

**KERAGAMAN CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO KLON  
AP, THR, DAN MCC-02 SERTA EFEKTIVITASNYA TERHADAP *Lasiodiplodia*  
*theobromae* DAN *L. pseudotheobromae* ASAL KAKAO**

**Husnul Chatimah**

**G011191306**

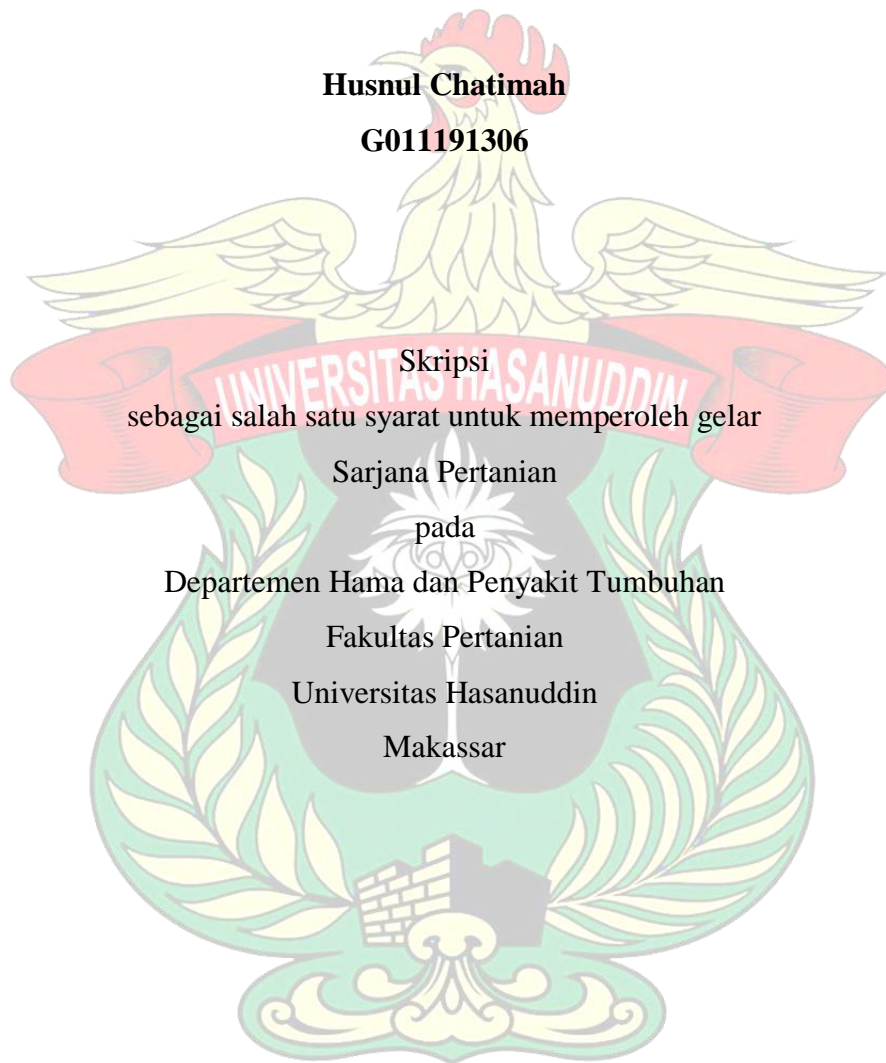


**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**KERAGAMAN CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO KLON  
AP, THR, DAN MCC-02 SERTA EFEKTIVITASNYA TERHADAP *Lasiodiplodia*  
*theobromae* DAN *L. pseudotheobromae* ASAL KAKAO**

**Husnul Chatimah**

**G011191306**



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

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Keragaman Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP, THR dan MCC-02 Serta Efektivitasnya Terhadap *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao

Nama : Husnul Chatimah

NIM : G011191306

Disetujui oleh:

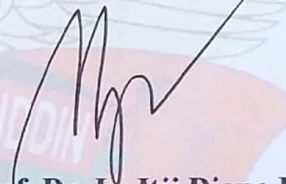
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



**Asman, S.P., M.P.**

NIP. 19811114 201404 1 001



**Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S.**

NIP. 19600606 198601 2 001

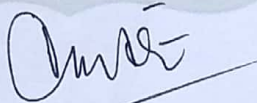
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

NIP. 19650316 198903 2 002

Tanggal Pengesahan:

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Keragaman Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP, THR dan MCC-02 Serta Efektivitasnya Terhadap *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao

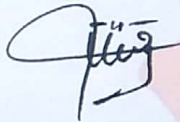
Nama : Husnul Chatimah

NIM : G011191306

Disetujui oleh:

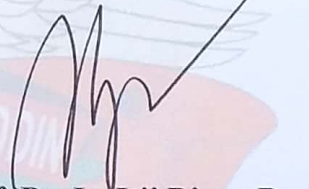
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



**Asman, S.P., M.P.**

NIP. 19811114 201404 1 001



**Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S.**

NIP. 19600606 198601 2 001

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Agroteknologi



**Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si.**

NIP. 19670811 199403 1 003

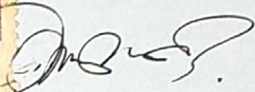
Tanggal Pengesahan:

## Deklarasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Keragaman cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP, THR, dan MCC-02 serta Efektivitasnya Terhadap *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* Asal Kakao” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 13 Juli 2023



  
Husnul Chatimah

G011191306

## ABSTRAK

HUSNUL CHATIMAH. Keragaman cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon AP, THR, dan MCC-02 serta efektivitasnya terhadap *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* asal kakao. Dibimbing oleh: ASMAN dan ITJI DIANA DAUD

*Lasiodiplodia* merupakan salah satu genus cendawan patogen yang mampu menginfeksi berbagai tanaman inang. Pemanfaatan cendawan yang berasosiasi dengan batang kakao sehat merupakan alternatif untuk menekan perkembangan patogen. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan penelitian dimulai dari pembuatan media biakan PDA, isolasi, dan identifikasi cendawan yang berasosiasi dengan kakao, perbanyakkan isolat *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae*, uji *dual culture*, persiapan sampel buah, pembuatan suspensi antagonis, uji *detached pod*, pengamatan gejala, dan analisis data. Hasil penelitian uji *dual culture* menunjukkan terdapat empat isolat cendawan (*Diapotha like-colony*, *Helminthosporium like-colony*, *Phlebiopsis* sp. *Phomopsis like-colony*) dengan persentase daya hambat terhadap *L. theobromae* tertinggi pada pengamatan 48 jam yaitu isolat AP3 (26,5%), AP8 (25%), THR1 (39,25%), dan MCC02(1) (24%). Hal ini sama dengan persentase daya hambat terhadap *L. pseudotheobromae* oleh isolat AP3 (25%), AP8 (26,5%), THR1 (40%), dan MCC02(1) (28%). Pada hasil uji *detached pod* pada pengamatan 7 hari setelah inokulasi (HSI), luas lesi buah pada setiap perlakuan terhadap *L. theobromae* menunjukkan luas lesi  $>70 \text{ cm}^2$ . Sedangkan pada perlakuan terhadap *L. pseudotheobromae* menunjukkan luas lesi  $>45 \text{ cm}^2$ . Adapun hasil persentase luas lesi pada pengamatan 7 HSI setiap perlakuan menunjukkan persentase  $>60\%$ . Berdasarkan persentase luas lesi menunjukkan perlakuan cendawan yang berasosiasi dengan kakao kurang efektif dalam menghambat perkembangan patogen pada buah.

**Kata Kunci:** Uji *Dual Culture*, Uji *Detached Pod*, Luas Lesi, Daya Hambat, Patogen.

## ABSTRACT

HUSNUL CHATIMAH. Diversity of fungi associated with cocoa clone AP, THR, and MCC-02 and their effectiveness against *Lasiodiplodia theobromae* and *L. pseudotheobromae* from *Theobromae cacao* L. Supervised by: ASMAN and ITJI DIANA DAUD

*Lasiodiplodia* is one of the genera of pathogenic fungi capable of infecting various host plants. Utilization of fungi associated with healthy cocoa branch is an alternative to suppress the development of pathogens. This research was conducted at the Laboratory of Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University. The research began with the preparation of potato dextrose agar media, isolation and identification of fungi associated with cocoa, propagation of *L. theobromae* and *L. pseudotheobromae* isolates, dual culture test, preparation of fruit samples, antagonist suspension, detached pod test, observation of symptoms and data analysis. The results of dual culture test showed that there are four isolates (*Diapotha like-colony*, *Helminthosporium like-colony*, *Phlebiopsis* sp. *Phomopsis like-colony*) that have the highest percentage of inhibition against *L. theobromae* at 48 hours of observation that is isolate AP3 (26,5%), AP8 (25%), THR1 (39,25%), and MCC02(1) (24%), same as the percentage of inhibition against *L. pseudotheobromae* by isolate AP3 (25%), AP8 (26,5%), THR1 (40%), and MCC02(1) (28%). The results of detached pod test at 7 days after inoculation (DAI), lesion area on fruit in each treatment of *L. theobromae* showed >70 cm<sup>2</sup> lesion area on fruit. The treatment of *L. pseudotheobromae* showed >45 cm<sup>2</sup> lesion area on fruit. The percentage of lesion area on fruit at 7 DAI showed percentage of more than 60% on each treatment. Based on the percentage of lesion area indicates that the treatment of fungi associated with cocoa was less effective in inhibiting the development of pathogens in fruit.

**Kata Kunci:** Dual Culture test, Detached Pod test, Lesion area, Inhibition, Pathogen.

## PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir dengan judul “**KERAGAMAN CENDAWAN YANG BERASOSIASI DENGAN KAKAO KLON AP, THR, DAN MCC-02 SERTA EFEKTIVITASNYA TERHADAP *Lasiodiplodia theobromae* dan *L. pseudotheobromae* ASAL KAKAO**” dengan waktu yang terbaik dari-Nya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat mencapai gelar pada jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan karya ilmiah ini banyak mengalami kendala. Namun berkat rahmat dari Allah Subhanahu wa Ta'ala dan bantuan dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Pada kesempatan yang berberbahagia ini, tak lupa penulis menghanturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, **Muchtar Z Abu S.P** dan **Maryani, S.Pt.** atas segala bentuk dukungan yang diberikan, yang senantiasa mendidik dan menasehati, terima kasih atas segala doa yang senantiasa dipanjatkan dan segala dorongan yang membuat saya tetap semangat hingga akhir. Terima kasih juga saya hanturkan kepada kakak dan adik saya, yang terus memotivasi saya untuk terus maju dan tidak menyerah, terima kasih atas segala nasehat yang diberikan. Terima kasih kepada adik sepupu saya, **Mahda Marisa** yang terus menemani dan menghibur saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Asman S.P., M.P.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian, terima kasih atas saran yang membangun dan ilmu-ilmu yang diberikan tiap saat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Terima kasih juga penulis hanturkan kepada Ibu **Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud M.S.** selaku dosen pembimbing ata saran dan kritik yang berikan, serta ilmu-ilmu yang diajarkan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Terima kasih juga penulis hanturkan kepada bapak **Ir. Fatahuddin, M.P.** selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan ilmunya selama perkuliahan.
3. Kepada ibu **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.**, Bapak **Ir. Fatahuddin, M.P.**, Ibu **Nur Hardina S.P., M.Sc.**, selaku dosen penguji atas segala masukan baik berupa saran ataupun kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik



4. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Pertanian, terkhusus kepada bapak dan ibu dosen dari program studi Agroteknologi dan Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan atas segala ilmu dan didikan yang sangat berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan. Ungkapan terima kasih penulis hanturkan kepada Para Pengawai dan Staf Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama menyelesaikan penelitian.
5. Teman terkasih **Irmayanti** yang selama SMA hingga empat tahun perkuliahan yang selalu kebersamai, mendukung, menghibur dan memotivasi penulis dalam kehidupan perkuliahan yang tidak mudah, senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
6. Teman-teman **KKN Pertanian Organik Bantaeng Angkatan 108**, khususnya Iin, Hawa, Mifta, Sila, dan Ummi, senantiasa meringankan beban pikiran dan memotivasi penulis Juga kepada kepada **SIBEJONG**, Indra, Irma, Risma, Iwan, William, dan Saskiah yang telah menjadi teman seperjuangan yang menjadi penyemangat selama kuliah. Serta kepada **Kakao Club**, Dian, Inayah, dan Fadia yang menjadi teman dan partner selama penelitian, terima kasih atas segala dukungan dan momen kebersamaan selama penelitian sehingga penelitian dapat terlaksana dengan penuh sukacita.
7. Teman-teman seperjuangan selama penelitian di Laboratorium Penyakit tanaman serta teman-teman Hama dan Penyakit 2019 dan Agroteknologi 2019, terima kasih atas segala bentuk dukungan yang diberikan dan menjadi teman yang mendukung dan memotivasi penulis selama kehidupan dikampus.

Terakhir penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terluput yang turut mendukung dan memotivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini, semoga Allah Subhana wa Ta'ala membalas segala kebaikan dan ketulusan bapak, ibu, teman-teman sekalian. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis dapatkan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam pengembangan karya ilmiah ini, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan Aamiin ya rabbal alamiin.

Makassar, 13 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>Deklarasi</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERSANTUNAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3 Hipotesis .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Tanaman Kakao.....	4
2.2 Klon Kakao Lokal .....	4
2.3 Cendawan <i>Lasiodiplodia</i> sp.....	7
2.4 Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao .....	11
<b>3. METODOLOGI</b> .....	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Pembuatan Media Biakan <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	13
3.3.2 Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao.....	13
3.3.3 Perbanyakkan Isolat Cendawan <i>L. theobromae</i> dan <i>L. pseudotheobromae</i> .....	14
3.3.4 Uji In Vitro Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Terhadap <i>Lasiodiplodia</i> dengan Metode <i>Dual Culture</i> .....	14
3.3.5 Persiapan Sampel Buah Kakao Sehat.....	15
3.3.6 Pembuatan Suspensi Cendawan Antagonis.....	15
3.3.7 Uji Efektivitas Cendawan Antagonis Terhadap <i>L. theobromae</i> dan <i>L.</i> <i>pseudotheobromae</i> dengan Uji <i>Detached Pod</i> .....	15
3.4 Analisis Data.....	16
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>17</b>
4.1 Hasil.....	17
4.1.1 Hasil Isolasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao .....	17
4.1.2 Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao .....	18
4.1.3 Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Terhadap <i>L.</i> <i>theobromae</i> dan <i>L. pseudotheobromae</i> dengan Uji <i>Dual Culture</i> .....	27

4.1.3 Efektivitas Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Terhadap <i>L. theobromae</i> dan <i>L. pseudotheobromae</i> dengan Uji <i>Detached Pod</i> .....	34
4.2 Pembahasan .....	38
<b>5. KESIMPULAN.....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b>	Perbandingan ukuran konidia pada beberapa spesies <i>Lasiodiplodia</i> dengan penelitian sebelumnya (Correia et al., 2016).....	8
<b>Tabel 2.</b>	Hasil Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi dengan Batang Kakao Sehat .....	17
<b>Tabel 3.</b>	Persentase Jaringan Tanaman Kakao yang Tumbuh .....	18
<b>Tabel 4.</b>	Persentase Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. theobromae</i> pada Pengamatan 24 Jam dan 48 Jam .....	28
<b>Tabel 5.</b>	Persentase Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. theobromae</i> pada Pengamatan 24 Jam dan 48 Jam .....	29
<b>Tabel 6.</b>	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon MCC-02 terhadap <i>L. theobromae</i> pada pengamatan 24 jam dan 48 jam ...	29
<b>Tabel 7.</b>	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon AP terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> pada pengamatan 24 jam dan 48 jam ..	30
<b>Tabel 8.</b>	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon THR terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> pada pengamatan 24 jam dan 48 jam	31
<b>Tabel 10.</b>	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon MCC-02 terhadap <i>L. theobromae</i> pada pengamatan 24 jam dan 48 jam...	33
<b>Tabel 11.</b>	Persentase daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> pada pengamatan 24 jam dan 48 jam .....	34
<b>Tabel 12.</b>	Hasil Perhitungan Luas Lesi pada Buah selama 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. theobromae</i> .....	35
<b>Tabel 13.</b>	Hasil Perhitungan Luas Lesi pada Buah selama 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> .....	36
<b>Tabel 14.</b>	Persentase luas lesi yang nampak pada buah selama 7 hari setelah inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. theobromae</i> .....	36
<b>Tabel 15.</b>	Persentase luas lesi yang nampak pada buah selama 7 hari setelah inokulasi (HSI) dengan perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> .....	37

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b>	Kakao Klon AP (Sumber: Dokumentasi Pribadi).....	5
<b>Gambar 2.</b>	Kakao Klon THR (Dania, 2018).....	6
<b>Gambar 3.</b>	Kakao Klon MCC-02 (Sumber: Dokumentasi Pribadi).....	7
<b>Gambar 4.</b>	<i>L. theobromae</i> pada media PDA ( <i>Potato Dextrose Agar</i> ) pada suhu 24 <sup>o</sup> C umur (A) 2 hari, (B) 10 hari, (C) 10 hari (tampak belakang) (Zhuang, 2014).....	9
<b>Gambar 5.</b>	Cendawan <i>L. theobromae</i> 2. Hifa. 3,4. Sel-sel konidiogen dan konidia muda. 5, 6, 7, 8. Konidia dewasa. 9, 10, 11. Konidia muda dan hialin. Perbesaran = 10 μm (Alves <i>et al.</i> 2008) .....	10
<b>Gambar 6.</b>	Morfologi pycnidia, sel konidiogenous, dan konidia galur JX.1. (a) Pycnidia diinokulasi pada ranting jeruk yang telah diautoklaf. (b) Pycnidia diinokulasi pada daun jeruk. (c) Lapisan konidiogenous dengan parafisis. (d) Sel-sel konidiogenous yang berproliferasi secara bersamaan. (e) Hialin dan konidia asepta. (f) Konidia berseptata dan berdinding gelap. (g, h) Konidium matang pada dua bidang fokus untuk menunjukkan garis-garis longitudinal. Perbesaran = 10 μm. (Chen <i>et al.</i> ,2021).....	11
<b>Gambar 7.</b>	Visualisasi Uji <i>Dual Culture</i> , (a) Uji <i>Dual Culture</i> Cendawan Patogen (P) dan Cendawan yang beraosiasi dengan kakao klon AP, THR dan MCC-02 (A), (b) Kontrol .....	14
<b>Gambar 8.</b>	Visualisasi Uji <i>Dual Culture</i> , (a) Uji <i>Dual Culture</i> Cendawan Patogen (P) dan Cendawan yang beraosiasi dengan kakao klon AP, THR dan MCC-02 (A), (b) Kontrol .....	14
<b>Gambar 9.</b>	Isolat AP1 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	18
<b>Gambar 10.</b>	Isolat AP2 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	19
<b>Gambar 11.</b>	Isolat AP3 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	19
<b>Gambar 12.</b>	Isolat AP4 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	20
<b>Gambar 13.</b>	Isolat AP5 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	20
<b>Gambar 14.</b>	Isolat AP6 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	21
<b>Gambar 15.</b>	Isolat AP7 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	21
<b>Gambar 16.</b>	Isolat AP8 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	22
<b>Gambar 17.</b>	Isolat AP9 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	22
<b>Gambar 18.</b>	Isolat AP10 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	23

<b>Gambar 20.</b>	Isolat AP12 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	24
<b>Gambar 21.</b>	Isolat AP13 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	24
<b>Gambar 22.</b>	Isolat THR1 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	25
<b>Gambar 23.</b>	Isolat THR2 pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	25
<b>Gambar 24.</b>	Isolat MCC-02(1) pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	26
<b>Gambar 25.</b>	Isolat MCC-02(2) pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	26
<b>Gambar 26.</b>	Isolat MCC-02(3) pada media PDA, (a) makroskopis, (b) mikroskopis (perbesaran 40x) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	27
<b>Gambar 27.</b>	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan selama 24 jam, (b) Pengamatan 48 jam (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	27
<b>Gambar 28.</b>	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan selama 24 jam, (b) Pengamatan 48 jam (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	30
<b>Gambar 29.</b>	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan selama 24 jam, (b) Pengamatan 48 jam (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	32
<b>Gambar 30.</b>	Uji <i>dual culture</i> pada media PDA, (a) Pengamatan selama 24 jam, (b) Pengamatan 48 jam (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	33
<b>Gambar 31.</b>	Uji <i>Detached pod</i> pada buah Kakao, (a) Pengamatan 2 hari setelah inokulasi (HSI), (b) Pengamatan 7 hari setelah inokulasi (HSI) (Sumber: Dokumentasi pribadi).....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Dokumentasi Isolasi Batang Kakao Klon AP, THR dan MCC-02.....	47
<b>Lampiran 2.</b>	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon AP .....	47
<b>Lampiran 3.</b>	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon THR .....	50
<b>Lampiran 4.</b>	Dokumentasi Cendawan Hasil Isolasi Batang Kakao Klon MCC-02.....	50
<b>Lampiran 5.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro dengan medote Dual Kultur .....	52
<b>Lampiran 6.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 24 jam .....	52
<b>Lampiran 7.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 48 jam .....	54
<b>Lampiran 8.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 24 jam .....	56
<b>Lampiran 9.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 48 jam .....	58
<b>Lampiran 10.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 24 jam .....	60
<b>Lampiran 11.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 48 jam .....	61
<b>Lampiran 12.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 24 jam .....	62
<b>Lampiran 13.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 48 jam .....	63
<b>Lampiran 14.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 24 jam .....	64
<b>Lampiran 15.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 48 jam .....	65
<b>Lampiran 16.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 24 jam .....	65
<b>Lampiran 17.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 48 jam .....	66
<b>Lampiran 18.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 24 jam .....	66
<b>Lampiran 19.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia theobromae</i> 48 jam .....	67
<b>Lampiran 20.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 24 jam .....	67
<b>Lampiran 21.</b>	Dokumentasi penelitian Uji In Vitro Daya Hambat Cendawan Asosiasi terhadap <i>Lasiodiplodia pseudotheobromae</i> 48 jam .....	68
<b>Lampiran 22.</b>	Dokumentasi Pengambilan Sampel Buah Kakao .....	69
<b>Lampiran 23.</b>	Dokumentasi Pengaplikasian Cendawan Antagonis pada Buah Kakao .....	69
<b>Lampiran 24.</b>	Dokumentasi Inokulasi Patogen pada Buah Kakao .....	69
<b>Lampiran 25.</b>	Dokumentasi Pengamatan dan Pengukuran Luas Lesi pada Buah Kakao .....	69

<b>Lampiran 26.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. theobromae</i> + MCC-02(1) pada Buah Kakao .....	70
<b>Lampiran 27.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> + MCC-02(1) pada Buah Kakao .....	71
<b>Lampiran 28.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. theobromae</i> + THR1 pada Buah Kakao .....	72
<b>Lampiran 29.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> + THR1 pada Buah Kakao .....	73
<b>Lampiran 30.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. theobromae</i> + AP8 pada Buah Kakao .....	74
<b>Lampiran 31.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> + AP8 pada Buah Kakao .....	75
<b>Lampiran 32.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. theobromae</i> + AP3 pada Buah Kakao .....	77
<b>Lampiran 33.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan <i>L. pseudotheobromae</i> + AP3 pada Buah Kakao .....	78
<b>Lampiran 34.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan Kontrol negatif ( <i>L. theobromae</i> ) pada Buah Kakao .....	79
<b>Lampiran 35.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan Kontrol Negatif ( <i>L. pseudotheobromae</i> ) pada Buah Kakao .....	80
<b>Lampiran 36.</b>	Dokumentasi Uji <i>Detached Pod</i> Perlakuan Kontrol Positif pada Buah Kakao .....	81
<b>Lampiran 37.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	83
<b>Lampiran 38.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 Jam .....	83
<b>Lampiran 39.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	84
<b>Lampiran 40.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 Jam .....	85
<b>Lampiran 41.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	86
<b>Lampiran 42.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 Jam .....	86
<b>Lampiran 43.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	87
<b>Lampiran 44.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 Jam .....	87
<b>Lampiran 45.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	88
<b>Lampiran 46.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 24 Jam .....	88
<b>Lampiran 47.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	88



<b>Lampiran 48.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. theobromae</i> Pengamatan 48 Jam .....	88
<b>Lampiran 49.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	89
<b>Lampiran 50.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 Jam .....	89
<b>Lampiran 51.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	89
<b>Lampiran 52.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon AP Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 Jam .....	90
<b>Lampiran 53.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	91
<b>Lampiran 54.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 Jam .....	91
<b>Lampiran 55.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	91
<b>Lampiran 56.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon THR Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 Jam .....	92
<b>Lampiran 57.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 jam .....	92
<b>Lampiran 58.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 24 Jam ...	92
<b>Lampiran 59.</b>	Daya Hambat Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 jam .....	93
<b>Lampiran 60.</b>	Sidik Ragam daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan Kakao Klon MCC-02 Terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> Pengamatan 48 Jam ...	93
<b>Lampiran 61.</b>	Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. theobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 24 jam .....	94
<b>Lampiran 62.</b>	Sidik Ragam Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. theobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 24 jam	94
<b>Lampiran 63.</b>	Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. theobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 48 jam .....	94
<b>Lampiran 64.</b>	Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 24 jam .....	95
<b>Lampiran 65.</b>	Sidik Ragam Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 24 jam .....	95
<b>Lampiran 66.</b>	Daya hambat cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon terhadap <i>L. pseudotheobromae</i> (Uji dual kultur ganda) pengamatan 48 jam .....	95
<b>Lampiran 67.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	96
<b>Lampiran 68.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	96

<b>Lampiran 69.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	97
<b>Lampiran 70.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	97
<b>Lampiran 71.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	98
<b>Lampiran 72.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	98
<b>Lampiran 73.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	99
<b>Lampiran 74.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	99
<b>Lampiran 75.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	100
<b>Lampiran 76.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	100
<b>Lampiran 77.</b>	Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	101
<b>Lampiran 78.</b>	Sidik Ragam Luas Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	101
<b>Lampiran 79.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	102
<b>Lampiran 80.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	102
<b>Lampiran 81.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	103
<b>Lampiran 82.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	103
<b>Lampiran 83.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	104
<b>Lampiran 84.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. theobromae</i> .....	104
<b>Lampiran 85.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	105
<b>Lampiran 86.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-5 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	105
<b>Lampiran 87.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	106
<b>Lampiran 88.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-6 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	106
<b>Lampiran 89.</b>	Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	107
<b>Lampiran 90.</b>	Sidik Ragam Persentase Lesi pada Buah Kakao pada Hari ke-7 Setelah Inokulasi <i>L. pseudotheobromae</i> .....	107



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor perkebunan Indonesia merupakan salah satu yang berperan penting bagi perekonomian nasional karena mengandalkan beberapa hasil komoditas unggulan yang dipasarkan di perdagangan internasional. Salah satu komoditas utama yang menjadi unggulan dari sektor perkebunan adalah kakao. Iklim dan jenis tanah di Indonesia juga sangat sesuai dengan syarat tumbuh dari kakao, sehingga sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan kakao (Al Ghozy et al. 2017).

Kakao berperan penting dalam kesejahteraan perekonomian rakyat dikarenakan sebagian besar perkebunan kakao diusahakan oleh rakyat. Hal ini berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020) bahwa pada tahun 2019 sebagian besar perkebunan kakao di Indonesia diusahakan oleh perkebunan rakyat yaitu sebesar 1,54 juta hektar (98,83%), sementara perkebunan swasta mengusahakan 10,74 ribu hektar (0,69%) dan perkebunan besar negara hanya sebesar 7,50 ribu hektar (0,48%). Pada Tahun 2016 produksi biji kakao di Indonesia sebesar 658,4 ribu ton, dan naik menjadi 734,8 ribu ton pada tahun 2019 atau terjadi kenaikan produksi sekitar 11,60 persen (BPS, 2020)

Berdasarkan analisis perkembangan ekspor kakao olahan di tahun 2020, produksi biji kakao di Indonesia selama lima tahun terakhir terus mengalami fluktuasi. Faktor yang menyebabkan menurunnya produksi salah satunya disebabkan oleh pemeliharaan dan perawatan pohon kakao yg kurang maksimal sebagai akibatnya tanaman mudah terserang hama dan penyakit tumbuhan yang berakibat pada penurunan produksi (Septyana dan Taufiq, 2022).

Sulawesi Selatan merupakan salah satu wilayah dengan jumlah produksi kakao yang tinggi di Indonesia, diikuti Sulawesi Tengah (BPS, 2022). Di Sulawesi Selatan tersebar beberapa klon kakao lokal diantara petani, salah satunya yaitu klon AP, THR, dan salah satu klon lokal unggul yakni MCC-02. Klon AP termasuk dalam varietas kakao yang agak tahan terhadap penyakit *Vaskular Streak Dieback* (Martono, 2014). Klon THR sendiri dapat menghasilkan buah lebih cepat dan ukuran biji buah yang besar, namun masih rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Sedangkan klon MCC-02 sendiri berkembang luas karena menunjukkan produksi yang tinggi dan lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit, khususnya PBK, penyakit VSD, dan penyakit busuk buah (Susilo, 2013).

Budidaya tanaman perkebunan seperti kakao seringkali dijumpai banyak kendala dalam pembudidayaannya. Kakao sering dipengaruhi oleh berbagai penyakit tanaman dimanapun kakao di budidayakan. Salah satunya adalah penyakit *Charcoal Pod Rot*. Penyakit *Charcoal Pod Rot* atau busuk buah arang merupakan salah satu penyakit yang mempengaruhi produksi kakao. Penyakit ini dapat disebabkan oleh patogen cendawan *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl dan *Lasiodiplodia pseudotheobromae* A.J.L. Phillips, A. Alves & Crous, cendawan ini termasuk kedalam famili Botryosphaeriaceae, salah satu dari spesies dari genus *Lasiodiplodia* yang mampu menginfeksi berbagai tanaman inang yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman seperti hawar daun, kanker batang, busuk buah (Huda-Shakirah, et al. 2022), *dieback* (Asman, et al., 2018).

*Lasiodiplodia theobromae* merupakan jamur ascomycete yang termasuk dalam kelas Dothideomycetes, ordo Botryosphaerales, dan famili Botryosphaeriaceae. Secara geografis, dapat dijumpai hampir di penjuru dunia, tetapi pada keadaan tertentu didaerah tropis dan subtropis, cendawan ini menjadi salah satu spesies Botryosphaeriaceae yang paling sering ditemukan. Serupa dengan kebanyakan spesies di famili Botryosphaeriaceae, cendawan *L. theobromae* merupakan patogen tanaman tanpa inang spesifik yang menyerang berbagai komoditas tanaman dan pohon (Salvatore, et al., 2020). Patogen ini dapat menginfeksi melalui luka atau jaringan nekrotik terutama di bagian tanaman yang berdaging atau berkayu (Sandra, et al., 2021).

Menurut Chen et al. (2021) berdasarkan karakteristik morfologi dan molekulernya, *L. pseudotheobromae* telah dibedakan dari *L. theobromae* sebagai *cryptic species* yang berarti spesies yang terlihat mirip dengan spesies lainnya tetapi secara reproduktif berbeda. *L. pseudotheobromae* menjadi patogen umum berbagai tanaman tropis dan sub tropis termasuk *Acacia confusa*, *Albizia falcataria*, *Eucalyptus sp.*, *Mangifera sylvatica* and, *Paulownia fortune*, dan *Vitis vinifera*. Dari berbagai penelitian, *L. pseudotheobromae* diketahui sebagai penyebab penyakit bercak daun pada *Cynometra malaccensis* (Gomdola, et al., 2020), penyakit busuk buah pada Jeruk (Chen, et al., 2021), penyakit busuk buah pada lemon (Awan, et al., 2016), penyakit batang anggur (Dissanayake et al., 2015).

Pengendalian hayati merupakan salah satu pengendalian yang efektif dalam menghadapi kerugian akibat penyakit pada kakao. Pemanfaatan cendawan yang berasosiasi dengan batang kakao sehat merupakan alternatif yang efektif untuk menekan penyakit-penyakit tersebut, cendawan ini terbukti mampu menekan pertumbuhan dan perkembangan penyakit kakao seperti busuk buah hitam yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* (Sadoral dan Cumagun, 2021), sapu setan yang disebabkan oleh *Crinipellis pernicioso* (Rubini, et al., 2005) dan *vascular streak dieback* oleh patogen *Ceratobasidium theobromae* (Asman, et al., 2020), busuk akar (Rosmana, et al., 2022).

Cendawan yang berasosiasi dengan kakao diketahui dapat ditemukan hidup dan berasosiasi pada semua bagian tanaman (daun, bunga, tangkai daun, batang, akar, dan buah). Penelitian oleh Asman et al. (2020) menjelaskan hasil isolasi cendawan yang berasosiasi dengan kakao klon MCC-02 dan Sulawesi-2 (S2) diperoleh 27 isolat cendawan. Diantaranya teridentifikasi sebagai *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Geotrichum sp.*, *Sordaria sp.*, *Gliocephalotrichum sp.*, *Lasiodiplodia sp.*, *Myrothecium sp.*, dan beberapa isolat lain yang tidak teridentifikasi.

Penelitian lain oleh Rubini, et al. (2005), keragaman cendawan yang berasosiasi dengan batang kakao diisolasi batang kakao dengan 3 kategori (tahan, sehat, rentan dan bergejala). terdapat total 150 cendawan yang diisolasi dari batang kakao yang tumbuh pada media biakan PDA termasuk *Acremonium sp.*, *Blastomyces sp.*, *Botryosphaeria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cordyceps sobolifera*, *Diaporthe phaseolorum*, *D. helianthi*, *Fusarium sp.*, *F. chlamydosporum*, *F. oxysporum*, *F. polyphialidicum*, *Geotrichum sp.*, *Gibberella zeae*, *G. fujikuroi*, *G. moniliformis*, *Gliocladium sp.*, *G. catenulatum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Monilochaetes sp.*, *Nectria haematococca*, *Pestalotiopsis microspora*, *Phomopsis sp.*, *Pleurotus ostreatus*, *Pseudofusarium purpureum*,

*Rhizopycnis vagum*, *Syncephalastrum* sp., *Trichoderma* sp., *Verticillium* sp., *V. luteo-album*, *Xylaria* sp.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai cendawan yang berasosiasi dengan klon kakao AP, THR, dan MCC-02 untuk mengetahui cendawan yang berasosiasi dengan kakao yang efektif dalam pengendalian cendawan patogen *L. theobromae* dan *L. pseudothebromae* melalui uji in vitro dan uji *detached pod*.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cendawan-cendawan yang hidup didalam jaringan tanaman dan berasosiasi dengan tanaman kakao serta efektivitasnya dalam menekan perkembangan *L. theobromae* dan *L. pseudothebromae*.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai cendawan-cendawan yang berasosiasi dengan tanaman kakao pada klon AP, THR dan MCC-02 serta mampu menekan pertumbuhan cendawan *L. theobromae* dan *L. pseudothebromae* sebagai salah satu langkah dalam pengendalian penyakit tanaman kakao.

## **1.3 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah ditemukan beberapa spesies cendawan yang berasosiasi dengan kakao dari hasil isolasi batang kakao klon AP dan THR. Ditemukan beberapa spesies cendawan yang berasosiasi dengan kakao yang efektif dalam menekan perkembangan cendawan *L. theobromae*. Ditemukan beberapa spesies cendawan yang berasosiasi dengan kakao yang efektif dalam menekan perkembangan cendawan *L. pseudothebromae*

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dalam pengembangannya. Tanaman ini menjadi salah satu komoditas perkebunan ekspor memiliki peran besar dalam meningkatkan devisa negara. Kakao menempati urutan ke 3 pada sub sektor perkebunan setelah kelapa sawit dan karet. Kakao juga memiliki pasar yang cukup stabil dan harga yang relatif mahal, sehingga usaha dalam meningkatkan kualitas produksi selalu diusahakan agar kakao dapat menjadi komoditas dengan nilai ekonomi tinggi dan sebagai mata dagang non migas (Liswarni et al. 2018)

Berdasarkan informasi dari Badan Pusat Statistik (2021), produksi kakao di Indonesia dari tahun 2017 sampai tahun 2021 mengalami produksi yang fluktuatif. Pada tahun 2017 total produksi biji kakao yang dihasilkan mencapai 585,25 ribu ton, kemudian pada tahun 2020 naik menjadi 720.66 ribu ton dengan kenaikan sekitar 23,14 persen. Pada tahun 2021 produksi biji kakao diperkirakan akan mengalami penurunan sekitar 4,50 persen atau menjadi 688,21 ribu ton. Produksi biji kakao terbesar pada tahun 2020 sendiri berasal dari provinsi Sulawesi Tengah mencapai 128,62 ribu ton atau sekitar 17,85 persen dari total produksi di Indonesia. Luas areal perkebunan kakao di Indonesia sebelum tahun 2021 dalam kurun waktu empat tahun terakhir menunjukkan penurunan sekitar kurang lebih 2,55 sampai 3,33 persen per tahunnya. Pada 2017 luas lahan perkebunan kakao diketahui seluas 1,65 juta hektar namun pada tahun tahun 2020 menurun menjadi 1,51 juta hektar. Penurunan luas perkebunan ini mencapai 8,72 persen pada tahun 2017 hingga 2020. Sedangkan pada tahun 2021, luas areal perkebunan turun sekitar 3,22 persen dari tahun 2020 menjadi 1,46 juta hektar.

Tanaman Kakao merupakan tanaman yang tergolong dalam tanaman menyerbuk silang (*cross pollination*) oleh karena itu kakao memiliki keanekaragaman di antara genotipe, baik keragaman morfologi seperti warna buah, bentuk buah, ukuran biji, hingga keragaman tingkat resistensi terhadap hama dan penyakit tanaman. Keragaman plasma nutfah dalam pemanfaatannya melalui teknik pemuliaan tanaman yang sesuai telah berhasil menciptakan klon-klon unggul anjuran seperti ICCRI 01, ICCRI 02, ICCRI 03, ICCRI 04, Sulawesi 1, Sulawesi 2, MCC 01, dan MCC 02 (Martono, n.d dalam Pratiwi, 2020)

### 2.2 Klon Kakao Lokal

Tanaman kakao termasuk sebagai tanaman yang memiliki morfologi dan karakteristik yang tinggi salah satunya pada penampilan fenotipik, contohnya warna buah muda, ketebalan buah, jumlah biji, serta ukuran buah dan biji. (Martinez, et al., 2015). Keanekaragaman morfologi tanaman kakao tersebut diketahui menjadi hasil rekombinasi, mutasi kumulatif, dan seleksi pada individu yang dipengaruhi oleh lingkungan dan dapat menjadi sumber daya genetik yang potensial terhadap pemuliaan tanaman (Jing et al., 2010; *as cited in* Izzah, et al., 2018)

Sulawesi Selatan merupakan salah satu pemasok dengan jumlah produksi kakao yang tinggi di Indonesia, diikuti Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat. Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS) (2022), Tahun 2021 hasil produksi kakao

Indonesia mencapai 106.308 ton yang menjadi produksi tertinggi komoditas perkebunan di Sulawesi Selatan. Di Sulawesi Selatan terdapat beberapa klon harapan yang telah tersebar dikalangan petani seperti klon M01, klon 45, klon AP, klon AM, klon RB, klon Kambala, klon ACC, klon BRT, klon BB, klon Gene-J, dan masih berbagai klon-klon lainnya yang tersebar dikalangan tersebut. Klon-klon tersebut dianggap berpotensi mempunyai daya produksi yang tinggi, tahan/toleran terhadap hama dan penyakit utama pada kakao seperti hama penggerek buah kakao (PBK), penyakit busuk buah, dan Vaskular Streak Dieback (VSD) pada kakao (Brend et al. 2004 *as cited in* Sahardi dan Djufry, 2015).

### **2.2.1 Klon AP**

Berdasarkan penelitian oleh Sahardi dan Djufry (2015), karakteristik morfologi kakao klon lokal Anton Panimbu (AP) yang berasal dari Desa Noling, Kecamatan Bupon, Kabupaten Luwu ini memiliki percabangan yang semi tegak dengan karakter buah berukuran besar memiliki panjang 22 cm dan diameter 12 cm. Buahnya berbentuk oval dengan leher botol yang samar, ujung buah tumpul dengan permukaan yang kasar. Memiliki alur yang dangkal berwarna merah. Saat muda, buah berwarna merah dan buah tuanya berwarna orange. Tiap buah rata-rata berisi 40 biji dengan panjang 2,89 cm dengan diameter 1,72 cm dan bobotnya sekitar 2,64 gr. Daun kakao klon AP memiliki ukuran sedang dengan bentuk lonjong dan ujung runcing, berwarna merah dan bertekstur halus.

Klon AP ini termasuk dalam varietas kakao yang agak tahan terhadap penyakit *Vaskular Streak Dieback*. Hal ini berdasarkan penelitian Martono (2014) yang menyatakan bahwa beberapa varietas unggul kakao dilaporkan memiliki ketahanan terhadap penyakit VSD, di antaranya varietas AP 70, AP 71, AP 72, AP 73, Sulawesi 2, ICCRI 07, dan Sulawesi 03 (agak tahan), Sulawesi 1, Sca 6, DRC 15, ICCRI 06 H, MCC 01, dan MCC 02 (tahan).



**Gambar 1.** Kakao Klon AP (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### **2.2.2 Klon THR**

Morfologi kakao klon THR berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sahardi dan Djufry (2015) kakao Klon lokal Tahir (THR) yang diuji berasal dari desa Noling, Kecamatan Bupon, Kabupaten Luwu memiliki percabangan yang tegak. Karakteristik buahnya memiliki ukuran sedang sekitar 20 cm dan diameter 8,5 cm. berbentuk



lonjong, leher botol samar, ujung buah runcing dengan permukaan buah yang kasar, memiliki alur yang dalam berwarna merah muda. Buah yang masih muda biasanya berwarna merah kehijauan dan saat matang berwarna orange.

Susunan biji dalam buah rapat dan ukuran biji besar. Memiliki biji sekitar 66 biji, bijinya memiliki panjang 2,37 cm dengan diameter 1,36 cm dan bobotnya sekitar 1,51 gr. Karakter daun dari klon THR ini memiliki ukuran yang sedang, berbentuk lonjong dengan ujung daun yang runcing, tekstur daun kasar dengan percabangan tanaman yang mengarah ke atas. Keunggulan dari klon THR yakni dapat menghasilkan buah lebih cepat dan ukuran biji buah yang besar, namun klon ini rentan terhadap serangan hama dan penyakit (Dania, 2018).



**Gambar 2.** Kakao Klon THR (Dania, 2018)

### **2.2.3 Klon MCC-02**

Klon MCC-02 (Masamba Cacao Clon 02) juga dikenal dengan nama lokal klon 45 termasuk sebagai klon unggul kakaos yang dianjurkan ini berkembang luas di Luwu Utara. Klon ini ditemukan oleh M. Nasir dan H. Andi Mulyadi di Desa Tingkara Kecamatan Malangke pada tahun 2006. Klon ini berkembang luas karena menunjukkan produksi yang tinggi dan lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit, khususnya PBK, penyakit VSD, dan penyakit busuk buah (Susilo, 2013). Berdasarkan SK Mentan No. 1982/Kpts/SR. 120/10/2014, klon MCC 02 merupakan klon unggul lokal dan produksi rata-rata klon tersebut mencapai 2,82 kg/pohon (3.132 kg/ha/tahun). Berat biji kering sebesar 1,61 gram, kadar kulit biji 12,0% dan kadar lemak mencapai 49,2%.

Morfologi kakao klon MCC-02 berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sahardi dan Djufry (2015) buah kakao berasal dari desa Palandan, Kec. Baebunta, Kabupaten Luwu Utara memiliki karakteristik buah ukuran besar, berbentuk oval dengan panjang 20 cm dan lebar 11 cm. ujung buah tumpul dengan leher botol yang tampak jelas, permukaan buah halus dengan alur dangkal. Buah berwarna merah tua saat muda dan berwarna orange saat buah matang. Panjang biji sekitar 3,08 cm, dengan diameter 1,62 cm dan bobot 2,23 dengan jumlah sekitar 45 butir per buah. Pohon kakao klon MCC-02

memiliki percabangan tegak, dengan ukuran daun sempit dan lonjong, ujung daun runcing dengan tekstur halus.



**Gambar 3.** Kakao Klon MCC-02 (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### **2.3 Cendawan *Lasiodiplodia* sp.**

*Lasiodiplodia* merupakan cendawan yang termasuk kedalam genus Botryosphaeriaceae, dalam famili Dothideomycetes. Famili ini memiliki spesies cendawan yang beragam yang dapat hidup sebagai saprofit, parasit atau endofit pada berbagai tanaman inang yang berbeda-beda (Correia et al., 2016). Cendawan ini dapat dijumpai di seluruh dunia yang dapat menyebabkan penyakit yang beragam pada lebih dari 650 tanaman inang (Farr dan Rossman, 2014).

Cendawan ini dilaporkan sebagai patogen penyebab mati pucuk pada anggur di seluruh dunia, berasosiasi dengan beberapa gejala penyakit seperti kerdil, mati pucuk, taji, dan cabang, kanker batang, kanker pada jaringan pembuluh serta kematian tanaman. Selain mati pucuk pada anggur, beberapa tanaman dengan ekonomi tinggi yang menjadi inang dari *Lasiodiplodia* sp. di Brazil diantaranya alpukat (*Persea americana*), pisang (*Musa* spp.), kakao (*Theobromae cacao*), jambu mete (*Anacardium occidentale*), jeruk (*Citrus* spp.), palem (*Cocos nucifera*), srikaya (*Annona squamosa*), jambu biji (*Psidium guajava*), mangga (*Mangifera indica*), melon (*Cucumis melo*), pepaya (*Carica papaya*), delima (*Passiflora edulis*), sirsak (*Annona muricata*) and semangka (*Citrullus lanatus*) (Costa et al., 2010; Marques et al., 2013; Machado et al., 2014; Netto et al., 2014 as cited in Correia et al. 2016).

Berdasarkan hasil pengamatan dan studi pustaka dari Correia et al. (2016) menunjukkan bahwa spesies *Lasiodiplodia* yang diamati memiliki ukuran konidia yang berbeda-beda.

**Tabel 1.** Perbandingan ukuran konidia pada beberapa spesies *Lasiodiplodia* dengan penelitian sebelumnya (Correia et al., 2016).

Species	Conidial size ( $\mu\text{m}$ )	L/W ratio	References
<i>Lasiodiplodia brasiliense</i>	22.3–28.7 × 11.9–16.7	1.8	This study
	22.7–29.2 × 11.7–17.0	1.8	Netto et al. (2014)
<i>L. crassispora</i>	27.2–29.6 × 15.3–16.9	1.8	This study
	27–30 × 14–17	1.8	Burgess et al. (2006)
<i>L. egyptiaca</i>	20.4–23.1 × 11.2–13.1	1.8	Present study
	20–24 × 11–13	1.8	Ismail et al. (2012)
<i>L. euphorbicola</i>	18.0–24.4 × 9.8–15.3	1.8	This study
	15–23 × 9–12	1.7	Machado et al. (2014)
<i>L. hormozganensis</i>	19.8–22.7 × 11.8–13.2	1.8	This study
	19.6–23.4 × 11.7–13.3	1.7	Abdollahzadeh et al. (2010)
<i>L. jatrophicola</i>	23.6–28.5 × 11.0–14.8	1.9	This study
	22–26 × 14–17	1.6	Machado et al. (2014)
<i>L. pseudotheobromae</i>	25.3–29.6 × 14.7–16.8	1.8	This study
	25.5–30.5 × 14.8–17.2	1.7	Alves et al. (2008)
<i>L. theobromae</i>	24.5–28.2 × 13.3–15.1	1.8	This study
	23.6–28.8 × 13–15.4	1.9	Alves et al. (2008)

Dari beberapa spesies cendawan *Lasiodiplodia*, terdapat diantaranya merupakan cendawan patogen terhadap tanaman kakao, yakni salah satunya *L. theobromae* dan *L. pseudotheobromae* yang merupakan patogen penyebab penyakit busuk buah *Charcoal* pada kakao.

### 2.3.1 Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.

*Lasiodiplodia theobromae* (Sinonim: *Botryodiplodia theobromae*) yang secara ekonomi merupakan cendawan patogen penting pada berbagai komoditas tanaman perkebunan, hortikultura, dan pangan di wilayah tropis maupun subtropis. Patogen ini dapat menginfeksi tanaman dengan memanfaatkan luka atau jaringan nekrotik terutama pada organ tanaman yang berdaging atau berkayu. patogen ini dapat menyebabkan busuk buah, hawar daun, busuk ujung batang, gumosis, kanker batang dan mati ujung (Barkai-Golan 2001; Picos-Muñoz 2015; Rossmann et al. 2017; Karunanayake dan Adikaram 2020 as cited in Sandra et al., 2021). Penelitian sebelumnya yang dijelaskan oleh Netto et al. (2017) bahwa beberapa penyakit yang mempengaruhi produksi jambu mete, Penyakit Gumosis pada jambu mete yang disebabkan oleh *L. theobromae* dianggap menjadi salah satu penyakit penting dalam produksi jambu mete. *L. theobromae* juga diketahui menjadi penyebab kanker batang pada tanaman karet (Febbiyanti et al. 2019)

Penyebaran cendawan *L. theobromae* yang dijelaskan oleh Susanna et al. (2018) bahwa penyebaran infeksi *L. theobromae* umumnya melalui spora cendawan yang terbawa angin ataupun karena percikan air. Cendawan patogen tersebut mampu bertahan hidup pada tanaman yang telah mati dan juga hidup didalam tanah. Cendawan *L. theobromae* diketahui menjadi patogen yang bersifat polifag yakni memiliki kisaran inang yang luas, tanaman inang dari cendawan ini diantaranya jeruk (Retnosari et al., 2014, mangga (Khanzada 2005; 2005), karet (Pha et al. 2010), kakao (Twumasi et al. 2014), dan buah persik (Li et al. 2016) as cited in Susanna et al. (2018)

#### A. Klasifikasi Ilmiah *Lasiodiplodia theobromae*

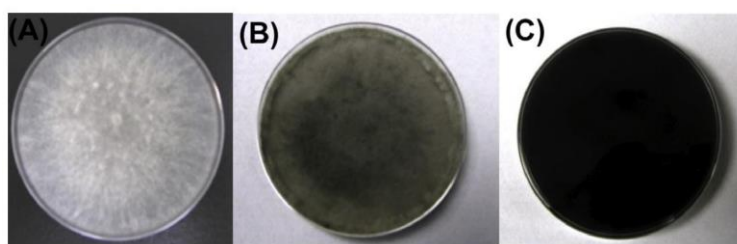
Secara geografis, cendawan *L. theobromae* hampir dapat dijumpai di seluruh penjuru dunia baik di daerah tropis maupun subtropis dan pada keadaan tertentu menjadi salah satu

dari famili Botryosphaeriaceae yang paling sering ditemukan. Berdasarkan informasi dari CABI (2019), adapun klasifikasi ilmiah dari cendawan *L. theobromae* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi  
Divisi : Ascomycota  
Kelas : Dothideomycetes  
Ordo : Botryosphaeriales  
Famili : Botryosphaeriaceae  
Genus : Lasiodiplodia  
Spesies : *Lasiodiplodia theobromae*

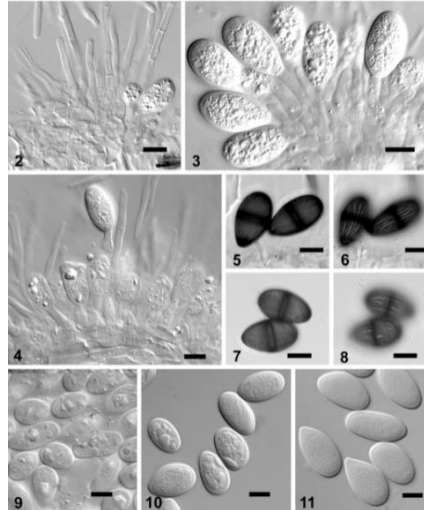
### B. Morfologi *Lasiodiplodia theobromae*

Koloni miselium cendawan *L. theobromae* memiliki laju pertumbuhan yang cepat. Karakteristik morfologi dari cendawan ini berupa miselium yang terbentuk pada media biakan umumnya berwarna putih pada umur muda dan berwarna coklat tua hingga hitam setelah beberapa hari, terbenam pada inang dan tumbuh keluar ketika dewasa.



**Gambar 4.** *L. theobromae* pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) pada suhu 24°C umur (A) 2 hari, (B) 10 hari, (C) 10 hari (tampak belakang) (Zhuang, 2014)

Hifa hialin, silinder dan bersepta, kadang-kadang bercabang dengan ujung membulat. Memiliki ukuran panjang sekitar 55  $\mu\text{m}$  dan lebar 3-4  $\mu\text{m}$ . sel-sel konidiogen hialin, berdinding tipis dan halus, berbentuk silindris, holoblastik. Konidia berbentuk subovoid (berbentuk telur dengan ujung menyempit) hingga ellipsoid-ovoid, ujungnya melebar dan bulat, berdinding sel tebal. Konidia yang masih muda hialin dan tidak bersepta, kemudian berubah menjadi berwarna coklat tua dan bersepta satu setelah lepas dari pycnidia, endapan melanin pada dinding bagian dalam menampilkan tampilan lurik pada konidia (Alves *et al.* 2008).



**Gambar 5.** Cendawan *L. theobromae* 2. Hifa. 3,4. Sel-sel konidiogen dan konidia muda. 5, 6, 7, 8. Konidia dewasa. 9, 10, 11. Konidia muda dan hialin. *Scale bar* = 10  $\mu$ m (Alves *et al.* 2008)

### 2.3.2 Cendawan *Lasiodiplodia pseudotheobromae* A.J.L. Phillips, A. Alves & Crous

*Lasiodiplodia pseudotheobromae* pertama kali dideskripsikan dari *Gmelina arborea* di Kosta Rika (Alves *et al.* 2008). Kemudian diisolasi dari berbagai bagian tanaman inang termasuk daun mati *Plukenetia volubilis* (Tennakoon *et al.* 2016), tunas dan cabang nekrotik *Mangifera indica* (Kwon *et al.* 2017), kelopak nekrotik buah kesemek (Nogueira *et al.* 2017), daun mati *Pandanus* sp. (Tibpromma *et al.* 2018), busuk buah *Dimocarpus longan* (Pipattanapuckdee *et al.* 2019) dan batang *Ormosia pinnata* (Li *et al.* 2020) (Gomdola, *et al.*, 2020).

*Lasiodiplodia pseudotheobromae* A.J.L. Phillips, A. Alves & Crous merupakan cendawan yang termasuk dalam famili Botryosphaeriaceae. Patogen ini pertama kali dideskripsikan pada tahun 2008 sebagai *cryptic species* dari cendawan *L. theobromae* kompleks. Cendawan patogen ini dibedakan dari *L. theobromae* berdasarkan analisis filogenetik beberapa isolat yang diperoleh dari berbagai inang (Bragard, *et al.*, 2022)

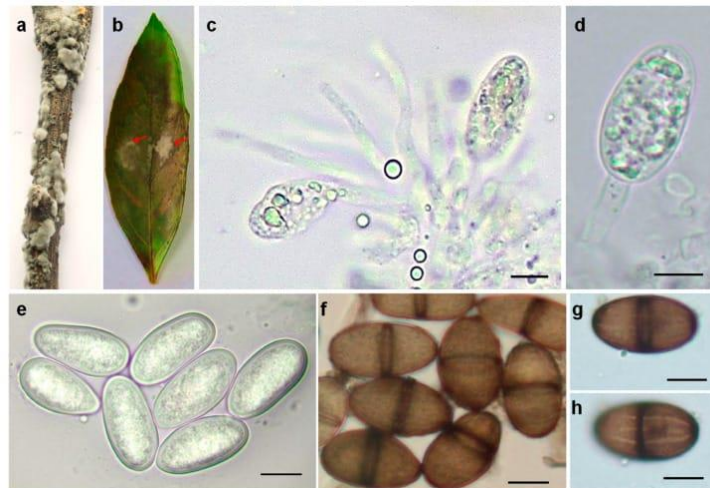
#### A. **Klasifikasi Ilmiah *Lasiodiplodia pseudotheobromae***

*Lasiodiplodia* mempunyai beragam spesies yang tersebar di seluruh dunia dengan tanaman inang yang beragam, salah satunya adalah *L. pseudotheobromae*. Berdasarkan informasi EPPO *Global Database* (EPPO, 2022), klasifikasi ilmiah *L. pseudotheobromae* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi  
 Divisi : Ascomycota  
 Kelas : Dothideomycetes  
 Ordo : Botryosphaeriales  
 Famili : Botryosphaeriaceae  
 Genus : *Lasiodiplodia*  
 Spesies : *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

## B. Morfologi *Lasiodiplodia pseudotheobromae*

Morfologi dari *L. pseudotheobromae* ini berupa koloni miselium yang berwarna putih dengan aerial miselium, tipis, dan halus. Setelah satu minggu, miselium berubah warna menjadi abu-abu pucat dengan pigmen gelap. Pycnidia berwarna coklat tua sampai hitam dan berbentuk globose, hifa hialin, berbentuk silinder, asepta, kadang-kadang bercabang, ujung bulat, dan timbul di antara sel-sel konidiogen. Sel konidiogen berbentuk hialin, halus, silindris, sedikit membulat di bagian pangkal. Konidia berbentuk ellipsoid, pada bagian pangkal membulat, melebar di bagian tengah, dan berdinding tebal. Konidia yang belum matang tidak berwarna, hialin, dan tidak bersekat, sedangkan konidia yang matang berwarna coklat tua, bersepta satu dengan lurik memanjang (Chen et al.,2021).



**Gambar 6.** Morfologi pycnidia, sel konidiogenous, dan konidia galur JX.1. (a) Pycnidia diinokulasi pada ranting jeruk yang telah diautoklaf. (b) Pycnidia diinokulasi pada daun jeruk. (c) Lapisan konidiogenous dengan parafisis. (d) Sel-sel konidiogenous yang berproliferasi secara bersamaan. (e) Hyalin dan konidia asepta. (f) Konidia bersepta dan berdinding gelap. (g, h) Konidium matang pada dua bidang fokus untuk menunjukkan garis-garis longitudinal. *Scale bar* = 10  $\mu$ m. (Chen et al.,2021).

### 2.4 Cendawan yang Berasosiasi dengan Kakao

Dalam pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (PHT), musuh alami memiliki peranan penting untuk menekan pertumbuhan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Salah satu musuh alami yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hayati adalah cendawan yang hidup pada jaringan tumbuhan dan berasosiasi dengan tumbuhan. Keberadaan cendawan tersebut dianggap mampu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan patogen yang menginfeksi tanaman.

Cendawan dapat diisolasi dari seluruh bagian tanaman mulai dari daun, batang, dan buah (Siegel dan Schardl, 1992; Ginting et al. 2013). Menurut Sriwati et al. (2015) populasi jamur pada tanaman kakao tertinggi diperoleh pada akar, kemudian selanjutnya pada daun, batang, dan buah. Populasi dan ragam cendawan endofit yang hidup pada bagian tanaman berbeda-beda tergantung pada varietas, umur tanaman, dan agroekosistem (Petrini, 1992; Clay, 2004; Tondoh 2012; Harni, et al. 2016)

Dari beberapa penelitian yang dilaporkan, Liswarni *et al.* (2018) hasil isolasi cendawan dari empat buah kakao didapatkan 47 isolat dengan variasi warna, bentuk maupun pertumbuhan koloni yang berbeda-beda. Hasil uji antagonis menunjukkan dari 47 isolat cendawan endofit dengan metode biakan ganda terdapat 8 isolat yang mampu menghambat perkembangan cendawan *P. Palmivora* hingga lebih dari 30 persen. Penelitian lain oleh Harni *et al.* (2016) hasil isolasi cendawan yang diisolasi dari daun, ranting, dan buah sehat kakao diperoleh sebanyak 269 isolat yang 29 isolat diantaranya memiliki daya hambat lebih dari 50% terhadap *Phytophthora palmivora*.