

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays*. L.) merupakan kebutuhan yang cukup penting bagi kehidupan manusia dan hewan. Jagung mempunyai kandungan gizi dan serat kasar yang cukup memadai sebagai bahan makanan pokok pengganti beras. Selain sebagai makanan pokok, jagung juga merupakan bahan baku makanan ternak.

Kebutuhan akan konsumsi jagung di Indonesia terus meningkat. Hal ini didasarkan pada makin meningkatnya tingkat konsumsi per kapita per tahun dan semakin meningkatnya jumlah penduduk Indonesia.

Jagung merupakan bahan dasar / bahan olahan untuk minyak goreng, tepung maizena, ethanol, asam organik, makanan kecil dan industri pakan ternak. Pakan ternak untuk unggas membutuhkan jagung sebagai komponen utama sebanyak 51,4 %. Tanaman jagung mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap tanah, baik jenis tanah lempung berpasir maupun tanah lempung dengan pH tanah 6 -8. Temperatur untuk pertumbuhan optimal jagung antara 24-30 °C. Tanaman jagung pada masa pertumbuhan membutuhkan 45-60 cm air. Ketersediaan air dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk buatan yang cukup untuk meningkatkan

pertumbuhan akar, kerapatan tanaman serta untuk melindungi dari rumput liar dan serangan hama (P.T Singosari, 2011).

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi. Meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian antara 1 m sampai 3 m, ada varietas yang dapat mencapai tinggi 6 m. Tinggi tanaman biasa diukur dari permukaan tanah hingga ruas teratas sebelum bunga jantan.

Klasifikasi ilmiah

Kerajaan : *Plantae*

Divisio : *Angiospermae*

Kelas : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Poales*

Familia : *Poaceae*

Genus : *Zea*

Spesies : *Zea mays* L.

Anatomi tanaman jagung terdiri dari:

1. Akar jagung tergolong akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m meskipun sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Pada tanaman yang

sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman.

2. Batang jagung tegak dan mudah terlihat, sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum. Terdapat mutan yang batangnya tidak tumbuh pesat sehingga tanaman berbentuk roset. Batang beruas-ruas. Ruas terbungkus pelepah daun yang muncul dari buku. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin.
3. Daun jagung adalah daun sempurna, bentuknya memanjang antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun. Permukaan daun ada yang licin dan ada yang berambut. Stoma pada daun jagung berbentuk halter, yang khas dimiliki familia "poaceae". Setiap stoma dikelilingi sel-sel epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun.
4. Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman "monoecious". Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku "poaceae", yang di sebut floret. Pada jagung, dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal: gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (inflorescence). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Beberapa varietas unggul dapat menghasilkan lebih dari satu

tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolif. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri).

5. Biji jagung kaya akan karbohidrat. Sebagian besar berada pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak banyak berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis tidak mampu memproduksi pati sehingga bijinya terasa lebih manis ketika masih muda (Wikipedia,2011).

2.2 Penyakit Bulai

2.2.1 Arti Penting

Penyakit bulai atau *downy mildew* adalah penyakit yang sangat penting pada pertanaman jagung di Indonesia dan sejak lama selalu menimbulkan kerugian yang cukup besar, sehingga banyak dikenal di antara petani. Kerugian karena penyakit bulai pada jagung sangat bervariasi bahkan dapat mencapai kerugian sampai 90%, sehingga penyakit ini menyebabkan pertanaman jagung mengandung kerugian ekonomi yang sangat tinggi (Semangun, 2004). Di Lampung pada tahun 1996 kehilangan hasil jagung akibat terinfeksi bulai bahkan mencapai 100% (Subandi *et al.*, 1996 dalam Iriany *et al.*, 2003).

2.2.2 Gejala

Penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang meluas ke seluruh badan tanaman atau hanya menimbulkan gejala lokal (Semangun, 2004). Gejala tergantung pada saat terjadinya infeksi dan perkembangan jamur dalam tanaman. Apabila jamur dapat mencapai gulungan daun, gejala menjadi sistemik, bila tidak gejalanya lokal pada bagian yang terinfeksi (Budiarti *et al.*, 2002).

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 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 beledu putih yang terdiri dari konidiofor dan konidium jamur. Karena adanya benang-benang jamur dalam ruang antar sel, daun-daun tampak kaku, agak menutup, dan lebih tegak daripada biasa (Semangun, 2004).

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 klobot yang tidak menutup pada ujungnya, dan hanya membentuk sedikit biji (Semangun, 2004).

2.2.3 *Penyebab Penyakit*

Penyakit bulai atau *downy mildew* disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora maydis* (Rac) Shaw, yang sampai sekarang lebih dikenal dengan nama *Sclerospora maydis* (Rac) Butl. Miselium *P. maydis* berkembang dalam ruang antar sel. Terdapat dua miselium, yaitu yang hifanya banyak bercabang dan membentuk kelompok-kelompok di antara tulang-tulang daun, dan hifanya kurang bercabang, menjalar panjang, dan menghubungkan kelompok-kelompok tadi. Hifa membentuk haustorium berbentuk batang, paku, cacing, jari, atau gelendong (Semangun, 2004).

Pada waktu permukaan daun berembun, miselium membentuk konidiofor yang keluar melalui stomata. Dari satu stomata dapat keluar satu konidiofor atau lebih. Mula-mula konidiofor berbentuk batang, segera membentuk cabang-cabang dikotom, yang masing-masing membentuk cabang lagi (Semangun, 2004).

Pada umumnya konidiofor mempunyai percabangan tingkat tiga atau empat. Cabang tingkat terakhir membentuk sterigma (tangkai konidium), umumnya dua, yang masing-masing mendukung satu konidium. Pada pangkal sumbu induk konidiofor umumnya terdapat satu sekat tebal yang sempurna atau yang hanya berbentuk cincin. Ada kalanya di sini terlihat dari satu sekat. Panjang konidiofor 200-550 μm , karena tergantung dari tebal tipisnya lapisan embun. Konidium yang masih muda berbentuk bulat, sedang yang sudah masak dapat menjadi

orong. Konidium tumbuh dengan membentuk pembuluh kecambah (Semangun, 2004).

2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit

Perkembangan penyakit bulai dipengaruhi oleh kelembaban dan suhu udara. Kelembaban di atas 80%, suhu 28-30⁰C dan adanya embun ternyata dapat mendorong perkembangan penyakit. Infeksi oleh *Sclerospora maydis* pada jagung dilakukan oleh konidia melalui stomata. Konidia ini terbentuk pada jam 1:00 s/d 2:00 pagi apabila suhu 24⁰C dan permukaan daun tertutup embun. Konidia yang sudah masak akan disebarkan oleh angin pada jam 2:00 s/d 3:00 pagi dan berlangsung sampai jam 6:00 s/d 7:00 pagi. Konidia yang disebarkan oleh angin, apabila jatuh pada permukaan daun yang berembun, akan segera berkecambah (Budiarti *et al.*, 2002).

2.3 Jamur *Trichoderma viride*

Salah satu jenis jamur antagonis yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hayati adalah *Trichoderma* spp. Jamur ini terdapat pada hampir semua jenis tanah dan sisa-sisa tanaman yang telah mati. *Trichoderma* spp masuk dalam filum Ascomycota, kelas Deuteromycetes, sekelas Hypomicetidae, ordo Moniliales, famili Moniliaceae dan genus *Trichoderma* (Agrios, 2005). Jamur ini mudah dikenali dengan kelompok koloni jamur yang berwarna hijau. *Trichoderma* terdiri

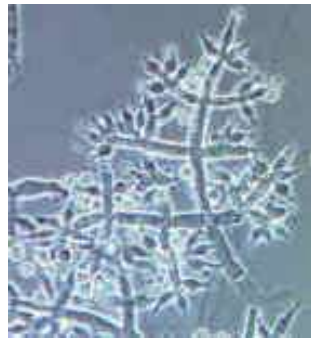
atas beberapa spesies yaitu *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum*, dan beberapa spesies lainnya.

Trichoderma spp sebagai jamur antagonis dapat menekan beberapa jamur tular tanah. Mekanisme antagonisme terjadi dengan beberapa cara yaitu kompetisi (ruang dan makanan), antibiosis (pembentukan antibiotik), dan parasitisme (Djafarudin, 2004). *Trichoderma* spp. tersebar luas dan dapat ditemukan pada hampir semua jenis tanah terutama tanah yang mengandung bahan organik. Selain itu, jamur ini tumbuh dengan baik pada tempat-tempat yang mengandung sumber karbohidrat (Megasari, 2006).

Trichoderma spp. telah banyak dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan dan menekan penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Agrios, 2005), dan juga telah dikembangkan secara komersial. Jamur ini dapat menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* (Iskandar, 1996).

Salah satu spesies *Trichoderma* yang digunakan sebagai agensia hayati adalah *T. viride* yang memiliki bentuk konidia hampir bulat seperti bola, diameter pertumbuhan koloni 4,5-7,5 cm dalam 5 hari pada suhu 20⁰C. Tipe percabangan konidiofornya seperti piramid, cabang yang pendek terjadi dekat ujung pada percabangan yang panjang. Fialid tersusun dalam kelompok yang terpisah antara 2-4, ramping dengan arah yang tak beraturan (Domsch *et al.*, 1993).

Jamur ini memiliki benang-benang halus yang disebut hifa. Hifa pada *T. viride* berbentuk pipih, bersekat, dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang disebut miselium. Miseliumnya dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta spora, karena sifatnya inilah *T. viride* dikatakan memiliki daya kompetisi yang tinggi (Alexopoulos & Mims, 1979).



Gambar 1. *Trichoderma viride* (Anonim, 2010)

T. viride menghasilkan zat antibiosis yang berpotensi sebagai pengendali hayati. Zat antibiosis tersebut antara lain homotalin, dermadin, trikoviridin, trikodermin, alometisin, dan asam hepatidiel. Antibiosis merupakan senyawa kimia hasil metabolisme yang mempunyai sifat sebagai antibiotik.

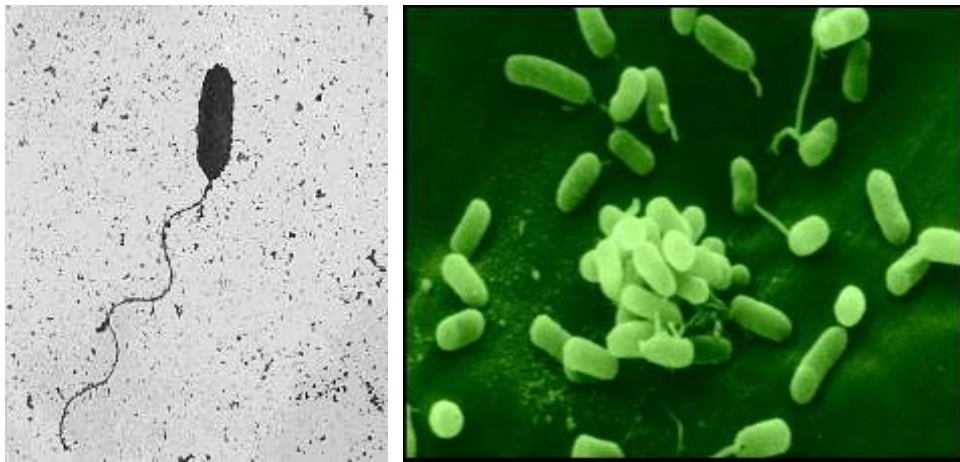
Penelitian yang dilakukan oleh Lien A. *et al.*, (1994) dalam Suwahyono (2010), tampak memberikan informasi lebih jelas mengenai proses mekanisme antibiosis dari substansi aktif yang dihasilkan oleh jamur *T. viride* yang disebut trikolin. Senyawa tersebut merusak dan menyebabkan hilangnya formasi organ liposom yang terdapat didalam sel. Liposom ini berperan untuk pembentukan protein pada

jamur patogen *Rizoctonia solanii* sehingga proses sintesis protein terganggu dan mengakibatkan pertumbuhannya terhambat.

2.4 Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri sel tunggal, gram negatif berbentuk batang lurus atau melengkung, mempunyai ukuran 0,5-1,0 μm x 1,5-5 μm , dapat bergerak karena flagela atau motil, tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan Gram. *Pseudomonas* terbagi atas beberapa kelompok, diantaranya adalah sub-kelompok berpendar fluor (*fluorescent*) yang dapat mengeluarkan pigmen phenazine (Brock dan Madigan, 1988, dalam Hasanuddin 2003).

P. fluorescens termasuk kedalam bakteri yang dapat ditemukan di mana saja, sering kali ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air sisa-sisa makanan yang membusuk, serta kotoran hewan. Sebagian besar *P. fluorescens* adalah penghuni rizosfer, secara agresif mengkoloni akar dan biasa disebut dengan rizobacteria. Kemampuan *P. fluorescens* dalam mengkoloni akar terdapat pada tajuk tanaman yaitu filosfer (Agrios, 1987).



Gambar 2. *Pseudomonas fluorescens* (Anonim, 2000)

Klasifikasi *Pseudomonas* berdasarkan Muray (1978) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Prokariota
Divisi	: Gracilicutes
Kelas	: Proteobacteria
Bangsa	: Pseudomobaceae
Marga	: Pseudomonas
Spesies	: <i>Pseudomonas fluorescens</i>

Menurut Brock & Madigan, 1988, dalam Hasanuddin, 2003, melaporkan bahwa bakteri *Pseudomonas* bisa menekan pertumbuhan patogen dalam tanah secara alamiah. *Pseudomonas* sp. telah diteliti dan dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendalian hayati penyakit tumbuhan. Kemampuan *P. fluorescens* sebagai agensia pengendalian hayati adalah karena kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan, atau karena hasil-hasil metabolit seperti siderofor,

hidrogen sianida, antibiotik, atau enzim ekstraseluler yang bersifat antagonis melawan patogen.

2.5 Ketahanan terimbas

Ketahanan terimbas atau ISR (*Induced Systemic Resistance*) adalah ketahanan yang berkembang setelah tanaman di inokulasi lebih awal dengan elisitor biotik (mikroorganisme avirulen, non patogenik, saprofit) dan elisitor abiotik (asam salisilat, asam 2-kloroetil fosfonat)(Istikorini,2002).

Semua tanaman mempunyai mekanisme pertahanan aktif terhadap serangan patogen (Van Loon *et al.*, 1998). Hal ini karena tanaman mempunyai pertahanan mekanis dan kimia yang dapat mencegah infeksi (Sastrahidayat, 1990). Selain itu, ketahanan tanaman terbentuk karena mekanisme agensia pengendali hayati yang mampu menurunkan jumlah sisi infeksi dan membatasi pertumbuhan patogen selama tahap parasitnya di dalam tanah (Soesanto, 2008).

Menurut Sastrahidayat (1990), ketahanan terimbas bertalian dengan pembentukan lignin tanaman, yang mengakibatkan perkembangan jamur dapat dibatasi.

Ketahanan kimia disebabkan adanya senyawa yang menghambat, misalnya asam, minyak, ester, senyawa fenol, dan zat penyamak tertentu. Beberapa senyawa fenol dan zat penyamak berkadar tinggi terdapat dalam jaringan muda yang tahan terhadap patogen. Senyawa tersebut dapat menghambat banyak enzim hidrolisis, termasuk enzim pektolisis, yang dihasilkan oleh patogen. Apabila jaringan

menjadi tua, kadar zat penghambat menurun, demikian pula ketahanannya terhadap infeksi (Semangun, 2001).

Tanaman tahan menghasilkan protein yang dapat menghambat enzim hidrolisis perusak sel yang dihasilkan patogen. Di lain pihak, sel tanaman inang yang mengandung enzim hidrolisis, seperti glukonase dan kitinase, mampu merusak dinding sel patogen, yang menyebabkan inang tahan terhadap infeksi (Semangun, 2001).