

**ANALISIS TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
(*Botryodiplodia theobromae*) PADA JERUK PAMELO (*Citrus maxima*)
DI KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN**

**Analysis of Stem Rot Disease Severity on Pomelo
(*Citrus maxima*) Plantation in Pangkep Regency,
South Sulawesi**

ANANDA DWI PUSPITA

(G022202008)



PROGRAM STUDI HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

**ANALISIS TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
(*Botryodiplodia theobromae*) PADA JERUK PAMELO (*Citrus maxima*)
DI KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN**

**Analysis of Stem Rot Disease Severity on Pomelo
(*Citrus maxima*) Plantation in Pangkep Regency,
South Sulawesi**

ANANDA DWI PUSPITA

(G022202008)



PROGRAM STUDI HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

**ANALISIS TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
(*Botryodiplodia theobromae*) PADA JERUK PAMELO (*Citrus maxima*)
DI KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN**

**Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan**

Disusun dan diajukan oleh

**ANANDA DWI PUSPITA
G022202008**

Kepada

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

2022

TESIS

**ANALISIS TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG
(*Botryodiplodia theobromae*) PADA JERUK PAMELO (*Citrus maxima*)
DI KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**ANANDA DWI PUSPITA
Nomor Pokok G022202008**

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal Desember 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Menyetujui
Komisi Penasehat,**

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

Ketua

Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA

Anggota

**Ketua Program Studi
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan**

Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,**

Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananda Dwi Puspita

Nomor mahasiswa : G022202008

Program studi : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 13 Desember 2022



Ananda Dwi Puspita

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **ANALISIS TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT BUSUK BATANG (*Botryodiplodia theobromae*) PADA JERUK PAMELO (*Citrus maxima*) DI KABUPATEN PANGKEP, SULAWESI SELATAN** sebagai syarat menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Tak lupa pula shalawat dan salam penulis kirimkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat kelak.

Terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan moril maupun materiil serta kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus serta penghargaan tak terhingga kepada:

1. Ayahanda tercinta Irwan Syukur dan Ibunda tersayang Hj. Nurhidaya S.Pd.i, serta Saudara dan Saudariku Muh.Ade Al-Fitra dan Khaliza Dinda Mei Muna yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tidak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik-baiknya.
2. Teruntuk suami saya tercinta Angrian Hidayat Bahtiar, SP. (Kak Rian) yang telah membantu dalam segala hal dari awal perkuliahan sampai sekarang ini, dan juga memberikan doa, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tidak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya dengan baik.

3. Terima Kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti selaku pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. Ir. Ade Rosamana, DEA. selaku pembimbing II yang dengan sabar dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran demi membimbing penulis sejak awal penelitian hingga selesainya tesis ini.
4. Terima Kasih kepada Ibu Dr. Ir. Melina, M.P, Bapak Dr. Muhammad Junaid, SP, M.P dan Bapak Prof. Dr. Ir. A. Nasruddin, M.Sc, selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyempurnakan tesis ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan atas ilmu dan didikannya selama penulis menempuh pendidikan.
6. Para Pegawai dan Staf Laboratorium Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan. Ibu Rahmatia, SH., Pak Ardan, Pak Kamaruddin, Kak Nurul dan Ibu Ani yang telah membantu administrasi dan jalannya penelitian penulis.
7. Sahabat penulis Kak Putri Andani Batara, Nurul Fauziah, dan Ainun Mardiyah Yasir Sahabat penulis yang telah membantu jalannya penelitian ini dan juga memberi kritik, saran, dukungan dan semangat agar tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Sahabat Penulis Fadyah Kamilah, Aprilia Natsya Sitorus, Khusnul Khatimah, Iftitah Kartika Amaliah & Andi Alfian Darmawan, Terimakasih telah memberikan saran, masukan dan bantuannya.

9. Teman-teman seperjuangan S2 “Koloni 2021” yang telah kebersamai perkuliahan selama ini.

10. Serta semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bentuk bantuan, dukungannya dan perhatiannya hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan rahmat-Nya dan membalas semua kebaikan pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Makassar, 13 Desember 2022

Ananda Dwi Puspita

ABSTRAK

Ananda Dwi Puspita¹, Tutik Kuswinanti¹, Ade Rosmana¹

Analisis Tingkat Keparahan Penyakit Busuk Batang pada Jeruk Pamelو
(*Citrus maxima*) di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan

*Department of plant pests and diseases, Faculty of Agriculture,
Hasanuddin University
Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia.*

Jeruk (*C. maxima*) merupakan tanaman asli Asia Tenggara dan kontribusi Sulawesi Selatan secara nasional sebagai produsen menempati urutan pertama yaitu sebesar 30,76%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui intensitas serangan penyakit busuk batang pada jeruk pamelو dan juga mengamati faktor eksternal seperti intensitas cahaya, pH, bahan organik tanah, dan pengelolaan pertanaman yang diduga mempengaruhi intensitas penyakit busuk batang pada sentra pertanaman jeruk pamelو di Kecamatan Ma'rang, Labakkang, dan Segeri, Kabupaten Pangkep. Setelah tahapan perhitungan intensitas serangan, dilakukan pengambilan sampel pada jaringan yang bergejala, lalu patogen penyebab penyakit diisolasi dan dimurnikan, selanjutnya diamati secara mikroskopis di Laboratorium Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Universitas Hasanuddin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas penyakit busuk batang tertinggi yaitu di Kecamatan Ma'rang pada varietas jeruk pamelو merah dan pamelو putih sebesar 53% dan 44%, di susul oleh Kecamatan Labakkang pada varietas jeruk pamelو merah 33% dan pamelو putih 26%, dan terendah di Kecamatan Segeri pada varietas jeruk pamelو merah 30% dan putih 24%. Intensitas cahaya yang paling rendah yaitu di Kecamatan Ma'rang pada pertanaman jeruk pamelو merah dan pamelو putih, sebesar 203ft.c dan 179ft.c, Kecamatan Labakkang sebesar 458ft.c dan 340ft.c, dan Kecamatan Segeri sebesar 685 ft.c dan 679ft.c. Tingkat keasaman lahan (pH) pada tiga lokasi di Kabupaten Pangkep mendekati normal yaitu berkisar antara 6,0-6,5%, sedangkan kandungan unsur hara C-Organik pada tiga Kecamatan berkisar antara 2,4%-2,5%, sedangkan kandungan Nitrogen pada tiga Kecamatan berkisar 0,12%-0,19%. Hasil produksi jeruk pamelو di Kecamatan Ma'rang sebesar 92,72 ton/ha, Labakkang sebesar 213,51 ton/ha, dan Kecamatan Segeri sebesar 259,40 ton/ha. Data ini menunjukkan bahwa intensitas serangan penyakit dan kondisi lahan berpengaruh terhadap produksi jeruk pamelو di tiga Kecamatan yang diamati.

Kata Kunci : *Citrus maxima*, Intensitas penyakit, Penyakit busuk batang.

ABSTRACT

Ananda Dwi Puspita¹, Tutik Kuswinanti¹, Ade Rosmana¹

Analysis of the Severity of Stem Rot Disease in Pamelos Oranges
(*Citrus maxima*) in Pangkep Regency, South Sulawesi

*Department of plant pests and diseases, Faculty of Agriculture,
Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, 90245, Indonesia.*

Pamelos (*C. maxima*) is native to Southeast Asia, and the contribution of South Sulawesi nationally as a producer ranks first at 30.76%. The purpose of this study was to determine the intensity of stem rot disease on pamelos and also to observe external factors such as light intensity, pH, soil organic matter, and crop management which were thought to affect the intensity of stem rot disease at the center of the pamelos plantation in Ma'rang District, Labakkang, and Segeri, Pangkep Regency. After calculating the intensity of disease severity, samples were taken on the symptomatic tissue, then the disease-causing pathogens were isolated and purified, then observed microscopically at the Laboratory of Pest and Plant Diseases, Hasanuddin University. The results showed that the highest stem rot disease intensity was in Ma'rang District on red and white pamelos varieties at 53% and 44%, followed by Labakkang District at 33% red and white pamelos varieties, and the lowest was 26%, in Segeri District on 30% red and 24% on white pamelos varieties. The lowest light intensity was in Ma'rang Subdistrict at 203ft.c and 179ft.c, Labakkang District at 458ft.c and 340ft.c and Segeri District which amounted to 685ft.c and 679ft.c, respectively. The soil acidity level (pH) at three locations in Pangkep Regency was close to normal, ranging from 6.0-6.5%, while the C-Organic nutrient content in the three sub-districts ranged from 2.4%-2.5%. Nitrogen in the three sub-districts ranged from 0.12% to 0.19%. Pamelos citrus production in Ma'rang District was 92.72 tons/ha, Labakkang 213.51 tons/ha, and Segeri District was 259.40 tons/ha. These data indicate that the intensity of disease attacks and land conditions affect the production of pamelos in the three sub-districts observed.

Keywords: *Citrus maxima*. disease intensity, stem rot disease

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	IV
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK.....	IX
ABSTRACT.....	X
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR TABEL.....	XIV
DAFTAR GAMBAR.....	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XVII
BAB I	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Manfaat Penelitian	5
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Hipotesis Penelitian.....	5
1.6. Kerangka Pikir Penelitian	6
BAB II	7
2.1. Tanaman Jeruk Pameló (<i>Citrus maxima</i>)	7
2.2. Morfologi Jeruk Pameló (<i>Citrus maxima</i>).....	9
2.3. Ekologi Tanaman Jeruk.....	12
2.4. Penyakit Utama Tanaman Jeruk	14

2.4.1.	Gejala Penyakit Diplodia (Blendok)	14
2.4.2.	Patogen Penyebab Penyakit Diplodia	15
2.4.3.	Karakteristik Patogen <i>Botryodiplodia theobromae</i>	18
2.5.	Pengendalian Penyakit Diplodia.....	20
BAB III	.....	22
3.1.	Waktu dan Tempat.....	22
3.2.	Alat dan Bahan	22
3.3.	Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.3.1.	Penentuan Lokasi Survei dan Pengambilan Sampel	22
3.3.2.	Mengumpulkan Data Sekunder.....	23
3.3.3.	Survei Lapang (Pengumpulan Data Primer).....	23
3.3.4.	Penentuan Kadar pH Tanah.....	24
3.3.5.	Pengukuran Bahan Organik Tanah	25
3.3.6.	Pengamatan Gejala Penyakit Busuk Batang (<i>Botryodiplodia theobromae</i>).....	25
3.3.6.1.	Pembuatan Media	26
3.3.6.2.	Identifikasi Berdasarkan Gejala di Pertanaman Jeruk Pamelon	27
3.3.6.3.	Identifikasi Secara Morfologi Mikroskopis dan Makroskopis	28
3.3.6.4.	Isolasi Patogen dari Tanaman Bergejala	28
3.3.6.5.	Menentukan Presentase Pemeliharaan Lahan	29
3.4.	Analisis Data	30
BAB IV	.....	31

4.1.	Hasil.....	31
4.1.1.	Gejala Penyakit Busuk Batang di Kabupaten Pangkep	31
4.1.2.	Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Patogen Penyebab Penyakit Busuk Batang.....	34
4.1.3.	Intensitas Penyakit Busuk Batang di Kabupaten Pangkep	38
4.1.4.	Intensitas Cahaya Pertanaman Jeruk Pamelu di Kabupaten Pangkep	39
4.1.5.	Rata-Rata Suhu Pertanaman Jeruk Pamelu di Kabupaten Pangkep	40
4.1.6.	Presentase Pemeliharaan Tanaman Jeruk Pamelu di Kabupaten Pangkep	41
4.2.	Pembahasan.....	43
BAB IV	.....	54
5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	.....	55
LAMPIRAN	.....	59

DAFTAR TABEL

nomor		halaman
Tabel 1.	Skor Serangan Intensitas Penyakit Busuk Batang (<i>Botryodiplodia theobromae</i>) pada Jeruk Pamelو (<i>Citrus maxima</i>).....	27
Tabel 2.	Matriks Grading	42
Tabel 3.	Hasil Analisis pH dan Bahan Organik Tanah di Pertanaman Jeruk Pamelو di Kabupaten Pangkep.....	42

DAFTAR GAMBAR

nomor	halaman
Gambar 1. Morfologi Jamur <i>B. theobromae</i> a. Koloni Jamur <i>B. theobromae</i> Umur 2 HSI, b. Koloni Jamur <i>B. theobromae</i> Umur 10 HSI, c. Koloni Jamur <i>B. theobromae</i> yang telah membentuk Piknidium (Zhang, 2014) d. Sel Konidiogen dan Konidia, e. Konidia Matang, f. Konidia Muda. (Ekhuemelo, 2017).	19
Gambar 2. Morfologi Jamur <i>B. theobromae</i> , hifa dan konidium umur 21 hari (Dwiastuti, 2016).	19
Gambar 3. Denah pengambilan sampel secara acak pada jeruk pamelو yang terserang penyakit busuk batang	23
Gambar 4. Gejala penyakit diplodia basah dan diplodia kering pada batang Jeruk Pamelو	26
Gambar 5. Gejala penyakit busuk batang dan Kondisi Lahan di Kecamatan Ma'rang	32
Gambar 6. Gejala penyakit busuk batang dan Kondi Lahan di Kecamatan Labakkang	33
Gambar 7. Gejala penyakit busuk batang di Kecamatan Segeri	33
Gambar 8. Koloni <i>B. theobromae</i> secara makroskopis; (A) 7 HSI tampak depan (B) 7 HSI tampak belakang (C) 21 HSI tampak depan (D) 21 HSI tampak belakang	34
Gambar 9. Morfologi <i>B. theobromae</i> secara mikroskopis; (A) Hifa berseptata (B) Klamidiospora berderet di antara hifa (C) Konidia matang	35
Gambar 10. Koloni <i>B. theobromae</i> secara makroskopis; (A) 7 HSI tampak depan (B) 7 HSI tampak belakang (C) 21 HSI tampak depan	35
Gambar 11. Morfologi <i>B. theobromae</i> secara mikroskopis; (A) Hifa berseptata (B) Klamidiospora berderet di antara hifa (C) Konidia matang	36

Gambar 12. Koloni <i>B. theobromae</i> secara makroskopis; (A) 7 HSI tampak depan (B) 7 HSI tampak belakang (C) 21 HSI tampak depan (D) 21 HSI tampak belakang	36
Gambar 13. Morfologi <i>B. theobromae</i> secara mikroskopis; (A) Hifa bersepta (B) Klamidiospora berderet di antara hifa (C) Konidia matang	37
Gambar 14. Hasil Intensitas Serangan Penyakit <i>B. theobromae</i> pada 2 Varietas Jeruk Pameló yaitu Merah dan Putih yang Ada di Kecamatan Ma'rang, Labakkang, dan Segeri.	38
Gambar 15. Hasil Intensitas Cahaya pada Pertanaman Jeruk Pameló Merah dan Putih yang Ada di Kecamatan Ma'rang, Labakkang, dan Segeri	39
Gambar 16. Suhu pertanaman Jeruk Pameló pada 3 Kecamatan mulai jam 08.00 sampai 16.00 WITA	40
Gambar 17. Presentase Pemeliharaan Jeruk Pameló	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Lahan kebun jeruk di Kabupaten Pangkep	59
Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran Intensitas Cahaya dan Suhu	60
Lampiran 3. Foto Kegiatan Melakukan Wawancara bersama Petani	61
Lampiran 4. Dokumentasi Pembuatan Media di Laboratorium.....	62
Lampiran 5. Dokumentasi Penamaan Jaringan yang Bergejala.....	63
Lampiran 6. Luas Lahan dan Populasi Tanaman Jeruk Pamelو di Kabupaten Pangkep	64
Lampiran 7. Produksi Jeruk Pamelو di Tiga Kecamatan di Kabupaten Pangkep	64
Lampiran 8. Deskripsi Kultivar Jeruk Pamelو Merah.....	65
Lampiran 9. Deskripsi Jeruk Pamelو Putih	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jeruk (*Citrus* sp.) merupakan tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Negara Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Jeruk merupakan tanaman yang dapat tumbuh baik di daerah tropis dan daerah subtropis. Jeruk manis dapat beradaptasi dengan baik di daerah tropis pada ketinggian 900-1200 m di atas permukaan laut dan udara senantiasa lembap, serta mempunyai persyaratan air tertentu. Komposisi buah jeruk terdiri dari bermacam-macam, di antaranya air 70-92% (tergantung kualitas buah), gula, asam organik, asam amino, vitamin, zat warna, dan mineral (Rukmana, 2005).

Jeruk pamelon merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia, sentra produksi jeruk besar atau jeruk pamelon di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Pangkep. Jeruk pamelon, jeruk besar, atau yang lebih dikenal dengan sebutan jeruk Bali (bahasa Inggris: pamelon, latin: *Citrus maxima*) merupakan jeruk penghasil buah terbesar. Nama "Pamelon" sekarang disarankan oleh Departemen Pertanian karena jeruk ini tidak ada kaitannya dengan Bali. Jeruk ini termasuk jenis jeruk yang mampu beradaptasi dengan baik pada daerah kering dan relatif tahan terhadap penyakit (Dewi & Mustika, 2014).

Jeruk pamelon (*C. maxima*) merupakan tanaman asli Asia Tenggara yang berukuran besar dan berwarna kuning, hijau tua sampai hijau muda.

Jeruk ini mengandung berbagai senyawa yang baik untuk kesehatan, seperti senyawa antioksidan, antihiperlipidemic, dan protein. Daerah yang menghasilkan buah pamelos di Indonesia antara lain Kabupaten Magetan, Sumedang, Pati, Kudus, Pangkajene dan Kepulauan, dan Bireun (Aceh). Kandungan asam sitrat jeruk manis yang telah masak akan berkurang sampai dua per tiga bagian. Jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang peminatnya cukup besar dari tahun ke tahun dan paling menguntungkan untuk diusahakan. Data Dinas Pertanian menunjukkan produksi jeruk nasional berkisar 17 sampai 25 ton/hektar dari potensi 25-40 ton/hektar (Departemen Pertanian, 2009).

Setiap kultivar umumnya memiliki karakteristik yang khas, baik morfologinya maupun karakter internalnya. Buah merupakan organ hasil yang mempunyai karakter tertentu, seperti bentuk buah, ukuran buah, bentuk biji, rasa dan sebagainya. Jeruk pamelos Indonesia ada yang berbiji dan ada yang tidak berbiji. Rahayu (2012) melaporkan bahwa beberapa kultivar jeruk pamelos memiliki kemiripan yang tinggi berdasarkan uji penanda morfologi dan isoenzim.

Pengembangan jeruk terdapat di 14 provinsi dan salah satunya adalah Sulawesi Selatan dengan sentra pengembangannya di Kabupaten Pangkep (Pemda Pangkep, 2010). Kabupaten Pangkep adalah daerah penghasil jeruk pamelos terbesar di Sulawesi Selatan (Rahayu, 2012) yang berkontribusi lebih dari 80% produksi jeruk di wilayah Provinsi ini (Kementerian Pertanian, 2016). Kontribusi Sulawesi Selatan secara

nasional dalam pasokan produksi jeruk pamelon menempati urutan pertama yaitu sebesar 30,76%. Komoditi ini menjadi salah satu produk unggulan di Kabupaten Pangkep. Tanaman jeruk besar banyak dikembangkan di Kabupaten Pangkep yaitu di Kecamatan Labakkang, Ma'rang, dan Segeri (Thamrin, 2014).

Salah satu penyakit utama pada tanaman jeruk pamelon yaitu penyakit busuk batang yang disebabkan oleh *Botryodiplodia theobromae* dengan gejala terdapat blendok yang berwarna kuning emas dari batang atau cabang, kulit yang terserang mengering, dan mengelupas, penyakit terus berkembang sehingga pada kulit batang terjadi luka yang tidak teratur, meluas tetapi dangkal. Kayu yang telah mati berwarna hijau sampai hitam. Bagian kulit yang terserang blendok akan mengering dan mengelupas. Blendok berkembang melingkari batang dan cabang yang dapat menyebabkan kematian (Gusnawaty & Mariadi, 2013).

Penyakit blendok dapat diketahui dengan mudah apabila tanaman sudah bereaksi terhadap serangan patogen dengan mengeluarkan substansi pertahanan berupa blendok (gum/gumosis). Diketahui ada dua jenis *Diplodia* yaitu basah dan kering. *Diplodia* basah, batang, cabang, atau ranting yang terserang mengeluarkan blendok berwarna kuning keemasan dan pada stadia lanjut, kulit tanaman mengelupas. *Diplodia* kering, kulit batang atau cabang tanaman yang terserang akan mengering tanpa mengeluarkan blendok, sehingga gejalanya lebih sulit diamati. Pada bagian celah kulit terlihat adanya masa spora jamur berwarna putih atau

hitam. Serangan pada batang utama akan lebih berbahaya dibandingkan pada cabang atau ranting. Serangan yang melingkar pada cabang mengakibatkan bagian tanaman di atas serangan akan kering dan mati.

Patogen *B. theobromae* penyebab busuk batang mempunyai kisaran inang di daerah tropis dan subtropis dan ditemukan terdapat lebih dari 280 genus tanaman inang di antaranya adalah pepaya, nangka, manggis, kacang-kacangan, pisang, mangga, jambu biji, karet, kakao, jambu mete, jeruk, dan ubi jalar (Twumasi & Ohene, 2014).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian insidensi dan intensitas karena sampai saat ini belum ada data terkait serangan dari patogen *B. theobromae* penyebab penyakit busuk batang, pada pertanaman jeruk pamelo (*C. maxima*) di beberapa Kecamatan di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat intensitas penyakit busuk batang (*Botryodiplodia theobromae*), intensitas cahaya di lahan pertanaman jeruk, pH tanah, bahan organik tanah, dan varietas jeruk pamelo (*Citrus maxima*) di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai data informasi mengenai intensitas penyakit busuk batang (*B. theobromae*) yang menyerang pertanaman jeruk pamelo (*C. maxima*) di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi berupa data penyakit busuk batang (*Botryodiplodia theobromae*) pada pertanaman jeruk pameo Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

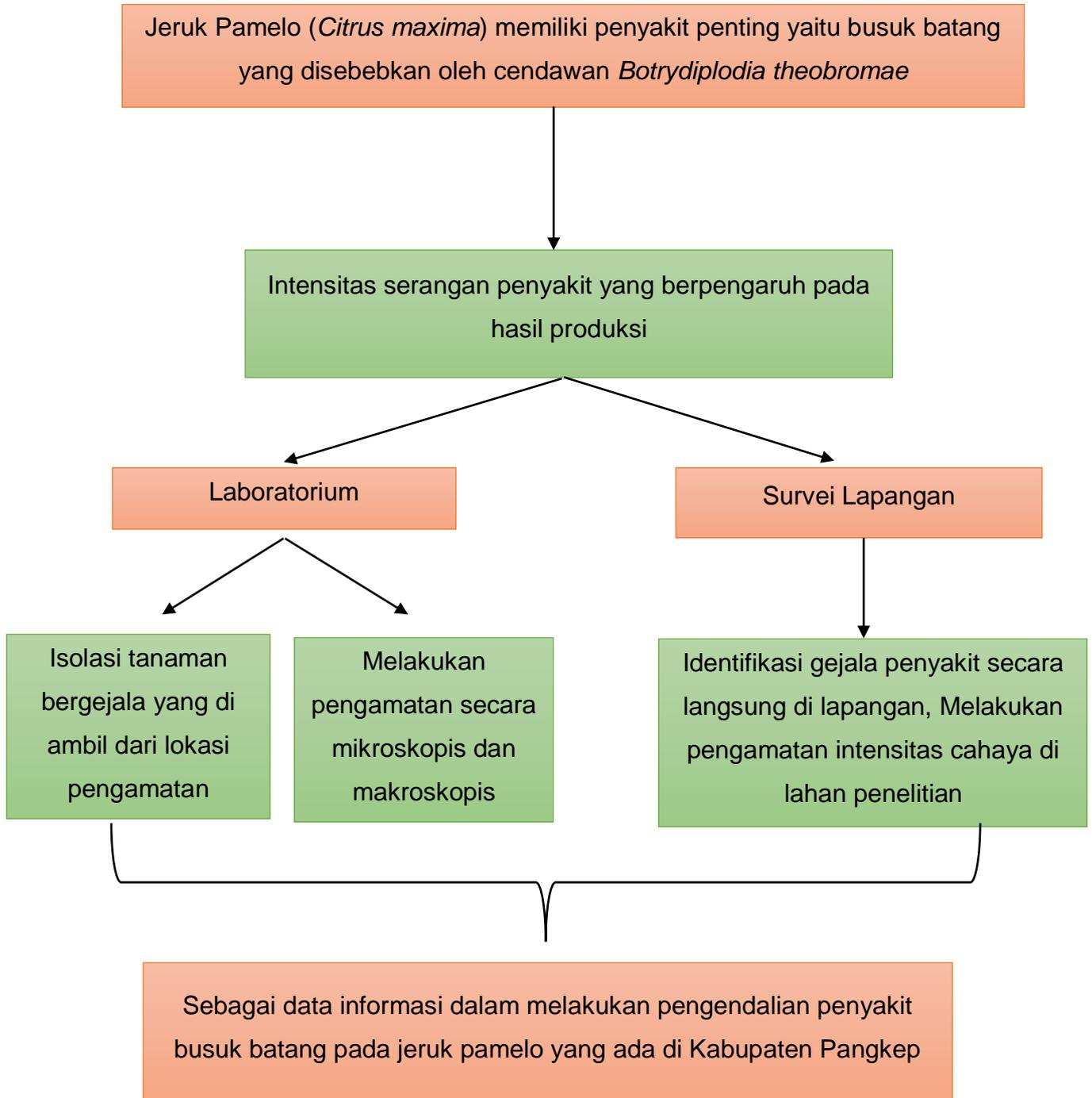
1.4. Rumusan Masalah

1. Faktor apa saja yang menjadi penyebab dari tingginya tingkat intensitas serangan penyakit busuk batang pada jeruk pameo
2. Apakah benar penyakit busuk yang menyerang tanaman jeruk pameo pada lahan di Kabupaten Pangkep , disebabkan oleh cendawan *Botryodiplodia theobromae*

1.5. Hipotesis Penelitian

1. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya tingkat intensitas serangan penyakit busuk batang
2. Cendawan *Botryodiplodia theobromae* merupakan patogen penyebab penyakit busuk batang pada jeruk pameo

1.6. Kerangka Pikir Penelitian



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Jeruk Pamelo (*Citrus maxima*)

Pamelo (*C. maxima*) merupakan spesies jeruk yang memiliki ukuran paling besar dibandingkan dengan spesies jeruk lainnya. Jeruk besar (*C. grandis* L. Osbeck) yang sering disebut pamelo berasal dari Asia Tenggara, yaitu Indonesia, India, Cina Selatan, dan beberapa jenis berasal dari Florida, Australia Utara serta Kaledonia. Tanaman ini yang berasal dari Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Daerah yang menghasilkan buah pamelo di Indonesia antara lain Kabupaten Magetan, Sumedang, Pati, Kudus, Pangkajene dan Kepulauan, dan Bireun (Aceh), dengan Magetan sebagai sentra produksi utama. Berdasarkan data yang dirilis oleh FAO (2021) Indonesia menempati urutan ke-8 sebagai negara penghasil jeruk terbesar di dunia dengan produksi sebesar 2,5 juta ton.

Menurut Rukmana (2005) taksonomi dari jeruk Pamelo dapat diuraikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rutales
Famili : Rutaceae
Genus : Citrus
Spesies : *Citrus maxima*

Menurut petani, tanaman jeruk besar ditanam sekitar tahun 1965 di Desa Batara, Kecamatan Labakkang, kemudian sekitar tahun 1970 mulai dikembangkan dengan cara cangkok. Tanaman ini kemudian berkembang ke daerah lain seperti Kecamatan Ma'rang dengan sentra produksi terdapat di Desa Padang Lampe. Komoditas ini mulai dikembangkan secara komersial sekitar tahun 1980 dan dipasarkan ke Kota Makassar (Marhawati, 2019).

Kandungan nutrisi yang dimiliki oleh jeruk besar membuat komoditas ini dapat memberi begitu banyak manfaat bagi kesehatan, di antaranya sebagai pencegah kanker karena senyawa antioksidan dan likopen. Selain itu betakaroten dan bioflavonoid mampu membersihkan estrogen yang berlebih sehingga menghambat penyebaran sekaligus membunuh sel-sel penyebab kanker payudara. Jeruk besar juga mengandung banyak cairan dan serat yang dapat mencegah terjadinya sembelit. Senyawa pektin bersama vitamin C membantu menurunkan kadar kolesterol yang berlebih dan mencegah aterosklerosis. Pemanfaatan jeruk besar tidak berhenti sampai pada buahnya saja, namun juga bagian-bagian tanaman jeruk besar yang lain dapat dimanfaatkan. Berbagai penelitian telah membuktikan manfaat daun jeruk besar dalam menurunkan glukosa darah sehingga mampu mencegah penyakit diabetes (Lajju, 2017).

2.2. Morfologi Jeruk Pameo (*Citrus maxima*)

Morfologi dari Tanaman Jeruk Pameo adalah sebagai berikut:

a) Batang

Menurut Verheij & Coronel (1997) tanaman jeruk pameo mempunyai pohon berkayu dengan tinggi tanaman antara 5-15 m, sesuai dengan varietas, umur tanaman, dan cara perbanyakan. Batang kayu sangat kokoh dengan tajuk yang tidak terlalu tinggi. Cabangnya banyak dan tidak beraturan. Tanaman yang telah tua dan tinggi bentuk tajuknya semakin tinggi dan melebar, sehingga tercipta ruangan teduh yang cukup luas dibawahnya. Tanaman jeruk besar berbentuk pohon dan tergolong dalam batang berkayu. Tingginya tergantung varietas dan umur tanaman. Jeruk besar yang berumur 16 tahun tingginya hanya sekitar 5 m.

Batang tanaman jeruk besar keras, kuat dan berbengkok-bengkok. Batang kayu yang kokoh membuat pohon jeruk besar cukup kuat menahan beban buahnya. Tajuk pohon jeruk besar biasanya tidak terlalu tinggi. Cabangnya banyak dan tidak beraturan. Letak cabang saling berjauhan dan ujungnya merunduk. Pada tanaman yang telah tua, bentuk tajuknya makin tinggi dan makin melebar sehingga tercipta ruang teduh yang cukup luas di bawahnya. Akar tanaman jeruk pameo merupakan akar tunggang (Karmila, 2011).

b) Buah

Buah jeruk pomelo berukuran besar, dengan diameter rata-rata 15-22 cm, bahkan ada yang lebih dari 30 cm, dengan warna kulit hijau sampai hijau kekuningan. Daging buah berwarna putih, kekuningan atau

merah muda dan merah. Bobot buah rata-rata sekitar 1-2 kg dan kadang-kadang dapat mencapai 3 kg (Christman, 2008). Warna merah muda pada buah jeruk pamelos umumnya diakibatkan oleh pigmen antosianin. Senyawa antosianin merupakan pigmen utama pada jus buah jeruk yang mana jumlah dan komposisinya tergantung pada genotipe, kematangan, wilayah tumbuh, dan faktor lingkungan lainnya (Chen, 2015). Senyawa lainnya yang menyebabkan warna merah pada daging buah adalah likopen. Tanaman jeruk pamelos mulai memproduksi pada umur 4-6 tahun, tergantung varietas dan perawatan. Sebagai patokan biasanya satu pohon jeruk pamelos bisa menghasilkan buah 75-100 buah. Penentuan kriteria untuk matangnya buah jeruk cukup kompleks karena melibatkan perubahan internal yang terjadi dalam daging buah dan eksternal yaitu warna yang terjadi pada kulit buah jeruk tersebut (Setiawan & Sunarjono, 2003).

c) Kulit Buah Jeruk Pamelos

Kulit buah jeruk pamelos kadang terdapat bulu halus. Bulu halus pada jeruk pamelos hanya terlihat pada 2 varietas, yaitu pamelos merah dan pamelos putih. Keberadaan bulu halus pada kedua varietas tersebut terkadang ada, namun juga terkadang tidak ada. Kulit buah yang berwarna hijau dikarenakan tingginya konsentrasi klorofil pada kulit buah. Klorofil merupakan pigmen yang menyebabkan warna hijau, umumnya akan tinggi saat buah belum matang dan akan menurun saat memasuki stadia pemasakan buah (Rodrigo, 2013).

d) Daun

Daun pada tanaman ini berbentuk bulat telur dan lebih besar dari jenis jeruk lain. Tepi daunnya agak rata, sedangkan di dekat ujungnya agak berombak dan ujungnya tumpul. Daun muda berwarna hijau muda kekuningan dan akan berubah menjadi hijau tua. Daun tua berbulu halus, sedangkan yang muda tidak. Antara daun dan batang dihubungkan dengan tangkai daun yang bersayap lebar. Daun jeruk besar berbentuk bulat telur, tebal, dan ukurannya lebih besar dari jeruk lain, tepi daunnya agak rata dan dekat ujungnya agak berombak serta ujungnya 4 tumpul. Daun muda berwarna hijau muda kekuningan dan akan berubah menjadi hijau tua. Daun tua berbulu halus, sedangkan yang muda tidak berbulu. Pangkal daun bersayap lebar. Susunan daunnya agak jarang dan terpecah sehingga masih bisa meloloskan sinar matahari (Putra, 2016).

e) Bunga

Bunga jeruk pamelu berbau harum, tunggal terdiri atas 2-10 kuntum bunga jika muncul di ketiak daun yaitu berjumlah 10-15 kuntum, jika di ujung cabang. mahkota bunga berjumlah 4-5 helai, berwarna putih-kekuningan, panjangnya 1,5- 3,5cm, berbulu halus pada bagian luar. Benang sari berwarna putih, sedangkan serbuk sari jingga. Menurut Putra (2016), bunga jeruk besar merupakan bunga tunggal atau majemuk yang bertandan. Bunganya lebih besar dibanding jeruk keprok dan harum. Kelopak bunga berbentuk lonceng atau cawan sebanyak 4-5 buah. Ketika kuncup, mahkota bunganya tersusun seperti gunting, jumlah benang

sarinya 25-35 buah, tegak dan berkas 4-5 buah. Setelah mendapat sinar matahari, benang sarinya terlepas satu sama lain. Panjang benang sari biasanya tidak seragam. Putiknya memiliki bakal buah menumpang, biasanya beruang 1-5 atau banyak. Dalam tiap ruang terdapat dua bakal biji. Mahkota bunga jeruk besar berwarna putih bersih seperti bunga melati. Bunga jeruk besar umumnya melakukan penyerbukan sendiri, namun penyerbukan yang dibantu serangga akan lebih cepat berhasil.

2.3. Ekologi Tanaman Jeruk

Ekologi atau Syarat Tumbuh dari Jeruk Pamelon yaitu:

a) Iklim

Tanaman jeruk menghendaki sinar matahari penuh (bebas naungan), suhu 13-35°C (optimum 22-23°C), curah hujan 1.000-3.000 mm/tahun (optimum 1.500-2.500 mm/tahun), dan bulan kering (< 60 mm) selama 2-6 bulan yaitu optimum 3-4 bulan berturut-turut. Jeruk Pamelon tumbuh baik secara ekologis di dataran rendah tropis, dengan suhu 25°-30°C seperti yang tumbuh pada sentra produksi di Thailand, beberapa bulan dingin dan beberapa bulan dengan kondisi kering, dimana musim kemarau berlangsung sekitar 3-4 bulan dan curah hujan tahunan sekitar 1500-1800 mm (Balitjestro, 2014).

b) Ketinggian

Ketinggian tempat tumbuh yang umum untuk pertanaman jeruk pamelon akan memberikan hasil optimum bila ditanam di lokasi yang sesuai. Ketinggian tempat yang sesuai untuk tanaman ini yaitu dataran

rendah sampai 700 m dpl, tanaman jeruk besar yang ditanam di atas ketinggian tersebut rasa buahnya lebih asam (Karmila, 2011). Penanaman di atas ketinggian tersebut menyebabkan buah menjadi terasa asam, getir dan berkulit tebal. Meskipun adaptasinya luas, beberapa kelompok jeruk berproduksi optimal hanya jika ditanam di dataran rendah (400 m dpl) yaitu sebagian besar varietas Siam, keprok Tejakula dan Madura. Sedangkan sebagian lain berproduksi optimal jika ditanam di dataran tinggi (700 m dpl) yaitu jenis Keprok (Batu 55, Tawangmangu, Pulung, Garut, Kacang), jeruk manis, dan jeruk Siam Madu (Balitjestro, 2014).

c) Kondisi Tanah

Jenis tanah yang cocok untuk penanaman jeruk pamelon adalah tanah yang subur, gembur, banyak mengandung pasir, air tidak tergenang dan terletak pada pH 5-6. Untuk mendapatkan produksi yang optimal. Tanah yang sesuai yaitu jenis tanah gembur, porous dan subur. Kedalaman air tanahnya tidak lebih dari 1,5 m pada musim kemarau dan tidak boleh kurang dari 0,5 m pada musim hujan. Tanah tidak boleh tergenang air karena akar akan mudah terserang penyakit. Tanah yang baik untuk tanaman jeruk harus memiliki pH 5-6 dan kelembapan udara 50-85% (Karmila, 2011). Lahan ideal yaitu untuk jeruk pamelon yaitu memiliki lapisan tanah yang dalam, hingga kedalaman 150 cm tidak ada lapisan kedap air, kedalaman air tanah \pm 75 cm, tekstur lempung berpasir, dan pH \pm 6. Jika pH tanah dibawah 5, unsur mikro dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Balitjestro, 2014).

2.4. Penyakit Utama Tanaman Jeruk

2.4.1. Gejala Penyakit Diplodia (Blendok)

Penyakit kulit diplodia sering disebut penyakit blendok, karena tanaman bereaksi mengeluarkan blendok. Penetrasi patogen menyebabkan tanaman bereaksi dengan mengeluarkan substansi pertahanan berupa gummosis berwarna kuning. Gumosis dikeluarkan tanaman sebagai tanda jika terjadi serangan patogen pada jaringan tanaman. Gumosis yang keluar dari permukaan kulit jaringan tanaman menunjukkan tingkat serangan yang lanjut. Penyakit blendok diplodia disebabkan oleh jamur *B. theobromae*. (Gusnawaty & Mariadi, 2013).

Penyakit diplodia pada tanaman ini terbagi menjadi 2 yaitu diplodia basah dan diplodia kering. Gejala penyakit blendok diplodia basah ditandai dengan keluarnya blendok atau gom berwarna kuning dari batang atau cabang-cabang besar, kemudian diikuti dengan pengelupasan kulit pada bagian sakit dan berakhir sembuh pada daerah sakit. Umumnya sering terjadi perkembangan penyakit secara terus menerus dan berakibat pada terbentuknya luka tidak teratur pada kulit tanaman yang luas tetapi dangkal. Patogen *B. theobromae* berkembang di antara kulit dan kayu tanaman sehingga mampu merusak kambium tanaman dan berakhir kematian tanaman. Serangan penyakit blendok dapat terjadi pada fase persemaian infeksi terjadi pada daerah okulasi baru dimana patogen akan masuk melalui luka (Retnosari, 2011). Menurut Retnosari (2011) penyakit blendok kering lebih berbahaya dibandingkan penyakit blendok basah,

hal ini dikarenakan penyakit blendok kering lebih sulit dalam mengetahui gejala penyakitnya.

Gejala penyakit blendok pada buah dimulai pada ujung tangkai buah yang akan mengerah ke pusat daging buah, infeksi jamur akan berkembang lebih cepat daripada infeksi melalui kulit buah. Infeksi pada buah ditunjukkan dengan adanya gejala coklat kehitaman pada ujung buah dan berangsur-angsur akan menyeluruh ke seluruh bagian buah. Infeksi pada buah menyebabkan pembusukan pada buah, apabila buah telah memasuki fase pematangan dan produksi etilen tinggi maka mempercepat proses pembusukan buah akibat infeksi jamur *B. theobromae*. Infeksi pada buah tidak dapat menjadi sumber inokulum untuk penyebaran jamur *B. theobromae* ke inang baru (Zhang, 2014).

2.4.2. Patogen Penyebab Penyakit Diplodia

Penyakit diplodia disebabkan oleh cendawan *Botryodiplodia theobromae* merupakan penyakit serius pada pertanaman jeruk baik di Indonesia maupun di luar negeri. Penyakit ini ditemukan di Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan, sedangkan di luar negeri penyakit ini terdapat di Amerika Serikat, Thailand, India, Kuba, dan Malaysia. Penyakit diplodia memiliki sebaran geografis yang sangat luas karena telah ditemukan pada lebih dari 22 provinsi, Kabupaten dan Kota yang menjadi sentra pertanaman jeruk di Indonesia. Penyakit ini pernah menyerang 85% dari 500 ha pertanaman jeruk pamelon di Jawa Timur (Magetan) dengan tingkat serangan ringan hingga sedang. Kasus lainnya

juga pernah terjadi di Kalimantan Selatan yaitu sekitar 54% atau sebanyak 825.318 pohon jeruk mengalami kematian akibat serangan penyakit ini (Dwiastuti, 2016).

Menurut Cabi (2021) cendawan *B. theobromae* bersinonim dengan *Lasiodiplodia theobromae* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Divisi : Ascomycota
Kelas : Dothideomycetes
Ordo : Botryosphaeraiales
Famili : Botryosphaeriaceae
Genus : Botryodiplodia
Spesies : *Botryodiplodia theobromae*

Cara penyebaran patogen *B. theobromae* dapat melalui udara, penempelan dan percikan air. *B. theobromae* dapat terbawa oleh aliran air bersama dengan tanah, selain itu juga terbawa oleh bibit (okulasi), tanah yang menyertai bibit dan serangga vektor. Selain sebagai vektor, serangga juga membuat pelukaan pada tanaman yang dapat membantu *B. theobromae* menjangkit dari tanaman sakit ke tanaman sehat pada saat serangga menggerek atau memakan jaringan tanaman. Sumber inokulum patogen lainnya adalah cabang pohon jeruk baik yang sehat maupun yang mati. Cendawan masih dapat bertahan hidup baik di dalam jaringan hidup maupun jaringan tanaman yang mati, itulah sebabnya sanitasi lahan sangat penting untuk dilakukan (Salamiah, 2008).

Menurut Zhang & Swingle (2005) menyatakan bahwa jamur *B. theobromae* merupakan parasit fakultatif yang hidup pada ranting tanaman jeruk yang telah mati untuk dapat menyelesaikan satu kali siklus hidupnya. Aliran air pada ranting tanaman mati dapat memindahkan spora jamur ke permukaan buah jeruk yang belum matang, akan tetapi spora yang telah berkecambah tidak akan melakukan kolonisasi pada buah, atau jamur akan memasuki masa laten dan akan melakukan kolonisasi ketika buah telah mendekati masa panen. Hal ini dikarenakan kandungan etilen pada buah dapat mempengaruhi pertumbuhan penyakit penyebab patogen *B. theobromae*.

Jamur *B. theobromae* dapat hidup pada daerah tropis dan subtropis serta memiliki kisaran inang yang luas lebih dari 280 genus tanaman dilaporkan dapat menjadi inang dari jamur *B. theobromae*. Jenis inang tanaman hortikultura yang umumnya menjadi inang dari jamur *B. theobromae* antara lain pepaya, nangka, mangga, manggis, pisang, leci dan jambu air, sedangkan tanaman perkebunan yang umumnya menjadi inang antara lain kelapa, kakao, karet, kelapa sawit. Hal ini menyebabkan sumber inokulum penyakit blendok selalu ada (Hariri, 2017).

Jamur *B. theobromae* tergolong kedalam famili Shepaeropsidaceae yang memiliki distribusi luas dan famili Shepaeropsidaceae umumnya jamur yang berperan sebagai saprofit, parasit, dan endofit. Shepaeropsidaceae merupakan kelompok jamur yang memuat sejumlah spesies yang tersebar pada beberapa genus anamorp, di antaranya yang

paling dikenal adalah kelompok jamur Diplodia, Lasiodiplodia, Neofusicoccum, Pseudofusicoccum, dan Dothiorella (Begoude, 2009).

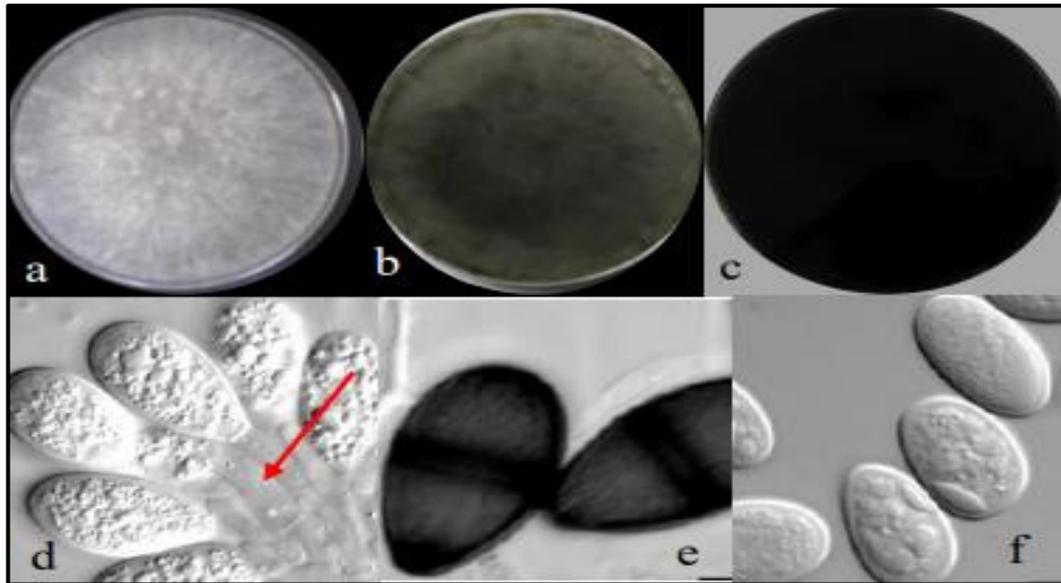
Kondisi lingkungan dengan suhu dan kelembapan tinggi serta ketersediaan nutrisi banyak akan mempercepat proses perkecambahan dan penetrasi patogen ke dalam jaringan tanaman. Perbedaan kondisi suhu lingkungan yang sangat tinggi pada musim kemarau akan memperlemah tanaman sehingga dengan mudah terinfeksi patogen penyakit busuk batang (Syafri, 2010).

2.4.3. Karakteristik Patogen *Botryodiplodia theobromae*

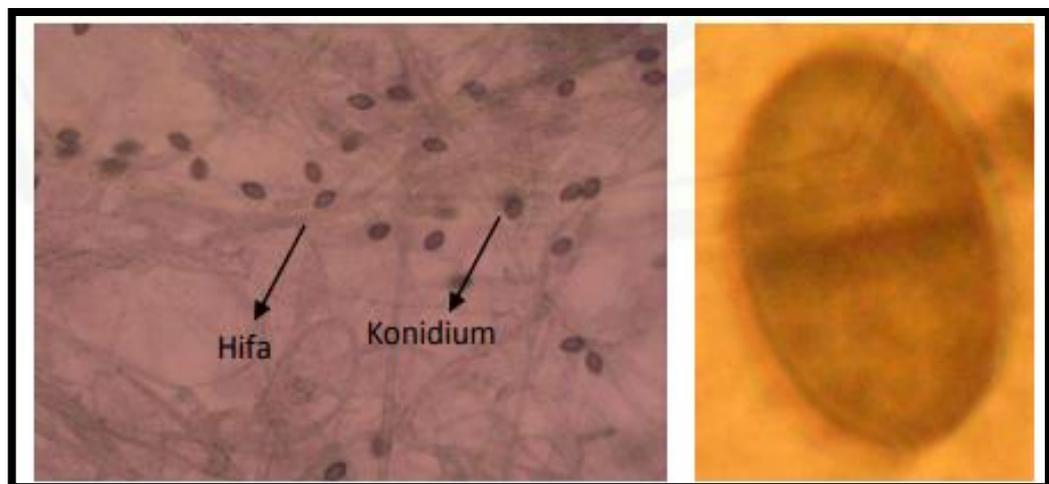
Koloni *B. theobromae* yang ditemukan pada tanaman jeruk berwarna abu-abu muda sampai kehitaman. Hifa awalnya hialin kemudian berubah menjadi coklat. Piknidium *B. theobromae* yang berasal dari tanaman jeruk memiliki warna gelap dan terbentuk secara berkelompok dalam stroma. Karakteristik konidium *B. theobromae* berbentuk jorong atau ovoid, hialin pada umur muda, tidak bersekat dan memiliki dinding ganda. Kemudian saat matang konidium berwarna coklat, memiliki satu sekat berwarna gelap dan memiliki dinding tunggal, konidium berukuran rata-rata 24-29 x 10-15 μm (Dwiastuti, 2016).

Jamur *B. theobromae* pada inang tanaman jeruk akan membentuk piknidium yang tersebar dengan bentuk awal tertutup dan kelak mampu pecah, berwarna hitam, berpapil, dengan ukuran 150-180 μm . Konidium berbentuk jorong, bersekat satu, tidak berkonstriksi, berwarna gelap, rata-

rata berukuran $24\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$, eksosporanya mempunyai jalur-jalur (Semangun, 2007).



Gambar 1. Morfologi Jamur *B. theobromae* a. Koloni Jamur *B. theobromae* Umur 2 HSI, b. Koloni Jamur *B. theobromae* Umur 10 HSI, c. Koloni Jamur *B. theobromae* yang telah membentuk Piknidium (Zhang, 2014) d. Sel Konidiogen dan Konidia, e. Konidia Matang, f. Konidia Muda. (Ekhuemelo, 2017).



Gambar 2. Morfologi Jamur *B. theobromae*, hifa dan konidium umur 21 hari (Dwiastuti, 2016).

2.5. Pengendalian Penyakit Diplodia

Biopestisida adalah senyawa yang digunakan dalam pengelolaan pertanian baik hama dan patogen melalui efek biologis yang spesifik yang berbeda dari bahan kimia seperti pestisida yang memiliki spesifikasi target yang lebih luas. Kandungan utama pada biopestisida umumnya mengandung suatu senyawa yang berasal dari bahan alami seperti hewan, tumbuhan, bakteri atau mineral tertentu yang mana metabolit dari senyawa tersebut dapat mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Biopestisida dapat diproduksi dengan memperhatikan kandungan senyawa yang dimiliki tanaman dalam melawan infeksi patogen. Senyawa ketahanan pada tanaman dapat diproduksi melalui pemanfaatan organisme lain yang memproduksi senyawa ketahanan yang dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen, akan tetapi penggunaan biopestisida memerlukan waktu untuk dapat menunjukkan reaksi secara langsung terhadap patogen tanaman (Gwinn, 2018).

Formulasi biopestisida dapat berupa cairan atau formulasi kering. Pembuatan formulasi biopestisida memerlukan bahan pembawa, komponen bahan pembawa pada formulasi biopestisida memiliki volume terbesar. Hal ini dikarenakan bahan pembawa berfungsi sebagai bahan untuk memperpanjang waktu bertahan mikroorganisme dan dapat menjaga kestabilan kehidupan mikroorganisme pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Menurut Sukaryorini & Wiyatiningsih (2009), formulasi biopestisida dapat dibuat dengan medium berupa cairan ekstrak daging, ekstrak

kentang, ekstrak ketan hitam, air nira siwalan, air kelapa muda, susu murni sapi, madu, dan air gula dengan suspensi mikroorganisme yang berasal dari rhizosfer dari tanaman kelapa, tebu, siwalan, tunjang, dan bakau. Mikroorganisme yang terkandung dalam suspensi tersebut berasal dari rhizosfer tanaman kelapa, tebu, siwalan, tunjang, dan bakau antara lain Bakteri Pelarut Fosfat, *Lactobacillus* sp., *Rhizobium* sp., Bakteri Amilolitik, Bakteri Proteolitik, Bakteri Fotosintetik, Bakteri Amonifikasi, Bakteri Nitrifikasi yang mana mikroorganisme tersebut dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen.