENDALI
PENYAKIT KANKER BATANG (*Fusarium* sp) PADA BIBIT TANAMAN
KAKAO (*Theobroma Cacao* L)**

Disusun dan diajukan oleh

NURHAKIKI

G0111 81 038



Pembimbing :

**Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.sc
Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.sc**

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

2022

**UJI TIGA ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT SEBAGAI PENGENDALI
PENYAKIT KANKER BATANG (*Fusarium sp*) PADA BIBIT TANAMAN
KAKAO (*Theobroma Cacao L*)**

**Nurhakiki
G011181038**

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

**UJI TIGA ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT SEBAGAI PENGENDALI
PENYAKIT KANKER BATANG (*Fusarium* sp) PADA BIBIT TANAMAN
KAKAO (*Theobroma Cacao* L)**

**Nurhakiki
G011181038**

Skripsi Sarjana Lengkap

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada**

Departemen Hama Dan Penyakit Tumbuhan

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

Makassar, Mei 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.Sc.
Nip. 19570706 198103 1 009



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

**Ketua Departemen Hama dan Penyakit
Tumbuhan,**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**UJI TIGA ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT SEBAGAI PENGENDALI
PENYAKIT KANKER BATANG (*Fusarium sp*) PADA BIBIT TANAMAN
KAKAO (*Theobroma Cacao L*)**

**Nurhakiki
G011181038**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

Pada tanggal Mei 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.sc
Nip. 19570706 198103 1 009



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.sc
Nip. 19650316 198903 2 002

Ketua Program Studi Agroteknologi,



Dr. Ir. Abd Haris B., M.Si
Nip. 19670811 199403 1 003

LEMBAR ORISINALITAS TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurhakiki

NIM : G011181038

Departemen/ Program Studi : Hama dan Penyakit Tumbuhan / Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

Dengan ini menyatakan secara sadar bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul "Uji Tiga Isolat Cendawan Endofit sebagai Pengendali Penyakit Kanker Batang (*Fusarium* sp) pada Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L)" adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan data, tulisan maupun hasil pemikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan saya, kecuali dengan mencantumkan sumber referensi daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah bukan karya orisinal, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Makassar, 10 Maret 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Nurhakiki

NIM.G011181038

PERSANTUNAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kesempatan, dan kekuatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Uji Tiga Isolat Cendawan Endofit sebagai Pengendali Penyakit Kanker Batang (*Fusarium* sp.) pada Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L.*)". Salam serta shalawat tak lupa pula kita kirimkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Yang telah membawa kita dari alam kebodohan ke alam yang penuh nikmat seperti sekarang ini.

Penulisan skripsi penelitian ini merupakan salah satu bentuk prasyarat akhir untuk meraih gelar Sarjana di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Proses penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan orang-orang terdekat, untuknya saya mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan keluarga besar, untuk ibunda tercinta Salmiah dan bapak tercinta Asis terima kasih atas segala hal baik dengan keikhlasan yang telah diberikan kepada penulis hingga saat ini.
2. Kakak perempuan satu-satunya, Resita sari yang senantiasa ada untuk berbagi keluh kesah, serta adik tercinta Arif Abdillah dan Fauzan Azima
3. Prof Dr. Ir. Ade Rosmana, M.Sc selaku pembimbing I dan Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan waktu untuk mengarahkan, membimbing dan memberi masukan-masukan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl.Ing., Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si, dan Dr. Muhammad Junaid, SP., MP selaku dosen penguji yang telah memeberikan banyak masukan dan saran dalam penelitian ini.
5. Bapak Kamaruddin, Bapak Ardan, bapak Ahmad S.P M.P dan Ibu Rahmatiah, S.H., selaku pegawai dan staf Laboratorium Penyakit Tumbuhan Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan pengurusan administrasi.
6. Kak Nurul Fadhilah Krisna M dan Kak Sri Rahayu Ramadhani yang telah banyak memberi bantuan, saran dan masukan dalam proses penelitian ini
7. Teman-teman seperjuangan penelitian, Tasya Saphira Trimulya dan Radhiya

Tzabitah R yang telah menemani dari awal penelitian, pengamatan lapangan, pengerjaan penelitian di lab hingga saat ini. Terima kasih waktunya untuk saling bertukar pikiran, dan berbagi keluh kesah serta semangat hingga saat ini.

8. Teman-teman H18RIDA (Agroteknologi 18) yang bersama sama berjuang sejak maba hingga menginjak semester 8 saat ini serta keluarga Besar HPT UH dan para peneliti di Laboratorium Penyakit Tumbuhan.
9. Saudara saudari penulis di IKMS (Ikatan Keluarga Mahasiswa Sinjai) khususnya angkatan 2019 yang telah menjadi keluarga kedua, menemani segala proses penyelesaian tugas akhir.
10. Teruntuk sahabat-sahabat penulis di Garuda didadaku (Thuti, Anggi, Umi, Inul, Rara, Yuli, Faidah, Nisa, Lisa, Iin) yang selalu menemani, mendukung , memberikan semangat kepada penulis. My 24/7. Tempat berkeluh kesah , meminta saran dan bantuan. Semoga segala kebaikannya dibalas oleh Allah SWT.
11. Teruntuk sahabat seperjuangan Agro Sinjai, Anggi, Ifa, Vivi terimakasih atas segala hal yang telah kita jalani dan perjuangkan bersama selama perkuliahan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan dan ketidaksempurnaan, semoga ini dapat menjadi pelajaran kedepannya bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat secara luas, baik untuk diri penulis sendiri maupun pembaca lainnya.

Wassalaamu'alaikum warohmatullahi wabarokaatuh.

Makassar, 20 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Hipotesis Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Kakao.....	6
2.2 Morfologi Kakao	6
2.2.1 Morfologi Akar	6
2.2.2 Morfologi Batang	7
2.2.3 Morfologi Daun.....	8
2.2.4 Morfologi Bunga	9
2.2.5 Morfologi Buah dan Biji	10
2.3 Penyakit Kanker Batang.....	11
2.4 Cendawan Endofit.....	13
2.4.1 <i>Trichoderma Asperellum</i>	13
2.4.2 <i>Talaromyces</i> sp.....	15
2.4.3 <i>Aspergillus</i> sp.	17

BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1.Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Kerja.....	18
3.3.1 Peremajaan Cendawan	19
3.3.2 Menghitung Kerapatan Spora.....	19
3.3.3 Inokulasi Cendawan	19
3.3.4 Aplikasi Mikroba Endofit.....	19
3.4 Parameter Pengamatan... ..	20
3.4.1 Insidensi Penyakit	20
3.4.2 Bercak pada Batang Tanaman.....	20
3.4.3 Streak pada Batang Tanaman.....	21
3.4.4 Kolonisasi Cendawan.....	21
3.5 Rancangan Percobaan.....	21
3.6 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil.....	23
4.1.1 Identifikasi Cendawan.....	23
4.1.2 Pengamatan Insidensi Penyakit.....	25
4.1.3 Pengamatan Diameter Bercak Kanker	26
4.1.4 Pengamatan Streak Batang.....	28
4.1.5 Pengamatan Kolonisasi	30
4.2 Pembahasan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Reisolasi Cendawan Patogen dan Cendawan Endofit	21
Tabel 2. Insidensi Penyakit (%) kanker batang oleh <i>Fusarium decemcellulare</i> ...	23
Tabel 3. Diameter Bercak Kanker Batang Fusarium	24
Tabel 4. Rata-rata Panjang Jalur Nekrosis pada Pembuluh Batang	26
Tabel 4. Persentase Kolonisasi Cendawan Patogen dan Endofit	27
Tabel 5. Insidensi Penyakit 7 HSI.....	39
Tabel 6. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 7 HSI.....	39
Tabel 7. Persentase Insidensi 14 HSI.....	39
Tabel 8. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 14 HSI.....	40
Tabel 9. Persentase Insidensi 21 HSI.....	40
Tabel 10. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 21 HSI.....	40
Tabel 11. Persentase Insidensi 28 HS	40
Tabel 12. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 28 HSI.....	41
Tabel 13. Persentase Insidensi 35 HSI.....	41
Tabel 14. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 35 HSI.....	41
Tabel 15. Persentase Insidensi 42 HSI.....	42
Tabel 16. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 42 HSI.....	42
Tabel 17. Persentase Insidensi 49 HSI.....	42
Tabel 18. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 49 HSI.....	42
Tabel 19. Persentase Insidensi 56 HSI.....	43
Tabel 20. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 56 HSI.....	43
Tabel 21. Persentase Insidensi 63 HSI.....	43
Tabel 22. Analisis Sidik Ragam Insidensi Penyakit 63 HSI.....	44
Tabel 23. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 7 HSI	44

Tabel 24. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 7 HSI	44
Tabel 25. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 14 HSI	44
Tabel 26. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 14 HSI	45
Tabel 27. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 21 HSI	45
Tabel 28. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 21 HSI	45
Tabel 29. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 28 HSI	46
Tabel 30. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 28 HSI	46
Tabel 31. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 35 HSI	46
Tabel 32. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 35 HSI	46
Tabel 33. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 42 HSI	47
Tabel 34. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 42 HSI	47
Tabel 35. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 49 HSI	47
Tabel 36. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 49 HSI	48
Tabel 37. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 56 HSI	48
Tabel 38. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 56 HSI	48
Tabel 39. Data Pengamatan Diameter Bercak Kanker 63 HSI	48
Tabel 40. Analisis Sidik Ragam Diameter Bercak Kanker 63 HSI	49
Tabel 41. Data Pengamatan Streak batang.....	49
Tabel 42. Analisis Sidik Ragam Streak batang.....	49
Tabel 43. Data Pengamatan Kolonisasi <i>Fusarium decemcellulare</i>	50
Tabel 44. Analisis Sidik Ragam Kolonisasi <i>Fusarium decemcellulare</i>	50
Tabel 45. Data Pengamatan Kolonisasi <i>Trichoderma asperellum</i>	50
Tabel 44. Analisis Sidik Ragam Kolonisasi <i>Trichoderma asperellum</i>	51
Tabel 45. Data Pengamatan Kolonisasi CE Isolat 1 dan 2.....	51
Tabel 44. Analisis Sidik Ragam Kolonisasi CE Isolat 1 dan 2.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk Mikroskopis <i>Fusarium decemcellulare</i>	12
Gambar 2. Identifikasi Cendawan Patogen <i>Fusarium decemcellulare</i>	22
Gambar 3. Identifikasi Cendawan Endofit <i>Thricoderma asperellum</i>	22
Gambar 4. Identifikasi Cendawan Endofit Isolat 1	22
Gambar 5. Identifikasi Cendawan Endofit Isolat 2	22
Gambar 6. Bercak Kanker Batang <i>Fusarium</i> 63 Hari setelah Inokulasi.....	25
Gambar 7. Streak pada batang Kanker <i>Fusarium</i> 63 Hari Setelah Inokulasi	27
Gambar 8. Lampiran Gejala Keseluruhan Tanaman.....	52
Gambar 9. Lampiran Bercak dan Kerusakan Pembuluh Batang Kakao 63 Hari setelah Inokulasi.....	55

ABSTRAK

NURHAKIKI (G011181018). Uji Tiga Isolat Cendawan Endofit sebagai Pengendali Penyakit Kanker Batang (*Fusarium* sp.) pada Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L.*) (dibimbing oleh Ade Rosmana dan Tutik Kuswinanti).

Potensi pengembangan kakao sebagai produsen penting biji kakao dunia kerap kali mengalami masalah dan permasalahan terbesar berasal dari hama dan penyakit tanaman. Kanker batang muncul sebagai salah satu penyakit utama pada tanaman kakao yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. yang merupakan patogen dengan tingkat patogenisitas yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas isolat cendawan endofit dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. dan pengaruh kombinasi berbagai isolat cendawan endofit dalam mengendalikan penyakit kanker batang kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P4 (kombinasi *Trichoderma asperellum* dan Cendawan Endofit Isolat 1) efektif dalam mengendalikan penyakit kanker batang yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. dengan persentase insidensi 19.40% yang berbeda nyata dengan kontrol, diameter bercak 2.14 cm dan streak 1.95 cm, sedangkan perlakuan tunggal Cendawan endofit isolat satu kurang efektif dalam menekan pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan persentase insidensi tertinggi yakni sebesar 51.60%.

Kata Kunci: *Fusarium* sp., Kakao Kanker Batang

ABSTRACT

NURHAKIKI (G011181038). Test of Three Endophytic Fungus Isolates in Controlling of Stem Cancer (*Fusarium* sp.) on Cocoa (*Theobroma Cacao* L.) Seedlings (supervised by Ade Rosmana and Tutik Kuswinanti).

The potential for cocoa development as an important producer of cocoa beans in the world often experiences problems and the biggest problems come from plant pests and diseases. Stem cancer appears as one of the main diseases in cocoa plants caused by *Fusarium* sp. which is a pathogen with a high level of pathogenicity. The purpose of this study was to determine the effectiveness of endophytic fungal isolates in controlling diseases caused by *Fusarium* sp. and the effect of the combination of various endophytic fungi isolates in controlling cocoa stem cancer. The results showed that the P4 treatment (a combination of *Trichoderma asperellum* and Endophytic Fungus Isolate 1) was effective in controlling stem cancer caused by *Fusarium* sp. with an incidence percentage of 19.40% which was significantly different from the control, the diameter of the spots was 2.14 cm and the streak was 1.95 cm, while the single treatment of the endophytic fungus isolate one was less effective in suppressing the growth of *Fusarium* sp. with the highest incidence percentage that is equal to 51.60%.

Keywords: *Fusarium* sp, Cacao, Stem Cancer

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas perkebunan unggulan yang berperan penting dalam peningkatan perekonomian di Indonesia. Perkebunan kakao tersebar hampir di seluruh wilayah, hal ini membuat Indonesia menjadi salah satu negara penghasil biji kakao terbesar di dunia. Sulawesi merupakan daerah penghasil kakao yang penting dengan potensi besar dalam mendukung pengembangan kakao di Indonesia (Ditjenbun, 2008). Produksi tertinggi yakni 60% diperoleh dari wilayah sentra produksi kakao yang berpusat di daerah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Tengah (Suhendi, 2007). Dalam hal ini, Sulawesi Selatan memberikan sumbangsih yang cukup besar yakni sekitar 28,26%, sebab lahan Sulawesi Selatan yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman kakao (Ikbal, 2018).

Potensi pengembangan kakao sebagai produsen penting biji kakao dunia kerap kali mengalami masalah. Permasalahan terbesarnya terdapat pada munculnya hama dan penyakit tanaman, baik hama dan penyakit yang sudah ada maupun hama penyakit yang baru muncul. Serangan penyakit utama berasal dari golongan cendawan salah satunya adalah cendawan *Fusarium* sp. Cendawan ini merupakan patogen pada berbagai tanaman dan hidup sebagai parasit dan memiliki kemampuan bertahan hidup yang baik (Sholihah, 2019). *Fusarium* sp. juga diketahui sebagai agen penyebab penyakit mati ranting lahan setelah diisolasi kembali dari bibit yang terinfeksi (Rosmana *et al*, 2013).

Fusarium sp. dan beberapa cendawan penyebab penyakit lainnya dapat menjadi hambatan besar dalam peningkatan produksi tanaman kakao. Selain

sebagai agen pembawa penyakit pada tanaman, cendawan ini juga diduga berasosiasi dengan hama kumbang pada tanaman kakao yang terinfeksi penyakit kanker batang. Hal ini dijelaskan pada penelitian yang dilakukan oleh Asman *et al.*, (2020) bahwa kemunculan hama penggerek batang *Xylosandrus compactus* yang diduga berasosiasi dengan beberapa cendawan menyebabkan tanaman kakao terserang penyakit kanker batang. Cendawan tersebut adalah *Fusarium spp.*, *Lasiodiplodia spp.*, *Ceratocystis spp.* dan *Diaporthe spp.* Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas buah kakao. Selain menurunkan produktivitas, juga dapat menyebabkan mutu kakao rendah (Manggabarani, 2011).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan cendawan patogen tersebut diatas adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme yang berasosiasi dengan tanaman, salah satunya yaitu cendawan endofit. Cendawan endofit adalah cendawan yang berasosiasi dengan tanaman sehat dan tidak memperlihatkan gejala serangan (Petrini, 1992). Hubungan cendawan endofit dengan inangnya adalah mutualisme, seperti meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, melindungi tanaman dari serangan hama, membantu ketersediaan nutrisi, serta mendukung tanaman dalam menghadapi kondisi lingkungan ekstrim seperti kekeringan atau suhu tinggi (Yuan *et al.*, 2010).

Cendawan endofit yang berada dalam jaringan tanaman diketahui efektif dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit pada tanaman. Selain mengendalikan penyakit tanaman, keberadaan cendawan endofit dapat berpotensi meningkatkan unsur hara tanaman dengan memproduksi N dan P bagi tanaman, serta mengurangi stress tanaman akibat residu pestisida yang diserapnya (Sawhney *et al.*, 2015). *Aspergillus Sydowii* CBMAI 935 dan *Trichoderma sp.*

CBMAI 932 mampu menurunkan masing-masing 63% dan 72% dari penggunaan klorpirifos, serta mengurangi konsentrasi dari 3,5,6-trikloro-2-piridinol, metabolit yang dibentuk oleh reaksi hidrolisis enzimatis klorpirifos (Alvarenga *et al.*, 2015).

Selain *Trichoderma asperellum* dan *Aspergillus* sp, cendawan endofit *Talaromyces* sp. juga diketahui berperan sebagai agen antagonis yang dapat mengendalikan beberapa jenis patogen tanaman. Beberapa spesies *Talaromyces* dapat menghasilkan senyawa bioaktif, seperti talaroderxines A dan B dari *T. derxii* yang memiliki aktivitas melawan *Bacillus subtilis* (Suzuki *et al.*, 1992), dan *T. convolutus* yang terisolasi dari jelai di Jepang dapat menghasilkan talaroconvolutins, yang menghambat jamur patogen tanaman dan manusia termasuk *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Candida albicans* dan *Cryptococcus neoformans* (Suzuki *et al.*, 2000).

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka perlu dilakukan uji tiga isolat cendawan endofit dalam mengendalikan penyakit kanker batang kakao yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium* sp.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui efektivitas isolat cendawan endofit dalam mengendalikan penyakit kanker batang kakao
2. Mengetahui pengaruh kombinasi berbagai isolat cendawan endofit dalam mengendalikan penyakit kanker batang kakao

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait pengendalian penyakit kanker batang kakao dengan menggunakan isolat

cendawan endofit.

1.4 Hipotesis Penelitian

Isolat cendawan endofit mampu mengendalikan penyakit kanker batang kakao pada tanaman kakao (*Theobroma Cacao* L.).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan strategis perkebunan yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia yakni sebagai penghasil devisa negara, sumber pendapatan petani, penciptaan lapangan pekerjaan, mendorong agribisnis dan agroindustri dalam negeri, pelestarian lingkungan serta pengembangan wilayah. Lemak kakao Indonesia memiliki karakter yang berbeda dengan negara – negara lain khususnya Afrika yaitu memiliki kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) yang rendah dan titik leleh tinggi (*high melting point*) sehingga sangat diperlukan oleh negara lain khususnya untuk industri kosmetik dan farmasi (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) berasal dari hutan hujan tropis di Amerika Tengah dan Amerika Selatan bagian utara. Penduduk yang pertama kali mengusahakan tanaman kakao serta menggunakannya sebagai bahan makanan dan minuman adalah suku Indian Maya dan suku Atek (Aztec). Di Indonesia tanaman kakao diperkenalkan oleh orang Spanyol pada tahun 1560 di Minahasa dan Sulawesi (Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Taksonomi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010 adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Famili	: Sterculiaceae

Genus : *Theobroma*

Species : *Theobroma cacao* L.

Tanaman kakao menjadi komoditas industri yang masih bertahan dan terus dikembangkan saat ini karena selain peluang ekspor yang semakin terbuka, pasar biji kakao di dalam negeri masih cukup besar. Pasar potensial yang akan menyerap pemasaran biji kakao adalah industri pengolahan kakao di Pulau Jawa (Statistik Kakao Indonesia, 2019).

2.2 Morfologi Kakao

2.2.1 Morfologi Akar

Kakao termasuk golongan tanaman *surface root feeder* yang berarti sebagian besar akar lateralnya tumbuh mendatar di permukaan tanah dengan kedalaman sekitar 30 cm sehingga tanaman kakao kurang tahan terhadap kekeringan. Pusat penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2004) menjelaskan pada awal perkecambahan benih akar tunggang tumbuh dengan cepat. Akar tanaman kakao yang baru berkecambah berumur 1 minggu memiliki panjang 1 cm. Pada umur satu bulan panjang akar bertambah menjadi 16– 18 cm dan pada umur tiga bulan panjangnya mencapai 25 cm. Setelah itu laju pertumbuhannya menurun dan membutuhkan waktu dua tahun untuk mencapai panjang 50 cm.

Tanaman kakao yang diperbanyak secara generatif memiliki akar tunggang yang panjangnya dapat mencapai 15-20 meter ke dalam tanah dan 8 meter ke arah samping. Sebaliknya, tanaman kakao yang diperbanyak secara vegetatif pada awal pertumbuhannya akan menumbuhkan akar serabut yang banyak jumlahnya. Namun ketika sudah dewasa, tanaman tersebut akan menumbuhkan dua akar tunggang sehingga tanaman dapat tumbuh tegak dan kuat

di atas tanah (Endang Sugiharti, 2006).

2.2.2 Morfologi Batang

Pada umumnya kakao yang tumbuh liar di hutan hujan tropis yang merupakan habitat aslinya ketinggiannya dapat mencapai 20 m. Apabila dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman kakao berumur 3 tahun mencapai 1,8 – 3,0 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,50 – 7,0 meter. Tinggi tanaman yang beragam tersebut karena dipengaruhi oleh intensitas naungan serta faktor-faktor tumbuh yang tersedia (Karmawati *et al*, 2010).

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi yang relatif tetap. Dalam habitat seperti itu, tanaman kakao akan tumbuh tinggi tetapi bunga dan buahnya sedikit. Jika dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman umur tiga tahun mencapai 1,8 – 3,0 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,50 – 7,0 meter. Tinggi tanaman tersebut beragam, dipengaruhi oleh intensitas naungan serta faktor-faktor tumbuh yang tersedia. Tanaman kakao bersifat dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut dengan tunas ortotrop atau tunas air (wiwilan atau *chupon*), sedangkan tunas yang arah pertumbuhannya ke samping disebut dengan plagiotrop (cabang kipas atau *fan*) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Tanaman kakao asal biji, setelah mencapai tinggi 0,9 – 1,5 meter akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket (*lorquette*). Jorket adalah tempat percabangan dari pola percabangan ortotrop ke plagiotrop dan khas hanya pada tanaman kakao. Pembentukan jorket didahului dengan berhentinya pertumbuhan

tunas ortotrop karena ruas-ruasnya tidak memanjang. Pada ujung tunas tersebut, stipula (semacam sisik pada kuncup bunga) dan kuncup ketiak daun serta tunas daun tidak berkembang. Dari ujung perhentian tersebut selanjutnya tumbuh 3 - 6 cabang yang arah pertumbuhannya condong ke samping membentuk sudut 0 – 60° dengan arah horisontal. Cabang-cabang itu disebut dengan cabang primer (cabang plagiotrop). Pada cabang primer tersebut kemudian tumbuh cabang-cabang lateral (*fan*) sehingga tanaman membentuk tajuk yang rimbun (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

2.2.3 Morfologi Daun

Berdasarkan percabangannya, daun kakao bersifat dimorfisme, yakni tumbuh pada dua tunas (ortotrop dan plagiotrop). Daun yang tumbuh pada tunas ortotrop, tangkai daunnya berukuran 7,5-10 cm sedangkan yang tumbuh pada tunas plagiotrop panjang tangkai daunnya hanya sekitar 2,5 cm. Selain itu, memiliki tangkai daun yang berbentuk silinder dan bersisik halus. Sudut daun yang dibentuk adalah 30-80⁰ terhadap batang/cabang tempat tumbuhnya, tergantung pada tipenya (Wahyudi T, 2008).

Salah satu sifat khusus daun kakao yaitu adanya dua persendian (*articulation*) yang terletak di pangkal dan ujung tangkai daun. Dengan persendian ini dilaporkan daun mampu membuat gerakan untuk menyesuaikan dengan arah datangnya sinar matahari. Bentuk helai daun bulat memanjang (*oblongus*) ujung daun meruncing (*acuminatus*) dan pangkal daun runcing (*acutus*). Susunan daun tulang menyirip dan tulang daun menonjol ke permukaan bawah helai daun. Tepi daun rata, serta daging daun tipis tetapi kuat seperti perkamen. Memiliki warna daun dewasa hijau tua yang bergantung pada kultivarnya. Panjang daun dewasa 30

cm dan lebarnya 10 cm. dan juga memiliki permukaan daun yang licin dan mengkilap (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Pertumbuhan daun pada cabang plagiotrop berlangsung serempak, tetapi berkala. Ketika periode *flushing* (masa pertumbuhan tunas-tunas baru berlangsung), setiap tunas akan membentuk 3-6 lembar daun baru sekaligus. Walaupun belummiliki klorofil, daun muda tersebut banyak mengandung pigmen antosianin, karoten dan xantofil sehingga warna daunnya cenderung merag atau orange (tergantung pada kultivar). Klorofil baru akan mulai terbentuk setelah daun mencapai ukuran yang sempurna, yakni setelah berumur 3-4 minggu.

2.2.4 Morfologi Bunga

Tanaman kakao asal benih mulai berbunga setelah berumur tiga tahun. Perkembangan bunga kakao bersifat kauliflori, yakni bunga tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun. Tempat tumbuh bunga perlahan-lahan akan membesar dan menebal membentuk bantalan bunga. Bantalan bunga merupakan modal dasar dari produksi kakao sehingga diresumekan bahwa dalam praktik budidaya yang benar, bantalan bunga harus dijaga agar terhindar dari kerusakan mekanis maupun telnis (Wahyudi T, 2008).

Bunga kakao tergolong bunga sempurna, yang terdiri atas daun kelompok (*calyx*) sebanyak 5 helai dan benang sari (*androecium*) sejumlah 10 helai. Diameter bunga mencapai 1,5 cm. Tumbuhnya secara berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang atau ranting. Bunga yang keluar pada ketiak akhirnya akan jadi gemuk membesar. Inilah yang disebut bantalan bunga atau buah. Bantalan yang ada pada cabang tumbuh bunga disebut *ramiflora* dan yang ada pada batang tumbuh bunga disebut *cauliflora*. Serbuk sarinya hanya

berdiameter 2-3 mikron, sangat kecil (Sugiharti, 2006).

Bunga kakao dikenal sebagai bunga yang *self-incompatible* artinya bunga tersebut tidak dapat melakukan penyerbukan sendiri. Hal tersebut dikarenakan bunga kakao bersifat *protogini*, yaitu benang sari akan masak terlebih dulu dari pada putiknya sehingga bunga kakao melakukan penyerbukan silang (Wessel & Toxopeus, 2000). Setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan, bakal buah akan tumbuh menjadi buah dengan puncak pertumbuhan setelah berumur 75 hari. Selanjutnya, penambahan ukuran buah akan melambat dan ukuran buah mencapai maksimum setelah buah berukuran sekitar 170 hari (Pratowo & Winarsih, 2010).

2.2.5 Morfologi Buah dan Biji

Bentuk buah dan warna kulit buah kakao sangat bervariasi. Namun, pada dasarnya hanya mempunyai dua macam warna yaitu buah yang ketika muda berwarna hijau/hijau agak putih bila sudah masak berwarna kuning dan buah yang ketika masih muda berwarna merah bila sudah masak berwarna oranye. Buah kakao akan masak setelah berumur 5-6 bulan, tergantung pada elevasi tempat penanaman. Pada saat buah masak, ukuran buah yang terbentuk cukup beragam dengan ukuran berkisar 10-30 cm, diameter 7-15 cm, tetapi tergantung pada kultivar. Selain itu, faktor-faktor lingkungan juga sangat berpengaruh selama proses perkembangan buah (Wahyudi T, 2008).

Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Pada tipe criollo dan trinitario alur kelihatan jelas, kulit buahnya tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Sebaliknya, pada tipe forastero, permukaan kulit halus; tipis. Buah akan masak setelah berumur enam bulan. Saat ini ukurannya beragam, dari panjang 10 hingga 30 cm, bergantung pada kultivar dan

faktor-faktor lingkungan selama perkembangan buah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Buah kakao yang masih muda disebut cherelle, kemudian sampai tiga bulan pertama akan terjadi cherelle wilt, yakni gejala spesifik dari buah kakao yang disebut physiological effect thiming, yaitu buah muda menjadi kering dan mengeras. Hal ini disebabkan oleh adanya proses fisiologis yang menyebabkan terhambatnya penyaluran hara untuk menunjang pertumbuhan muda. Kehilangan buah dapat mencapai 80% dari seluruh buah. Buah kakao yang berusia tiga bulan biasanya sudah tidak mengalami cherelle wilt, tetapi berkembang menjadi buah masak jika tidak ada serangan hama atau penyakit (Sugiharti, 2006).

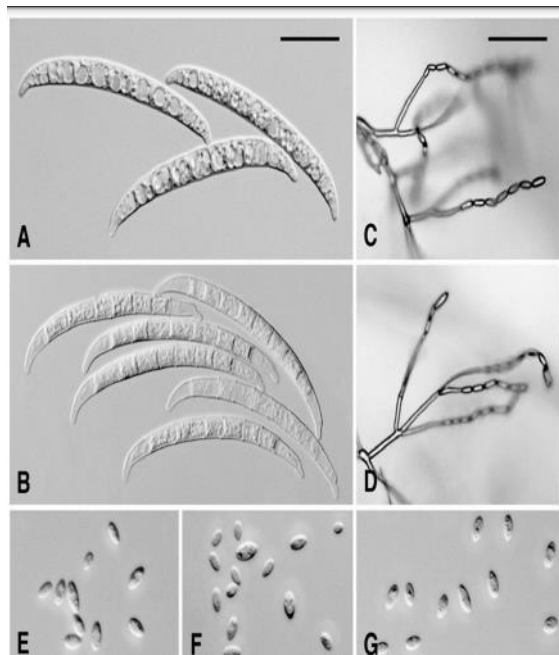
2.3 Penyakit Kanker Batang Kakao oleh Patogen *Fusarium decemcellulare*

Fusarium decemcellulare biasanya hanya ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis, dan secara konsisten dikaitkan dengan kanker dan mati-punggung dari berbagai pohon buah-buahan tropis, misalnya alpukat dan mangga. Laporan lain dari tanaman inang jamur ini dapat menyebabkan penyakit termasuk pada pohon mentimun, dan Spanish lime. *Fusarium decemcellulare* dapat tumbuh pada kayu yang diolah dengan boraks dan natrium pentachlorophenoxide dan pada ubin langit-langit pada bangunan di area yang lembab.

Patogen *Fusarium decemcellulare* dilaporkan sebagai agen pembawa penyakit kanker batang kakao dengan melihat kondisi tanaman setelah inokulasi. Seperti Pengamatan 63 HSI dilapangan, memiliki persentase insidensi penyakit tertinggi sebesar 32.88 % disebabkan oleh patogen tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan *Fusarium* sp memiliki kecenderungan dalam menimbulkan

gejala terhadap kejadian penyakit kanker batang kakao. Variasi insidensi penyakit dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti patogenisitas dari cendawan, cendawan memiliki sifat patogenik yang dapat berubah sesuai mekanisme cendawan sebagai proses dari evolusi patogen (M Krisna, 2021).

Fusarium decemcellulare adalah cendawan yang tumbuh lambat di PDA. Miselium berwarna putih sampai krem, tetapi bisa menjadi gelap seiring bertambahnya usia dari kultur yang diamati. Yang paling khas dari kultur ini menghasilkan sporodochia kuning yang mengeluarkan eksudat sehingga penampilan dari koloni kelihatan basah. Pigmen merah biasanya diproduksi dalam agar. *Fusarium decemcellulare* sangat mudah dibedakan dengan spesies *Fusarium* lainnya karena ukuran besar macroconidia dan fitur morfologi yang unik. Stadium seksual dikenal dengan *Albonectria rigidiuscula* yang adalah homothallic.



Gambar 1. Bentuk Mikroskopis *Fusarium decemcellulare*

Ket:

A – B: Makrokonidia

C – D: Mikrokonidia in situ on CLA

E – G: Mikrokonidia

Sumber: Pinaria A, 2020

Makrokonidia *Fusarium ecemcellulare* memiliki Sporodochia yang berwarna kuning, kadang-kadang dengan cairan eksudat. Morfologi umumnya diketahui sangat panjang, kuat dan berdinding tebal. Cukup lebar untuk ukuran dibandingkan dengan banyak spesies lainnya dan ada bentuk lengkungan di kedua sisi macroconidia. Morfologi dari sel apikal sendiri berbentuk bulat dan tumpul sedangkan morfologi sel basal berbentuk kaki. Jumlah septa makroconidia 5 - 9 septate, biasanya 7-9 septate yang biasanya berlimpah di sporodochia, macroconidia dari sporodochia biasanya seragam dalam bentuk dan ukuran. Microconidia *Fusarium decemcellulare* itu sendiri berbentuk oval dan 0-septate. Presentasi miselium aerial biasanya rantai panjang, tetapi kadangkadang seperti false head serta berlimpah di miselia udara (Pinaria A, 2020).

2.4 Cendawan Endofit sebagai Pengendali Penyakit

Cendawan endofit merupakan cendawan yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Hubungan antara cendawan endofit dan tanaman inangnya merupakan hubungan simbiosis dimana kedua belah pihak untuk kehidupannya saling menguntungkan. Cendawan endofit memperoleh substrat nitrogen dan karbohidrat dari tanaman inang, dimana substrat ini dibuang keluar oleh tanaman sebagai bagian dari sistem pembuangan bagi tanaman dari zat-zat beracun. Substrat ini kemudian ditangkap oleh cendawan endofit untuk dipergunakan dalam kehidupannya. Kehadiran cendawan endofit

pada inang dan berasosiasi dengan inang mampu mengendalikan beberapa patogen (Liswarni *et al*, 2018).

Kemampuan cendawan endofit untuk bertahan dan berkembang dari titik inokulasi ke jaringan lainnya dikenal dengan kapasitas agresifitas. Sifat agresif berkaitan dengan kecepatan pertumbuhan cendawan untuk mengkolonisasi ruang yang tersedia. Sifat agresif sangat penting bagi agens hayati karena infeksi patogen dapat terjadi pada seluruh fase pertumbuhan dan dapat terjadi setiap saat di seluruh jaringan. Dengan demikian kemampuan agens hayati bukan hanya dituntut untuk memiliki kemampuan mengkoloni pada inang, akan tetapi juga harus mampu terdistribusi ke seluruh jaringan yang merupakan karakter dari agresifitas cendawan (Suswanto *et al*, 2018).

2.4.1 *Trichoderma Asperellum*

Trichoderma sp. merupakan salah satu jenis yang banyak dijumpai pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat yang merupakan salah satu jenis cendawan yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia hayati pengendali patogen tular tanah (*soil borne*) dan telah menjadi perhatian penting sejak beberapa dekade terakhir ini karena kemampuannya sebagai pengendali biologis terhadap beberapa patogen tanaman (Harman *et al.*, 2004).

Trichoderma adalah salah satu cendawan yang mampu memproduksi senyawa antibakteri dan antifungi sekaligus. Menurut Harman (2004) klasifikasi taksonomi dari *Trichoderma* sp adalah:

Kingdom : Fungi
Divisio : Deuteromycota
Class : Deuteromycetes

Subkelas : Deuteromycetidae

Ordo : Moniliales

Familia : Moniliacea

Genus : *Trichoderma*

Trichoderma asperellum T.N.C52 dan T.N.J63 termasuk ke dalam jenis cendawan yang merupakan mikrobiota biokontrol dan berkemampuan untuk membunuh mikroorganisme lainnya karena menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghambat fungi patogen (Nugroho *et al.*, 2003). Selain menghasilkan kitinase, *Trichoderma asperellum* T.N.J63 juga menghasilkan selulase, xilanase dan laminarinase (Nugroho, 2006; Oktavianis, 2007 ; Silitonga, 2009).

Selain itu, *Trichoderma* sp. dapat dijadikan sebagai agens pengendali patogen secara hayati. Mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* spp. dalam menghambat pertumbuhan patogen antara lain kompetisi, parasitisme, antibiosis, dan lisis (Purwantisari & Rini 2009). Menurut Talanca *et al.* (1998) mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap cendawan patogen dilakukan dengan mengeluarkan toksin berupa enzim β -1,3 glukonase, kitinase, dan selulase yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh patogen. Sehingga sifat antagonis *Trichoderma* spp. dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengendalian patogen yang bersifat ramah lingkungan.