

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat

Tomat (*L. esculentum* Mill.) termasuk tanaman perdu semusim, berakar tunggang, permukaan batangnya ditumbuhi banyak rambut halus, daun berbentuk oval, bergerigi dan mempunyai celah yang menyirip. Daun majemuk tersusun spiral mengelilingi batangnya. Bunganya kecil berwarna kuning. Buah muda bewarna hijau. Seiring dengan proses pematangan warna buah yang tadinya hijau sedikit demi sedikit berubah menjadi kuning. Ketika buah matang warnanya menjadi merah (Hanum, 2008).

Tanaman tomat dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah subur, mengandung humus, gembur, dan berdrainase baik. Keasaman tanah yang ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah pada pH netral, yaitu sekitar 6-7. Tomat dapat ditanam di dataran rendah, medium, dan tinggi tergantung varietasnya. Tetapi, kebanyakan varietas tomat hasilnya lebih baik apabila ditanam di dataran tinggi yang sejuk dan kering sebab tomat tidak tahan panas terik dan hujan. Tanaman tomat dapat tumbuh baik di dataran tinggi sampai dataran rendah pada ketinggian tempat 0 m sampai dengan 1250 m dpl, membutuhkan suhu ideal 23°C pada siang hari dan 17°C pada malam hari (Hanum, 2008).

2.2 Penyakit Layu Bakteri

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Bakteri *R. solanacearum*

Daughtrey (2003), mengklasifikasikan bakteri penyebab layu bakteri pada tanaman tomat ialah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Beta Proteobacteria
Ordo	: Burkholderiales
Famili	: Ralstoniaceae
Genus	: <i>Ralstonia</i>
Spesies	: <i>Ralstonia solanacearum</i>

Penyebab penyakit layu bakteri pada tomat adalah *R. solanacearum* yang sebelumnya dikenal *Pseudomonas solanacearum* (Smith, 1995). Bakteri ini merupakan patogen tular tanah dan air yang bersifat nonfluoresens dari famili Ralstoniaceae. Bakteri ini mampu bertahan dalam tanah selama periode waktu yang lama dan merupakan salah satu penyebab penyakit layu yang penting di wilayah tropis, subtropis, dan daerah beriklim hangat.

Pada tanah dengan kisaran suhu di atas 20-28°C bakteri *R. solanacearum* masih dapat berkembang dengan baik, sedangkan pada suhu 41°C, bakteri masih mampu bertahan hidup 18 hari (Champoiseau dan Momol, 2009). Kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri ini berkisar antara 28-32°C (Champoiseau dan Momol, 2009).

R. solanacearum merupakan patogen yang memiliki kisaran inang luas lebih dari 200 spesies dari 53 famili yang berbeda. *R. solanacearum* memiliki efek mematikan pada sejumlah tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Tanaman inang dari bakteri *R. solanacearum* yang paling penting diantaranya pisang (*Musa paradisiaca*), terung (*Solanum melongena*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), kentang (*S. tuberosum*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), tomat (*L. esculentum*) dan nilam (*Pogostemon cablin*) (Nasrun, 2007).

Klasifikasi *R. solanacearum* dibagi menjadi dua sistem, yaitu sistem ras dan biovar. Ras dan biovar merupakan pengelompokan secara informal pada tingkat intra sub-spesies. Ras 1 mempunyai kisaran inang yang cukup luas di antaranya famili Solanaceae dan Leguminosae. Ras 2 menyerang *Musa* spp dan *Heliconia* spp. dengan kisaran inang terbatas di Amerika Tropis dan Asia. Ras 3 menyerang kentang dengan kisaran inang di daerah tropis dan subtropis. Ras 4 menyerang jahe yang berasal dari Filipina. Ras 5 menyerang mulberry (Persley, 1985). Menurut Semangun (1994), di Indonesia ras yang dominan ditemukan adalah ras 1 (strain *Solanaceae*) dan ras 3 (strain kentang).

Sistem biovar pada *R. solanacearum* didasarkan pada karakteristik biokimia, kemampuan menggunakan atau menghidrolisa beberapa senyawa alkohol heksosa dan disakarida terdiri dari biovar 1, 2, 3, 4, dan 5 (Hayward, 1964).

Kelima biovar dapat diidentifikasi berdasarkan kemampuannya mengoksidasi tiga senyawa disakarida (selobiosa, laktosa, dan maltosa) dan tiga alkohol heksosa (dulsitol, manitol, dan sorbitol).

Tabel 1. Pengelompokan biovar *R. solanacearum* berdasarkan kemampuannya menggunakan karbohidrat (Hayward, 1964)

Sumber Karbon	Reaksi Biovar				
	1	2	3	4	5
Selobiosa	-	+	+	-	+
Laktosa	-	+	+	-	+
Maltosa	-	+	+	-	+
Manitol	-	-	+	+	+
Sorbitol	-	-	+	+	-
Dultisol	-	-	+	+	-

+ = Reaksi positif atau mengubah warna medium dari biru menjadi kuning,

- = Reaksi negatif atau tidak mengubah warna medium.

2.2.2 Gejala Penyakit Layu Bakteri *R. solanacearum*

Gejala awal yang ditimbulkan oleh serangan bakteri ini ialah layu pada beberapa daun muda, batang tanaman sakit cenderung lebih banyak membentuk akar adventif (Semangun 2007). Gejala serangan *R. solanacearum* secara umum ialah tanaman seperti kekurangan air, daun muda pada pucuk tanaman menjadi layu, dan daun-daun tua atau daun-daun di bagian bawah menguning (Cavalcante *et.al.*, 1995). Hal ini karena bakteri menyerang pembuluh xilem (Agrios, 2005).

R. solanacearum masuk dan menginfeksi pada luka-luka di bagian akar, termasuk luka yang disebabkan nematoda atau organisme lain. Selanjutnya bakteri masuk ke jaringan tanaman bersama-sama unsur hara dan air secara difusi dan menetap di pembuluh xilem dalam ruang antar sel (Duriat, 1997).

Bakteri memperbanyak diri melalui pembuluh xilem (Agrios, 2005), dan merusak sel-sel tanaman yang ditempatinya tersebut sehingga pengangkutan air dan

zat-zat makanan terganggu oleh massa bakteri dan sel-sel pembuluh xilem yang hancur (Duriat, 1997).

Hancurnya sel-sel tanaman tersebut karena bakteri mengeluarkan enzim penghancur dinding sel tanaman yang mengandung selulosa dan pektin yang dikenal dengan nama enzim selulase dan pektinase. Akibat dari serangan ini, proses translokasi air dan nutrisi menjadi terganggu, sehingga tanaman menjadi layu dan mati (Agrios, 2005).

Bakteri *R. solanacearum* umumnya masuk ke dalam jaringan tanaman inang melalui luka yang terjadi pada waktu bercocok tanam melalui lubang-lubang alami (lentisel), melalui perakaran sekunder, melalui akar yang luka akibat tusukan nematoda. Setelah masuk ke tanaman bergerak secara sistemik mengikuti aliran cairan dalam pembuluh xilem ke bagian tanaman lain (Yulianah, 2007).



Gambar 1. Gejala tanaman tomat terinfeksi penyakit layu bakteri (Champoiseau dan Momol, 2009).

2.3 Pupuk dan Pemupukan

Pupuk ialah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur-unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman. Tindakan untuk mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah dengan penambahan dan pengembalian zat-zat hara secara buatan diperlukan agar produksi tanaman tetap normal atau meningkat. Tujuan penambahan zat-zat hara tersebut memungkinkan tercapainya keseimbangan antara unsur-unsur hara yang hilang baik yang terangkut oleh panen, erosi, dan pencucian lainnya (Hadisuwito, 2008).

Tindakan pengembalian atau penambahan zat-zat hara ke dalam tanah disebut pemupukan. Jenis pupuk yang digunakan harus sesuai kebutuhan, sehingga diperlukan metode diagnosis yang benar agar unsur hara yang ditambahkan hanya yang dibutuhkan oleh tanaman dan yang kurang dalam tanah (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004).

Pupuk digolongkan menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk dapat berbeda pengertiannya sesuai dengan cakupan luasannya. Menurut jumlah unsur haranya pupuk dibedakan menjadi pupuk tunggal dan majemuk. Pupuk tunggal ialah pupuk yang digunakan untuk menyuplai satu jenis hara, sekalipun di dalamnya terdapat beberapa hara lainnya sebagai ikatan, sedangkan pupuk majemuk merupakan kombinasi campuran secara fisik atau formulasi pupuk (dua atau lebih pupuk tunggal) untuk memasok dua atau lebih unsur hara sekaligus. Menurut cara aplikasinya pupuk buatan dibedakan menjadi dua yaitu pupuk daun dan pupuk akar. Pupuk daun diberikan lewat penyemprotan pada daun tanaman, sedangkan pupuk akar diserap lewat akar dengan cara penebaran di tanah (Novizan, 2001).

2.3.1 Pupuk Organik

Pupuk organik ialah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan maupun kotoran hewan yang telah melalui proses, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk menyuplai bahan organik di dalam tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah Hasil olahan bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang,

limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006).

2.3.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik ialah pupuk yang dibuat oleh pabrik atau industri pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia atau biasa disebut anorganik yang mengandung nutrisi tinggi yang dibutuhkan oleh tanaman (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Pupuk anorganik dibagi menjadi dua golongan yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang mengandung hanya satu jenis nutrisi pokok seperti N (Nitrogen), P (Posfor) dan K (Kalium). Pupuk majemuk atau disebut juga pupuk campuran ialah pupuk yang mengandung dua atau tiga nutrisi utama yang dibutuhkan tanaman yaitu nitrogen, fosfor atau kalium dalam satu pupuk. Hal ini bertujuan agar pupuk yang diberikan pada tanah atau tanaman, dapat memberikan dua atau tiga kegunaan sekaligus. Berdasarkan kandungan nutrisi utama yang dimiliki pupuk tersebut, maka pupuk majemuk dinamakan pupuk NPK, P-K, N-P dan N-K (Samekto, 2008).

2.4 Pupuk Daun

Pupuk daun merupakan salah satu jenis pupuk anorganik majemuk. Disebut demikian karena pembuatan pupuk daun bertujuan agar unsur-unsur yang terkandung di dalamnya dapat diserap oleh daun atau untuk pembentukan zat hijau daun. Itulah salah satu kelebihan pupuk daun. Penyerapan unsur hara dalam pupuk daun memang dirancang berjalan lebih cepat dibanding dengan pupuk akar. Tanaman akan tumbuh cepat dan media tanam tidak rusak akibat pemupukan yang terus menerus. Oleh karena itu, pemupukan melalui daun dianggap lebih efektif dibandingkan dengan pupuk akar. Sayangnya, pupuk daun mempunyai sifat cepat menguap sehingga pelaksanaannya hanya pada pagi atau sore hari saja (Lingga, 2004).

Sel-sel penting yang berperan di dalam mekanisme serapan unsur hara melalui daun adalah epidermis, sel penjaga, stomata, mesofil, dan seludang pembuluh. Pupuk yang disemprotkan ke daun masuk ke dalam stomata secara difusi dan selanjutnya masuk

ke dalam sel-sel kloroplas baik yang ada di dalam sel-sel penjaga, mesofil maupun seludang pembuluh (Agustina, 1990). Pemupukan lewat daun dilakukan untuk memberikan unsur-unsur hara yang keperluannya dalam jumlah sedikit dan harus diberikan tidak dalam konsentrasi rendah. Pemupukan melalui daun hanyalah sebagai pelengkap dari pemupukan biasa. Meskipun pemupukan lewat daun dilakukan dengan menyemprotkan larutan hara tertentu lewat daun, tetapi cara ini dapat menggantikan fungsi akar yang biasanya menyerap unsur dari tanah. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pemakaian pupuk daun antara lain: unsur hara lebih cepat terserap, sehingga tidak mengalami fiksasi, hasilnya lebih cepat terlihat dengan munculnya tunas baru atau kuncup bunga, dan tanah tidak cepat rusak (Tjionger, 2002).

Unsur hara dapat terserap melalui bagian batang dan daun tumbuhan. Pemberian pupuk melalui batang dan daun dapat dilakukan dengan cara menyemprotkannya pada tanaman agar dapat langsung diserap untuk mencukupi kebutuhan bagi pertumbuhan dan perkembangannya (Sutedjo, 1995). Proses pemasukan unsur hara melalui daun terjadi karena adanya difusi dan osmosis melalui lubang stomata. Mekanismenya berhubungan langsung dengan proses membuka dan menutupnya stomata (Sarif, 1985). Membukanya stomata merupakan proses mekanis yang diatur oleh tekanan turgor dari sel-sel penutup. Sedangkan tekanan turgor sendiri berbanding langsung dengan kandungan karbon dioksida dari ruang di bawah stomata. Meningkatnya tekanan turgor akan membuka lubang stomata, dan pada saat itu unsur hara akan berdifusi ke dalam lubang stomata bersamaan dengan air. Berkurangnya tekanan turgor yang berikutnya akan menutup lubang stomata. Cahaya matahari pada siang hari akan merangsang fotosintesis yang berakibat menurunkan kandungan CO_2 kira-kira 0,03-0,02%. Tekanan turgor dari sel-sel juga diturunkan karena kehilangan air yang berlebihan akibat transpirasi. Maka bila pada siang hari terlalu terik atau angin terlalu cepat, stomata akan menutup karena terjadi penguapan yang terlalu besar. Kalau pada saat itu disemprotkan air maka stomata akan segera membuka, karena adanya air akan menggantikan air yang hilang dan menaikkan tekanan turgor. Bila air yang disemprotkan tersebut mengandung unsur hara, maka

pada saat stomata membuka unsur hara akan berdifusi ke dalam stomata bersama air (Sarif, 1985).

Raharja (2005) menyatakan, salah satu upaya untuk meningkatkan produksi tanaman dan efisiensi pemupukan ialah dengan menggunakan pupuk alternatif yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan diaplikasikan melalui penyemprotan pada daun. Pemupukan yang dilakukan petani biasanya melalui tanah, sehingga unsur hara tersebut diserap oleh akar tanaman dan ditransformasi menjadi bahan-bahan yang berguna bagi pertumbuhannya.

2.5. Pengaruh Pupuk Cair Terhadap Perkembangan Penyakit Tanaman

Pupuk cair ialah pupuk yang dikemas berbentuk cairan, memiliki unsur hara makro maupun mikro yang lengkap. Berdasarkan cara aplikasinya, pupuk cair dapat diaplikasikan pada daun maupun akar. Sehingga dapat dibedakan menjadi pupuk akar dan pupuk daun (Pranata, 2004).

Pemberian pupuk cair yang lengkap akan kandungan hara sebagai salah satu cara terbaik dan efektif dalam mengendalikan penyakit layu bakteri. Agrios (1996) berpendapat bahwa kelebihan nitrogen menyebabkan tumbuhan lebih rentan terhadap patogen yang menyerang jaringan dengan periode yang lebih lama. Begitu pula tumbuhan yang mengalami kekurangan nitrogen akan tumbuh lebih lemah, lebih lambat, lebih cepat tua, dan rentan terhadap patogen-patogen yang menyerang tanaman. Fosfat meningkatkan ketahanan melalui peningkatan keseimbangan hara pada tumbuhan atau mempercepat kematangan tanaman dan memungkinkan terhindar dari infeksi patogen yang menyerang jaringan muda. Kalium (K) secara langsung mempengaruhi berbagai tingkat perkembangan dan keberadaan patogen di dalam inang, serta secara tidak langsung mempengaruhi infeksi dengan mendorong penyembuhan luka dengan meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan.

Wijaya (2009) menyebutkan pemberian pupuk cair yang mengandung unsur $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dapat berfungsi sebagai basa kuat untuk mematikan penyakit yang masuk ke dalam tubuh tanaman. Unsur hara nitrogen dan unsur hara mikro yang terdapat pada pupuk cair berperan sebagai penyusun klorofil sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis tersebut akan menghasilkan fotosintat yang mengakibatkan perkembangan pada jaringan meristematis daun. Pemberian pupuk daun selama fase

vegetatif dapat memberikan pengaruh yang baik bagi lingkungan tumbuh tanaman khususnya dalam penyediaan unsur hara (Poerwowidodo, 1992).

Penggunaan bahan organik yang diberikan pada tanah dapat memberikan ketahanan imbas pada tanaman dengan menurunkan keparahan penyakit. Hal ini dikarenakan bahan organik membawa berbagai macam organisme antagonis yang memang rata-rata adalah organisme saproba, sehingga penambahan bahan organik kedalam tanah dapat membuat organisme antagonis berkembang lebih banyak. Selain itu, bahan organik dapat meningkatkan ketahanan tanaman karena tanaman akan tumbuh lebih baik pada tanah yang kaya akan bahan organik (Abadi, 2003).

