

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi pada negara tropis termasuk Indonesia. Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia yang berperan cukup penting sebagai penghasil devisa negara selain minyak dan gas (non migas). Berdasarkan data dari International Cocoa Organization (ICCO) pada 2021/2022, Indonesia termasuk pada peringkat ke-7 sebagai negara produsen kakao (Badan Pusat Statistik, 2023).

Ditinjau dari luas areal tanaman kakao dalam 5 tahun terakhir ini mengalami penurunan yang signifikan sebesar 11,79%. Pada tahun 2019 luas areal perkebunan kakao Indonesia tercatat 1,56 juta hektar, kemudian pada tahun 2023 turun menjadi 1,39 juta hektar. Penurunan luas areal perkebunan kakao tentu mempengaruhi hasil produksinya. Produksi kakao pada tahun 2023 sebanyak 650.600 ton mengalami penurunan 2,84% dibandingkan dengan produksi tahun 2022. Produksi kakao di Sulawesi Selatan pada tahun 2023 sebanyak 12,62% dari total keseluruhan panen kakao di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2023).

Permasalahan utama pada perkebunan kakao ialah adanya serangan hama dan penyakit yang dapat menghambat produksi kakao. Beberapa penyakit yang paling banyak menyerang ialah penyakit busuk buah yang disebabkan oleh infeksi cendawan yang mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada kuantitas dan kualitas panen buah kakao. Dampak dari infeksi tidak hanya mengurangi produktivitas tetapi dapat menyebabkan kerugian ekonomi (Azizah & Setiawina, 2021). Salah satu cendawan yang berasosiasi dengan gejala busuk buah ialah *Lasiodiplodia* sp. selain itu patogen lain yang dapat menyebabkan penyakit pada buah kakao yaitu *Phytophthora palmivora* cendawan ini juga dapat menyebabkan penyakit lain pada tanaman kakao seperti busuk buah, hawar daun, hawar pucuk, hawar bibit dan kanker batang (Sumpala, 2018).

Pada tanaman kakao, *Lasiodiplodia* sp. dapat menyebabkan busuk buah dan mati ranting (*dieback*), selain itu patogen ini hampir ditemukan pada berbagai bagian tanaman mulai dari ranting, batang, jaringan vaskular hingga buah. Kematian tanaman akan terjadi setelah penyakit berlangsung, pohon kakao akan perlahan-lahan layu, daun mulai mengering dan buah akan tetap menempel (Syam, 2022). Perkembangan penyakit terkait dengan faktor abiotik dan biotik. Faktor suhu dan kekeringan dapat mempengaruhi interaksi antara *L. theobromae* dengan tanaman inang. Kekeringan dapat terjadi akibat buruknya irigasi pada daerah budidaya selain itu kekeringan dapat terjadi akibat perubahan iklim (pemanasan global). Stres akibat kekeringan dapat membuat tanaman menjadi rentan untuk terinfeksi cendawan patogen sehingga terserang penyakit (Asman et al., 2024).

Lasiodiplodia sp. yang menyebabkan penyakit busuk buah telah dilaporkan di beberapa negara penghasil kakao, di antaranya ialah: Malaysia (Huda-Shakirah et al., 2022) dan Puerto Rico (Puig, 2023). Isolasi cendawan dari buah kakao yang terinfeksi dapat memberikan informasi penting mengenai cendawan yang akan

berpotensi merusak sehingga menyebabkan kerugian. Selain itu, dengan menguji patogenitas dari cendawan yang terisolasi, dapat diketahui sejauh mana cendawan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada buah kakao.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari wilayah tropis Amerika tengah dan Selatan. Kakao termasuk komoditas yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, sektor Perkebunan kakao berkontribusi terhadap devisa negara (Sumpala, 2018). Berdasarkan USDA Plants, klasifikasi kakao sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Division : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Malvales

Family : Sterculiaceae Vent.

Genus : *Theobroma* L.

Species : *Theobroma cacao* L.

Pada tahun 2019, produksi biji kakao mencapai 734,80 ribu ton namun seiring berjalannya waktu sampai tahun 2023, produksi biji kakao mencapai 632,12 ribu ton. Pada tahun 2023 produksi biji kakao provinsi Sulawesi Selatan sekitar 79,78 ribu ton atau 12,62%. Ditinjau dari segi manfaat, menurut Sari et al. (2015), pada kakao terdapat senyawa antioksidan alami yakni senyawa polifenol pada bijinya. Kandungan dari biji kakao berpotensi untuk menjadi bahan baku yang menyehatkan untuk berbagai produk dalam bentuk minuman coklat.

Perbanyakan tanaman kakao dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara generatif maupun vegetatif. Perbanyakan tanaman kakao secara generatif menggunakan benih atau biji dari buah kakao yang telah matang, kemudian biji di bersihkan dari pulp dan disemai (Sugiharti, 2016). Perbanyakan tanaman kakao secara vegetatif dapat dilakukan melalui stek (*cutting*), cangkok (*layering*), penyambungan (*grafting*), okulasi (*budding*), dan kultur jaringan. Beberapa dari teknik perbanyakan vegetatif dapat menghasilkan bibit dengan sifat genetik yang seragam dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu relatif cukup singkat (Siswanto & Simangunsong, 2023).

Tanaman kakao biasanya tumbuh dengan tinggi sekitar 4–8 m, batang yang lurus dan cabang yang menyebar. Buah kakao memiliki warna hijau ketika masih muda dan berwarna kuning atau oranye ketika sudah tua (Gambar 1). Bunga muncul secara berkelompok dari cabang dan batang dengan diameter bunga mencapai 1,5 cm. Di dalam buah kakao terdapat biji kakao yang diselubungi oleh *pulp*. Pada *pulp* 80–90% air dan 8–14% gula sehingga terdapat rasa manis pada *pulp*. Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah, jumlahnya beragam yaitu 20–50 butir perbuah (Zulputra, 2022). Pertumbuhan tanaman kakao memerlukan iklim tropis dengan kisaran suhu 20–30 °C dengan kelembapan yang cukup tinggi mulai dari

70% hingga 90%. Perkebunan kakao biasanya ada naungan sehingga kakao ideal tumbuh di tempat teduh sehingga sering ditanam dalam sistem agroforestry (Sugiharti, 2016).



Gambar 1. Pohon Kakao (Dokumentasi pribadi)

Klon merupakan bahan tanam yang diproduksi atau diperbanyak secara vegetatif, saat ini banyak klon kakao yang tersebar di masyarakat memiliki karakteristik yang berbeda. Beberapa klon yang tersebar di Sulawesi Selatan ialah S 01 & MCC 02 (Asman et al., 2024). Pada MCC-02 bentuk daun serta tekstur daunnya panjang & sekitar kasar sedangkan klon S-01 panjang dan halus. Sementara itu karakter morfologi buah klon MCC 02 berbentuk lonjong dan berwarna ungu, untuk morfologi buah klon S 01 berbentuk lancip dan berwarna ungu. Sedangkan untuk ketahanan terhadap hama dan penyakit pada klon menunjukkan keunggulan masing-masing, klon MCC 02 memiliki ketahanan terhadap penyakit busuk buah, *Vascular Streak Dieback* (VSD) dan hama Penggerek Buah Kakao (PBK) sedangkan klon S 01 hanya tahan terhadap penyakit VSD (Widiyani et al., 2022).

1.2.2 *Lasiodiplodia theobromae*

Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* atau dikenal juga dengan *Botryodiplodia theobromae* merupakan cendawan yang memiliki kisaran inang yang luas, inang dari cendawan tersebut seperti kakao, mangga, pepaya, jeruk, karet dan banyak lagi (Karunanayake & Adikaram, 2020). *L. theobromae* termasuk cendawan patogen penting yang merusak berbagai jenis pertanaman di daerah tropis serta daerah subtropis, cendawan patogen menginfeksi tanaman melalui luka atau jaringan yang telah mati terutama pada bagian tanaman yang berdaging atau berkayu seperti busuk buah & hawar (Wolagole et al., 2023). Sejauh ini *L. theobromae* dilaporkan dapat menyerang sebanyak 666 dari 749 inang yang dilaporkan untuk genus *Lasiodiplodia* (Batista et al., 2021).

Penyakit yang disebabkan oleh *L. theobromae* dapat menjadi parah terkait dengan tekanan stres biotik dan abiotik (Biju et al., 2021). Kekeringan di daerah budidaya yang diakibatkan oleh suhu yang tinggi, irigasi yang buruk atau seperti

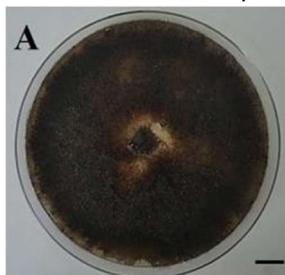
pupuk yang tidak seimbang, bisa juga terkait dengan pemanasan global serta perubahan iklim dapat mempengaruhi interaksi antara tanaman inang dan *L. theobromae* sehingga tanaman lebih rentan terhadap infeksi *L. theobromae* (Asman et al., 2024). Cendawan ini merupakan patogen laten, periode latensi dari *L. theobromae* menjadi panjang akibat stress kekeringan sehingga tanaman pada fase awal inokulasi tampak sehat (Biju et al., 2021).

Penyakit yang disebabkan oleh *L. theobromae* ini bisa menyebabkan kematian pada tanaman sehingga dapat mempengaruhi produksi (Musdalifa et al., 2021). *L. theobromae* merupakan patogen yang infeksinya melalui luka tidak secara langsung salah satunya disebabkan oleh pemangkasan pada pohon kakao atau serangan *Helopeltis* spp.. Penyakit busuk buah kakao ditandai dengan bercak yang akan meluas pada permukaan buah, perubahan warna menjadi coklat kehitaman dimulai dari dekat tangkai ujung buah. Perkembangan bercak cukup cepat sehingga dalam waktu beberapa hari seluruh permukaan dan isi buah menjadi busuk (Salvatore et al., 2020).



Gambar 2. Gejala *Lasiodiplodia* sp. (Puig, 2023)

Koloni awal dari *L. theobromae* perkembangan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) menunjukkan miselium berwarna putih, kemudian berubah menjadi abu gelap lama kelamaan hitam setelah 4–6 hari masa inkubasi, isolat akan memenuhi cawan petri (Moreira-Morrillo et al., 2021). Pikhidia berwarna hitam tersebar dan ditutup oleh miselium dengan ukuran $210 \mu\text{m} \times 150 \mu\text{m}$ (Febbiyanti, 2017). Hifa membentuk konidiofor kemudian menghasilkan konidia, konidia tidak bersekat, panjang konidia $19\text{--}34 \mu\text{m}$ dan lebar konidia $11\text{--}16 \mu\text{m}$ (Arfani et al., 2013).



Gambar 3. Koloni *Lasiodiplodia* sp., pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Moreira-Morrillo et al., 2021)

Pengendalian penyakit yang disebabkan oleh *L. theobromae* dapat dimulai dari kultur teknis seperti pemangkasan, pemupukan, melakukan sanitasi yang memadai di seluruh area perkebunan, pemilihan waktu tanam dan menggunakan klon tahan, klon-klon yang telah diuji dan rekomendasi dari pemerintah serta lembaga penelitian (Asman, 2018). Alternatif lain pengendalian penyakit ialah pengendalian biologis dengan menggunakan cendawan antagonis. Cendawan *Trichoderma asperellum*, *T. harzianum*, *T. viridae* dapat menghambat cendawan patogen pada uji antagonisme (*dual culture*). Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni cendawan antagonis pada uji antagonisme (*dual culture*) merupakan indikasi dari aktivitas antibiosis. Cendawan antagonis juga bersaing dengan cendawan patogen untuk mendapatkan sumber nutrisi serta ruang tumbuh sehingga mengurangi peluang dari patogen untuk berkembang (Moreira-Morrillo et al., 2021).

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui patogenitas cendawan *Lasioidiplodia* sp. yang berasosiasi dengan gejala busuk buah kakao. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jenis cendawan serta patogenitasnya dalam menyebabkan penyakit busuk buah kakao.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah diduga cendawan yang diperoleh dari isolasi buah yang bergejala merupakan *Lasioidiplodia* sp. dan memiliki tingkat patogenitas yang tinggi.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlokasi di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar dan dilaksanakan pada bulan November 2024–Februari 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu cawan Petri, *Erlenmeyer*, oven, LAF (*Laminar Air Flow*), *aluminium foil*, *plastic wrap*, *hot plate*, kertas saring, wajan, autoklaf, bunsen, spatula, jarum preparat, *cork borer*, tube, korek, gunting, *cutter* dan ATK.

Bahan yang digunakan ialah kentang, gula, agar-agar bening, akuades, tisu, alkohol 70%, *Chloramphenicol*, isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., isolat *Phytophthora palmivora*, daun muda kakao klon S2 dan buah kakao sehat klon S2.

2.3 Prosedur Kerja

2.3.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada klon S2 yang bergejala busuk buah diduga disebabkan oleh *Lasiodiplodia* sp. di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Buah bergejala diambil kemudian dilakukan isolasi untuk mendapatkan isolat cendawan.

2.3.2 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Pembuatan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dilakukan dengan cara mengupas kentang kemudian dicuci bersih dan ditimbang sebanyak 200 g. Kentang dimasak dengan akuades hingga mendidih kemudian ekstrak kentang dicampurkan dengan agar-agar sebanyak 20 g dan gula sebanyak 14 g pada *Erlenmeyer* yang kemudian ditutup menggunakan *aluminium foil* dan direkatkan menggunakan *plastic wrap*, selanjutnya akan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C. (Aulia et al., 2025). Setelah di autoklaf, *chloramphenicol* dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* yang berisi media sebelum dilakukan penuangan pada cawan petri sebagai antibiotik guna untuk menghindari terjadinya kontaminan pada media PDA kemudian media dituang pada cawan petri untuk digunakan.

2.3.3 Isolasi Cendawan dan Pemurnian Isolat Cendawan

Cendawan diisolasi dari buah kakao yang menunjukkan gejala terserang penyakit busuk buah. Buah kakao yang bergejala akan dipotong pada bagian kulitnya dengan panjang 1 cm, potongan buah direndam pada tube yang berisi alkohol 70% selama 3 menit kemudian dibilas pada tube yang berisi aquades steril sebanyak 3 kali masing-masing selama 1 menit. Potongan buah tersebut diletakkan pada cawan petri yang berisi media PDA sebanyak 3 potong kemudian diinkubasi selama beberapa hari pada suhu ruang. Setelah beberapa hari cendawan yang tumbuh akan dimurnikan.

Isolat cendawan yang telah diperoleh dari isolasi buah yang terserang penyakit kemudian dimurnikan. Pemurnian dilakukan dengan cara memindahkan miselium cendawan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA dengan menggunakan jarum preparat kemudian diinkubasi selama beberapa hari hingga konidia cendawan terbentuk dan siap digunakan untuk pengujian.

2.3.4 Uji Patogenitas Beberapa Cendawan Secara *In Vitro* pada Daun Muda Kakao

Uji patogenitas beberapa cendawan dilakukan untuk mengidentifikasi isolat cendawan yang agresif pada daun kakao. Uji daun dilakukan dengan menggunakan daun kakao muda yang dipanen dari pohon kakao klon S2. Berdasarkan metode Bailey et al. (2005), daun digunakan pada pengujian ini adalah daun muda kakao bagian ketiga daun masih berwarna hijau muda dan belum mengeras. Daun dipotong berbentuk bulat kemudian ditempatkan kedalam cawan Petri yang berisi kertas filter Whatman no. 40 yang telah direndam dengan aquades steril. Inokulasi dilakukan dengan cara isolat cendawan di *Cork borer* kemudian di pindahkan kedalam cawan petri yang berisi daun & kertas saring, ditempatkan dibagian atas kanan samping tulang daun dan ditutup lalu diinkubasi. Untuk kontrol dilakukan dengan cara yang sama, cawan Petri diisi dengan PDA steril. Perlakuan sebanyak 17 dengan masing-masing 4 ulangan dengan rincian kode isolat sebagai berikut : Kontrol, *Lasiodiplodia* sp. B1, *Lasiodiplodia* sp. B2, *Lasiodiplodia* sp. B3, *Lasiodiplodia* sp. B4, *Lasiodiplodia* sp. B5, *Lasiodiplodia* sp. B6, *Lasiodiplodia* sp. B7, *Lasiodiplodia* sp. B8, *Lasiodiplodia* sp. B9, *Lasiodiplodia* sp. B10, *Lasiodiplodia* sp. B11, *Lasiodiplodia* sp. B12, *Lasiodiplodia* sp. *Lasiodiplodia* sp. B13, *Lasiodiplodia* sp. B14, *Lasiodiplodia* sp. B15 dan *P. palmivora*.

Parameter pengujian berupa persentase lesi yang disebabkan setiap isolat, pengamatan dilakukan hingga 2 hari setelah inokulasi, perkembangan nekrosis diamati pada lamina atau helai daun dan tulang daun utama yang nantinya akan dicatat dalam bentuk persen (%).

2.3.5 Uji Patogenitas Beberapa Cendawan Secara *In Vitro* pada Buah Muda Kakao (Uji *Detached Pod*)

Uji patogenitas dilakukan menggunakan isolat cendawan yang agresif pada pengujian daun muda sebelumnya, pengujian dilakukan dengan 2 metode yakni : pelukaan jaringan pada buah dan non pelukaan jaringan. Pada pengujian metode pelukaan buah kakao klon S2 yang sehat terlebih dahulu disterilkan menggunakan alkohol 70% dan dibilas menggunakan akuades. Pada buah kakao dibuat lubang \pm 0,5 cm menggunakan *cork borer*, kemudian inokulasi dilakukan dengan memindahkan potongan media PDA yang berisi cendawan ke dalam jaringan buah kakao yang telah dilukai dan kemudian lubang ditutup menggunakan *plastic wrap* dan disimpan pada plastik cetik yang berisi tisu yang sudah dibasahi untuk menjaga kelembabannya.

Pengujian metode non pelukaan dilakukan dengan menggunakan klon kakao yang sama pada metode sebelumnya. Buah kakao disterilkan menggunakan alkohol 70% dan dibilas menggunakan aquades. Inokulasi dilakukan pada permukaan buah yang tidak dilakukan pelukaan kemudian ditutup menggunakan *plastic wrap* kemudian diinkubasi. Perlakuan sebanyak 8 dengan masing-masing 4 ulangan dengan rincian kode isolate sebagai berikut : Kontrol, *Lasiodiplodia* sp. B1, *Lasiodiplodia* sp. B5, *Lasiodiplodia* sp. B7, *Lasiodiplodia* sp. *Lasiodiplodia* sp. B9, *Lasiodiplodia* sp. B10, *Lasiodiplodia* sp. B13 dan *P. palmivora*

Buah kakao diinkubasi pada suhu ruang dan pengamatan dilakukan setiap 24 jam hingga bercak memenuhi buah kakao sesudah inokulasi dengan mengukur persentase bercak. Berdasarkan (Minimol et al., 2020), persentase bercak pada permukaan buah kakao dapat dihitung menggunakan rumus :

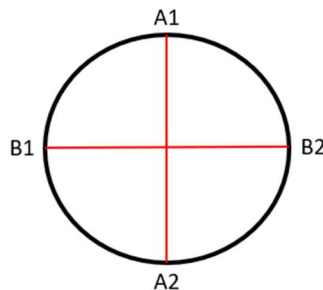
$$\text{Persentase luas lesi} = \frac{\text{Panjang rata-rata lesi} \times \text{Lebar rata-rata lesi}}{\text{Panjang buah} \times \text{Lebar buah}} \times 100$$

2.3.6 Uji Suhu Pertumbuhan Optimal Cendawan Secara *In Vitro*

Suhu optimal pertumbuhan dari cendawan ditentukan dengan melakukan pengujian dalam berbagai suhu. Isolat yang telah diperoleh akan dipindahkan ke media PDA yang baru, miselium cendawan dipindahkan menggunakan *cork borer* kemudian cendawan ditempatkan ditengah-tengah media, setelah dipindahkan pada media kemudian diinkubasi pada suhu 25°C, 30°C, 35°C dan 40°C. Perlakuan sebanyak 16 dengan masing-masing 4 ulangan dengan rincian kode isolat sebagai berikut : *Lasiodiplodia* sp. B1, *Lasiodiplodia* sp. B2, *Lasiodiplodia* sp. B3, *Lasiodiplodia* sp. B4, *Lasiodiplodia* sp. B5, *Lasiodiplodia* sp. B6, *Lasiodiplodia* sp. B7, *Lasiodiplodia* sp. B8, *Lasiodiplodia* sp. B9, *Lasiodiplodia* sp. B10, *Lasiodiplodia* sp. B11, *Lasiodiplodia* sp. B12, *Lasiodiplodia* sp. B13, *Lasiodiplodia* sp. B14, *Lasiodiplodia* sp. B15 dan *P. palmivora*

Parameter pengamatan pada uji suhu yakni diameter koloni diukur setiap 24 jam hingga cawan petri penuh. Suhu pertumbuhan optimal akan ditentukan sebagai suhu yang menghasilkan laju pertumbuhan miselium maksimal.

Laju pertumbuhan miselium maksimal dapat digitung menggunakan rumus sebagai berikut :



$$A = \frac{A1+A2}{2}, \quad B = \frac{B1+B2}{2}$$

$$\text{Jadi, } G = \frac{A+B}{2}$$

Keterangan :

G : Pertumbuhan miselium maksimal

A : Perumbuhan miselium secara vertikal

B : Pertumbuhan miselium secara horizontal

2.3.7 Identifikasi Morfologi

Identifikasi cendawan akan dilakukan berdasarkan dari karakteristik koloni dan morfologi secara mikroskopis. Sumber inokulum yang digunakan adalah isolat *L. theobromae* yang berasal dari buah yang agresif dalam menimbulkan gejala pada uji daun. Untuk pengamatan mikroskopis, cendawan diambil secara aseptis menggunakan jarum preparat dan diletakkan di atas permukaan kaca preparat kemudian ditutup menggunakan *deglass*. Konidium muda dan dewasa dari isolat *L. theobromae* diamati menggunakan kamera mikroskop *compound* dan dipotret menggunakan mikroskop digital. Identifikasi dilakukan mengacu pada buku Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species edisi II oleh Tsuneo Watanabe (2002).

2.3.8 Reisolasi Cendawan

Lasiodiplodia sp. diisolasi kembali dari buah kakao yang bergejala pada akhir percobaan, cendawan diidentifikasi kembali menggunakan karakter morfologi koloni. Buah kakao yang bergejala akan dipotong dengan panjang 1 cm kemudian potongan buah direndam pada tube yang berisi alkohol 70% selama 3 menit kemudian dibilas pada tube yang berisi akuades steril sebanyak 3 kali masing-masing 1 menit. Potongan buah tersebut diletakkan pada cawan Petri yang berisi media PDA sebanyak 3 potong kemudian diinkubasi selama beberapa hari.

2.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan ANOVA, disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan taraf kesalahan 5% dan dilanjutkan dengan uji *Tukey HSD* dan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Seluruh data dianalisis menggunakan Microsoft excel dan IBM SPSS versi 26.0.


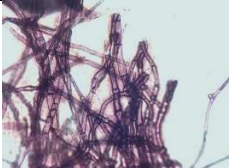
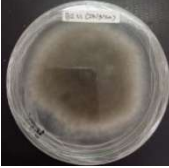



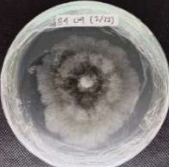


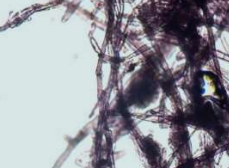


BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN

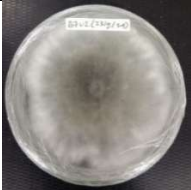













3.1 Hasil

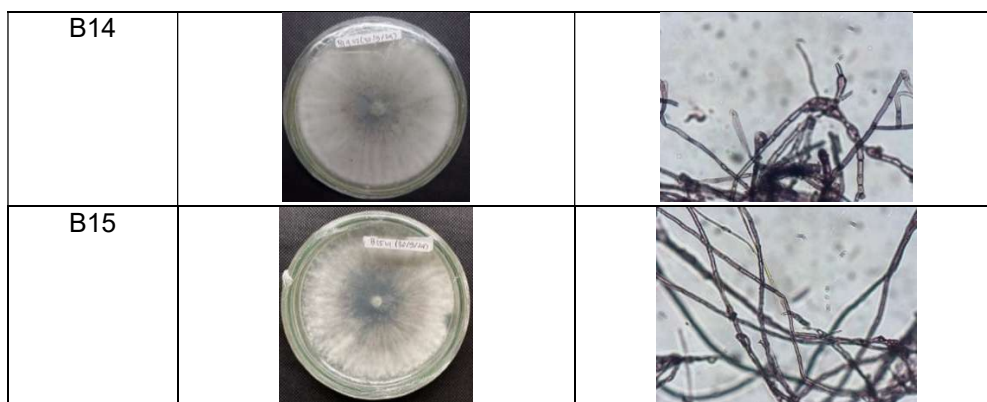
3.1.1 Karakteristik Isolat Cendawan yang Di Isolasi pada Buah Bergejala

Secara makroskopis koloni awal berwarna putih, lama kelamaan akan berubah menjadi abu-abu akhirnya menjadi hitam keabu-abuan hingga hitam pekat. Kumpulan miseliumnya terlihat seperti kapas dan agak menggumpal di bagian tengah media. Hifanya bersekat dan bercabang.

Tabel 1. Isolat-isolat cendawan yang berasosiasi dengan gejala busuk buah kakao.

Kode Isolat	Foto Makroskopis	Foto Mikroskopis
B1		
B2		
B3		
B4		
B5		
B6		

B7		
B8		
B9		
B10		
B11		
B12		
B13		



3.1.2 Uji Patogenitas Beberapa Cendawan Secara *In Vitro* pada Daun Muda Kakao

Pengujian daun muda kakao dilakukan terhadap 15 isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp. dan 1 isolat *Phytophthora palmivora*. Pengujian ini dilakukan dengan melihat perkembangan gejala nekrosis pada lamina daun dan tulang utama daun. Pengujian ini bertujuan untuk melihat patogenitas isolat cendawan terhadap daun kakao.

3.1.2.1 Persentase Perkembangan Gejala Nekrosis Uji

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa gejala nekrosis (bercak) pada lamina daun, isolat *Lasiodiplodia* sp. menunjukkan gejala paling banyak dibandingkan dengan isolat *P. palmivora*, isolat *P. palmivora* tidak menunjukkan gejala nekrosis.

Pada data yang di dapatkan dari pengujian daun menggunakan 16 isolat yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam anova menggunakan taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentase perkembangan gejala nekrosis. Hasilnya disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Rata-rata persentase perkembangan gejala nekrosis isolat cendawan cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada lamina daun

Isolat	Perkembangan Nekrosis (%)	
	24 Jam	48 Jam
Kontrol	0 ^a	0 ^a
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B1	3,3 ^a	87,5 ^f
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B2	5,9 ^a	68,7 ^{def}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B3	0 ^a	25 ^{ab}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B4	6,8 ^a	20 ^{ab}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B5	9,3 ^a	62,5 ^{def}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B6	4,6 ^a	40,6 ^{bcd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B7	11,2 ^a	68,7 ^{def}

<i>Lasiodiplodia</i> sp. B8	1 ^a	30 ^{bc}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B9	37,5 ^b	62,5 ^{def}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B10	31,2 ^b	81,2 ^{ef}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B11	0,7 ^a	75 ^{ef}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B12	1,5 ^a	45 ^{bcd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B13	0 ^a	90 ^f
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B14	3,3 ^a	76,2 ^{ef}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B15	3,8 ^a	56,2 ^{cde}
<i>P. palmivora</i>	0 ^a	0 ^a
Uji Anova	**	**

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji lanjut pada uji patogenitas buah muda kakao.

Hasil uji pada tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada pengamatan 24 jam dan 48 jam antara perlakuan cendawan *Lasiodiplodia* sp., *P. palmivora* dan perlakuan kontrol. Pada pengamatan 24 jam patogenitas terendah yaitu isolat B8 dengan tingkat patogenitas 1%, sedangkan isolat B9 memiliki tingkat patogenitas tertinggi dengan 37,5%. Sedangkan, pada pengamatan 48 jam isolat B4 menunjukkan tingkat patogenitas yang rendah sebesar 20% dan isolat B13 memiliki tingkat patogenitas tertinggi dengan 90%.

3.1.2.2 Persentase Perkembangan Gejala Nekrosis Uji Daun pada Tulang Daun Utama

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa gejala nekrosis (bercak) pada lamina daun, isolat *Lasiodiplodia* sp. menunjukkan gejala paling banyak dibandingkan dengan isolat *Phytophthora palmivora*, isolat *Phytophthora palmivora* tidak menunjukkan gejala nekrosis.

Pada data yang telah di dapat dari pegujian patogenitas pada daun muda menggunakan 16 isolat yang kemudian di analisis menggunakan sidik ragam anova pada taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentasi perkembangan gejala nekrosis. Hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Rata-rata persentase perkembangan gejala nekrosis isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada tulang daun utama.

Isolat	Perkembangan Nekrosis (%)	
	24 Jam	48 Jam
Kontrol	0 ^a	0 ^a
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B1	1,2 ^a	97,5 ^{fg}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B2	3 ^a	71,2 ^{de}

<i>Lasiodiplodia</i> sp. B3	4,6 ^a	26,2 ^b
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B4	6,2 ^a	55 ^{cd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B5	18,1 ^{bc}	61,2 ^{cd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B6	2,5 ^a	46,2 ^{bc}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B7	2,5 ^a	87,5 ^{efg}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B8	5,3 ^{bc}	52,5 ^{cd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B9	57,5 ^d	100 ^g
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B10	29 ^c	85 ^{efg}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B11	0,7 ^a	75 ^{def}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B12	1,5 ^a	53,3 ^{cd}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B13	0 ^a	85 ^{efg}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B14	20,3 ^{bc}	75 ^{def}
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B15	9,3 ^{ab}	70 ^{de}
<i>P. palmivora</i>	0 ^a	0 ^a
Uji Anova	**	**

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji lanjut pada uji patogenitas buah muda kakao.

Hasil uji pada tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap pengamatan 24 jam dan 48 jam di antara perlakuan isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., *P. palmivora* dan perlakuan kontrol. Pada pengamatan 24 jam patogenitas terendah yaitu isolat B11 dengan tingkat patogenitas 0,7% sedangkan isolat B9 memiliki tingkat patogenitas tertinggi yaitu 57,5%. Sedangkan, pada pengamatan 48 jam isolat B3 tingkat patogenitasnya sangat rendah hanya 26,2% sedangkan isolat B9 mencapai tingkat patogenitas maksimal yaitu 100% yang artinya seluruh permukaan tulang daun utama terdapat nekrotik (bercak).

3.1.3 Uji Patogenitas Beberapa Cendawan Secara *In Vitro* pada Buah Muda Kakao (Uji *Detached Pod*)

Pengujian suhu dilakukan terhadap 8 isolat dan 1 isolat kontrol. Isolat yang digunakan pada uji buah muda kakao ialah isolat yang patogenitasnya tinggi saat uji patogenitas pada daun muda kakao. Pengujian ini menggunakan 2 metode yakni metode pelukaan pada buah dan metode non pelukaan pada buah. Pengujian ini bertujuan untuk melihat patogenitas isolat cendawan pada buah muda kakao.

3.1.3.1 Uji *Detached Pod* Metode Non Pelukaan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa gejala nekrosis (bercak) pada buah kakao.

Perkembangan nekrosis yang disebabkan oleh isolat *Lasiodiplodia* sp. lebih pesat dibandingkan dengan isolat *P. palmivora*.

Pada data yang telah didapatkan dari pegujian patogenitas cendawan dengan menggunakan 7 isolat dan 1 perlakuan kontrol yang kemudian di analisis menggunakan ANOVA pada taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa perbedaan yang nyata terhadap persentase pertumbuhan gejala nekrotik. Hasilnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Rata-rata persentase perkembangan gejala nekrotik pada buah menggunakan isola cendawan *Lasiodiplodia* sp., *P. palmivora* dan perlakuan kontrol metode non pelukaan

Perlakuan	Perkembangan Gejala Nekrosis (%)						
	24 Jam	48 Jam	72 jam	96 jam	120 Jam	144 jam	168 jam
Kontrol	0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
B1	0	0,6 ^b	4,3 ^c	6 ^c	18,4 ^c	25 ^c	25 ^c
B5	0	0 ^a	0,05 ^a	0,1 ^{ab}	0,8 ^a	0,8 ^a	0,8 ^a
B7	0	0 ^c	0,6 ^{ab}	1,2 ^{ab}	5 ^{ab}	5 ^{ab}	16,6 ^{ab}
B9	0	0,5 ^{bc}	1,3 ^{abc}	2,3 ^{bc}	8,9 ^{abc}	8,9 ^{abc}	19 ^{abc}
B10	0	0,4 ^{bc}	0,8 ^{abc}	1,6 ^{ab}	3 ^a	3 ^a	4,9 ^a
B13	0	0,5 ^{bc}	2 ^c	4,0 ^c	15,5 ^{bc}	15,5 ^{bc}	19,8 ^{bc}
PHY	0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Uji Anova		**	**	**	**	**	**

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Tukey, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut Tukey.

Hasil pada tabel 4, pengamatan 24 jam tidak ada perkembangan gejala nekrosis pada buah kakao. Pengamatan selanjutnya didapatkan perkembangan gejala nekrosis walaupun masih sedikit sedangkan isolat *P. palmivora* tidak menunjukkan gejala. Isolat B1 menunjukkan gejala nekrosis paling tinggi dengan rata-rata nekrosis hingga 25% sedangkan isolat B5 menunjukkan gejala nekrosis yang paling rendah dengan rata-rata nekrosis hanya 0.8%.

3.1.3.2 Uji *Detached Pod* Metode Pelukaan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa gejala nekrosis (bercak) pada buah kakao. Perkembangan nekrosis yang disebabkan oleh isolat *Lasiodiplodia* sp. lebih pesat dibandingkan dengan isolat *P. palmivora*.

Pada data yang telah didapatkan dari pegujian patogenitas cendawan dengan menggunakan 7 isolat dan 1 perlakuan kontrol yang kemudian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa perbedaan yang nyata terhadap persentase pertumbuhan gejala nekrotik. Hasilnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Rata-rata persentase perkembangan gejala nekrotik pada buah menggunakan isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., *P. palmivora* dan perlakuan kontrol metode pelukaan

Perlakuan	Perkembangan Gejala Nekrosis (%)						
	24 Jam	48 Jam	72 jam	96 jam	120 Jam	144 jam	168 jam
Kontrol	0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
B1	0	1,5 ^b	6,9 ^b	17,5 ^c	20,4 ^b	25 ^c	25 ^c
B5	0	0,01 ^a	0,1 ^a	0,5 ^{ab}	13,4 ^{ab}	13,4 ^{abc}	17,8 ^{bc}
B7	0	0 ^a	0,4 ^a	3,3 ^{ab}	4,7 ^{ab}	13,3 ^{abc}	13,6 ^{bc}
B9	0	0 ^a	0,1 ^b	0,4 ^{ab}	1,7 ^a	5,8 ^{ab}	9,7 ^{ab}
B10	0	0,6 ^{ab}	1,9 ^a	6,3 ^b	15,8 ^{ab}	19 ^{bc}	18,7 ^{bc}
B13	0	0,5 ^a	1,7 ^a	3,1 ^{ab}	9,2 ^{ab}	15 ^{abc}	23,3 ^c
PHY	0	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Uji Anova		**	**	**	**	**	**

Hasil pada tabel 5 menunjukkan pengamatan 24 jam tidak ada perkembangan gejala nekrosis pada buah kakao. Pengamatan selanjutnya didapatkan perkembangan gejala nekrosis walaupun masih sedikit sedangkan isolat *P. palmivora* tidak menunjukkan gejala. Isolat B1 menunjukkan gejala nekrosis paling tinggi dengan rata-rata nekrosis hingga 25% sedangkan isolat B9 menunjukkan gejala nekrosis yang paling rendah dengan rata-rata nekrosis hanya 9.7%.

3.1.4 Uji Suhu Pertumbuhan Optimal Cendawan Secara *In Vitro*

Pengujian suhu dilakukan terhadap 15 isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp. dan 1 isolat *P. palmivora*. Pengujian ini dilakukan dengan melihat pertumbuhan miselium cendawan di dalam cawan Pertri yang tumbuh dalam berbagai suhu. Pengujian ini bertujuan untuk melihat suhu pertumbuhan optimal isolat cendawan.

3.1.4.1 Pertumbuhan Cendawan pada Suhu 25°C

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa pertumbuhan miselium. Pertumbuhan miselium isolat *Lasiodiplodia* sp. lebih cepat dibandingkan dengan isolat *P. palmivora*.

Pada data yang telah didapatkan dari pegujian suhu pertumbuhan cendawan menggunakan 16 isolat yang kemudian di analisis menggunakan sidik ragam anova pada taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentasi pertumbuhan miselium. Hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 6. Rata-rata persentase perkembangan miselium isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada suhu 25°C.

Isolat	Perkembangan Miselium (mm)		
	24 Jam	48 Jam	72 Jam
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B1	14,3 ^{bcd}	41,7 ^{gh}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B2	15,1 ^{bcd}	41,9 ^{gh}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B3	4,5 ^a	13,6 ^a	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B4	12,6 ^b	33,9 ^{bcd}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B5	12,8 ^{bc}	37,9 ^{def}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B6	13,5 ^{bcd}	39,2 ^{efg}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B7	16,4 ^{cd}	43,8 ^{cde}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B8	15,9 ^{bcd}	35,4 ^h	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B9	17,1 ^d	30,9 ^{cde}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B10	13,8 ^{bcd}	40,5 ^b	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B11	13,9 ^{bcd}	36,1 ^{fgh}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B12	13,7 ^{bcd}	36,1 ^{cde}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B13	13,1 ^{bc}	37,6 ^{def}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B14	12,3 ^b	36,4 ^{cde}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B15	12,3 ^b	33 ^{bc}	45
<i>P. palmivora</i>	14,5 ^{bcd}	35,8 ^{cde}	45
Uji Anova	**	**	

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji lanjut pada uji patogenitas buah muda kakao.

Hasil uji pada tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada pengamatan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam antara perlakuan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora*. Pada pengamatan 24 jam, isolat B3 tingkat pertumbuhan miseliumnya sangat rendah dengan rata-rata pertumbuhan 2 mm sedangkan isolat B7 dan B9 pertumbuhan tertinggi dengan rata-rata pertumbuhan miselium 4.1 mm. Pada pengamatan 48 jam, isolat B3 memiliki tingkat pertumbuhan miselium terendah dengan rata-rata 3.6 mm sedangkan isolat B8 tingkat pertumbuhan miseliumnya tertinggi dengan rata-rata 6.8 mm. Pada pengamatan hari ke-3 (72 jam) semua miselium isolat telah memenuhi cawan petri.

3.1.4.2 Pertumbuhan Cendawan pada Suhu 30°C

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa pertumbuhan miselium. Laju pertumbuhan miselium isolat *Lasiodiplodia* sp. hampir sama dengan isolat *P. palmivora*.

Pada data yang telah didapatkan dari pegujian suhu pertumbuhan cendawan menggunakan 16 isolat yang kemudian di analisis menggunakan sidik ragam anova pada taraf 5%, menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentasi pertumbuhan miselium. Hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Rata-rata persentase perkembangan miselium isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada suhu 30°C.

Isolat	Perkembangan Miselium (mm)		
	24 Jam	48 Jam	72 Jam
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B1	20 ^{abcd}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B2	23 ^{def}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B3	19,3 ^{abc}	37 ^{ab}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B4	25,1 ^f	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B5	28,9 ^g	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B6	24,8 ^f	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B7	24,3 ^{ef}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B8	20 ^{abcd}	38,9 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B9	18,9 ^{ab}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B10	18,1 ^a	40,6 ^{cd}	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B11	21,8 ^{bcde}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B12	19,2 ^{ab}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B13	22,3 ^{cdef}	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B14	17,8 ^a	45 ^e	45
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B15	20,6 ^{abcd}	45 ^e	45
<i>P. palmivora</i>	19,1 ^{ab}	34,7 ^a	45
Uji Anova	**	**	

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji lanjut pada uji patogenitas buah muda kakao.

Hasil uji pada tabel 7 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada pengamatan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam antara perlakuan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora*. Pada pengamatan 24 jam, isolat B14 pertumbuhan miseliumnya sangat sedikit dengan rata-rata 17,8 mm sedangkan isolat B5 dengan pertumbuhan tertinggi yakni 28,9 mm. Pada pengamatan 48 jam, pertumbuhan miselium dari sebagian besar perlakuan telah mengalami pertumbuhan maksimal di dalam cawan kecuali isolat B3, B8, B10 dan PHY. Pada 72 jam semua miselium isolat telah memenuhi cawan petri.

3.1.4.3 Pertumbuhan Cendawan pada Suhu 35°C

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa pertumbuhan miselium. Pertumbuhan miselium isolat *Lasiodiplodia* sp. lebih cepat dibandingkan dengan isolat *P. palmivora*.

Pada data yang telah didapatkan dari pegujian suhu pertumbuhan cendawan menggunakan 16 isolat yang kemudian di analisis menggunakan sidik ragam anova pada taraf 5%, menunjukan hasil bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentasi pertumbuhan miselium. Hasilnya disajikan pada tabel berikut:

Tabel 8. Rata-rata persentase perkembangan miselium isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada Suhu 35°C

Isolat	Perkembangan Miselium (mm)						
	24 Jam	48 Jam	72 jam	96 jam	120 Jam	144 jam	168 jam
B1	12,9 ^{de}	19 ^c	27,5 ^c	34,8	41,6	45	45
B2	14,6 ^{ef}	23,2 ^{de}	30,9 ^d	36,3	40,4	45	45
B3	15,8 ^f	24,4 ^e	32,1 ^d	38,6	42,8	45	45
B4	4 ^{bc}	4,7 ^b	7,2 ^a	15,1	21	26,4	34,5
B5	19,2 ^g	28,6 ^f	38,8 ^e	43,36	45	45	45
B6	4,5 ^{bc}	5,5 ^b	11,8 ^b	21,4	27,3	31,6	40,2
B7	16,3 ^f	30,5 ^f	45 ^f	45	45	45	45
B8	11,5 ^d	21,4 ^d	31,1 ^d	43,1	43,1	45	45
B9	13,3 ^{de}	21,5 ^d	30,8 ^d	37,4	42,4	45	45
B10	3,5 ^b	4,8 ^b	9,3 ^a	21,4	21,4	26,6	34
B11	4,2 ^{bc}	4,7 ^b	7,6 ^a	13,7	18,5	24,8	35
B12	11,8 ^d	21,2 ^d	32,6 ^d	41,4	45	45	45
B13	6,2 ^c	6,4 ^b	8,1 ^a	15,5	20,9	26,7	37,2
B14	3,2 ^c	4,4 ^b	7,8 ^a	14,7	22,7	29,2	39,8
B15	4,5 ^{bc}	5,5 ^b	8,4 ^a	15,6	21,5	26,7	36,7
PHY	0,7 ^a	0,7 ^a	7,2 ^a	11,4	23,2	20,9	21,2
Uji Anova	**	**	**				

Keterangan: angka dari perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT, sedangkan huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji lanjut pada uji patogenitas buah muda kakao.

Hasil uji pada tabel 7 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada pengamatan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam antara perlakuan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora*. Pengamatan 24 jam didapatkan pertumbuhan miselium yang rendah terdapat pada isolat PHY dengan rata-rata 0,7 mm sedangkan isolat B5 pertumbuhan

miseliumnya tertinggi dengan rata-rata 19,2 mm. Pada pengamatan 48 jam, pertumbuhan miselium isolat PHY tidak berkembang dengan rata-rata pertumbuhannya 0,7 mm sedangkan isolat B7 pertumbuhan miseliumnya tinggi dengan rata-rata 30,5 mm. Pada pengamatan 72 jam miselium isolat B7 telah memenuhi cawan petri, sedangkan isolat lainnya masih tumbuh hingga pengamatan 168 jam.

3.1.4.4 Pertumbuhan Cendawan pada Suhu 40°C

Berdasarkan hasil pengujian terhadap isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*, setiap isolat menunjukkan hasil berupa pertumbuhan miselium. Semua isolat tidak menunjukkan adanya pertumbuhan miselium, dapat dilihat pada tabel 9.

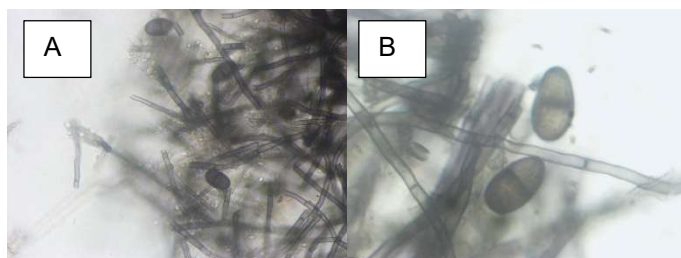
Tabel 9. Rata-rata persentase perkembangan miselium isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp., dan *P. palmivora* pada Suhu 40°C

Isolat	Perkembangan Miselium (mm)	
	24 Jam	168 Jam
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B1	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B2	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B3	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B4	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B5	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B6	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B7	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B8	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B9	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B10	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B11	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B12	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B13	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B14	0	0
<i>Lasiodiplodia</i> sp. B15	0	0
<i>P. palmivora</i>	0	0

Keterangan: Perlakuan yang ditandai dengan warna biru adalah isolat cendawan yang akan diuji pada uji patogenitas buah muda kakao.

3.1.5 Reisolasi

Hasil dari pengujian buah akan dilakukan reisolasi untuk mengidentifikasi cendawan yang telah diinokulasi pada buah sebelumnya adalah cendawan yang saman dengan cendawan yang tumbuh pada media PDA. Berdasarkan hasil dari reisolasi didapatkan Hifanya bersekat dan bercabang. Pada isolat *Lasiodiplodia* sp. B9 konidia Berwarna cokelat dan terdapat sekat.



Gambar 4. Konidia pada uji buah perbesaran 40x (a), Konidia pada uji buah perbesaran 100x (b).

3.2 Pembahasan

Isolat cendawan yang digunakan diperoleh dari tahap isolasi buah kakao yang diduga terkena penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Lasiodiplodia* sp. dari buah klon S2 Kab. Enrekang. Total isolat yang diperoleh dari hasil isolasi buah sebanyak 15 isolat yaitu : *Lasiodiplodia* sp. B1, *Lasiodiplodia* sp. B2, *Lasiodiplodia* sp. B3, *Lasiodiplodia* sp. B4, *Lasiodiplodia* sp. B5, *Lasiodiplodia* sp. B6, *Lasiodiplodia* sp. B7, *Lasiodiplodia* sp. B8, *Lasiodiplodia* sp. B9, *Lasiodiplodia* sp. B10, *Lasiodiplodia* sp. B11, *Lasiodiplodia* sp. B12, *Lasiodiplodia* sp. B13, *Lasiodiplodia* sp. B14 dan *Lasiodiplodia* sp. B15. Isolat PHY merupakan isolat *P. palmivora* yang merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Pada isolat *Lasiodiplodia* sp. terdapat keragaman walaupun diisolasi dari inang yang sama atau dari lokasi yang berbeda (Wolagole et al., 2023). Setiap isolat *Lasiodiplodia* sp. memiliki tingkat patogenitas yang bervariasi dalam menyebabkan penyakit pada buah kakao. Karakteristik morfologi yang diamati meliputi ciri makroskopis (koloni) dan struktur mikroskopis (hifa dan spora). Isolat Tingkat keparahan penyakit bervariasi tergantung beberapa faktor seperti kelembaban, suhu, dan kepadatan inokulum (Brugman et al., 2024).

Isolat cendawan selanjutnya dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui tingkat patogenitas dari isolat tersebut. Pengujian pertama dilakukan uji daun menggunakan daun kakao muda klon S2. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan isolat yang tingkat patogenitasnya tinggi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada pengamatan 24 jam, isolat B8 tingkat patogenitasnya yang terendah dalam menyebabkan nekrosis pada lamina daun dengan tingkat patogenitas sebesar 1% sedangkan isolat B9 tingkat patogenitasnya tertinggi mencapai 37,5%. Sedangkan pada pengamatan selanjutnya isolat B8 tingkat patogenitasnya mencapai 30% lebih tinggi dari hari sebelumnya sehingga pada pengamatan 48 jam isolat B4 yang menunjukkan tingkat patogenitas yang terendah yakni sebesar 20%. Isolat B9 pada pengamatan selanjutnya tingkat patogenitasnya meningkat hingga 62,5% tetapi pada pengamatan ini isolat B13 yang memiliki tingkat patogenitas yang tertinggi dibandingkan dengan isolat lain, tingkat patogenitasnya mencapai 90%.

Selain dilakukan pengamatan pada lamina daun, dilakukan juga pengamatan pada tulang daun utama. Pada pengamatan pertama didapatkan gejala nekrotik (bercak) pada tulang daun utama daun, isolat B11 menyebabkan nekrotik tapi tingkat patogenitasnya rendah hanya sebesar 0,7% sedangkan isolat B9 tingkat patogenitasnya tinggi hingga mencapai 57,5%. Pengamatan selanjutnya (48 jam) isolat B11 patogenitasnya meningkat hingga 75% sehingga isolat B3 lah yang memiliki tingkat patogenitas yang rendah hanya 26,1%. Pada pengamatan 48 jam isolat B9 menyebabkan nekrotik dengan rata-rata yang maksimal yaitu 100% yang dimana seluruh permukaan tulang daun utama dipenuhi oleh gejala nekrotik.

Pengujian pada daun muda kakao tidak hanya dilakukan menggunakan isolat cendawan *Lasiodiplodia* sp. tetapi juga dilakukan perlakuan kontrol dan menggunakan isolat *P. palmivora* sebagai perbandingan gejala yang ditimbulkan di daun muda kakao. Pada pengujian ini perlakuan kontrol yang hanya menggunakan PDA sebagai kontrol tidak menunjukkan gejala baik di lamina daun maupun di tulang daun utama pada pengamatan 24 jam dan 48 jam. Isolat *P. palmivora* juga tidak menunjukkan gejala apapun. Gejala awal yang ditimbulkan berupa bercak klorotik yang berwarna cokelat muda atau cokelat tua, seiring berjalannya waktu jaringan di bercak akan mengering dan akan menunjukkan nekrosis atau kematian jaringan, dan warna bercak berubah menjadi lebih gelap atau cokelat kehitaman. Tingkat keparahan gejala bervariasi bergantung pada beberapa faktor seperti kelembaban, tingkat patogenitas setiap isolat dan ketahanan dari klon kakao yang digunakan. Hifa dari cendawan akan tumbuh secara invasif didalam jaringan daun sehingga dapat menyebabkan kematian jaringan (Dorothee et al., 2019).

Pengujian suhu pertumbuhan optimal cendawan dilakukan secara *In Vitro*. Pada pengujian ini digunakan 4 suhu yakni suhu 25°C, 30°C, 35°C dan 40°C, pengamatan dilakukan setiap hari dengan interval waktu 24 jam hingga cawan petri penuh dengan miselium cendawan, pengamatan maksimal dilakukan hari ke-7 setelah di tanam pada media PDA. Pengujian pada suhu 25°C, pengamatan pertama (24 jam) seluruh isolat menunjukkan pertumbuhan miselium yang cukup intens tetapi didapatkan isolat B3 menjadi isolat yang pertumbuhan miseliumnya rendah dengan rata-rata 2mm sedangkan isolat yang pertumbuhan miseliumnya tertinggi adalah isolat B7 & B9 dengan rata-rata yang sama yakni 4,1mm. Pada pengamatan kedua semua miselium isolat bertumbuh, isolat B3 menjadi isolat yang pertumbuhan miseliumnya rendah dengan rata-rata hanya 3,6mm sedangkan isolat B1 & B2 pertumbuhan miseliumnya cukup tinggi mencapai 6,4mm, hingga pada hari ke-3 semua miselium isolat memenuhi cawan, rata-rata pertumbuhan maksimal yaitu 45mm.

Pengujian pada suhu 30°C seluruh isolat yang diuji menunjukkan pertumbuhan yang cukup signifikan, sehingga miselium cendawan cepat memenuhi cawan petri. Pada pengamatana 24 jam, rata-rata pertumbuhan seluruh isolat diatas 20mm, didapatkan isolat B14 menunjukkan pertumbuhan miseliumnya cukup rendah hanya sekitar 17,8mm sedangkan isolat B5 pertumbuhan miseliumnya sangat cepat mencapai 28,9mm. Pengamatan hari kedua, hampir seluruh miselium isolat telah

memenuhi cawan Petri kecuali isolat B3, B8, B10 dan PHY. Hari ke-3 seluruh isolat telah mencapai pertumbuhan maksimal dengan rata-rata pertumbuhan 45mm.

Pengujian pada suhu 35°C beberapa isolat menunjukkan pertumbuhan yang cukup cepat tetapi ada beberapa isolat yang menunjukkan pertumbuhan yang cukup lambat. Pengamatan dilakukan hingga hari ke-7 untuk mendapatkan pertumbuhan maksimal dari beberapa isolat. Beberapa isolat menunjukkan pertumbuhan yang cukup rendah seperti isolat PHY hingga hari ke-7, pertumbuhan miseliumnya masih sangat rendah tidak sampai memenuhi cawan Petri. Isolat lainnya yang menunjukkan pertumbuhan yang rendah yaitu isolat B4 yang pertumbuhan awalnya hanya 4mm dan pertumbuhan akhirnya hanya mencapai 34,5mm, isolat B11 juga menunjukkan pertumbuhan yang rendah yang hanya 4.2mm hingga pada pengamatan terakhir hanya mencapai 35mm. Pertumbuhan miselium cukup cepat pada isolat B7 dan B12, isolat B7 pada pengamatan hari ke-1 mencapai 16.3mm dan miselium memenuhi cawan pada hari ke-4 pengamatan. Begitu pula dengan isolat B12 pada pengamatan hari ke-1 didapatkan rata-rata pertumbuhan 11,8mm dan miselium memenuhi cawan pada hari ke-4 pengamatan. Pengujian di suhu 40°C tidak satupun isolat menunjukkan pertumbuhan miselium hingga hari ke-7 pengamatan.

Lasiodiplodia sp. umumnya ditemukan di wilayah tropis dan subtropis (Sandra et al., 2021). *Lasiodiplodia* sp. memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi pada lingkungan tertentu, cendawan ini dapat hidup sebagai endofit pada jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala apapun tetapi tanaman mengalami stres kekeringan cendawan ini dapat berubah menjadi patogen yang agresif (Dorothee et al., 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, isolat *Lasiodiplodia* sp. menunjukkan suhu optimal pertumbuhannya adalah 25°C hingga 30°C ditandai dengan tumbuhnya miselium hingga memenuhi cawan petri, kemampuan tumbuhnya secara efektif hingga mencapai suhu 35°C. Kemampuan untuk tumbuh hingga mencapai suhu 35°C menunjukkan ketahanan dan toleransi yang tinggi, tetapi isolat tidak mampu untuk tumbuh di suhu 40°C. Suhu dapat mempengaruhi tingkat virulensi dari isolat, apabila isolat tumbuh pada suhu optimal dapat meningkatkan virulensi dari isolat (Salvatore et al., 2020).

Selanjutnya akan dilakukan pengujian patogenitas isolat terhadap buah muda kakao. Isolat yang digunakan pada pengujian ini merupakan isolat yang tingkat patogenitasnya tinggi pada pengujian daun muda kakao yaitu isolat : *Lasiodiplodia* sp. B1, *Lasiodiplodia* sp. B7, *Lasiodiplodia* sp. B9, *Lasiodiplodia* sp. B10 dan *Lasiodiplodia* sp. B13 serta isolat B5 yang *less virulent*. Dilakukan juga pengujian menggunakan isolat *P. palmivora* untuk mengetahui tingkat virulensinya. Pengujian pada buah muda kakao dilakukan menggunakan 2 metode yaitu metode pelukaan pada jaringan buah dan non pelukaan pada jaringan buah.

Pengujian patogenitas pada buah muda kakao dengan metode non pelukaan jaringan didapatkan berupa gejala nekrosis pada permukaan buah. Pada pengamatan 24 jam tidak didapatkan satupun isolat yang menunjukkan gejala, kemudian pengamatan 24 jam beberapa isolat telah menunjukkan gejala berupa nekrosis hingga pengamatan 168 jam (hari ke-7). Isolat B5 yang diduga isolat *less virulent* pada pengujian daun muda menunjukkan gejala nekrosis yang paling sedikit

dengan rata-rata akhir perkembangan nekrosis hanya 0,8%, berbeda dengan isolat lain yang menunjukkan perkembangan gejala yang cukup signifikan seperti isolat B1 yang mana gejala nekrosisnya memenuhi buah pada hari ke-6 pengamatan. Perlakuan kontrol menggunakan PDA tidak menunjukkan gejala sampai pengamatan hari ke-7, begitu pula dengan isolat PHY yang tidak menunjukkan gejala sampai hari terakhir pengamatan.

Pengujian dengan menggunakan metode pelukaan pada jaringan buah muda kakao menunjukkan perkembangan nekrosis yang cukup signifikan. Isolat B5 yang diduga *less virulent* pada pengujian sebelumnya menunjukkan perkembangan nekrosis yang cukup besar hingga pada pengamatan terakhir didapatkan perkembangan nekrosis mencapai 17,8% dibandingkan dengan isolat lain seperti isolat B7 yang hanya mencapai 13,6% dan isolat B9 hanya mencapai 9,7%. Isolat B1 gejala nekrosisnya telah memenuhi buah kakao pada hari ke-6 dan isolat B13 juga menunjukkan perkembangan gejala dengan cukup signifikan. Perlakuan kontrol PDA tidak menunjukkan gejala hingga hari terakhir pengamatan, begitu pula dengan isolat *P. palmivora* tidak menunjukkan gejala hingga hari terakhir pengamatan.

Pada pengujian patogenitas buah muda kakao, diketahui bahwa metode pelukaan pada jaringan buah menyebabkan perkembangan gejala penyakit lebih cepat dibandingkan dengan metode non pelukaan pada jaringan buah. Pada metode pelukaan, gejala nekrosis muncul di sekitar area yang telah di inokulasi dan menyebar cukup besar ke seluruh permukaan buah, isolat yang virulen akan menghasilkan lesi yang lebih besar dan perkembangan gejala yang lebih cepat (Huda-Shakirah et al., 2022). Pada metode non pelukaan perkembangan gejala yang muncul cukup lambat karena butuh waktu yang cukup lama untuk cendawan melakukan proses infeksi pada inang, isolat yang menimbulkan gejala pada metode ini dianggap memiliki tingkat virulensi yang tinggi karena dapat menginfeksi inang tanpa adanya luka pada inang (Minimol et al., 2020). Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan gejala ialah setiap isolat memiliki tingkat virulensi yang berbeda ditambah dengan kondisi lingkungan yang cocok dengan perkembangan penyakit. Tahap perkembangan buah terutama buah muda terkenal lebih rentan dibandingkan buah yang telah tua (Barreto et al., 2015). Isolat *P. palmivora* yang merupakan cendawan *P. palmivora* menjadi isolat yang avirulen, hal ini diduga karena isolat telah mengalami subkultur yang berulang sehingga ada resiko penurunan virulensi pada isolat. Untuk mengetahui perbandingan isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora* di perlukan menggunakan lebih banyak lagi isolat *P. palmivora* yang tingkat virulensinya tinggi (Kuswinanti et al., 2023).

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu didapatkan isolat yang telah diisolasi dari buah klon S2 bergejala busuk buah sebanyak 15 isolat dari genus *Lasiodiplodia* sp. Berdasarkan uji patogenitas pada daun muda kakao klon S2 dan buah muda kakao klon S2 isolat *Lasiodiplodia* sp. menunjukkan berupa nekrotik dengan pertumbuhan yang cukup signifikan sedangkan isolat *P. palmivora* tidak menunjukkan gejala baik di daun maupun di buah kakao. Pengujian suhu optimal pertumbuhan cendawan dilakukan pada 4 suhu yaitu suhu 25°C, 30°C, 35°C dan 40°C. Isolat *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora* mampu tumbuh hingga suhu 35°C, pada suhu 25°C dan 30°C isolat hanya membutuhkan waktu hingga 3 hari hingga miselium memenuhi cawan petri, sedangkan pada suhu 35°C beberapa isolat bisa tumbuh dengan optimal hingga miselium memenuhi cendawan sedangkan beberapa isolat pertumbuhannya cukup lambat. Pada suhu 40°C isolat *Lasiodiplodia* sp maupun *P. palmivora* tidak terdapat pertumbuhan miselium.

4.2 Saran

Diperlukan isolasi dan uji patogenitas pada klon kakao yang berbeda sehingga memperoleh data yang beragam mengenai tingkat patogenitas cendawan *Lasiodiplodia* sp. dan *P. palmivora*.