

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanaman jeruk merupakan tanaman tahunan yang telah dikembangkan di Indonesia sekitar 70-80% dan setiap tahunnya mengalami perkembangan dalam pembudidayaannya baik mencakup luasan lahan, jumlah produksi bahkan permintaan pasar dan termasuk salah satu komoditi buah-buahan yang berperan penting dalam pasar dunia maupun dalam negeri karena mempunyai nilai ekonomis tinggi (Kementan, 2011). Jenis jeruk lokal yang dibudidayakan di Indonesia adalah jeruk keprok (*Citrus reticulata* atau *C. nobilis.*), jeruk siam (*C. microcarpa* dan *C. sinensis*) yang terdiri atas Siam Pontianak, Siam Garut, Siam Lumajang, serta jeruk besar (*C. maxima*) yang terdiri atas jeruk Nambangan Madiun dan Bali (Kemenristek, 2000). Pengembangan jenis jeruk di Indonesia meliputi jeruk keprok, siam dan jeruk besar dengan sentra tersebar diseluruh Indonesia. Sentra jeruk siam dan keprok di Indonesia terdapat di Provinsi Sumatera Utara, Jawa timur dan Kalimantan Barat sedangkan sentra jeruk besar terdapat di Provinsi Sulawesi Selatan, Jawa Timur dan Aceh. Produksi jeruk besar sebagian besar berasal dari Sulawesi Selatan, Jawa Timur dan Aceh dengan kontribusi produksi mencapai Provinsi Sulawesi Selatan dengan kontribusi 30,76% diikuti oleh Jawa Timur (19,61%), Aceh (10,69%) (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2015).

Data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015) mencatat bahwa kabupaten sentra produksi jeruk besar di Jawa Timur terdapat di Kabupaten Magetan, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Madiun, dan Kabupaten Pacitan. Produksi jeruk besar tertinggi terdapat di Kabupaten Magetan dengan produktivitas mencapai 21.230 ton atau 89,67% dari produksi total Jeruk Besar di Jawa Timur dihasilkan dari sentra jeruk besar di Kabupaten Magetan. Sentra penghasil jeruk besar di Kabupaten Megetan terdapat di Kecamatan Bendo, Takeran, Sukomoro, dan Kawedanan dengan penanaman dilakukan di ladang atau memanfaatkan pekarangan rumah dan sawah baik secara monokultur ataupun tumpangsari (Dinas Pertanian Magetan, 2012). Upaya intensifikasi produksi jeruk pamelon di daerah Magetan terus dilakukan, akan tetapi kendala utama dalam peningkatan produksi jeruk pamelon adalah serangan penyakit blendok yang menyebabkan penurunan

produksi dan kematian tanaman. Menurut Sulistyowati *et al.* (2013) penyakit blendok merupakan salah satu penyakit penting dalam budidaya tanaman jeruk. Penyakit blendok dapat mengakibatkan kematian ranting, cabang, batang tanaman, bahkan menyebabkan kematian tanaman. Penyakit Blendok merupakan penyakit endemik pada pertanaman jeruk pamelon di Magetan, Jawa Timur pada tahun 1996 insidensi serangan penyakit blendok pada pertanaman jeruk pamelon mencapai 85% dari 500 Ha pertanaman jeruk pamelon dengan tingkat serangan ringan sampai sedang (22-37%) (Dwiastuti *et al.*, 2016). Pengendalian penyakit blendok umumnya masih sebatas pengendalian kimiawi dengan pestisida dan penggunaan bubuk California, akan tetapi hasil pengendalian tersebut belum memuaskan bahkan menimbulkan dampak negatif bagi petani, masyarakat sekitar, dan lingkungan. Dampak negatif penggunaan pestisida terhadap produksi buah jeruk pamelon, terdapatnya residu pada buah jeruk yang mengakibatkan jeruk tidak diterima dipasaran.

Upaya pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan mendukung pertanian organik dengan penggunaan formulasi biopestisida dan penanaman varietas tahan, akan tetapi informasi mengenai bahan tanam yang memiliki resistensi terhadap penyakit blendok pada tanaman jeruk pamelon masih sangat kurang. Hasil Penelitian Kartikasari (2019) menyebutkan bahwa penggunaan formula biopestisida dengan sistem pertanian terpadu dapat menurunkan tingkat serangan penyakit blendok sebesar 15,8%-16,6%. Penggunaan formula biopestisida diharapkan mampu mengendalikan dan menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit blendok yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan tanam yang tahan terhadap penyakit blendok dalam pengendalian secara kultur teknis. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh biopestisida dalam mengendalikan dan menginduksi ketahanan tanaman jeruk pamelon terhadap penyakit blendok.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah penggunaan biopestisida dapat mengendalikan penyakit blendok pada kultivar jeruk pamelon ?
2. Apakah penggunaan biopestisida dapat menginduksi ketahanan kultivar jeruk pamelon ?

3. Bagaimana respon mekanisme ketahanan terinduksi kultivar jeruk pamelu setelah penggunaan biopestisida ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui penggunaan biopestisida dalam mengendalikan penyakit blendok.
2. Mengetahui penggunaan biopestisida dalam menginduksi ketahanan kultivar jeruk pamelu terhadap penyakit blendok.
3. Mengetahui respon mekanisme ketahanan terinduksi kultivar jeruk pamelu.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang :

1. Pengendalian penyakit blendok menggunakan biopestisida pada kultivar jeruk pamelu.
2. Penggunaan biopestisida dalam menginduksi ketahanan kultivar jeruk pamelu.
3. Respon mekanisme ketahanan terinduksi akibat penggunaan biopestisida pada kultivar jeruk pamelu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penyakit Utama Tanaman Jeruk

#### 2.1.2. Gejala Penyakit Blendok

Penyakit kulit diplodia sering disebut penyakit blendok, karena tanaman bereaksi mengeluarkan blendok. Penetrasi patogen menyebabkan tanaman bereaksi dengan mengeluarkan substansi pertahanan berupa gummosis (blendok) berwarna kuning. Gumosis dikeluarkan tanaman sebagai tanda jika terjadi serangan patogen pada jaringan tanaman, gumosis diproduksi untuk melokalisasi patogen agar tidak berkemabang luas. Gumosis yang keluar dari permukaan kulit jaringan tanaman menunjukkan tingkat serangan yang telah lanjut (Gusnawaty dan Mariadi, 2013). Penyakit blendok diplodia disebabkan oleh jamur *Botryodiplodia theobromae*. Serangan penyakit blendok diplodia terbagi menjadi dua macam yaitu blendok diplodia basah dan kering. Gejala serangan jamur *B. theobromae* memiliki perbedaan khusus pada setiap inang antara lain terjadi penurunan pertumbuhan tanaman hingga kematian apabila terjadi serangan pada tanaman jambu (Safdar *et al*, 2015), mati pucuk pada tanaman anggur (*Vitis vinifera* L.) (Rodríguez *et al*, 2015), kemudian pada tanaman karet muda menyebabkan tekstur permukaan batang menjadi kasar dan berwarna coklat (Nurhasanah, 2012).

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 diantara 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 peenyakit blendok basah, hal ini dikarenakan penyakit blendok kering lebih sulit dalam mengetahui gejala penyakitnya.

Gejala penyakit blendok kering pada tanaman ditandai adanya kulit tanaman yang mengering dan jika dipotong kulit dan kayu berwarna hitam kehijauan. Kulit yang sakit membentuk celah-celah kecil yang didalamnya terdapat massa spora jamur *B. theobromae* putih sampai kehitaman, bagian yang sakit dapat tersebar dengan cepat dan infeksi baru diketahui ketika daun-daun telah menguning yang menandakan bahwa batang dan cabang tidak dapat tertolong lagi. Serangan penyakit blendok kering pada batang utama akan lebih berbahaya dibandingkan serangan pada cabang dan ranting. Hal ini dikarenakan serangan pada batang utama akan melingkar dan bagian atas tanaman akan kering atau mati dan berwarna kehitaman (Gusnawaty *et al*, 2013).

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).



Gambar 2.1. Gejala Penyakit Diplodia a. Diplodia Kering b. Gumosis, c. Diplodia Basah (Balitjestro, 2016) d. Gejala penyakit diplodia pada buah jeruk (Zhang, 2014).

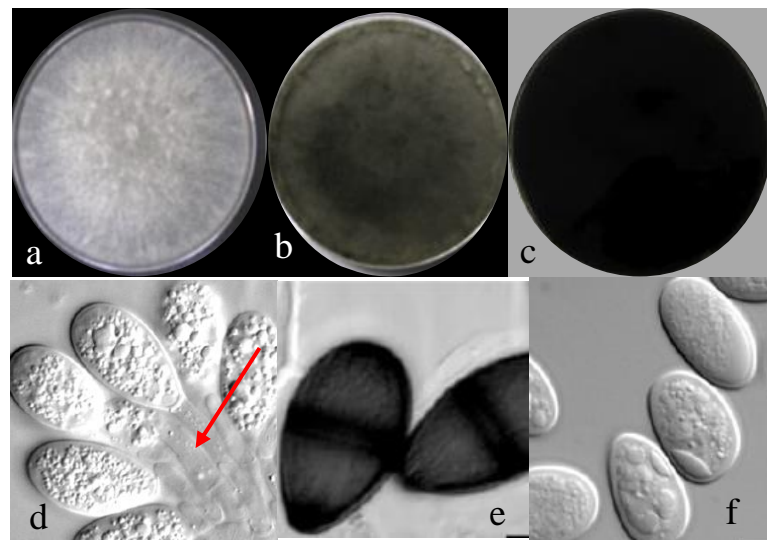
### 2.1.3. Patogen Penyakit Blendok *Diplodia*

Penyakit blendok diplodia disebabkan oleh jamur *B. theobromae* yang dulunya dikenal sebagai jamur *Lasiodiplodia* (Retnosari, 2011). Menurut Semangun (2007) menyebutkan bahwa kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit blendok yang disebabkan jamur *B. theobromae* terhadap hasil tanaman mencapai 50-85%. Jamur *B. theobromae* merupakan jamur yang bersifat polifag yang mampu menyerang berbagai tumbuhan sehingga sumber (inokulum) selalu ada. Menurut (Alexopoulos, 1996) jamur *B. theobromae* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Phylum	: Deuteromycota
Kelas	: Deuteromyetes
Ordo	: Shepaeropsidales
Famili	: Shepaeropsidaceae
Genus	: <i>Botryodiplodia</i>
Spesies	: <i>Botryodiplodia theobromae</i>

Jamur *B. theobromae* tergolong kedalam famili Shepaeropsidaceae yang memiliki distrbusi 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, diantaranya yang paling dikenal adalah *Diplodia*, *Lasiodiplodia*, *Neofusicoccum*, *Pseudofusicoccum*, *Dothiorella*, dan *Sphaeropsi* (Begoude *et al*, 2009). Menurut Zhang (2014) koloni jamur *B. theobromae* yang ditumbuhkan pada media PDA dengan suhu inkubasi 20-30°C berwarna putih pada umur 2 HSI kemudian berubah menjadi abu-abu dengan bagian bawah kehitaman pada umur 10 HSI. Ciri umum isolat jamur *B. theobromae* yang berasal dari Amerika Serikat, Amerika Selatan, Afrika Selatan dan Asia memiliki konidia berukuran 18–30 x 10–15 µm (Pavlic *et al*, 2004). Selain itu menurut Kunci Identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* Barnet dan Hunter (1972) mendiskripsikan ciri khas jamur *B. theobromae* memiliki piknidium berwarna gelap dan terbentuk secara berkelompok didalam stroma.

Miselium jamur *B. theobromae* berbentuk benang halus atau kapas, stromatik, ositiolate dengan lebar sampai dengan 5 mm. Konidia awal uniseluler, hialin, granulosa, dengan bentuk subvoid sampai ellipsoid dan berdinding tebal. Konidia matang uniseptate berwarna coklat berukuran 20-30  $\mu\text{m}$  x 10-15  $\mu\text{m}$  (Punithalingam, 1976). 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  $\mu\text{m}$ . Konidium berbentuk jorong, bersekat satu, tidak berkonstriksi, berwarna gelap, rata-rata berukuran 24 $\mu\text{m}$  x 15 $\mu\text{m}$ , eksosporanya mempunyai jalur-jalur (Semangun, 2007).



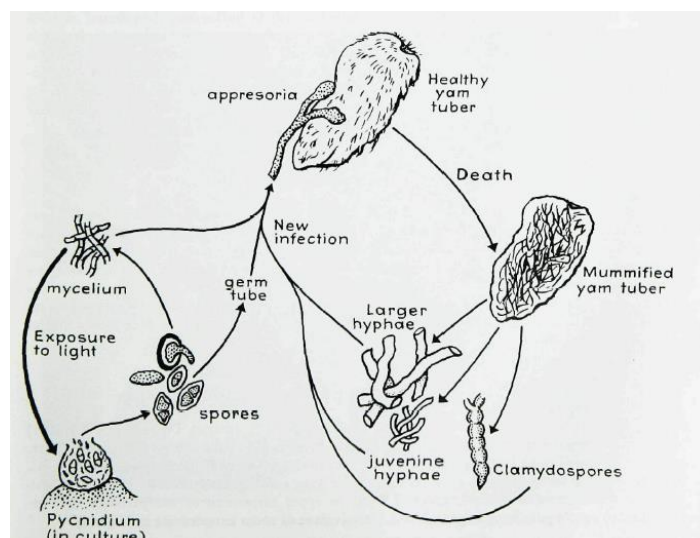
Gambar 2.2. Morfologi Jamur *B. theobromae* a. Koloni Jamur *B. theobromae* Umur 2 HSI, b. Koloni Jamur *B. theobromae* Umur 10 HSI, c. Koloni Jamur *B. theobromae* yang telah membentuk Piknidium (Zhang, 2014) d. Sel Konidiogen dan Konidia, e. Konidia Matang, f. Konidia Muda. (Ekhuemelo, 2017)

#### 2.1.4. Penyebaran dan Siklus Hidup *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 hortikulutra 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).

Menurut Zhang dan 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 jamur *B. theobromae*.

Kondisi lingkungan dengan suhu dan kelembaban tinggi serta ketersediaan nutrisi banyak akan mempercepat proses perkecambahan dan penetrasi patogen kedalam jaringan tanaman. Perbedaan kondisi suhu lingkungan yang sangat tinggi pada musim kemarau akan memperlemah tanaman sehingga mudah terinfeksi patogen penyakit blendok (Syafriil, 2010). Menurut penelitian Ogundana (1982) siklus hidup jamur *B. theobromae* pada Ubi Yam (Uwi Putih) dapat bertahan selama 10 bulan pada ubi dan penyebaran ke inang lain dapat melalui angin dan ubi yang telah termumifikasi. Jamur *B. theobromae* akan membentuk piknidium setelah 5-6 hari setelah menginfeksi ubi, akibatnya ubi mengalami penurunan kadar air. 15 minggu setelah pembentukan, piknidium akan matang dan mengeluarkan spora yang dapat menginfeksi inang baru. Ubi yang telah dipenuhi piknidium akan termumifikasi dan 10 bulan kemudian akan hancur menjadi serpihan akibat kadar air yang terus berkurang dan terkena angin. Ubi yang termumifikasi juga menjadi inokulum baru yang mampu menularkan penyakit blendok pada ubi yang sehat.



Gambar 2.3. Siklus hidup *B. theobromae* pada Ubi Yam (Ogundana, 2011)

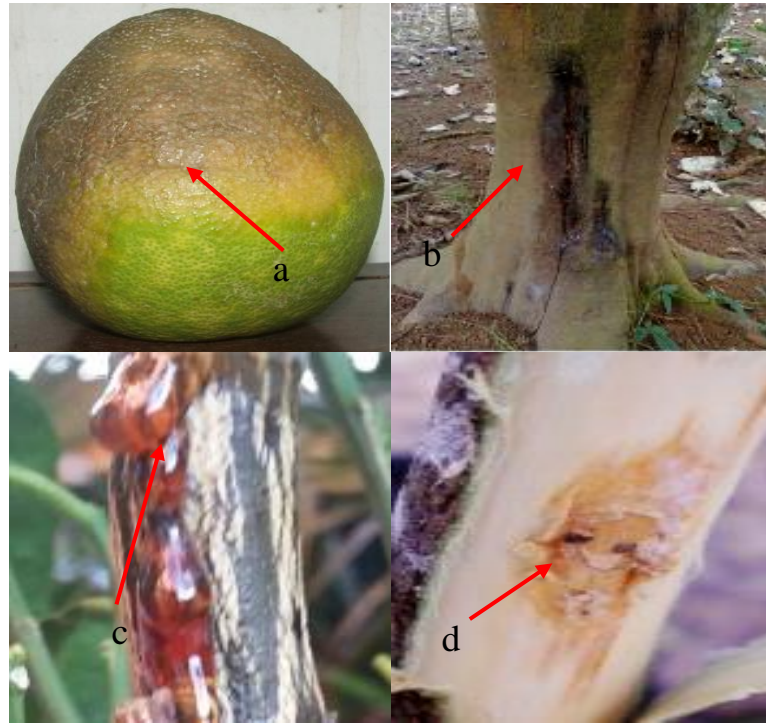


### 2.1.5. Gejala Penyakit Busuk Pangkal Batang

Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh jamur *Phytophthora* spp. Penyebab utama penyakit busuk pangkal batang yang telah dilaporkan terdapat di Indonesia adalah jamur *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora parasitica* dan *Phytophthora palmivora*. Gejala penyakit busuk pangkal batang dimulai dari kulit batang berwarna kehitaman mengeluarkan lendir encer, pembusukan batang dimulai dari tempat menempelnya batang atas pada aras permukaan tanah. Gejala penyakit busuk pangkal batang jika di potong pada bagian bergejala akan berwarna coklat kemerahan, dan terjadi perubahan warna pada kambium melewati kayu serta terjadi pengelupasan kulit kayu yang telah mati dengan diikuti pembentukan jaringan kalus ditepi luka. Serangan penyakit busuk pangkal batang yang parah dapat meluas hingga terjadi pembusukan akar dan berbau masam serta diikuti dengan terjadinya pembentukan bunga salah waktu. Bunga yang terbentuk akan tumbuh menjadi buah, akan tetapi buah tidak dapat berkembang dan memiliki rasa yang kurang enak (Retnosari, 2011).

Menurut Semangun (2007) infeksi penyakit lendir yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora* spp. dapat menyerang pada buah jeruk, buah jeruk yang dekat dengan permukaan tanah baik yang masih menggantung dipohon maupun buah yang telah gugur dapat terinfeksi jamur *Phytophthora* spp. Gejala serangan pada buah ditandai dengan buah menjadi busuk coklat, bertekstur keras seperti kulit pohon dan memiliki bau fermentasi yang kuat. Infeksi penyakit busuk pangkal batang pada buah yang telah disimpan (pasca panen) ditandai dengan terbentuknya lapisan menyerupai beledu berwarna putih pada permukaan buah. Gejala serangan pada buah pamelon yang terinfeksi jamur *P. citrophthora* ditandai dengan perubahan warna kulit buah menjadi coklat muda yang menandakan kerusakan pada kulit buah pamelon, tetapi kulit buah pamelon yang telah terserang cenderung tetap kasar dan tegas. Selain terjadi perubahan warna pada kulit buah, serangan jamur *P. citrophthora* pada buah jeruk pamelon ditandai dengan terbentuknya miselium jamur berwarna putih pada permukaan kulit buah bagian dalam. Miselium jamur terbentuk umumnya pada kondisi lembab pada jeruk yang telah disimpan. Gejala serangan lebih lanjut pada buah dicirikan dengan bau khas yang menyengat pada buah, buah jeruk pamelon yang berada pada bagian bawah kanopi pohon jeruk pamelon dan yang

berada dekat dengan permukaan tanah rentan terinfeksi jamur *P. citrophthora*. Kerusakan buah pada bagian bawah kanopi tanaman dan dekat tanah mencapai 10% dari total produksi di kebun jeruk pamelo (Puglisi *et al.*, 2017).



Gambar 2.4. Gejala Penyakit Busuk Pangkal Batang. a. Gejala Blendok *Phythoptora* spp pada Buah (Puglisi *et al.*, 2017). b. Gumosis pada Pangkal Batang Jeruk (Brentu dan Vicent, 2015), c. Gumosis Berwarna Coklat Kemerahan (Puglisi *et al.*, 2017). d. Luka pada batang jeruk akibat *Phythoptora* spp. (Brentu dan Vicent, 2015).

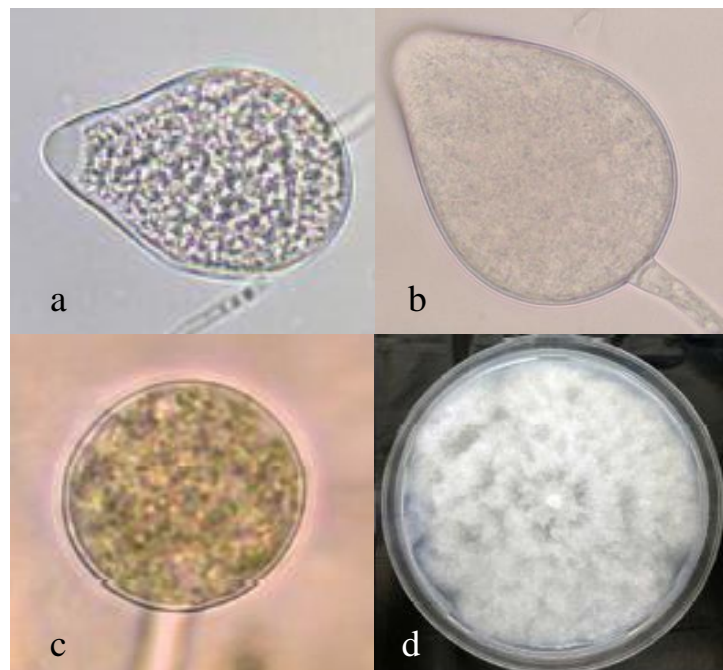
#### 2.1.6. Potogen Penyakit Busuk Pangkal Batang

Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh jamur *Phythoptora* spp. Spesies jamur *Phythoptora* yang sering menginfeksi tanaman jeruk yang dapat menyebabkan penyakit blendok antara lain *P. nicotinae*, *P. citrophthora*, *P. palmivora*, dan *P. parasitica* (Semangun, 2007). Menurut Brentu dan Vicent (2017) penyebab penyakit busuk pangkal batang pada jeruk disebabkan oleh jamur *P. citrophthora* yang mana bentuk mikroskopis jamur memiliki hifa senositik dengan spora ovoid dengan papila. Hal ini menunjukkan dari kesamaan ciri jamur *Phythoptora* spp, akan tetapi menurut Puglisi *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa beberapa spesies *Phythoptora* tidak membentuk spora berpapila.

Klasifikasi ilmiah *P. citrophthora*. menurut CABI (2019) sebagai berikut :

Domain : Eukaryota  
 Kingdom : Chromista  
 Filum : Oomycota  
 Kelas : Oomycetes  
 Ordo : Peronosporales  
 Famili : Peronosporaceae  
 Genus : *Phytophthora*  
 Species : *Phytophthora citrophthora*

Menurut Semangun (2007) menyebutkan bahwa *P. citrophthora* sporangiumnya berbentuk jorong atau berbentuk sitrun berukuran 30-90×20-60  $\mu\text{m}$ , dan terbentuk pada bagian tengah atau ujung sporangiofor. Sporangiofor tidak teratur dengan lebar 2,9  $\mu\text{m}$ . Spora kembara berukuran 10-16  $\mu\text{m}$ , dan mempunyai dua bulu cambuk. Sporangia *P. citrophthora* lebih panjang daripada sporangia *P. palmivora* tetapi memiliki bentuk yang sangat bervariasi. *P. citrophthora* tidak membentuk oospora, pembentukan miselia jamur optimum pada suhu 34-38°C

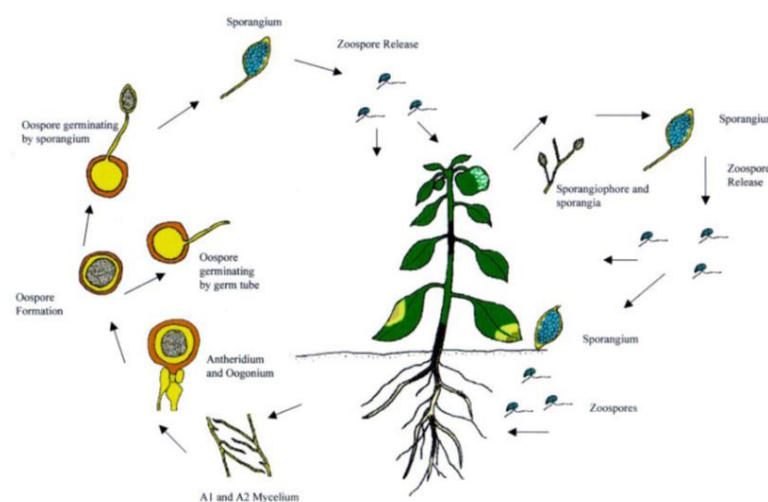


Gambar 2.5. Morfologi jamur *P. citrophthora* a. Spora berpapila (Brentu dan Vicent, 2015). b. Spora tanpa papila c. Klamidospora. d. Koloni jamur *P. citrophthora* pada media PDA (Puglisi *et al.*, 2017).

### 2.1.7. Penyebaran dan Siklus Hidup *P. citrophthora*

Penyebaran penyakit busuk pangkal batang terutama melalui hujan dan air irigasi yang mengalir diatas permukaan tanah. Penyakit busuk pangkal batang umumnya lebih banyak menyerang kebun dengan ketinggian lebih dari 400 mdpl dengan tanah berstruktur liat yang dapat menahan air lebih lama. Patogen masuk melalui luka alami, luka yang disebabkan alat pertanian dan serangga hama (Retnosari, 2011). Menurut Semangun (2007) menyebutkan jenis jeruk manis, RL, dan JC sangat rentan terhadap penyakit blendok busuk pangkal batang. Fluktuasi suhu, iklim dan pH tanah dapat mempengaruhi penyebaran penyakit blendok busuk pangkal batang. Serangan jamur *P. citrophthora* jauh lebih aktif menginfeksi pada suhu moderat 24-32°C. Infeksi patogen dapat terfasilitasi optimal pada musim hujan dengan pH tanah 6-6,5. Keseluruhan *Phytophthora* spp dapat hidup didalam tanah dan memiliki kemampuan membentuk spora kembara.

Menurut Retnosari (2011) menyebutkan bahwa jamur *P. citrophthora* tergolong patogen saprofit fakultatif, tanah yang cenderung lembab dapat memfasilitasi infeksi patogen ke tanaman. Patogen *P. citrophthora* dapat bertahan didalam tanah dan akar tanaman yang telah mengalami pembusukan dengan bertahan membentuk klamidospora (oospora). Klamidospora akan berkecambah ketika kelembaban tinggi, setelah berkecambah akan membentuk sporangia. Zoopora yang terbentuk akan tertarik pada luka atau bagain akar yang aktif memanjang yang nantinya akan digunakan untuk melakukan penetrasi secara pasif pada tanaman.



Gambar 2.6. Siklus hidup *Phytophthora* spp (Retnosari, 2011)

### 2.1.8. Faktor Mempengaruhi Insidensi Penyakit

Menurut Muller (1939) dalam (Semangun, 2000) menyebutkan bahwa jenis dan umur tanaman jeruk dapat mempengaruhi insidensi penyakit. Semua jenis jeruk besar rentan terhadap serangan penyakit blendok basah terutama varietas Jeruk Delima, Pandanwangi, Bali dan Sinyoid sedangkan jenis jeruk besar yang rentan terhadap blendok kering adalah varietas JC, RL, Jeruk Masam, Sitrun Ponderosa, Sitrun Villa Franca, Saramaca, Jeruk Tangan, Sukade, Sweet Lime, Jeruk Kasturi dan kebanyakan grapefruit rentan terhadap blendok basah. Varietas jeruk yang kurang rentan terhadap blendok basah adalah jeruk keprok dan jeruk manis. Umur tanaman berpengaruh terhadap serangan blendok basah pada jeruk besar. Jeruk Pandanwangi umur 4 tahun menjadi rentan terhadap blendok basah, akan tetapi kerentanannya semakin lama semakin berkurang. Sebaliknya Jeruk Delima pada waktu muda kurang rentan terhadap blendok basah, akan tetapi semakin bertambah umur kerentanannya terhadap blendok basah semakin bertambah.

Menurut Zhang (2014) menyebutkan terdapat beberapa faktor penyebab insidensi penyakit blendok seperti iklim, teknis budidaya dan penggunaan etilen

#### a. Iklim

Iklim merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi insidensi penyakit blendok. Penyakit blendok akan berkembang optimal pada daerah tropis dan subtropis lembab. Kelimpahan curah hujan dan fluktuasi suhu dan kelembaban yang tidak terlalu tinggi memicu sebaran penyakit blendok dan kelimpahan pembentukan serta kelangsungan hidup spora jamur *B. theobromae*. Kelembaban relatif pada daerah tropis dan subtropis lembab yang kurang dari 100% mendukung pemancaran spora dari piknidium. Spora yang keluar pada kelembaban mendekati 100% akan mengubah perkembangan spora dari satu sel tunggal menjadi dua sel dan berwarna lebih gelap dengan waktu 5-6 jam setelah pemancaran. Spora bersel dua memiliki daya adaptasi yang lebih baik dan mampu bertahan dari satu musim ke musim berikutnya yang berfungsi sebagai sumber inokulum baru.

### **b. Teknis Budidaya**

Pengelolaan teknis budidaya dapat mempengaruhi persebaran dan terjadinya penyakit blendok. Patogen penyakit blendok melangsungkan siklus hidupnya pada ranting, cabang, dan pohon yang telah mati serta mampu bertahan secara laten pada kelopak buah jeruk. Sanitasi lingkungan yang kurang baik seperti banyaknya ranting cabang dan pohon mati memberikan inang yang lebih banyak untuk perkembangan patogen blendok. Spora jamur *B. theobromae* pada jaringan tanaman yang telah mati tersebar melalui hujan, angin dan air irigasi. Sistem irigasi dengan metode *overhead* yang digunakan dalam budidaya tanaman jeruk akan memudahkan persebaran spora jamur dari tanaman mati ke tanaman sehat.

### **c. Penggunaan Etilen**

Penggunaan etilen sebelum pemanenan buah. Sintesis etilen pada buah digunakan untuk memicu degenerasi klorofil pada kulit buah sehingga warna kuning atau orange pada buah jeruk dapat terekspresi lebih bagus dan memiliki peluang pasar yang lebih bagus. Selain menyebabkan terjadinya degenerasi klorofil penggunaan etilen dapat memicu terbentuknya zona absisi pada kelopak buah yang memungkinkan patogen blendok untuk lebih mudah menginfeksi, penggunaan etilen dapat merangsang secara langsung pertumbuhan jamur *B. theobromae* pada buah dan etilen mampu mengurangi resistensi alami buah terhadap jamur *B. theobromae* akibat adanya rekasi biokimia pada kulit buah sehingga jaringan kulit buah mudah terpenetrasi patogen blendok. Menurut Zhang (2004) melaporkan bahwa Insidensi penyakit blendok mampu meningkat dari 3,3 – 66,7% setelah aplikasi etilen dengan konsentrasi 0,5-50 $\mu$  per liter pada suhu 30°C dengan kelembaban relatif 92-96%.

## **2.2. Biopestisida**

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 agen pengendali hayati atau 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) (Sporleder dan Lacey, 2013). 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 langsung terhadap patogen tanaman (Gwinn, 2018). Selain itu menurut Butt *et al.* (1999) menyebutkan bahwa penggunaan agensia hayati sebagai formulasi biopestisida memiliki tantangan khusus, karena bahan aktifnya adalah mikroorganisme yang harus tetap, secara relatif tidak berubah, tidak aktif selama dalam simpanan, akan tetapi proses metabolisme segera aktif kembali setelah diaplikasikan.

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. Bahan pembawa yang efektif memiliki kriteria seperti tidak mahal, mudah disterilkan, tidak toksik, dan tetap dalam sifat fisiknya (Boyetchko *et al.*, 1999). Menurut Sukaryorini dan 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 mikroorganisme yang 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.

Bakteri pelarut fosfat memiliki peran dalam meningkatkan ketersediaan unsur fosfat yang dapat digunakan oleh tanaman, akan tetapi aktivitas bakteri pelarut fosfat dalam dipengaruhi oleh pH tanah. Aktivitas bakteri pelarut tanah akan meningkat pada kondisi pH tanah mendekati netral. Unsur fosfat dibutuhkan

tanaman dalam proses metabolisme tanaman antara lain untuk merangsang pertumbuhan tanaman, perkembangan akar, pertumbuhan buah, pembelahan sel, memperkuat batang, meningkatkan ketahanan terhadap rebah dan memperkuat daya tahan terhadap hama dan penyakit (Ginting *et al* , 2006).

*Lactobacillus* sp merupakan bakteri asam laktat yang memiliki sifat antagonistik berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Widowati *et al*. (2014) bakteri *Lactobacillus* sp tergolong kedalam bakteri fermentatif yang memiliki sifat antagonistik terhadap bakteri *Staphylococcus aerus* dengan menghasilkan beberapa metabolit anantara lain hidrogen peroksida, karbon dioksida, alkohol, asam laktat, asam asetat, dan bakteriosin. Metabolit yang dihasilkan bakteri asam laktat *Lactobacillus* sp keseluruhan bersifat antimikroba. Selain itu menurut Axelsson (1998) menyebutkan bahwa bakteri asam laktat mempunyai kemampuan dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Fusarium* sp dan *Pseudomonas* sp. Bakteri proteolitik dan amilolitik mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa enzim amilase dan protease yang dapat berperan dalam perlindungan terhadap infeksi (Setyati *et al*, 2016).

### **2.3. Mekanisme Ketahanan Tanaman**

Induksi resistensi atau resistensi buatan adalah suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa pengenalan gen-gen baru. Induksi resistensi menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif atau menstimulasi mekanisme resistensi alami yang dimiliki oleh inang. Bentuk ketahanan terinduksi terbagi menjadi dua jenis yaitu *Systemic Acquired Resistance* (SAR) dan *Induced Systemic Resistance* (ISR). Ketahanan tanaman terinduksi dapat dipicu dengan penambahan bahan kimia tertentu, mikroorganisme non patogen, patogen avirulen, ras patogen inkompatibel, dan patogen virulen yang gagal menginfeksi karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Ketahanan terinduksi pada tanaman akibat penambahan senyawa kimia atau mengkolonisasi patogen sering disebut dengan induksi SAR. Induksi SAR dicirikan dengan terbentuknya akumulasi asam salisilat dan protein PR (*Pathogenesis Related Protein*) sedangkan ketahanan tanaman akibat agen biotik non patogen dikenal dengan ketahanan ISR contoh ketahanan ISR adalah penggunaan mikroba rhizobakteria (Lakani, 2008).



Menurut Chung (2017) menyebutkan respon tanaman dalam ketahanan *Systemic Acquired Resistance* (SAR) yang diinduksi mikroba menguntungkan daerah Rhizosfer tanaman ditandai dengan adanya peningkatan asam salisilat dan pembentukan protein PR (*Pathogenesis Related Protein*) sedangkan respon tanaman pada ketahanan *Induced Systemic Resistance* (ISR) ditandai dengan adanya peningkatan asam jasmonat dan fitohormon etilen. Asam salisilat merupakan senyawa fenolik yang disintesis tumbuhan sebagai respon terhadap berbagai infeksi serta berperan sebagai sinyal reaksi ketahanan tanaman dan merupakan bahan penginduksi resistensi sistemik yang sangat baik pada berbagai tanaman (Halimah dan Fifi, 2017). Menurut Giron *et al.* (2013) menyebutkan jika asam jasmonat dan asam salisilat merupakan hormon tanaman yang berperan dalam pusat pengkoordinasian jalur resistensi tanaman secara kompleks terhadap interaksi antara tanaman dan faktor biotik seperti patogen dan serangga hama. Fitohormon tanaman yang lain seperti Auksin, Etilen, Sitokonin, Asam Absisat dan Giberelin juga dapat memfasilitasi responsifitas tanaman terhadap faktor biotik.

#### **2.4. Hipotesis**

1. Penggunaan formula biopestisida diduga dapat mengendalikan penyakit blendok pada kultivar jeruk pamelon.
2. Penggunaan formula biopestisida diduga mampu menginduksi ketahanan tanaman kultivar jeruk pamelon.
3. Respon mekanisme ketahanan terinduksi akibat penggunaan biopestisida diduga ketahanan *Induced Systemic Resistance* (ISR).