

**EFEKTIVITAS CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KLON KAKAO M04
DAN S1 TERHADAP CENDAWAN *Lasiodiplodia theobromae* DAN *L.
pseudotheobromae* ASAL KAKAO**

**Inayah Maghfirah Ramadhani
G011 19 1366**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**EFEKTIVITAS CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KLON KAKAO M04
DAN S1 TERHADAP CENDAWAN *Lasiodiplodia theobromae* DAN *L.
pseudotheobromae* ASAL KAKAO**

**Inayah Maghfirah Ramadhani
G011 19 1366**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

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

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao M04 dan S1 Terhadap Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao

Nama : Inayah Maghfirah Ramadhani

NIM : G011 19 1366

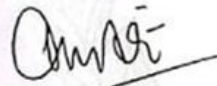
Disetujui oleh :

Pembimbing utama,

Pembimbing pendamping,



Asman, S.P., M.P.
NIP. 19811114 201404 1 001



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

Diketahui oleh :

Ketua Departemen Hama Dan Penyakit Tumbuhan,



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

Tanggal Lulus : 14 Juli 2023

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao M04 dan S1 Terhadap Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao

Disusun dan diajukan oleh :

INAYAH MAGHFIRAH RAMADHANI
G011 19 1366

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal, 14 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

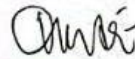
Menyetujui,

Pembimbing utama,



Asman, S.P., M.P.
NIP. 19811114 201404 1 001

Pembimbing pendamping,



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

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi Agroteknologi



D. I. G. S. M. Si.
NIP. 19610811 199403 1 003

Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao M04 dan S1 Terhadap Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao" benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 6 Juli 2023



Maghfirah Ramadhani

G011 19 1366

ABSTRAK

INAYAH MAGHFIRAH RAMADHANI. Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao M04 dan S1 Terhadap Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao. Pembimbing : ASMAN dan TUTIK KUSWINANTI.

Produktivitas kakao sering dipengaruhi oleh hama dan penyakit tanaman. Salah satu pathogen yang menurunkan produktivitas kakao yaitu *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Upaya pengendalian yang bisa dilakukan yaitu dengan menemukan dan menggunakan cendawan yang berada pada jaringan sehat kakao dan bersifat antagonis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 dan S1, serta efektivitas cendawan tersebut dalam menekan pertumbuhan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan yaitu *dual culture* (*single* dan *multiple*), lalu uji *detached pod* atau pengujian secara langsung pada buah kakao sehat klon S2 yang berumur 2–3 bulan. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan teknik ANOVA dan uji lanjut BNJ. Hasil dari penelitian diperoleh sepuluh cendawan yang berasosiasi pada klon kakao M04 dan lima cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao S1. Pada dual kultur tunggal diperoleh empat isolat cendawan yang berpotensi efektif dalam menekan pertumbuhan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*. Pada uji *detached pod* menunjukkan hasil dengan luas lesi tersempit pada perlakuan *Mortierella* sp. 7 hari setelah inokulasi (HSI) yaitu 11% dan perlakuan lainnya menunjukkan keparahan penyakit mencapai 75–79%. Cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 dan S1 tidak mampu menekan *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae* secara dual kultur tunggal. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa *Mortierella* sp. mungkin memiliki efek antagonis terhadap *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*, dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menjelajahi potensinya sebagai agen pengendalian hayati untuk penyakit kakao.

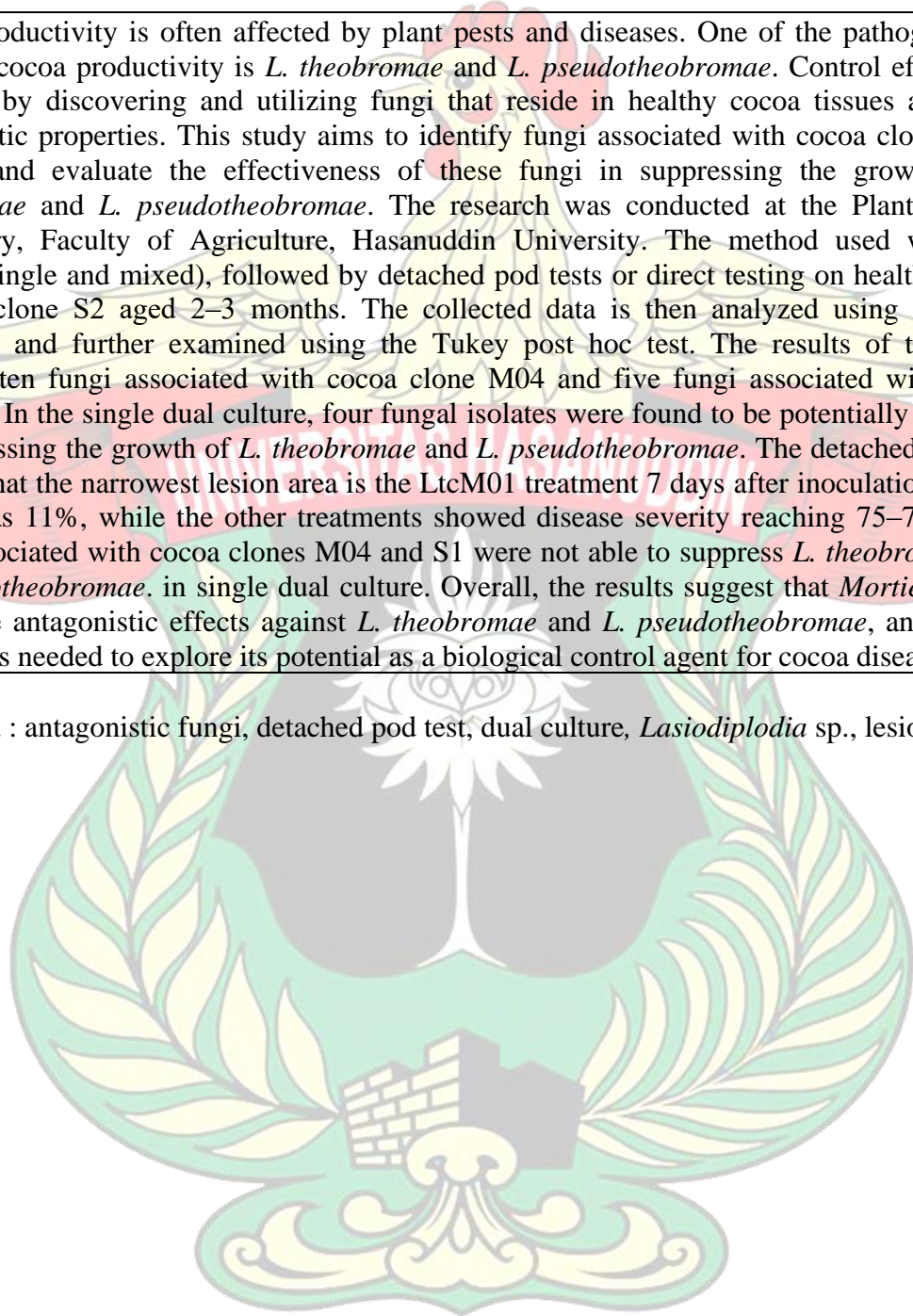
Kata kunci : cendawan antagonis, uji detached pod, dual kultur, *Lasiodiplodia* sp., luas lesi

ABSTRACT

INAYAH MAGHFIRAH RAMADHANI. The Effectiveness of Fungi Associated with Cocoa Clones M04 and S1 Against the Fungi *Lasiodiplodia theobromae* and *L. pseudotheobromae* from Cocoa. Supervised by ASMAN dan TUTIK KUSWINANTI.

Cocoa productivity is often affected by plant pests and diseases. One of the pathogens that decrease cocoa productivity is *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*. Control efforts can be made by discovering and utilizing fungi that reside in healthy cocoa tissues and have antagonistic properties. This study aims to identify fungi associated with cocoa clones M04 and S1 and evaluate the effectiveness of these fungi in suppressing the growth of *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*. The research was conducted at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University. The method used was dual culture (single and mixed), followed by detached pod tests or direct testing on healthy cocoa pods of clone S2 aged 2–3 months. The collected data is then analyzed using ANOVA technique and further examined using the Tukey post hoc test. The results of the study obtained ten fungi associated with cocoa clone M04 and five fungi associated with cocoa clone S1. In the single dual culture, four fungal isolates were found to be potentially effective in suppressing the growth of *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*. The detached pod test showed that the narrowest lesion area is the LtM01 treatment 7 days after inoculation (DAI), which was 11%, while the other treatments showed disease severity reaching 75–79%. The fungi associated with cocoa clones M04 and S1 were not able to suppress *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*. in single dual culture. Overall, the results suggest that *Mortierella* sp. may have antagonistic effects against *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae*, and further research is needed to explore its potential as a biological control agent for cocoa diseases.

Keyword : antagonistic fungi, detached pod test, dual culture, *Lasiodiplodia* sp., lesion area



PERSANTUNAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberi kasih sayang, pertolongan, kesehatan dan rahmat-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “**Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Klon Kakao M04 dan S1 Terhadap Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Pertanian ini dapat selesai dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bantuan, nasihat, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini ungkapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis hanturkan kepada :

1. Nenek dan kedua Tante saya. Hj. St. Rabiah K, Hj. Irmayani dan Isnaini S. Pd., yang senantiasa mendidik, mendoakan serta menuntun penulis untuk menjadi pribadi yang taat dan selalu berusaha melakukan yang terbaik dalam setiap aspek kehidupan. Penulis juga berterimakasih kepada Adik terkasih, M. Fajri Muallim yang menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, juga seluruh keluarga besar yang telah mendoakan dan memberi dukungan moril juga materil kepada penulis. Ungkapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada Papa dan Mama, atas kasih sayang telah kalian berikan selama hidup kalian. Meskipun kalian telah pergi, jejak dan warisan kalian akan selalu hidup dalam hati dan pikiran penulis.
2. Bapak Asman, S.P., M.P., yang bertindak sebagai Pembimbing Akademik dan Pembimbing Skripsi, yang selalu sabar dan ikhlas dalam menyediakan waktu, tenaga, dan pemikirannya untuk membimbing dan mengarahkan saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih kepada Pembimbing II, Ibu Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M. Sc., yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya untuk membimbing saya sejak awal penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S., Bapak Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.Sc., dan Bapak Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D. selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak dan Ibu dosen di Fakultas Pertanian, terutama kepada Bapak dan Ibu dosen dari Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, yang telah berbagi pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh pendidikan. Terimakasih juga kepada para pegawai dan staf laboratorium Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Teman-teman Kakao Club : Fadia, Dian, Husnul yang telah menemani, memberi motivasi, dan membantu penulis selama penelitian untuk menyelesaikan skripsi.
6. Pemilik NIM B021191028 terimakasih atas segala waktu, tenaga dan usaha untuk menemani, membantu, mendukung penulis dengan sabar dalam menyelesaikan skripsi ini. *We have done our best.*
7. Teman-teman sesama penelitian di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman serta teman-teman Agroteknologi 2019 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu, terimakasih telah memberi dukungan, membantu juga mendoakan penulis hingga skripsi ini selesai.

Semoga Allah SWT selalu memberikan berkat dan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkan dan berkontribusi dalam mencanangkan pembangunan berbasis pertanian.

Makassar, 6 Juli 2023



Inayah Maghfirah Ramadhani

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
Deklarasi	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PERSANTUNAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Kakao.....	4
2.2 Klon Kakao Lokal	5
2.3 Cendawan <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	7
2.4 Cendawan <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i>	8
2.5 Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>).....	9
3. METODE	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.3.1 Pemilihan dan Sampling.....	11
3.3.2 Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang berasosiasi dengan Kakao	11
3.3.3 Perbanyak Cendawan <i>L. theobromae</i> dan <i>L. pseudotheobromae</i>	12
3.3.4 Pengujian In Vitro dengan Pembuatan Dual dan Multiple Culture	12
3.3.5 Pelarutan Spora Cendawan Asosiasi yang Berpotensi.....	13
3.3.6 Uji Detached Pod dengan Pengaplikasian pada Buah Kakao	13
3.4 Analisis Data	14
4. Hasil dan Pembahasan	15
4.1 Hasil	15
4.1.1 Isolasi dan Identifikasi Cendawan pada Klon M04 dan S1	15
4.1.2 Uji In-Vitro secara Single dan Multiple Culture	18

4.1.3 Hasil Uji <i>Detached Pod</i>	23
4.2 Pembahasan.....	24
5. KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	39



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 terhadap <i>L. theobromae</i>	19
Tabel 2.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i>	19
Tabel 3.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao S1 terhadap <i>L. theobromae</i>	20
Tabel 4.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao S1 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i>	20
Tabel 5.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 terhadap <i>L. theobromae</i> secara <i>multiple dual culture</i>	21
Tabel 6.	Persentase penghambatan cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao M04 terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> secara <i>multiple dual culture</i>	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Daun kakao klon M04 dan masa pembibitan.....	6
Gambar 2.	Pohon kakao klon Sulawesi 1 (a), buah kakao klon S1 (b).....	6
Gambar 3.	Karakterisasi morfologi <i>Lasiodiplodia theobromae</i> . PDA (a); parafisis (b); konidia hialin <i>immature</i> dan konidia dewasa (c); konidia matang, berdinding gelap, bersepta satu (d). Bilah skala = 10 μ m (Maciel et. al., 2015).....	7
Gambar 4.	<i>L. pseudotheobromae</i> tampilan atas kultur berusia 10 hari (a). Bagian bawah kultur lama 10 hari (b). Sel konidiogen (c). Konidia muda (d). Konidia muda dan dewasa (e). Konidia dewasa (f) Batang skala =30 μ m(c,d,e,f) pada tanaman anggur di Cina (Dissanayake et al. 2015).....	8
Gambar 5.	Visualisasi pengujian dual kultur, (a) kontrol, (b) perlakuan <i>single dual culture</i> , perlakuan <i>multiple culture</i> (c). P: Patogen, A: Cendawan asosiasi klon kakao M04 & S1	12
Gambar 6.	Penempatan cendawan secara dual culture dari tampak samping.....	12
Gambar 7.	Koloni <i>Mortierella</i> sp. berumur 5 HSI (a), konidia <i>Mortierella</i> sp. (arah panah) (b), Koloni Isolat M2 berumur 5 HSI (c), Hifa Isolat M2 (arah panah) (d), Koloni Isolat M3 berumur 5 HSI (e), Hifa Isolat M3 (arah panah) (f), Koloni Isolat M4 berumur 5 HSI (g), Hifa Isolat M4 (arah panah) (h), Koloni Isolat M5 berumur 5 HSI (i), Hifa Isolat M5 (arah panah) (j), Isolat M6 berumur 5 HSI (k), Hifa Isolat M6 (arah panah) (l). Semua pengamatan mikroskopis menggunakan perbesaran 400x.....	15
Gambar 8.	Koloni Isolat M7 berumur 5 HSI (a), Hifat Isolat M7 (arah panah) (b), Koloni <i>Nigrospora</i> sp. berumur 5 HSI (c), Konidia <i>Nigrospora</i> sp. (arah panah) (d), Koloni Isolat M9 berumur 5 HSI (e), Hifa Isolat M9 (arah panah) (f), Koloni Isolat M10 berumur 5 HSI (g), Hifa Isolat M10 (arah panah) (h). Semua pengamatan mikroskopis menggunakan perbesaran 400x.....	16
Gambar 9.	Koloni Isolat S1 berumur 5 HSI (a), Hifa Isolat S1 (arah panah) (b), Koloni <i>Papulaspora</i> sp. berumur 5 HSI (c), Konidia <i>Papulaspora</i> sp. (arah panah) (d), Koloni Isolat S2 berumur 5 HSI (e), Hifa Isolat S2 (arah panah) (f), Koloni Isolat S3 berumur 5 HSI (g), Hifa Isolat S3 (arah panah) (h), Koloni <i>Fusarium</i> sp. berumur 5 HSI (i), Konidia <i>Fusarium</i> sp. (arah panah) (j). Semua pengamatan mikroskopis menggunakan perbesaran 400x.....	17
Gambar 10.	Perlakuan cendawan <i>L. theobromae</i> dengan cendawan asosiasi M04 ; <i>Mortierella</i> sp. (a), Isolat M5 (b) dan Isolat M6 (c) pengamatan selama 48 jam.....	18
Gambar 11	Perlakuan cendawan <i>L. pseudotheobromae</i> dengan cendawan asosiasi M04; <i>Mortierella</i> sp. (a), Isolat M4 (b) dan Isolat M5 (c) pengamatan selama 48 jam.....	20
Gambar 12.	Perlakuan cendawan <i>Lasiodiplodia</i> sp. dengan cendawan asosiasi S1, hari	

	pertama (a), hari ketiga (b).....	21
Gambar 13.	LtcM01 (a), LtcM02 (b), LtcM03 (c) pengamatan selama 48 jam.....	22
Gambar 14.	LpcM01 (a), LpcM02 (b), LpcM03 (c) pengamatan selama 48 jam.....	22
Gambar 15.	Grafik persentase keparahan lesi <i>L. theobromae</i> yang diuji secara <i>detached-pod</i> ...	23
Gambar 16.	Grafik persentase keparahan lesi <i>L. pseudotheobromae</i> yang diuji secara <i>detached-pod</i>	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi Sampel dari Cabang Kakao Klon M04, S1 dan Proses Isolasi.....	39
Lampiran 2.	Penampakan Hasil Isolasi Cendawan Kakao Klon M04 dan S1.....	39
Lampiran 3.	Dokumentasi Pengamatan Cendawan Asosiasi Kakao Klon M04.....	40
Lampiran 4.	Dokumentasi Pengamatan Cendawan Asosiasi Kakao Klon S1.....	42
Lampiran 5.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon M04 x <i>L. theobromae</i> 24 Jam.....	44
Lampiran 6.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon M04 x <i>L. theobromae</i> 48 Jam.....	45
Lampiran 7.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon M04 x <i>L. pseudotheobromae</i> 24 Jam.....	46
Lampiran 8.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon M04 x <i>L. pseudotheobromae</i> 48 Jam.....	47
Lampiran 9.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon S1 x <i>L. theobromae</i> 24 dan 48 Jam.....	48
Lampiran 10.	Dokumentasi Pengamatan Single Dual Culture Kakao Klon S1 x <i>L. pseudotheobromae</i> 24 dan 48 Jam.....	49
Lampiran 11.	Dokumentasi Pengamatan Multiple Culture Kakao Klon M04 x <i>L. theobromae</i> 24 dan 48 Jam.....	50
Lampiran 12.	Dokumentasi Pengamatan Multiple Culture Kakao Klon M04 x <i>L. pseudotheobromae</i> 24 dan 48 Jam.....	51
Lampiran 13.	Dokumentasi Pengamatan Uji Detached Pod M04 x <i>L. theobromae</i>	52
Lampiran 14.	Dokumentasi Pengamatan Uji Detached Pod M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>	53
Lampiran 15.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (M04 x <i>L. theobromae</i>).....	54
Lampiran 16.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (M04 x <i>L. theobromae</i>).....	54
Lampiran 17.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (M04 x <i>L. theobromae</i>).....	54
Lampiran 18.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (M04 x <i>L. theobromae</i>).....	54
Lampiran 19.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	55
Lampiran 20.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	55
Lampiran 21.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	55
Lampiran 22.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	55
Lampiran 23.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (S1 x <i>L. theobromae</i>).....	56

Lampiran 24.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (S1 x <i>L. theobromae</i>).....	56
Lampiran 25.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (S1 x <i>L. theobromae</i>).....	56
Lampiran 26.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. theobromae</i> (S1 x <i>L. theobromae</i>).....	56
Lampiran 27.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (S1 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	56
Lampiran 28.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (M04 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	57
Lampiran 29.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (S1 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	57
Lampiran 30.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Single Dual Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i> (S1 x <i>L. pseudotheobromae</i>).....	57
Lampiran 31.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Multiple Culture pada <i>L. theobromae</i>	57
Lampiran 32.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam Multiple Culture pada <i>L. theobromae</i>	57
Lampiran 33.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Multiple Culture pada <i>L. theobromae</i>	57
Lampiran 34.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam Multiple Culture pada <i>L. theobromae</i>	58
Lampiran 35.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam dengan Multiple Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i>	58
Lampiran 36.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 24 Jam Multiple Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i>	58
Lampiran 37.	Uji Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam dengan Multiple Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i>	58
Lampiran 38.	Sidik Ragam Penghambatan Koloni Pengamatan 48 Jam Multiple Culture pada <i>L. pseudotheobromae</i>	59
Lampiran 39.	Luas Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 3 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan <i>L. theobromae</i>	58
Lampiran 40.	Luas Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 5 Hari Setelah Inokulasi....	59
Lampiran 41.	Luas Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	59
Lampiran 42.	Luas Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 3 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	59
Lampiran 43.	Luas Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 5 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	59
Lampiran 44.	Luas Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	59
Lampiran 45.	Persentase Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 3 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	59
Lampiran 46.	Persentase Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 5 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	60
Lampiran 47.	Persentase Lesi oleh <i>L. theobromae</i> Pengamatan 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	60

Lampiran 48.	Persentase Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 3 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	60
Lampiran 49.	Persentase Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 5 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	60
Lampiran 50.	Persentase Lesi oleh <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI).....	60



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan merupakan salah satu sektor penting yang berperan bagi perekonomian Indonesia, antara lain sebagai penghasil devisa negara, sumber pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, penggerak pengembangan agribisnis dan agroindustri serta pengembangan wilayah. Kakao adalah salah satu komoditas perkebunan penting. Data tahun 2019, Indonesia merupakan negara yang memproduksi kakao terbesar keenam di dunia, dengan 774,2 ribu ton (BPS 2019), hanya tertinggal dari Pantai Gading, Ghana, Ekuador, Nigeria, dan Kamerun. Sulawesi Selatan merupakan sentra produksi terbesar ketiga di Indonesia, dengan luas perkebunan sekitar 195.000 hektar dan produksi 110.418 kg/ha (BPS 2020). Sementara itu, Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun) melaporkan produksi kakao Indonesia pada tahun 2019 sebesar 783.978 ton, dan diperkirakan turun menjadi 739.483 ton pada 2020 (Ditjenbun, 2019). Produktivitas Sulawesi Selatan turun dari 756 kg/ha pada 2019 menjadi 706 kg/ha pada 2020 (Ditjenbun, 2019). Banyak faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas, salah satunya adalah organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menjadi satu dari sekian faktor utama penurunan produktivitas kakao.

Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* pada kakao adalah salah satu jenis penyakit serius yang menyerang tanaman kakao di beberapa bagian dunia termasuk Indonesia dengan gejala kematian yang khas. Daun pada ranting luar berwarna kuning terlebih dahulu dan kerusakan dapat meluas ke seluruh cabang, mencapai batang utama, yang pada akhirnya mengakibatkan kematian pohon (Mbenoun et al., 2008). Spesies *Lasiodiplodia* merupakan patogen penting tanaman kakao yang menyebabkan kehilangan hasil yang substansial di sebagian besar negara penghasil kakao (Adu et al., 2012).

Cendawan *Lasiodiplodia* sp. yang telah menyebar ke seluruh dunia dengan berbagai inangnya merupakan salah satu mikroorganisme penyebab kerusakan (Correia et al., 2016). Patogen tanaman yang tampaknya tidak terspesialisasi ini telah dilaporkan menyebabkan berbagai penyakit, termasuk *dieback*, busuk akar, busuk buah, bercak daun, dan *witches broom* di antara banyak lainnya (Punithalingam, 1980). Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* memiliki ciri-ciri serangan cepat menyebarkan koloni berwarna putih ke terang atau abu-abu gelap hingga hitam dengan konidia berwarna coklat tua, lurik, *ellipsoidal*, *uniseptate* (Mbenoun et al., 2008; Zhang, J., 2014). Pohon yang sakit menunjukkan daun yang menguning dan kecoklatan secara tiba-tiba, diikuti dengan kematian cabang yang cepat. Daun yang kering dan pod tetap menempel pada pohon yang tumbang selama beberapa minggu. Penularan *L. theobromae* umumnya dapat melalui kontak tanaman yang telah terinfeksi dan dari lingkungan luar berupa percikan air yang disertai angin (Mbenoun et al., 2008; Asman et al., 2020). *L. theobromae* dilaporkan menyebabkan kematian yang merusak kakao di India, Kamerun, Samoa Barat, Filipina (Bourke, 1992; Kannan et al., 2010; Alvindia et al., 2017; Mbenoun et al., 2008)

Pada tanaman kakao, *L. pseudotheobromae* mampu membawa dampak kematian bibit, busuk buah, mati ranting, dan kanker batang dengan cara menginfeksi jaringan yang lemah juga masuk melalui luka pada tanaman yang disebabkan oleh serangga. Cendawan ini menginfeksi pucuk, cabang kakao, buah dan umbi selama penyimpanan (Lu et al., 2014). Cendawan tersebut menunjukkan tiga gejala berbeda yang muncul yaitu nekrotik (bercak

daun dan hawar daun) dan klorosis pada tanaman (Membalik et al., 2021). *L. pseudotheobromae* mampu tumbuh pada suhu 10°C dengan konidia berbentuk *ellipsoidal*, ujung dan pangkal membulat, melebar di tengah, berdinding tebal, awalnya hialin dan aseptate serta tetap seperti itu untuk waktu yang lama, lalu menjadi uniseptate dan koloni berwarna coklat tua lurik. Secara morfologi, *L. pseudotheobromae* menyerupai *L. theobromae*, jenis spesies dari genus. Meskipun demikian, kedua spesies ini dapat digambarkan berdasarkan ukuran dan bentuk konidianya. Konidia *L. pseudotheobromae* lebih besar dan lebih *ellipsoid* dibandingkan dengan *L. theobromae* (Alves et al., 2008). Penyakit ini memiliki dampak yang cukup besar bagi beberapa Negara penghasil kakao. Spesies *Lasiodiplodia* telah dilaporkan menginfeksi kakao di China, anggur, mangga, kenari, dan pepaya di negara-negara seperti Brasil, serta perkebunan mangga di Australia dan Mesir. Temuan ini menyatakan bahwa spesies *Lasiodiplodia* mempunyai dampak pengedaran yang luas (Lu et al., 2014; Ismail et al., 2012).

Seperti yang diketahui, kakao merupakan komoditi penting dalam perekonomian Indonesia. Dengan adanya penyakit tersebut, maka dapat menghambat produktivitas kakao. Terdapat banyak cara untuk mengendalikan penyakit pada tanaman, namun petani di Indonesia umumnya cenderung lebih banyak menggunakan bahan kimiawi dengan alasan praktis serta hasilnya yang terlihat lebih cepat. Namun, pengendalian secara kimiawi berdampak negatif bagi lingkungan juga kesehatan makhluk hidup, sehingga perlu ditelusuri teknik pengendalian lain yang tidak berbahaya bagi ekosistem. Dekade terakhir telah dilaporkan adanya peningkatan masalah yang terkait dengan penggunaan dan penyalahgunaan pestisida, termasuk kontaminasi pasokan air tanah, residu pestisida yang tinggi, dan perusakan agroekosistem alami di komunitas pertanian. Selain itu, ada permintaan di seluruh dunia untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dalam pertanian yang menjadi kebutuhan untuk menemukan alternative lain yang tidak akan berdampak negative bagi ekonomi, sosial, dan lingkungan (Adu et al., 2005; Padi et al., 2001).

Salah satu teknik pengendalian yang dapat diterapkan adalah penggunaan agensia biologi yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Penggunaan agensia biologi dilakukan untuk menurunkan residu yang dihasilkan akibat penggunaan bahan kimiawi. Penggunaan agen biologi seperti cendawan antagonis adalah pengendalian yang aman dan tidak berbahaya bagi ekosistem juga makhluk hidup. Cendawan yang berperan sebagai agen antagonis mampu menghasilkan mitokoksin, enzim, dan antibiotik sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan patogen tanaman, baik cendawan maupun bakteri. Cendawan antagonis tersebut dapat didapatkan dengan memanfaatkan klon kakao lokal yang ada, beberapa diantaranya adalah M04 dan S1 yang keberadaannya telah toleran terhadap beberapa hama dan penyakit tanaman (Susilo et al., 2015). Selain itu, cendawan antagonis dapat menetap pada tanaman inang tanpa menimbulkan gejala penyakit kecuali inang dalam kondisi stress (Rubini et al. 2005, Arnold et al. 2003, Mejía et al., 2008). Untuk menghindari kontaminasi, cendawan antagonis diisolasi hanya dari bagian dalam jaringan tanaman, cabang dibelah dan diisolasi setelah disinfeksi permukaan (Amin et al., 2014; Melnick et al., 2011; Rubini et al., 2005, Arnold et al., 2003). Komunitas cendawan antagonis yang diisolasi dari cabang kakao antara lain *Aspergillus* sp, *Geotrichum* sp, *Penicillium* sp, *Myrothecium* sp, *Acremonium* sp., *Blastomyces* sp., *Botryosphaeria* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, dan sebagainya. Cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao lokal mampu mengurangi

kerusakan yang disebabkan oleh patogen melalui berbagai cara kerja terhadap tanaman. Secara spesifik dapat menghambat infeksi patogen dan proliferasi secara langsung atau secara tidak langsung melalui respon induksi resistensi terhadap inang (Kuswinanti et al., 2019; Asman et al., 2020). Oleh sebab itu, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui efektivitas cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon lokal (klon M04 dan S1) terhadap *Lasiodiplodia theobromae* dan *Lasiodiplodia pseudotheobromae*.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cendawan yang berasosiasi dengan klon lokal (Klon M04 dan Klon S1), serta efektivitas cendawan yang berasosiasi dengan klon lokal dalam menekan pertumbuhan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*.

Manfaat dari penelitian ini adalah membagikan informasi mengenai cendawan yang berasosiasi dengan klon lokal (Klon M04 dan Klon S1), serta mendapatkan hasil efektivitas cendawan yang berasosiasi dengan klon lokal sebagai upaya menekan pertumbuhan cendawan *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae*.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao

Kakao merupakan komoditas subsektor perkebunan yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap perekonomian Indonesia. Sebagai komoditas penting pada ekonomi global modern, menurut data ICCO 2019 (*International Cacao Organization*) Indonesia adalah produsen kakao terbesar keenam di dunia, setelah Pantai Gading, Ghana, Ekuador, Kamerun, dan Nigeria (ICCO, 2020). Indonesia mampu memproduksi sebesar 774,2 ribu ton pada tahun 2019 yang sebagian besarnya diekspor ke lima benua yaitu yaitu Amerika, Eropa, Afrika, Asia, dan Australia (BPS, 2019).

Habitat alami tanaman kakao adalah hutan tropis dengan banyak pohon untuk peneduh, curah hujan tinggi, temperature relatif konstan sepanjang tahun, serta kelembaban relatif konstan namun tinggi. Kakao bisa tumbuh cukup subur di lingkungan seperti itu, tetapi buah dan bunganya tidak banyak. Ketika ditanam di kebun, tanaman dapat tumbuh setinggi 1,8 hingga 3,0 meter pada usia tiga tahun dan setinggi 4,50 hingga 7,0 meter pada usia 12 tahun. Jumlah bayangan dan faktor pertumbuhan yang tersedia mempengaruhi tinggi tanaman yang bervariasi. Karena pohon kakao memiliki dua jenis tunas vegetatif yang berbeda, disebut dimorfisme. Pucuk *orthotropic* atau pucuk air adalah yang tumbuh ke atas, sedangkan plagiotrof tumbuh ke samping. Dua ruas (artikulasi) yang terletak pada pangkal dan ujung tangkai daun merupakan salah satu ciri khas daun kakao. Dikatakan bahwa daun dapat bergerak pada sambungan ini untuk mengubah orientasinya sebagai respons terhadap sinar matahari. Helai daun berbentuk panjang (lonjong), ujung daun runcing (*acuminatus*), dan pangkal daun juga runcing (*acutus*). Pada bagian bawah helaian daun, susunan daun menyirip dan bertulang menonjol. Dagingnya tipis namun keras seperti perkamen dan tepi daunnya rata. Tergantung pada kultivarnya, daun yang sudah dewasa berwarna hijau tua. Panjang 30 cm dan lebar 10 cm, daunnya sudah dewasa. Daunnya memiliki permukaan yang rata dan cerah. Kakao memiliki akar *surface root feeder*, artinya sebagian besar akar lateral (horizontal) tumbuh pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah, 56% akar lateral tumbuh antara 0 dan 10 cm, 26% antara 11 dan 20 cm, 14% antara 21 dan 30 cm, lalu hanya 4% yang tumbuh melebihi 30 cm dari permukaan tanah. Kisaran akar lateral tumbuh jauh meluas dan melampaui proyeksi mahkota. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil dalam susunan yang rumit (Puslitkoka, 2010).

Bunga kakao merupakan bunga sempurna karena memiliki 5 helai daun (kelopak) dan 10 benang sari (*androecium*). Bunganya memiliki diameter 1,5 cm. Tumbuh berkelompok pada batang, cabang, atau ranting yang berbunga. Bunga yang tumbuh dikenal sebagai tanaman berbunga atau berbuah. Bantalan pada cabang yang tumbuh bunga dikenal sebagai *ramiflora*, sedangkan pada batang yang tumbuh bunga dikenal sebagai *cauliflora*. Polen hanya berdiameter 2-3 mikron, yang sangat kecil (Sugiharti, 2006). Dewi (2013) menyatakan bahwa warna buah kakao bervariasi tergantung pada kelompok genetiknya. *Forestero*, *criollo*, dan *trinitario* adalah kelompok genetik biji kakao. *Forestero* mempunyai kotiledon berwarna ungu dimana warna tersebut merupakan warna senyawa antosianin pada biji kakao dan buah buah berwarna hijau dan merupakan varietas dari *trinitario*, *criollo* mempunyai kotiledon berwarna putih, *trinitario* adalah hibrida dari keduanya, serta keduanya memiliki buah berwarna merah. Kulit, plasenta, dan biji merupakan 3 bagian utama pada tanaman kakao.

Saat buah kakao telah masak, terjadi perubahan warna kulit menjadi warna kuning, merah muda, atau jingga. Lima baris biji kakao mengelilingi sumbu buah. Jumlahnya bervariasi antara 20 dan 50 butir/buah. Saat dibelah melintang, biji terlihat terdiri atas dua kotiledon yang terlipat, dengan pangkalnya melekat pada sumbu embrio. Kotiledon tipe *criollo* berwarna putih, sedangkan kotiledon tipe *forastero* berwarna ungu. Biji kakao dibungkus dengan pulp putih, yang memiliki rasa manis dan asam dan diduga mengandung zat antiperkecambahan. Benih (*testa*) membalut dua kotiledon buah dan proses embrio dalam daging. Biji kakao tidak mempunyai masa dormansi (Puslitkota, 2010).

Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2010), suku Indian Maya dan suku Atek (*Aztec*) adalah yang pertama membudidayakan kakao (*Theobroma cacao L.*) untuk keperluan pangan. Seorang Spanyol memperkenalkan tanaman kakao ke Indonesia pada tahun 1560 di Minahasa dan Sulawesi. Klasifikasi Kakao (*Theobroma cacao L.*) Divisi *Spermatophyta*, Kelas *Dicotyledoneae*, Ordo *Malvales*, Famili *Sterculiaceae*, Genus *Theobroma*, Spesies *Theobroma cacao*. Tanaman yang memiliki nama ilmiah *Theobroma cacao* ini berasal dari Amerika Selatan yang terbagi atas dua bagian yaitu vegetatif (akar, batang, dan daun) dan bagian generatif (bunga, buah, dan biji) (Bulandari, 2016; Lukito, 2010). Kulit buah, daging buah, dan biji kakao merupakan komoditas penting yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat (Sihombing, 2008). Cokelat merupakan produk olahan yang berasal biji kakao yang terkenal. Selanjutnya, biji kakao merupakan bahan utama dalam produksi bubuk kakao (cokelat) (Nizori et al., 2021).

Tanaman kakao mengalami perkawinan silang untuk mewujudkan beragam genotipe, khususnya keragaman morfologi seperti batang, daun, bunga, bentuk serta warna buah, ukuran biji, juga ketahanan terhadap hama dan penyakit. Menurut Sahardi dan Djufry (2015), Sulawesi Selatan memiliki keragaman kultivar kakao. Petani umumnya membudidayakan kultivar seperti M01, MCC02, AP, RB, Kambala, ACC, BRT, BB, dan Gene-J.

2.2 Klon Kakao Lokal

Kakao memainkan peran yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia dengan tingginya permintaan dari berbagai negara. Kualitas budidaya menjadi faktor kunci dalam mencapai mutu dan produktivitas yang baik untuk kakao. Untuk mengatasi permintaan yang terus meningkat, sektor pertanian Indonesia berupaya mengembangkan varietas lokal yang unggul. Selain tingkat reproduksi yang tinggi, penting juga adanya varietas kakao yang tahan terhadap hama dan penyakit. Saat ini, telah tersedia varietas lokal unggul seperti M01, M04, THR, Sulawesi 01, Sulawesi 02, Sca 6, MCC 01, dan MCC 02, serta berbagai varietas lainnya yang dapat dikembangkan lebih lanjut (Susilo et al., 2015). Pengenalan varietas tanaman berkualitas melalui varietas lokal memiliki peran penting dalam mendorong budidaya kakao yang berkelanjutan serta industri terkait. Identifikasi keunggulan suatu varietas dapat mendukung perluasan tanaman sekaligus memberikan informasi penting tentang teknik budidaya yang sesuai berdasarkan karakteristik yang dimiliki oleh varietas tersebut (Junaedi et al., 2016).

a) Kakao Klon M04

Kakao Mochtar 04 (M04) adalah varietas kakao asli Sulawesi yang berasal dari Luwu Utara. Salah satu ciri khas dari varietas ini adalah podnya yang berwarna hijau. Daun-daun muda klon kakao M04 memiliki kilauan yang menarik dan berwarna hijau cerah, sementara

daun-daun yang sudah tua cenderung berwarna gelap. Bentuk daunnya lebar dengan ujung yang meruncing, dan tulang daunnya tersusun dengan irisan yang menjari (McMahon et al., 2015). Rubiyono et al., (2020) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa kakao Mochtar 04 (M04) memiliki rata-rata 83 biji per 100 gram. Bobot rata-rata 100 biji M04 adalah sebesar 123,65 gram. Menariknya, klon M04 juga menghasilkan bobot rata-rata tertinggi untuk satu biji kering jika dibandingkan dengan semua klon yang diteliti, yakni sebesar 1,64 gram. Selain itu, biji yang dihasilkan oleh klon M04 memiliki kandungan lemak rata-rata sebesar 50,76%. Hal ini menunjukkan bahwa M04 memiliki karakteristik kualitas yang baik dan tahan terhadap serangan hama penggerek buah kakao. Namun, perlu diperhatikan bahwa varietas ini masih rentan terhadap penyakit VSD dan busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora*. (McMahon et al., 2015).



Gambar 1. Daun kakao dan masa pembibitan klon M04

b) Kakao Klon S1

Kakao klon Sulawesi 1 merupakan salah satu klon kakao Sulawesi yang sudah banyak dimanfaatkan oleh petani. Menurut ICCRI (2019), Keputusan Menteri Pertanian No. 694/Kpts/SR.120/12/2008, keunggulan utama klon S1 adalah hasil produktivitas tinggi mencapai 2,5 ton/ha. Kualitas biji ditentukan oleh berat biji kering sebanyak 1,10 gram, kadar kulit ari 11,3%, dan kandungan lemak biji 48-50%. Daya tahan terhadap penyakit busuk buah masih tergolong rentan, demikian pula ketahanan terhadap penyakit VSD dan kerentanan terhadap hama PBK. Penelitian Junaedi et al., (2016) pada klon S1 bentuk, ujung, dan pangkal daun memanjang, runcing, dan bulat, dengan terlihat tanda dudukan daun. Klon S1 memiliki warna kemerahan yaitu merah dan permukaan kulit daun halus. Ciri-ciri dari bunga klon kakao S1 menunjukkan warna tangkai daun dan sepal berwarna coklat, staminode berwarna coklat, dan kondisi sedang mekar. Bentuk buah berbeda nyata antara tanaman dewasa berdasarkan karakteristiknya. Buah muda klon S1 berwarna merah dan buah matang berwarna jingga.



(a)



(b)

Gambar 2. Pohon kakao klon Sulawesi 1 (a), buah kakao klon S1 (b)

2.3 Cendawan *Lasiodiplodia theobromae*

Lasiodiplodia theobromae (Sinonim: *Botryodiplodia theobromae*) adalah cendawan patogen ekonomi penting yang ditemukan di daerah tropis dan subtropis, yang menyebabkan berbagai penyakit. *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon dan Maubl. (syn. *Botryodiplodia theobromae* Pat.) adalah cendawan kosmopolitan, polifag, dan oportunistik (Punithalingam 1980). Patogen ini memakan luka dan jaringan nekrotik, terutama pada organ tumbuhan berdaging atau berkayu, sehingga tanaman menjadi sangat rentan terhadap serangan (Cilliers et al., 1993). Pengendalian yang efektif terhadap patogen ini menjadi sulit karena karakteristik cendawan yang kosmopolitan dan polifag dengan berbagai macam inang yang rentan (Maciel et al. 2015). Klasifikasi *Lasiodiplodia theobromae* berdasarkan CABI (2021), yaitu: Kingdom: *Fungi*, Phylum : *Ascomycota*, Class : *Dothideomycetes*, Order : *Botryosphaeriales*, Family : *Botryosphaeriaceae*, Genus : *Lasiodiplodia*, Species: *Lasiodiplodia theobromae*.

Lasiodiplodia yang dahulu lebih dikenal dengan nama *Diplodia natalensis* P. Evans. merupakan cendawan yang menyebabkan tanaman yang terinfeksi mengalami mati pucuk, daun menguning (*yellowing*) lalu mengering. Penyakit tersebut dianggap sebagai ancaman masa depan kakao di Sulawesi (Asman et al. 2021). Pada penelitian Huda et al., (2022) secara total, 57 isolat jamur diambil dari tanaman sakit daun kakao (13 isolat), batang (20 isolat), dan polong (24 isolat). Pada PDA, miselia yang dihasilkan isolat cendawan tumbuh cepat dan padat, koloni berwarna putih hingga abu-abu, kehijauan pucat lalu menjadi keabu-abuan gelap. Pigmentasi berkisar dari abu-abu gelap sampai hitam. Konidiomata isolat *soliter*, *globose* sampai *subglobose*, *uniloculate*, berwarna hitam, dikelilingi oleh miselia keabu-abuan padat. Konidia diamati sebagai konidia *immature* dan *mature*. Konidia yang belum matang dan matang berbentuk *subvoid* hingga *ellipsoid-ovoid*, dengan ujung bulat lebar dan meruncing ke bagian bawahnya terpotong. Konidia yang belum matang awalnya berlipat ganda berlapis, hialin, uniseluler. Konidia yang matang tampak berwarna gelap dengan bentuk lurik yang khas, bersepta satu. Berdasarkan karakterisasi ciri morfologi isolat cendawan, untuk sementara diidentifikasi sebagai *Lasiodiplodia theobromae* yang koheren dengan morfologi dijelaskan oleh Alves et al. (2008) dan Phillips et al. (2013). Ukuran konidia *Lasiodiplodia* lebih pendek dari spesimen *Botryosphaeria*, menurut Li (2016), konidia *Lasiodiplodia* dapat bervariasi walaupun berasal dari spesies yang sama.



Gambar 3. Karakterisasi morfologi *Lasiodiplodia theobromae*. PDA (a); parafisis (b); konidia hialin immature dan konidia dewasa (c); konidia matang, berinding gelap, bersepta satu (d). Bilah skala = 10 μ m (Maciel et. al., 2015)

Cendawan dari genus *Lasiodiplodia* bersifat kosmopolitan dan termasuk dalam family *Botryosphaeriaceae* yang sebagian besar spesies dapat ditemukan terutama di daerah tropis dan subtropics (Punithalingam, 1980). Genus terdiri dari banyak spesies jamur fitopatogen dengan distribusi yang luas (Burgess et al., 2006). Spesies *Lasiodiplodia* merupakan penyebab lebih dari 500 penyakit tanaman, termasuk busuk buah, busuk akar, busuk kerah, busuk ujung batang, dieback, kanker, dan daun nekrosis (Berraf et al., 2020). Di Malaysia, spesies *Lasiodiplodia* telah dikaitkan dengan berbagai penyakit yang merusak, seperti: busuk hitam biji, hawar daun, busuk batang pada mangga, dan busuk buah mangga dan jambu biji (Huda et al. 2022). Selain itu, mereka bisa bertindak sebagai patogen sekunder atau endofit. Anggota *Botryosphaeriaceae* ditemukan pada banyak tanaman inang, termasuk monokotil, dikotil, *gymnospermae*, dan *angiospermae*, mereka bertindak sebagai saprofit, parasit, dan endofit (Crous et al. 2006; Slippers, 2014). Slippers dan Wingfield (2007) juga menyatakan bahwa anggota *Botryosphaeriaceae* mudah dikenali dari sebagian besar jamur lainnya melalui penampilan koloni mereka, miselium di udara dan pigmen yang dapat membantu dalam delimitasi dan cepat diidentifikasi.

2.4 Cendawan *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

Lasiodiplodia pseudotheobromae A.J.L. Phillips, A. Alves, dan Crous (famili *Botryosphaeriaceae*) merupakan patogen berbagai tanaman dengan sebaran geografis yang luas yang ditemukan di berbagai belahan dunia dan memiliki inang yang berbeda. Hal ini menyebabkan kerugian besar bagi pertanian dan kehutanan. Klasifikasi *Lasiodiplodia theobromae* berdasarkan CABI (2022) : Kingdom: *Fungi*, Phylum: *Ascomycota*, Class: *Dothideomycetes*, Order: *Botryosphaeriales*, Family: *Botryosphaeriaceae*, Genus: *Lasiodiplodia*, Species: *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

Menurut penelitian Li (2016), koloni miselium *Lasiodiplodia* tumbuh dengan cepat dan tidak merata pada media kultur. Miselium udara cendawan dapat mendekati permukaan tutup cawan petri. Pada awal pertumbuhan, miselium berwarna putih, dan berubah menjadi abu-abu setelah beberapa hari, lalu abu-abu-zaitun-hitam saat cendawan tumbuh pada suhu 25°C.



Gambar 4. *L. pseudotheobromae* tampilan atas kultur berusia 10 hari (a). Bagian bawah kultur lama 10 hari (b). Sel konidiogen (c). Konidia muda (d). Konidia muda dan dewasa (e). Konidia dewasa (f) Batang skala =30µm(c,d,e,f) pada tanaman anggur di Cina (Dissanayake et al. 2015).

Penelitian Dong et al., (2020) juga melaporkan bahwa *L. pseudotheobromae* mampu menginfeksi *T. grandis* dengan mengembangkan lesi. Dua isolat *Lasiodiplodia pseudotheobromae* yang terkait dengan kanker dan dieback dikonfirmasi sebagai patogen pada *Tectona grandis*. Panjang lesi yang dikembangkan oleh dua isolat memberikan potensi patogen pada *T. grandis*. Cendawan ini dikenal sebagai patogen oportunistik sifatnya ditunjukkan dalam beberapa penelitian (Slippers & Wingfield 2007, Manwasinghe et al., 2016, Osorio et al., 2017). Bergantung pada fakta-fakta ini, diduga bahwa *L. pseudotheobromae* mungkin memiliki patogenesis potensial. Ini dikonfirmasi oleh uji patogenisitas awal Dong et al., (2020). Yan et al., (2018) menunjukkan pentingnya suhu tinggi untuk infeksi oportunistik spesies *Lasiodiplodia* dan anggota *Botryosphaeriaceae* lainnya.

Selain beberapa contoh diatas, *L. pseudotheobromae* juga berperan sebagai penyebab kanker dan pucuk pada apel dan mengakibatkan kematian cabang apel (Xue et al., 2019). Ini membawa hawar ranting pada blueberry dan mengakibatkan kematian cabang yang sakit dalam waktu 7 hingga 10 hari (Wang et al., 2016). Hal ini juga menyebabkan penyakit pada kenari di Inggris (Li et al., 2016), dan perubahan warna pedicel dan peduncle anggur (Dissanayake et al., 2015) di Cina. Selain itu, menyebabkan kanker dan kematian pada jeruk nipis Persia di Meksiko (Bautista-Cruz et al., 2019), kematian mangga di Peru dan Korea (Kwon et al., 2017; Rodriguez-Galvez et al., 2017), dan kanker batang pada *Acacia mangium* di Venezuela (Castro-Madina, 2014).

2.5 Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Setiap jenis tanaman memiliki cendawan dalam jaringan tanamannya, termasuk kakao (*Theobroma cacao*) (Arnold et al., 2000; Herre et al., 2007). Pada kakao, diakumulasi beragam antagonis melalui infeksi udara melalui spora jamur di lingkungannya (Mejia et al., 2008). Kumpulan antagonis pada daun didominasi oleh genus seperti *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Xylaria*, dan *Phomopsis* (Arnold et al., 2003; Rosmana et al., 2018), pada dominan cabang atau ranting adalah *Trichoderma*, *Pestalotiopsis*, *Fusarium*, dan *Lasiodiplodia* (Rosmana et al., 2013; Rubini et al., 2005), sedangkan di batang antagonis dominan adalah spesies *Clonostachys* dan *Trichoderma* (Crozier et al., 2006; Evans et al., 2003). Cendawan antagonis adalah kelompok yang memiliki kemampuan untuk menekan atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen pada tanaman (Widiyanti et al., 2022). Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh cendawan antagonis terhadap patogen adalah kemampuan untuk bersaing dengan patogen, memicu ketahanan tanaman, melakukan parasitisme langsung dan mikoparasitisme, serta menghasilkan senyawa antibiosis. Semua faktor ini berkontribusi pada efektivitas agens antagonis dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen (Taufik, 2008). Menurut Harni et al., (2016), diperoleh hasil isolasi cendawan antagonis dari tanaman kakao yaitu 269 isolat cendawan endofit (195 isolat dari Sulawesi Tenggara, 41 isolat dari Jawa Barat, dan 33 isolat dari Lampung), termasuk isolat *Trichoderma* sp.

Banyak cendawan, termasuk *Fusarium* dan *Lasiodiplodia*, ditemukan pada tanaman kakao yang diserang cendawan patogen selama tujuh tahun terakhir. Dari cabang, tangkai daun, dan daun kakao diperoleh empat spesies *Fusarium* sp. dan tiga spesies *Lasiodiplodia* diidentifikasi (Asman et al., 2018; Asman et al., 2019). Munculnya cendawan memiliki dua

efek. Mereka dapat bersaing dengan patogen untuk mengurangi penyebab patogen atau mempengaruhi keparahan penyakit. Kedua genus cendawan tersebut juga diketahui sebagai penyebab penyakit pada tanaman kakao. (Asman et al., (2019); Del Castillo et al., (2016); Rosmana et al., (2013). Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui cendawan apa yang akan didapatkan dari mengisolasi kakao klon lokal M04 dan Sulawesi 1 untuk menekan akibat yang disebabkan oleh *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*.

