

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Tanaman jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman pangan biji-bijian yang berasal dari Amerika. Jagung tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Di Indonesia, Jagung manis (*Zea mays Saccharata*), merupakan komoditi yang dapat diusahakan secara intensif karena banyak digemari sehingga terbuka peluang pasar yang baik. Tanaman jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan (feed) karena menjadi komponen utama dalam pembuatan ransum pakan ternak terutama unggas, sebagai bahan baku industry (fiber) karena dapat menghasilkan produk industri (tepung jagung, pati, minyak, gula jagung dan sebagainya) serta sebagai bahan bakar (fuel) (Kementerian Pertanian, 2020; Syamsia dan Idhan, 2019). Menurut Purwono dan Hartono (2005), klasifikasi tanaman jagung adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledone

Ordo : Graminae

Famili : Graminaceae

Genus : *Zea*

Spesies : *Zea mays L.*



Gambar 1. Morfologi Tanaman Jagung (Idhan, 2019)

Hampir semua bagian dari tanaman jagung memiliki nilai ekonomis. Beberapa tanaman yang dapat dimanfaatkan diantaranya, batang dan daun muda untuk pakan ternak, batang dan daun tua (setelah panen) untuk pupuk hijau atau kompos, batang dan daun kering sebagai kayu bakar, buah jagung muda untuk sayuran, perkedel, bakwan dan berbagai olahan makanan lainnya (Purwono dan Hartono, 2007).

Pada awal fase pertumbuhan, batang dan daun tidak bisa dibedakan secara jelas. Ini dikarenakan titik tumbuh masih dibawah tanah. Daun baru dapat dibedakan dengan batang ketika 5 daun pertama dalam fase pertumbuhan muncul dari tanah. Daun muncul dari ruas-ruas batang. Pelepah daun muncul sejajar dengan batang. Pelepah daun berwarna kecoklatan yang menutupi hampir semua batang jagung. Daun baru akan muncul pada titik tumbuhnya. Titik tumbuh daun jagung berada pada ruas batang. Tanaman jagung mempunyai jumlah total daun sekitar 20 helai tergantung dari varietasnya.

Bunga jagung juga termasuk bunga tidak lengkap karena tidak memiliki petal dan sepal. Alat kelamin jantan dan betinanya juga berada pada bunga yang berbeda sehingga disebut bunga tidak sempurna. Bunga jantan terdapat di ujung

batang. Adapun bunga betina terdapat di ketiak daun ke -6 atau ke -8 dari bunga jantan (Paeru dan Dewi, 2017). Tanaman jagung memiliki bunga jantan dan juga bunga betina yang letaknya terpisah. Bunga jantan terdapat pada malai bunga di ujung tanaman, sedangkan bunga betina terdapat pada tongkol jagung.

Perkembangan akar jagung tergantung pada varietas yang dibudidayakan, kesuburan tanah dan kondisi air tanah. Tanaman jagung memiliki batang yang terdiri dari beberapa ruas dan buku ruas, batang yang tidak bercabang, dan berbentuk silinder. Tinggi batang jagung umumnya berkisar antara 150 – 250 cm dan jumlah daun jagung bervariasi antara 8 helai – 15 helai, umumnya memiliki perbedaan tergantung pada varietas yang digunakan dan tempat budidaya. Daun jagung terdiri dari tiga bagian yaitu kelopak daun yang umumnya membungkus batang, lidah daun (ligula), dan helaian daun yang memanjang dengan ujung meruncing.

Tanaman jagung cocok ditanam di wilayah yang beriklim sedang hingga beriklim sub-tropis/tropis basah dengan ketinggian 0 – 1300 mdpl. Suhu udara optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jagung yaitu antara 23 – 27°C dengan curah hujan yang ideal antara 200 – 300 mm/bulan atau daerah yang memiliki curah hujan tahunan antara 800 – 1200 mm. Tanaman jagung dapat tumbuh hampir disemua jenis tanah seperti pada tanah kering, tanah berpasir atau tanah lempung dengan tingkat kemasaman (pH) tanah antara 5,6 – 6,2 (Riwandi dkk., 2014)

2.2. Klasifikasi Penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*)

Penyakit bulai pada tanaman jagung menjadi penyakit utama yang menyebabkan kerugian produksi jagung di Indonesia, bahkan di Indonesia dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 50 – 80% pada daerah sentra produksi jagung. Spesies *Peronosclerospora* yang menjadi sumber penyakit bulai pada tanaman jagung di Pulau Jawa yaitu *Peronosclerospora maydis* dan lebih dikenal dengan sebutan *Java Downy Mildew*. Penyakit bulai ini disebabkan oleh cendawan *Peronosclerospora spp* dengan klasifikasi sebagai berikut menurut [Kirk, (2018) dalam Muis dkk., (2018)] :

Kingdom : Chromista

Filum : Stramenopiles

Kelas : Oomycetes

Ordo : Peronosporales

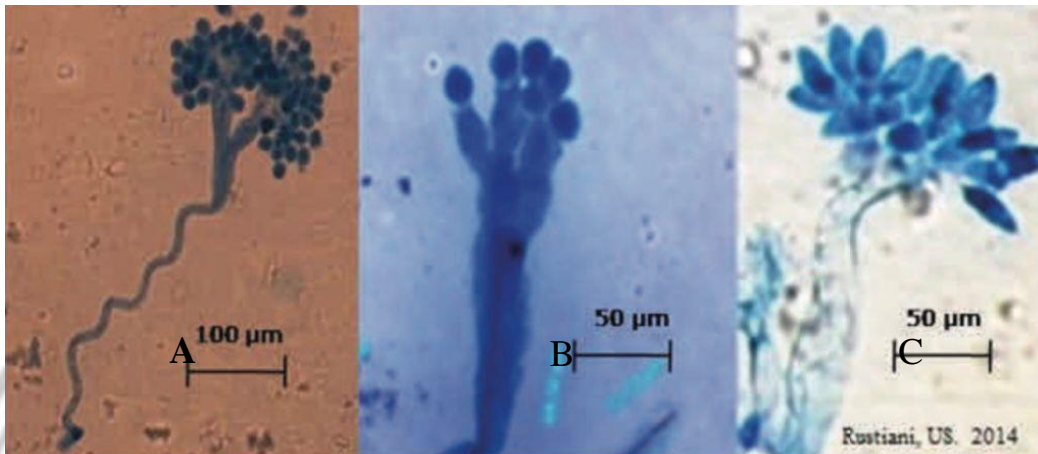
Famili : Peronosporaceae

Genus : *Peronosclerospora*

Spesies : *Peronosclerospora maydis* Rac. Shaw.

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman jagung adalah penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur *P. maydis*. Gejala khas penyakit bulai pada tanaman jagung berupa klorotik memanjang sejajar tulang daun, pertumbuhan tanaman yang terserang terhambat, dan pada pagi hari dapat terlihat lapisan tepung putih dibawah permukaan daun (Jatnika dkk., 2013). Tanaman jagung yang terserang *P. maydis* dapat mengalami penurunan produksi sebesar 80%-100%. Hal ini dikarenakan

tanaman jagung yang terserang *P. maydis* tidak dapat menghasilkan biji (Ridwan dkk., 2015).



Gambar 2. Morfologi konidia patogen penyebab bulai; *P. sorghi* (A), *P. maydis* (B), *P. philippinensis* (C). Rustiani *et al.* (2015)

Ciri-ciri morfologi *P. Maydis* yaitu memiliki konidiofor bercabang tiga sampai empat kali, berukuran 111-410 μm dan dilengkapi dengan sterigmata berujung konidia. Konidia berdinding tipis dengan bentuk spherical dan subspherical, berdiameter 12-23 x 25-44 μm. Ciri morfologi *P. Maydis* yaitu konidiofor hyaline berukuran 183-300 μm namun, jumlah percabangan hanya sebanyak 2 kali. *P. maydis* juga memiliki konidia berdinding tebal dengan ketebalan 1-2 μm, berbentuk spherical, berdiameter 9-10 x 10-11 μm. Sedangkan, sel konidiofornya *P. philippinensis* yaitu sel hyaline, menyempit ke arah basal, determinate dengan jumlah percabangan 3 kali, berukuran 150-300 μm, dan memiliki konidia berbentuk oval berdiameter 11-15 x 15-40 μm (Rustiani *et al.*, 2015).

Bentuk konidia *P. sorghi* menurut Hikmawati *et al.* (2011) adalah oval, sedangkan bentuk konidia pada studi ini adalah spherical (bulat). Lebih lanjut disebutkan bahwa konidia *P. sorghi* berdinding tebal dengan ukuran ketebalan berkisar 1.1-2.7 μm dan berdiameter lebih besar dari ukuran diameter peneliti lain yakni 25-31 x 36,9-42,9 μm . Morfologi konidia *P. sorghi* isolat Thailand oleh Bonde *et al.* (1992) dilaporkan berbentuk oval ketika sudah masak, namun berbeda dengan isolate dari Malaysia yang dilaporkan oleh Ahmad *et al.* (1994) yakni berbentuk suborbicular atau subspherical dengan diameter berkisar 15-28.9 x 15-26.9 μm .

Morfologi konidia *P. philippinensis* oleh beberapa peneliti dilaporkan berbentuk bulat telur memanjang hingga round cylindrical (White, 2000), atau bulat telur atau bulat lonjong dengan bagian atas yang membulat (Hikmawati *et al.* 2011). Identifikasi cendawan bulai di beberapa lokasi di Indonesia oleh Wakman (2006) menyebutkan bahwa bentuk konidia lonjong yang dijumpai di Lampung, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi utara adalah *P. philippinensis*. Namun demikian identifikasi tersebut tidak disertai dengan morfometri cendawan bulai.

2.3. Penyebab dan Gejala Penyakit bulai

Penyakit bulai yang menyerang tanaman jagung dapat menjadi penyakit endemik hampir disetiap musim ketika jagung ditanam terlambat atau tidak disesuaikan dengan musim tanamnya (Rustiani dkk.,2015). Secara umum penyakit bulai dapat mengakibatkan kerusakan di bagian daun tanaman jagung yang dimulai dari fase awal pertumbuhan hingga berumur lebih dari 21 HST, setelah itu tanaman yang terinfeksi pada umur kurang dari satu bulan tanaman akan mengalami hambatan pertumbuhan dan secara perlahan akan mati (Khoiri dkk., 2021).

Gejala awal penyakit bulai ditandai dengan adanya bercak klorotis kecil – kecil pada tanaman yang masih muda berumur 2 – 3 minggu setelah tanam, selanjutnya gejala klorotis tersebut berkembang di seluruh permukaan daun membentuk pola garis berwarna putih sampai kuning pucat sejajar dengan tulang daun dan memiliki batas warna hijau normal yang jelas pada bagian daun yang masih sehat (Sekarsari dkk., 2013). Gejala tersebut dapat terlihat secara jelas pada waktu pagi hari sebelum terbitnya matahari, dimana pada bagian permukaan bawah maupun atas daun terdapat lapisan berwarna putih seperti tepung yang merupakan kumpulan konidiofor serta konidium jamur penyebab penyakit bulai (Burhanuddin dan Tandiabang, 2010).

Gambar 3. Gejala penyakit bulai pada tanaman jagung fase vegetatif: (a) spora (Sekarsari, 2013)

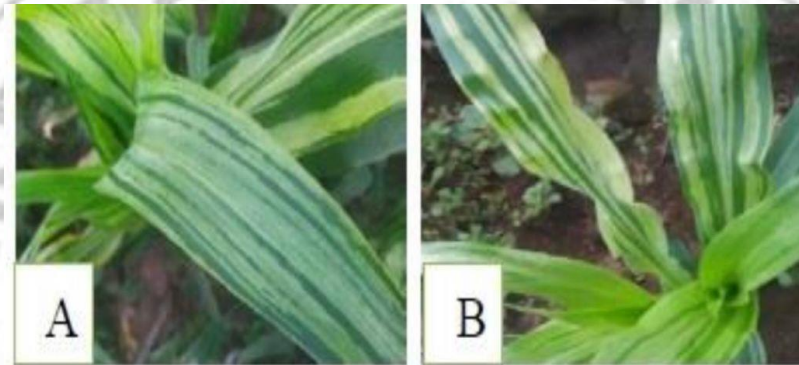


Tanaman jagung yang terserang penyakit bulai pada umur yang masih muda 2 – 3 MST biasanya mengalami gangguan pertumbuhan pada bagian batang yang cenderung tidak dapat memanjang dan daun terlihat seperti kipas, tidak dapat membentuk tongkol selain itu kemungkinan tanaman dapat mengalami kematian. Sebaliknya apabila tanaman terinfeksi penyakit bulai pada umur 3 – 5 minggu setelah tanam biasanya dapat tumbuh dan membentuk tongkol, akan tetapi tongkol yang dihasilkan tidak sempurna dengan bentuknya yang lebih panjang dari tongkol normal, kelobot tidak menutup secara sempurna dan hanya membentuk sedikit biji (Burhanuddin dan Tandiabang, 2010). Tanaman jagung lebih peka terhadap infeksi

Peronosclerospora maydis pada stadium awal (umur muda) sampai terbentuknya daun kedua dan ketiga, setelah itu seiring dengan pertumbuhannya kerentanan terhadap infeksi Peronosclerospora spp. akan mengalami penurunan (Daryono dkk., 2018).

Gambar 4. (A) Konidia dibawah permukaan daun, (B) Gejala klorosis pada daun (Ulhaq & Masnilah, 2019)

Pada tanaman yang masih muda daun-daun yang baru saja membuka mempunyai bercak klorotis yang kecil-kecil. Bercak ini berkembang menjadi jalur



yang sejajar dengan tulang induk. Di sini cendawan penyebab penyakit berkembang menuju ke pangkal daun. Pada umumnya daun di atas daun yang berbercak itu tidak bergejala. Daun-daun yang berkembang sesudah itu mempunyai daun klorotis merata atau bergaris-garis. Di waktu pagi hari pada sisi bawah daun ini terdapat lapisan propagul berwarna putih yang terdiri dari konidiofor dan konidium cendawan Rutgers, (1916). Karena adanya benang-benang cendawan dalam ruang antarselnya, daun-daun tampak kaku, agak menutup, dan lebih tegak dari pada biasa. Akar kurang terbentuk, tanaman mudah rebah. Tanaman yang terinfeksi pada waktu masih sangat muda biasanya tidak membentuk buah. Bila infeksi terjadi pada tanaman yang lebih tua, tanaman dapat tumbuh terus dan membentuk buah. Buah sering mempunyai tangkai yang panjang, dengan kelobot yang tidak menutup pada ujungnya, dan hanya membentuk 25 sedikit biji

2.4. Pola Penyebaran Penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*)

Peronosclerospora maydis dapat menginfeksi tanaman jagung melalui perantara air, angin maupun benih. Sporulasi menjadi salah satu faktor internal yang berpengaruh terhadap perkembangan patogen penyebab penyakit bulai, dimana sporulasi dapat dibantu oleh air (air embun, air hujan, maupun air gutasi) (Muis dkk., 2018). Mekanisme perkecambahan spora *Peronosclerospora maydis* melalui perantara air gutasi yaitu spora *P.maydis* akan menempel pada air gutasi kemudian melakukan infeksi pada tanaman melalui jaringan tulang daun dan minimal membutuhkan waktu satu jam untuk berkecambah, namun apabila pada tanaman tidak terdapat air gutasi maka perkecambahan spora *P.maydis* dapat terhambat bahkan sampai tidak dapat tumbuh dan berkembang secara maksimal (Khoiri dkk., 2021).

Percepatan pertumbuhan dan perkembangan *Peronosclerospora maydis* dapat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor lingkungan (abiotik) meliputi kecepatan angin, suhu udara, kelembaban dan curah hujan. Faktor lingkungan pada dasarnya harus sesuai dengan perkembangan patogen dalam siklusnya seperti pelepasan spora dan penyebarannya (Muis dkk., 2018). Suhu optimum bagi *P.maydis* untuk memproduksi sporangia (sporulasi) pada permukaan daun yang basah atau berembun yaitu kisaran 18 – 23 °C dengan kelembaban udara sekitar > 90% serta pada kondisi gelap (Bonde et al.,1992).

Kecepatan angin yang terjadi pada musim kemarau menjadi pemicu utama pelepasan konidium *Peronosclerospora maydis* karena kecepatan angin pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim penghujan, selain itu angin diduga merupakan agen penyebar penyakit tanaman yang bekerja secara efektif (Muis

dkk., 2018). Keberhasilan penyebaran konidium pada kondisi kecepatan angin tinggi didukung oleh adanya intensitas dan lamanya waktu penyinaran matahari, tingginya suhu sekitar serta menurunnya kelembaban udara (Tantawi, 2007). Letak sumber inokulum dan arah angin juga berpengaruh terhadap jarak infeksi patogen, dimana semakin jauh jarak sumber inokulum dari tanaman uji maka infeksi patogen akan semakin rendah. Infeksi patogen cenderung akan tetap berada pada jarak 7,5 meter dari adanya sumber inokulum.

Arah hembusan angin menguntungkan bagi patogen, seperti patogen yang menghasilkan spora dimana letak sporanya di permukaan daun atau agak menonjol di permukaan tanaman (Purwanto et al. 2016). Adanya hembusan angin akan menerbangkan spora-spora tersebut menuju tanaman inang baru sesuai dengan arah angin. Namun demikian hembusan angin yang terlalu kencang juga diketahui dapat mempercepat keringnya permukaan tanaman, sehingga bila ada patogen yang sedang dalam proses infeksi dapat menggagalkan proses tersebut. Faktor lain yang dapat mempengaruhi perkembangan penyakit bulai yaitu faktor biotik seperti adanya gulma yang berpotensi menjadi tanaman inang di sekitar areal pertanaman jagung. Gulma yang tumbuh rapat di sekitar pertanaman jagung dapat berpotensi sebagai inang alternatif penyebaran *P. Maydis*, selain itu juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung akibat adanya kompetisi ruang dan hara (Sudarma dkk., 2012)

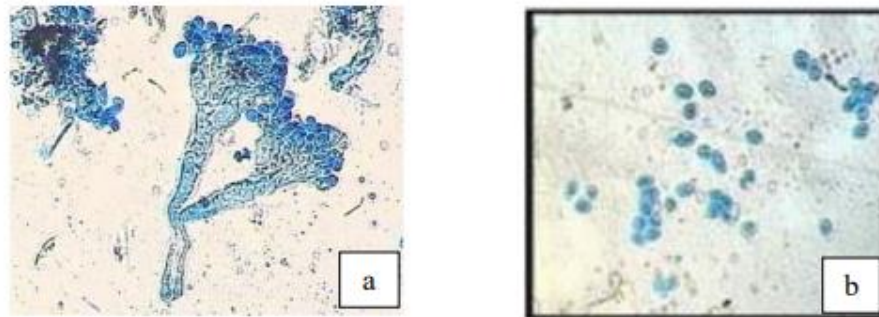
2.5. Morfologi Patogen Penyebab Penyakit Bulai

Peronosclerospora maydis merupakan salah satu patogen penyebab penyakit bulai yang memiliki sifat parasit obligat yang tidak dapat tumbuh di luar sel inang dan miseliumnya berkembang dalam ruang antarsel. Secara umum

identifikasi beberapa spesies *P. Maydis*. dapat dibedakan berdasarkan ciri – ciri morfologi, variasi ukuran serta bentuk konidia dan konidiofor (sporangiofor), serta perbedaan inang. Morfologi dari *P. Maydis* dapat diketahui melalui struktur konidiofor (sporangiofor) dan konidia (sporangia). Konidiofor *Peronosclerospora maydis* terbentuk pada malam hari sekitar pukul 23.00 – 24.00 dan akan sempurna pada pukul 01.00 malam (Muis dkk., 2018). Waktu permukaan daun berembun, miselium akan membentuk konidiofor yang dapat dikeluarkan melalui mulut kulit. Berdasarkan hasil penelitian Ekawati dkk. (2018) konidiofor pada *P. maydis* memiliki ukuran 150-550 μm dan memiliki jumlah cabang tingkat tiga atau empat, dimana pada cabang terakhir akan membentuk sterigma (tangkai konidium). Panjang atau pendeknya konidiofor bergantung pada kelembaban udara sekitar di malam hari, semakin tinggi kelembaban udara sekitar maka semakin panjang ukuran dari konidiofor (Sastrahidayat, 2016).

Pembentukan konidia di atas konidiofor terjadi setelah pembentukan konidiofor pada pukul 01.00 malam dan berakhir pada pukul 02.00 malam dengan kondisi sudah masak. Selanjutnya pada kondisi tersebut konidia akan disebarkan sekitar pukul 02.00 – 03.00 malam hingga pukul 06.00 – 07.00 pagi melalui stomata tanaman muda. Penyebaran konidia dibantu oleh angin dan didukung oleh adanya kelembaban tinggi, apabila konidia jatuh pada permukaan daun yang berembun maka konidia akan segera berkecambah dan menyebabkan infeksi sistemik pada tanaman muda di area pertanaman jagung (Sastrahidayat, 2016). Menurut Ekawati dkk. (2018), konidia *P. maydis* memiliki karakteristik berdinding tipis, memiliki bentuk spherical (bulat) sampai agak bulat dengan ukuran diameter kisaran (15-23

× 25-44 µm), dimana ukuran tersebut hampir sama dengan hasil penelitian Rustiani dkk. (2015) dengan ukuran (12-23 × 25-44 µm).



Gambar 5. Morfologi jamur *P. maydis* penyebab bulai: (a) konidiofor dan konidia utuh *P. maydis* (b) bentuk konidia *P. maydis* (Muis dkk., 2013; Muis dkk., 2018)

2.6. Varietas Tanaman Jagung

Varietas merupakan istilah dari suatu kelompok tanaman tertentu yang mempunyai suatu ciri khas dengan perbedaan masing – masing antara varietas satu dengan varietas yang lain, selain itu setiap varietas juga memiliki sifat seragam, stabil dan mampu menunjukkan karakteristik masing – masing (Abadi dan Sugiharto, 2019). Varietas pada tanaman jagung dapat disebut sebagai suatu populasi tanaman yang mempunyai perbedaan atas dasar morfologi atau fisiologi yang dipertahankan dengan cara isolasi dan seleksi. Istilah tersebut biasanya tertuju pada varietas jagung hibrida, karena jagung tersebut merupakan tanaman yang melakukan penyerbukan silang/terbuka (open - pollinate) sehingga mampu menunjukkan komposisi genetik tertentu dari galur inbridanya (Harjadi, 2018).

Varietas jagung hibrida merupakan jagung generasi pertama F1 yang dihasilkan dari persilangan galur inbeed antara tetua galur murni yang mempunyai beberapa karakter unggul yang diharapkan mampu meningkatkan produksi hasil (Abadi dan Sugiharto, 2019). Kualitas jagung hibrida terbukti mampu meningkatkan produksi hasil sebesar 15% dibandingkan dengan benih jagung

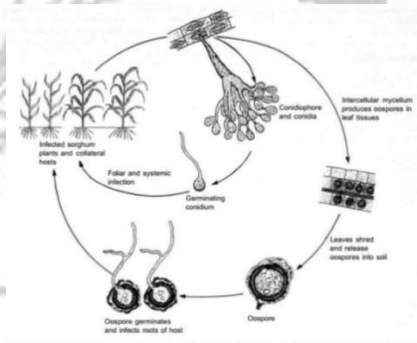
komposit, namun ada pula beberapa varietas jagung hibrida yang belum mencapai produktivitas maksimal karena tidak sesuainya agroekosistem terhadap jenis jagung yang dibudidayakan (Jauhari et al., 2021). Jagung hibrida juga memiliki beberapa keunggulan antara lain memiliki potensi hasil yang lebih tinggi, memiliki sifat – sifat yang lebih unggul, tahan terhadap beberapa jenis penyakit tertentu, memiliki masa panen relatif lebih cepat (genjah) dan memiliki kualitas yang lebih terjamin (Biba, 2016). Menurut penelitian dari J.Pajrin.Dkk (2013) menyatakan bahwa varietas kumala yang peka terhadap serangan penyakit bulai (*P. maydis*) dengan intensitas serangan sebesar 47,83%, sedangkan varietas Paramita memiliki intensitas serangan terendah sebesar 36,56% yang dapat dikategorikan sebagai varietas yang tahan terhadap serangan penyakit bulai (*P. maydis*).

2.7. Cara Penularan Penyakit Bulai

Penyebaran penyakit bulai dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jarak tanaman, angin dan hujan. Meskipun patogen ini berada sistemik dalam biji, tapi jika biji dikeringkan hingga 14%, maka tidak lagi terinfeksi Muis et al., (2018). Khusus *P. Maydis* bersifat soil-borne dan air-borne. Sementara kedua spesies lainnya hanya bersifat air-borne. Hal ini disebabkan karena *P. Maydis* memproduksi oospora yang bertahan di dalam tanah dan menginfeksi akar tanaman inang. Jarak tanaman merupakan masalah praktis di lapangan yang sangat menentukan dalam usaha meningkatkan hasil. Selain itu, semakin dekat jarak tanaman akan mempengaruhi perkembangan penyakit. Hal ini dikarenakan kondisi kelembaban yang tinggi dan rendahnya paparan sinar matahari yang sampai pada tanaman sehingga menguntungkan bagi perkembangan patogen.

Arah hembusan angin menguntungkan bagi patogen, seperti patogen yang menghasilkan spora dimana letak sporanya di permukaan daun atau agak menonjol di permukaan tanaman. Adanya hembusan angin akan menerbangkan spora-spora tersebut menuju tanaman inang baru sesuai dengan arah angin Purwanto et al., (2016). Namun demikian hembusan angin yang terlalu kencang juga diketahui dapat mempercepat keringnya permukaan tanaman, sehingga bila ada patogen yang sedang dalam proses infeksi dapat menggagalkan proses tersebut Nurhayati, (2011).

Gambar 6. Siklus Hidup *Pernoclerospora* S Pande, C H Bock et al., (1997)



Berdasarkan perhitungan laju infeksi penyakit yang dilakukan Suswanto (2009), dalam kondisi kondusif rata-rata pertambahan tanaman terinfeksi bulai dapat mencapai 144 tanaman/minggu. Mekanisme penularan bulai adalah tanaman sakit pada awal musim terjadi infeksi konidia dari luar pertanaman. Selanjutnya penyakit akan berkembang dari hasil penularan konidia tanaman sakit di dalam pertanaman. Puncak penularan terjadi pada minggu ke-4. Menurutnya, besarnya intensitas serangan penyakit bulai sangat ditentukan oleh waktu infeksi. Semakin awal terjadi infeksi, maka akan diikuti dengan intensitas penyakit tinggi. Hal ini terjadi disebabkan oleh sifat penularan bulai mengikuti pola penyakit majemuk. Infeksi primer terjadi melalui penularan konidia yang berasal dari luar pertanaman. Hal ini terjadi pada awal tanam, selanjutnya infeksi primer akan menghasilkan

infeksi sekunder selang 1 minggu kemudian. Infeksi sekunder (siklus polisiklik) dapat terjadi antara 2-5 MST.

