II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jagung

Anonimous (2007) menjelaskan jika taksonomi tanaman jagung adalah Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Subdivisio: Angiospermae, Kelas: Monocotyledoneae, Ordo: Poales, Famili: Poaceae (Graminee), Genus: Zea, Spesies: *Zea Mays* L.

2.2 Syarat Tumbuh Jagung

Tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik di daerah-daerah yang beriklim sedang hingga daerah yang beriklim sub tropis atau tropis basah. Di daerah tropis juga banyak ditanam jagung. Jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0^0- 50^0 Lintang Utara hingga 0^0- 40^0 Lintang Selatan.

Temperatur merupakan salah satu syarat tumbuh tanaman jagung. Pada proses perkecambahan benih memerlukan temperatur yang cocok. Temperatur yang dikehendaki tanaman jagung antara 21^0C hingga 30^0C. Di Jawa Timur yang terkenal banyak diusahakan tanaman jagung sehingga menjadi daerah penting untuk bercocok tanam jagung mempunyai suhu antara 25^0C - 27^0C. Temperatur di suatu daerah sangat erat hubungannya ketinggian tempat. Semakin tinggi suatu daerah, suhu udara akan semakin menurun.

Sinar matahari merupakan sumber energi dan sangat membantu dalam proses asimilasi daun. Pada proses asimilasi tersebut sinar matahari berperan langsung pada pemasakan makanan yang kemudian diedarkan ke seluruh bagian tubuh tanaman. Hasil dari asimilasi yang disalurkan ke bagian calon buah, menjadikan calon buah semakin cepat berkembang dan pengisian buah pun makin bertambah baik, tongkol berisi sehingga hasil tanaman yang diharapkan dapat terwujud. Di samping itu

penyinaran matahari juga berperan dalam pembentukan batang, batang menjadi lebih kokoh.

Curah hujan yang relatif rendah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Sebagai contoh sebagaian daerah Jawa Timur memiliki curah hujan yang relatif rendah karena adanya musim kemarau yang lebih panjang, sehingga daerah tersebut produksi jagung relatif lebih rendah.

2.3 Penyakit Bulai (*Downy mildew*).

Penyakit bulai atau embun berbulu (*downy mildew*) pada jagung dari dahulu dirasa menimbulkan kerugian yang cukup besar, sehingga banyak dikenal di antara petani. Kerugian karena penyakit bulai pada jagung sangat bervariasi setempat-setempat. Petak-petak tertentu dapat menderita kerugian 90%, sehingga penyakit ini menyebabkan penanaman jagung mengandung resiko yang tinggi (Semangun,1968).

2.3.1 Gejala Penyakit Bulai

Penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang meluas ke seluruh badan tanaman dan dapat menimbulkan gejala lokal (setempat). Ini tergantung dari meluasnya jamur penyebab penyakit di dalam tubuh tanaman yang terinfeksi. Gejala sistemik hanya terjadi bila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk oleh titik tumbuh itu.

Gambar 1. Daun Jagung yang Terserang Jamur *Peronosclerospora* sp.

Pada tanaman yang masih muda daun-daun yang baru saja membuka mempunyai bercak klorotis kecil-kecil. Bercak ini berkembang menjadi jalur yang sejajar dengan tulang induk. Di sini jamur penyebab penyakit berkembang menuju ke pangkal daun. Pada umumnya daun di atas daun yang berbecak itu tidak bergejala. Daun-daun yang berkembang sesudah itu mempunyai daun klorotis merata atau bergaris-garis (Gambar 1). Di waktu pagi hari pada sisi bawah daun ini terdapat lapisan beledu putih yang terdiri dari konidiofor dan konidia jamur. Akibat adanya benang-benang jamur dalam ruang antarselnya, daun-daun tampak kaku, agak menutup dan lebih tegak daripada biasanya.

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 sedikit biji.

2.3.2 Penyebab Penyakit Bulai

Miselium *Peronosclerospora maydis* berkembang dalam ruang antar sel. Terdapat dua macam miselium, yaitu dengan ciri-ciri memiliki hifa yang bercabang dengan membentuk kelompok di antara tulang-tulang daun dan hifa yang kurang

bercabang, menjalar panjang dengan menghubungkan kelompok diantara tulang-tulang daun. Hifa membentuk haustorium yang masuk ke dalam rongga sel. Haustorium yang masuk mempunyai bermacam-macam bentuk diantaranya, berbentuk batang, paku, cacing, jari atau gelembung.

Jamur penyebab penyakit bulai bersifat obligat parasit. Menurut Asikin 2009, umumnya produksi sporangia (sporulasi) terjadi dini hari antara pukul 03.00 – 05.00 WIB. Kemudian spora tersebar oleh tiupan angin di pagi hari dan apabila spora menempel pada daun jagung muda yang basah (keadaan lembab) maka dalam waktu yang singkat spora tersebut akan berkecambah. Spora yang berkecambah tersebut akan menginfeksi daun melalui stomata. Pada siang hari tidak terjadi infeksi karena pelepasan konidia terhenti, karena konidia tersebut diduga tidak tahan terhadap cahaya matahari (Semangoen, 1996; Sudjadi, Yusuf dan Tantera, 1973). Pada waktu permukaan daun berembun, miselium membentuk konidiofor yang keluar melalui mulut kulit. Dari satu mulut kulit dapat keluar satu konidiofor atau lebih. Mula-mula konidiofor berbentuk batang, segera membentuk cabang-cabang dikotom, yang masing-masing membentuk cabang lagi. Pada umumnya konidiofor mempunyai percabangan tingkat tiga atau empat. Cabang tingkat terakhir membentuk sterigma (tangkai konidium), umumnya dua, yang masing-masing mendukung satu konidum. Pada pangkal sumbu induk konidiofor umumnya terdapat satu sekat tebal yang sempurna atau yang hanya berbentuk cincin. Ada kalanya disini terlihat lebih dari satu sekat. Panjang konidiofor sangat bervariasi, 200-550 µm, karena agaknya ukuran ini tergantung dari tebal dan tipisnya lapisan embun pada permukaan daun sakit.

Konidium yang masih muda berbentuk bulat, sedang yang sudah masak dapat menjadi jorong. Konidium berukuran 12-19 µm × 10-23 µm dengan rata-rata 19,2 × 17,0 µm. Konidum tumbuh dengan membentuk kecambah. Oospora jamur ini belum pernah ditemukan.

Di berbagai negara penyakit bulai pada jagung disebabkan oleh jenis-jenis *Perenoslerospora* yang berbeda. Contohnya di Filipina terdapat jenis *P. philippinensis*, di Thailand penyakit disebabkan oleh *P. sorghi* (Giatgong, 1980 dalam Semangun 1996), dll.

Bonde *et al*. (1984) dan Micales *et al*. (1988) dalam Semangun 1996 mengemukakan bahwa karena jenis-jenis *Peronosclerospora* mempunyai banyak persamaan satu dengan lainnya oleh karena itu mencoba membedakan varietas-varietas dengan menganalisis isozimnya dan terbukti mempunyai perbedaan dalam sistem enzim tertentu. *P. maydis* dari Jawa Barat ternyata mempunyai persamaan dalam susunan enzimnya dengan yang berasal dari Jawa Timur.

2.3.3 Daur Penyakit

P. maydis adalah patogen biotrof, tidak dapat hidup secara saprofitik dan tidak membentuk oospora. Tidak terdapat tanda-tanda bahwa jamur dapat hidup di dalam tanah. Pertanaman baru di bekas pertanaman yang terserang berat dapat sehat karena jamur ini dapat bertahan hidup pada tanaman hidup.

Sampai sekarang belum ditemukan adanya tumbuhan inang lain dari *P.maydis* di alam. Pada percobaan infeksi terdapat bermacam-macam tumbuhan diketahui bahwa jamur dapat menginfeksi *Euchlaena mexicana* (teosinte) dan *Tripsacum*, namun di Indonesia kedua macam tumbuhan ini tidak terdapat di alam (Semangun dan Martoredjo, 1971).

Di Indonesia (khususnya di Jawa) selalu terdapat tanaman jagung, *P.maydis* selalu dapat bertahan pada tanaman jagung yang hidup. Pada musim kemarau jagung banyak ditanam disawah, sedang pada musim hujan di tanah tegalan. Menurut Semangun (1968), pada permulaan musim hujan jagung tegalan yang terletak dekat dengan areal sawah selalu mendapat infeksi paling berat.

Jamur dapat terbawa dalam biji tanaman sakit. Namun ini hanya terjadi pada biji yang masih muda dan basah, pada varietas jagung yang rentan (Purakusumah, 1965; Semangun, 1968; Sujadi *et al*., 1976 dalam Semangun 1996).

Konidum terbentuk di malam hari hingga pagi hari sebelum matahari muncul, saat daun berembun dan konidium segera dipencarkan oleh angin. Embun hanya terjadi bila udara tenang, pada umumnya konidium tidak dapat terangkut jauh oleh angin.

Konidium berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah yang akan menginfeksi daun muda dari tanaman muda melalui mulut kulit. Pembuluh kecambah membentuk apresorium di muka mulut kulit ini.

2.3.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit

Menurut Rutgers (1916) dalam Semangun (1996), penyakit bulai pada jagung terdapat di dataran rendah dan jarang terdapat di tempat-tempat yang lebih tinggi dari 900 - 1.200 m. Penyakit lebih banyak terdapat pada jagung musim hujan. Jika pada suatu tahun musim hujan awal datangnya, penyakit bulai akan lebih merata dan lebih merugikan (van Hall, 1919; Leefmans, 1930; van der Goot, 1934,1935ab,1937 dalam Semangun, 1996).

Sudjadi (1976), meneliti hubungan antara intensitas penyakit dengan tanggal menanam, faktor-faktor cuaca dan kadar spora bahwa intensitas penyakit mempunyai hubungan erat dengan kombinasi kelembapan nisbi dan suhu.

Infeksi terjadi apabila terdapat air baik air embun, air hujan, atau air gutasi. Di waktu malam menjelang pagi hari, daun tanaman jagung selalu terdapat air guttasi. Menurut Semangun dan Sumadi 1971, air gutasi sangat membantu perkecambahan spora. Infeksi sangat ditentukan oleh umur tanaman jagung. Tanaman jagung yang berumur lebih dari 3 (tiga) minggu cukup tahan terhadap infeksi dan makin muda umur tanaman maka makin rentan terinfeksi. Suatu daun dari tanaman muda sangat menurun kerentanannya 1 (satu) minggu sesudah daun berkembang dengan sempurna (Bustaman dan Kimigafukuro, 1981 dalam Semangun 1996).

2.3.5 Klasifikasi Patogen

Klasifikasi jamur *Peronosclerospora maydis* menurut Cavalier 1991 adalah, Kingdom: Chromista; Phylum: Oomycota; Class: Oomyctes; Ordo: Sclerosporales; Family: Sclerosporaceae; Genus: Peronosclerospora; Spesies*: Peronosclerospora maydis.*

2.4 Fungisida

Fungisida menurut efeknya terhadap jamur sasaran terdiri dua macam, yaitu (1) senyawa-senyawa yang mempunyai efek fungistatik, yakni senyawa yang hanya mampu menghentikan perkembangan cendawan. Cendawan akan berkembang lagi bila senyawa fungistatik tersebut hilang, (2) senyawa-senyawa yang mempunyai efek fungitoksik atau efek fungisida, yakni senyawa yang mampu membunuh cendawan. Cendawan tidak berkembang lagi meskipun senyawa fungitoksik itu sudah hilang, kecuali ada infeksi baru (Djojosumarto, 2000).

Berdasarkan efeknya terhadap cendawan sasaran, pestisida yang digunakan untuk mengendalikan penyakit infeksi yang disebabkan oleh cendawan atau fungi dibagi menjadi tiga kategori besar : (1) senyawa yang hanya mampu memiliki efek fungistatik, yaitu senyawa kimia yang dapat menghentikan pertumbuhan jamur. Jamur akan berkembang lagi jika senyawa fungistatik tersebut hilang, (2) senyawa yang memilki efek fungitoksik, yaitu senyawa yang dapat membunuh jamur. Jamur tidak akan tumbuh lagi meskipun senyawa tersebut sudah hilang, kecuali ada infeksi baru, (3) antisporulan, yaitu senyawa yang dapat menghambat proses sporulasi jamur sehingga tidak menghasilkan spora.

Berdasarkan sifat kimia, fungisida dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu fungisida non-sistemik, sistemik dan sistemik lokal. **Fungisida Non-sistemik (fungisida kontak, residual profektif)**, seperti halnya insektisida non-sistemik, fungisida non-sistemik tidak bisa diabsorbsi oleh jaringan tanaman, hanya membentuk lapisan penghalang di permukaan tanaman (misalnya daun) tempat fungisida tersebut disemprotkan. Fungisida berfungsi mencegah infeksi cendawan dengan menghambat perkecambahan spora atau miselia jamur yang menempel pada permukaan (daun) tanaman. Oleh karena itu, fungisida non-sistemik hanya berfungsi sebagai proktektan dan hanya efektif jika digunakan sebelum tanaman terinfeksi oleh penyakit (protektif, preventif). Konsekuensi lain dari fungsinya sebagai protektan, fungisida non-sistemik harus sering di aplikasikan agar tanaman secara terus-menerus terlindungi dari infeksi baru. Contoh fungisida non-sistemik adalah kaptan, maneb, zineb, mankozeb, ziram, kaptafol, dan probineb.

Fungisida Sistemik, diabsorbsi oleh organ-organ tanaman dan ditranslokasikan ke bagian tanaman lainnya lewat aliran cairan tanaman. Kebanyakan fungisida sistemik didistribusikan ke atas, yaitu dari akar ke daun. Beberapa fungisida sistemik juga bisa bergerak dari bawah ke atas. Contoh fungisida sistemik adalah benomil dan difenokonazol.

Kelebihan fungisida sistemik dibandingkan dengan fungisida non sistemik, yaitu: (1) fungisida sistemik mampu menghambat infeksi di dalam jaringan tanaman, sehingga bisa diaplikasikan secara preventif, kuratif, eradikatif dan aplikasi untuk menghambat sporulasi cendawan, (2) efektivitas fungisida sistemik relatif tidak tergantung pada besar kecilnya jangkauan semprot, (3) tidak tercuci oleh hujan sehingga tidak perlu diaplikasikan terlalu sering.

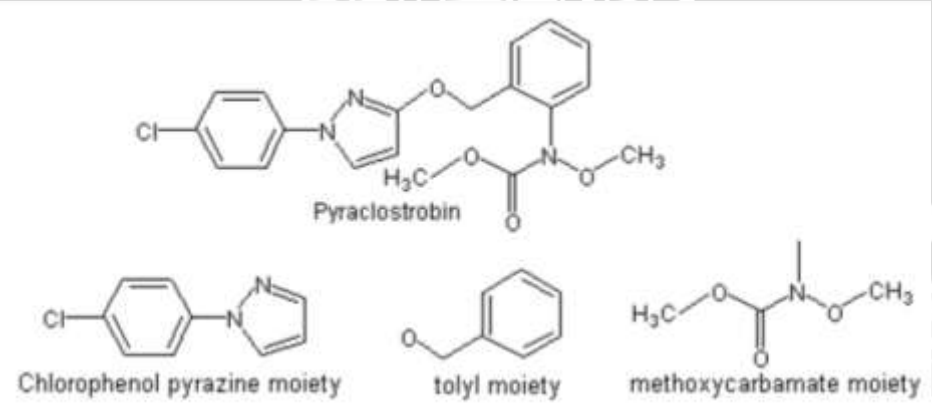
Fungisida Sistemik lokal, diserap (diabsorbsi) oleh jaringan tanaman, tetapi tidak atau kurang disebar (ditranslokasi) ke bagian tanaman lainnya. Contoh fungisida Sistemik lokal adalah simoanil dan dimetomorf. Fungisida kelompok ini berfungsi untuk mencegah infeksi cendawan. Oleh karena itu, fungisida ini hanya diaplikasikan sebelum ada infeksi. Fungisidanya disebut proktektan. Kebanyakan fungisida kontak (non-sistemik, residual proktektif) masuk dalam kategori ini. Contohnya fungisida-fungisida tembaga, belerang, ditiokarbamat (mankozeb, manzeb, zineb), kloronitril (klorotalonil) dan ftalimid (kaptan).

Fungisida kuratif, diaplikasikan setelah terjadi infeksi, tetapi sebelum gejala serangan muncul. Kebanyakan fungisida sistemik bisa digunakan sebagai fungisida protektif dan kuratif. Sedangkan fungisida eradikatif (disebut eradikan) diaplikasikan sesudah gejala serangan muncul. Kebanyakan fungisida eradikatif juga berfungsi sebagai fungisida protektif dan kuratif. Fungisida-fungisida yang termasuk dalam kelompok iniu umumnya adalah fungisida-fungisida sistemik seperti benzimidazol, fenilamid, pirimidin, triazol, dan imidazol.

2.5 Pyraclostrobin

Salah satu jenis bahan aktif fungisida yang efektif dalam mengendalikan penyakit bulai adalah pyraclostrobin. Grossmann dan Retzlaff (1997), pyraclostrobin adalah fungisida dengan nama kimia (*carbamicacid*, [2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3 yl]oxy]methyl]phenyl] methoxy-, methyl ester) yang diketahui dapat menghambat biosintesa *ethylene* dengan cara memperlambat aktivitas sintesa asam 1-aminocyclopropane-1carboxylic (AAC) pada jaringan tunastanaman (Gambar 2). Bartholomaeus (2003), pyraclostrobin adalah anggota kelompok fungisida strobilurin yang bekerja pada jamur patogen melalui penghambatan respirasi mitokondria dengan cara memblokir transfer elektron pada rantai respirasi, sehingga merusak proses biokimia sel dan berakibat pada penghambatan pertumbuhan jamur.

Djojosumarto (2008), menurut cara kerjanya, kelompok strobilurin termasuk fungisida sistemik lokal yang diabsorbsi oleh jaringan tanaman, tetapi tidak ditransformasikan ke bagian tanaman lainnya. Cara kerja fungisida dari kelompok strobilurin yaitu mengintervensi respirasi sel dengan menghambat respirasi mitokondria dengan menghalangi transfer elektron dalam rantai respirasi. Fungisida-fungisida tersebut bekerja pada mitokondria sel jamur target dengan cara menghambat transfer electron antara sitokrom b dan sitokrom c1 sehingga mengganggu pembentukan ATP.



Gambar 2. Pyraclostrobin dan Sub Komponennya(Kegley, *et al*., 2010)

Pyraclostrobin memiliki rumus senyawa $C_{19}H_{18}CIN_3O_4$. Dari struktur dan rumus senyawa tersebut, terlihat jika pyraclostrobin mengandung senyawa yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan proses fotosintesis. Senyawa tersebut adalah nitrogen dan klor. Nitrogen merupakan komponen penting dari asam amino, asam nukleat, nukleotida dan klorofil. Lakitan (1993), nitrogen merupakan komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya adalah asam-asam amino. Zat ini memacu pertumbuhan dengan meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan, meningkatkan luas daun serta meningkatkan kandungan protein. Peranan utama nitrogen tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya batang, cabang dan daun. Kosentrasi N di daun berhubungan erat dengan laju fotosintesis dan produksi biomassa. Apabila N diaplikasikan cukup ke tanaman, maka kebutuhan unsur hara makro lain seperti K dan P meningkat. Sedangkan unsur klor mempunyai fungsi penting untuk menstimulasi pemecahan molekul air pada fase terang fotosintesis. Selain itu, klor juga berfungsi untuk proses pembelahan sel (Lakitan, 1993).

Cara kerja fungisida strobilurin ini yaitu dengan menghambat respirasi mitokondria dengan menghalangi transfer elektron dalam rantai respirasi. Penghambatan respirasi pada mitokondria akan menyebabkan proses biokimia penting dari sel akan sangat terganggu, dan hasilnya dapat menghentikan pertumbuhan jamur (Anonim, 2011). Penghambatan respirasi pada mitokondria oleh pyraclostrobinakan berdampak antara lain: (1) lebih tersedianya CO_2 pada tanaman yang digunakan untuk pertumbahannya dan (2) meningkatkan aktivitas Nitrat Reductase (NR). Nitrate reductase adalah enzyme yang digunakan untuk pembentukan nitrogen pada tanaman. Beberapa manfaat lain dari peningkatan aktivitas Nitrat Reductase pada tanaman yaitu dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme pertahanan tersebut penting agar tanaman dapat bertahan terhadap serangan penyakit jamur, bakteri dan virus.

Infeksi jamur dapat mengurangi area dari jaringan fotosintesis yang dapat mengurangi transfer asimilat dari sumbernya dan pengalihan asimilasi untuk

pertumbuhan jamur, sistem pertahanan, dan peningkatan respirasi. Pertumbuhan tanaman dengan fungisida strobilurin ini berhubungan dengan penurunan terjadinya penyakit serta meningkatkan penyerapan dan asimilasi nitrat dalam biji-bijian kecil (Koehle *etal*., 2001).

Selanjutnya, Conrath *et al*, (2004) menyatakan bahwa dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa pyraclostrobin penting dalam merangsang oksida nitrat, senyawa penting dalam tanaman, peningkatan penyerapan nitrat dan asimilasi. Aplikasi dari fungisida strobilurin seperti pyraclostrobinakan memberikan pupuk tambahan pada saat aplikasi. Menambahkan senyawa seperti pyraclostrobin secara sinergis dapat meningkatkan hasil dengan perlakuan pengaplikasian fungisida akan memberikan dampak untuk mengelola penyakit, mengurangi biaya aplikasi, dan memberi pupuk tambahan pada tanaman.