

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman tomat

Klasifikasi dan ciri morfologi. Menurut Lawrence (1951), Backer dan van den Brink (1956) serta Heywood (1974). Tanaman tomat di klasifikasikan sebagai berikut: *Divisio*: Spermatophyta, *Subdivisio*: Angiospermae, *Class*: Dicotyledoneae, *Order*: Polemniales, *Family*: Solanacea, *Genus*: Lycopersicon, *Species* : *Lycopersicon esculentum* Mill.



Gambar 1. Tanaman tomat (Dokumentasi)

Tomat merupakan tanaman herba semusim yang tumbuh tegak dengan tinggi berkisar antara 0,5–2,5 m dan bercabang (Tindall, 1983). Tomat memiliki akar tunggang. Batang berbentuk silinder dan bercabang. Kulit batang berwarna hijau dan berambut. Warna daun hijau tua dan merupakan daun majemuk menyirip ganjil (Backer dan Van den Brink, 1956).

Bunga tomat berwarna kuning dan tersusun dalam tandan–tandan bunga yang disebut *rasemosa* dan terdiri atas 4-12 bunga per tandan (Tindall, 1983). Tanaman tomat memiliki bunga hermafrodit dan bersimetri banyak (*aktinomorfik*). *Calyx* dan *corolla* masing–masing terdiri atas 5 sepal dan 5 petal yang saling berlekatan.

Buah tomat termasuk buah buni, berdaging dan beragam dalam bentuk maupun ukurannya. Buah beruang dua atau lebih yang mengandung sejumlah biji. Diameter buah 2-8 cm. kulit buah berwarna merah atau kuning ketika masak. Warna buah ditentukan oleh pigmen likopen dan betakaroten. Likopen

menyebabkan warna merah pada buah, sedangkan betakaroten bertanggung jawab terhadap warna kuning (Durriat *et al.*, 1997).

Berdasarkan tipe pertumbuhan, tanaman tomat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu :

- a. Tipe *indeterminate* (tidak terbatas), yaitu tanaman tomat yang mampu tumbuh terus sampai menjadi tua dan tidak berbuah lagi, misalnya varietas Money maker, Gondol, Santa, Belgia dan Apel. Umur panen relatif lama dan pertumbuhan batangnya relatif lama. Tinggi pohon mencapai 1,6–2 meter.
- b. Tipe *determinate* (terbatas), yaitu tanaman tomat yang pertumbuhannya akan berhenti pada ketinggian tertentu dan biasanya diakhiri dengan tandan, misalnya varietas Opal, Ratna, Intam dan Berlian. (Risaketta, 2006).
- c. Tipe *semi-determinate*, yaitu tanaman tomat yang memiliki sifat antara kedua tipe tersebut (Pitoyo, 2005).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi produktifitas tanaman tomat yaitu terdapat tiga faktor utama: ketinggian tempat, suhu dan kelembapan udara. Ketiga faktor tersebut mengatur sejumlah proses pertumbuhan dan perkembangan hingga terjadinya polinasi, fertilisasi serta pembentukan buah dan biji.

Tanaman tomat dapat tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian 200–500 mdpl, tetapi biasanya tumbuh lebih baik di dataran tinggi (>900 mdpl). Titik kritis pada pembentukan buah tomat adalah suhu malam hari. Kisaran suhu malam hari yang optimal untuk tanaman tomat adalah 15–20°C. Suhu malam hari yang rendah (<13°C) akan menurunkan produksi dan viabilitas polen, sedang suhu tinggi, kelembapan rendah serta angin kering dapat menghambat polinasi dan fertilisasi sehingga buah tidak dapat terbentuk (Sutini, 2008).

2.2 Patogen *Ralstonia solanacearum*

2.2.1 Patogen *Ralstonia solanacearum*

Klasifikasi *Ralstonia solanacearum* adalah sebagai berikut menurut Olson (2005). Kerajaan: Bakteria, Filum: Proteobacteria, Kelas: Betaproteobacteria, Ordo: Burkholderiales, Keluarga: Burkholderiaceae.

Patogen tular tanah ialah kelompok mikroorganisme yang sebagian besar siklus hidupnya berada di dalam tanah dan memiliki kemampuan untuk menginfeksi perakaran atau pangkal batang, sehingga dapat menyebabkan infeksi dan kematian bagi tanaman (Garrett, 1970). Ciri-ciri utama dari patogen tular tanah adalah mempunyai stadia pemencaran dan masa bertahan yang terbatas di dalam tanah, walaupun beberapa patogen tular tanah ini dapat menghasilkan spora udara sehingga dapat menyebar ke area yang lebih luas.

Agen penyebab penyakit tular tanah ini salah satunya yaitu : bakteri, adalah organisme bersel satu yang mempunyai dinding sel yang keras tetapi tidak mempunyai membran dan nukleus. Penyakit penyebab patogen bakteri lebih sedikit dari patogen jamur. Contoh patogen bakteri seperti *Erwinia*, *Rhizomonas*, dan *Streptomyces*. Sedangkan kelompok patogen bakteri *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* bertahan didalam tanah dengan waktu yang singkat (Stevent *et al.*, 2003).

R. solanacearum adalah salah satu petogen penting dan patogen bakteri yang menyebabkan tanaman menjadi layu pada daerah tropis, sub tropis dan keadaan lingkungan yang hangat didunia (Hayward, 1991). Layu bakteri penyebab penyakit telah menyerang 200 spesies tanaman dari 50 famili (Hayward, 2000). Dan mengakibatkan penurunan pertumbuhan utama faktor biotik dan pembentukan beberapa tanaman pada famili *Solanaceae*, seperti kentang, tomat, lada, terong dan tembakau dan tanaman kacang, serta beberapa tanaman tahunan (Genin dan Boucher, 2002). Strain *Ralstonia solanacearum* mempunyai subdivisi kedalam 5 ras pada basis inangnya (Hayward, 1991) dan dalam enam basis biovar terdiri atas tiga *disaccarides* dan tiga *hexose alcohol*. Tidak seperti ras 1, 2, 4 dan 5 (EPPO. 2004) dengan tempatur optimum dibawah 35°C, ras 3 biovar 2 (phylotype II) dapat tumbuh dengan temperatur optimum 27°C. Ras 2 hanya dapat tumbuh pada daerah tropis seperti amerika utara dan patogenik pada pisang tripolid, dimana ras 3 dapat berkembang baik pada dataran tinggi daerah sub tropis dan bertemperatur hangat serta menyerang tanaman kentang, tomat, lada serta inang lainnya pada daerah tersebut (EPPO, 2004). Ras 4 patogenik pada tanaman umbi, sedang untuk ras 5 biovar 5 adalah spesial hanya menyerang tanaman *mulberry* (Yadessa *et al.*, 2010).

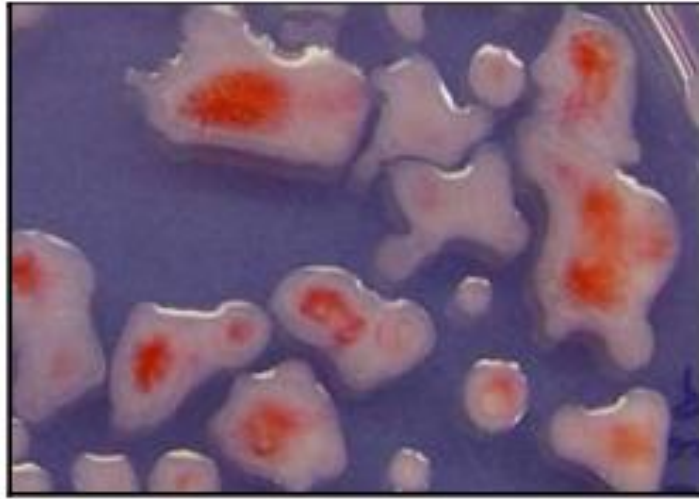
Layu bakteri pada tanaman *solanaceous* membuat tanaman mendadak menjadi layu. Tanaman muda yang terinfeksi dengan cepat akan mati. Pada tanaman tua akan menunjukkan kelayuan pada daun muda, atau bagian tertentu yang layu dan pertumbuhan tanaman terhambat, kemudian akhirnya tanaman akan menjadi layu permanen dan mati. Pada tanaman tomat, akan terbentuk akar adventif yang berlebihan. Jaringan vaskular pada batang, akar dan umbi menjadi kecoklatan, dan membentuk garis melintang massa bakteri akibat dari exudat bakteri. Bakteri akan membentuk dari bawah jaringan vaskular dan didalam korteks akar.

Bakteri *R. solanacearum* dapat bertahan di tanaman sebagai penyakit pada keadaan yang tidak mendukung, atau pada sisa-sisa tanaman, organ-organ vegetatif yang masih aktif, seperti umbi-umbian, pada benih tanaman, tanaman liar, dan didalam tanah. Jaringan yang terluka atau membusuk akan menginfeksi bakteri ditanah. Bakteri akan tersebar melalui air tanah, biji yang terkontaminasi atau terinfeksi, penanaman kembali tanaman yang telah terinfeksi, alat pertanian yang terkontaminasi dan digunakan sebagai pemotong atau pemangkasan tanaman menjadikan alat untuk penyebaran bakteri. Bakteri masuk kedalam tanaman melalui luka yang dibuat oleh alat pertanian, nematoda, serangga dan rongga-rongga akar sekunder yang muncul. Bakteri akan menyebar melalui xylem dan menyebar keseluruhan bagian tanaman (Agrios, 2005).

2.2.2 Ciri morfologi *Ralstonia solanacearum*

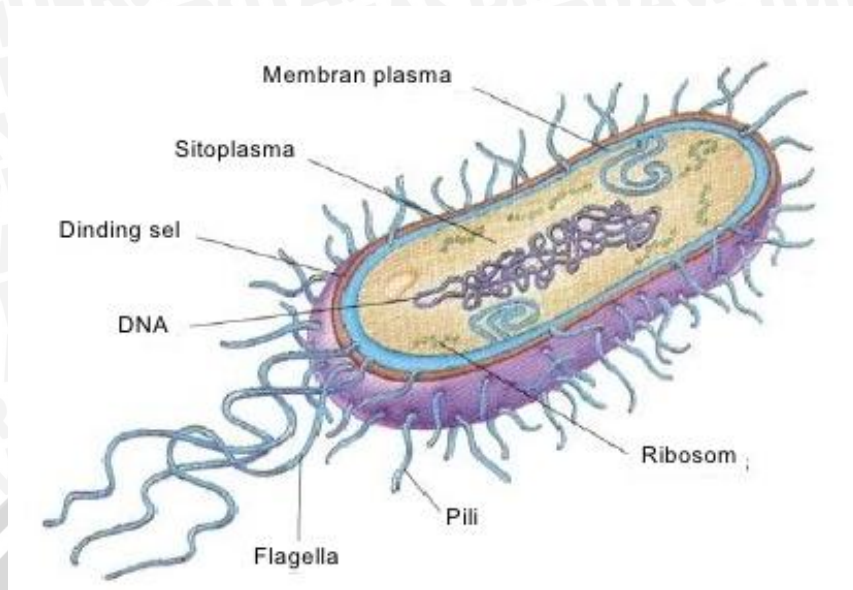
Mehan (1985) menyatakan bahwa bakteri *R. solanacearum* dapat dibedakan ke dalam koloni bakteri yang virulen dan avirulen pada media buatan TZC. Isolat bakteri *R. solanacearum* virulen berbentuk bulat tidak beraturan, fluidal, dan berwarna krem (keruh) dengan warna merah muda dibagian tengahnya, sedangkan pada isolat bakteri yang avirulen berbentuk bulat dengan koloni berwarna merah. Dari hasil penelitian Suryadi dan Rais (2009), hanya memakai koloni virulen dalam pengujian terhadap respon kacang tanah. Bakteri *R. solanacearum* termasuk kelompok gram negatif, berbentuk batang bersel satu dengan ukuran $1,5 \times 0,5 \mu\text{m}$, tidak mempunyai spora dan tidak berkapsul. Dalam bergerak, bakteri ini menggunakan satu bulu getar (flagella). Sel tunggal bakteri ukurannya bervariasi, dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan yang mampu

memproduksi asam nitrat, membentuk ammonia, bersifat aerob, dan mempunyai kandungan lipid yang tinggi, sehingga terbentuk lendir pada koloni bakteri yang virulen.



Gambar 2. Pemiakan *R.solanacearum* virulen pada media TZC (Timothy dan Schuman, University of florida. 2010)

R. solanacearum adalah bakteri gram negatif berbentuk batang, berukuran panjang 0,5–1,5 μm , dengan satu flagella pada bagian sampingnya. Dapat bereaksi positif untuk poly- β -hydroxybutyrate granular dengan sudan balak B atau Nile blue yang membedakan *R.solanacearum* dari spesies erwinia. Ditambah, *R.solanacearum* mempunyai zat pewarna pada bagian samping–sampingan dengan *carbol fuchsin*. Koloni pada agar awalnya halus, berkilau dan berbentuk opal, tetapi menjadi kecoklatan dengan bertambahnya umur bakteri (EPPO, 2004). Karakteristik organisme *R. solanacearum* merupakan bakteri dengan gram negatif berbentuk batang. Organisme ini dapat tumbuh pada keadaan aerob dan tidak membentuk endospora. *R. solanacearum* mempunyai katalase positif, oksidase positif dan mengurangi nitrat. Patogen tidak dapat menghidrolisis pati dan tidak mudah mendegradasi gelatin. Perkembangan di media broth, organisme dihambat dengan konsentrasi NaCl lebih tinggi dari 2% (Olson, 2005).



Gambar 3. Ciri morfologi bakteri (Amelia *et al.*, 2012)

2.2.3 Gejala serangan *R. solanacearum*

Gejala awal yang ditimbulkan pada tanaman yang terserang bakteri ini adalah tanaman mulai layu. Kemudian menjalar ke daun bagian bawah. Gejala yang lebih lanjut: seluruh tanaman layu, daun menguning sampai coklat kehitam-hitaman, dan akhirnya tanaman mati. Serangan pada umbi menimbulkan gejala dari luar tampak bercak-bercak kehitam-hitaman, terdapat lelehan putih keruh (massa bakteri) yang keluar dari mata tunas atau ujung stolon. Adanya daun muda pada pucuk dan daun tua tanaman akan menjadi layu, daun bagian bawah menguning merupakan ciri khas gejala penyakit layu bakteri (Hardiyanti, 2013).

Suryadi dan Rais (2009), menyatakan bahwa infeksi bakteri pada kacang tanah terjadi pada luka-luka akar melalui retakan, atau celah karena tumbuhnya akar sekunder. Infeksi pada tanaman muda dapat mengakibatkan layu secara tiba-tiba dengan daun tetap berwarna hijau, tetapi tampak layu seperti bekas tersiram air panas, kemudian tanaman mati. Sedangkan, pada tanaman dewasa gejala layu terjadi secara bertahap, terkadang hanya sebagian cabang tanaman yang layu. Jika bagian batang tanaman yang menunjukkan gejala layu dipotong melintang, maka tampak bagian empulur dan kayu berwarna kecoklatan. Jika potongan tersebut direndam dalam air jernih selama beberapa saat, dari bekas pembuluh akan keluar rembesan cairan berwarna putih krem yang merupakan massa bakteri.



Gambar 4. Gejala yang ditimbulkan *R. solanacearum* pada tanaman tomat, A: gejala layu pada tanaman tomat, B: jaringan vaskular tanaman menjadi kecoklatan pada batang tanaman tomat, C: massa bakteri dari batang tanaman (Sumber: Photo Courtesy of Longston, David B. University of Georgia. www.bugwood.org)

Perkembangan penyakit layu bakteri dibantu oleh suhu dan kelembapan yang tinggi. Suhu optimum bagi perkembangan bakteri ini adalah 27–37°C. Akiew (1985) melaporkan bahwa populasi *R. solanacearum* menurun tajam dengan meningkatnya suhu tanah dan menurunnya kelembapan tanah. Sebaliknya jika kelembapan tanah tinggi dan suhu rendah, bakteri mampu bertahan hidup untuk waktu yang relatif lama.

Terjadinya penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu adanya patogen yang virulen, lingkungan yang mendukung, dan inang yang rentan (Semangun, 1996). *R. solanacearum* menghasilkan *Extracellular polysaccharide* = EPS, mempunyai peranan penting dalam patogenesis dan virulensi bakteri patogen tanaman. Senyawa ini mempengaruhi kondisi ruang antar sel dalam tanaman sehingga cocok untuk perkembangan bakteri. Peranan EPS dalam infeksi patogen dan inang telah dilaporkan antara lain: mencegah pengenalan bakteri pada tanaman

inang, perubahan penggunaan karbohidrat dan membatasi pergerakan air. Bakteri ini juga mensekresikan enzim-enzim perombak dinding sel (termasuk poligalakturonase), tetapi enzim endoglukanase disekresikan 200 kali lebih banyak dibanding enzim-enzim tersebut. *R. solanacearum* juga menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa IAA, ABA dan etilen (Habazar, 2004).

Menurut Goto (1992), dalam proses infeksi bakteri terhadap tanaman ada beberapa faktor virulen yang diproduksi oleh bakteri, diantaranya toksin, enzim, hormon, dan ekstraseluler polisakarida (EPS) (Genin dan Boucher, 2002). EPS dapat mengurangi fungsi sistem pembuluh angkut (xylem), dengan menghambat aliran air sehingga mengakibatkan kelayuan tanaman. Mehan *et al.*, (1985), mengemukakan bahwa didalam pembuluh xylem yang telah terinfeksi terdapat massa bakteri. Bila tanaman yang menjadi inangnya mati, maka bakteri tersebut akan kembali ketanah sehingga populasi bakteri akan meningkat. Penyakit layu bakteri mempengaruhi sistem perakaran tanaman dan polong, yang menyebabkan perubahan warna menjadi coklat dan membusuk. Gejala lain penularan penyakit layu bakteri terkadang tidak terlihat, tetapi pertumbuhan tanaman akan terhambat dan mengalami khlorosis seperti kekurangan nitrogen. Infeksi penyakit layu bakteri pada tanaman dewasa dapat menyebabkan pembentukan bunga atau polong terhambat, buah tetap kecil, tanaman tidak mati tetapi tumbuh merana (Machmud, 1986).

2.3 Tanah supressif

Tanah supressif adalah salah kondisi tanah yang menyebabkan patogen tidak dapat hidup atau berkembang, patogen tetap hidup tetapi gejala yang ditimbulkan sangat kecil atau tidak menimbulkan kerusakan (Baker dan Cook, 1974).

Menurut Aryantha (2002) pemanfaatan tanah subur adalah termasuk sistem pertanian secara hayati yang sudah dilaporkan lebih dari 100 tahun yang lalu (Scheneider, 1982). Disamping dapat menyuburkan tanaman tanah ini juga sudah banyak dilaporkan dapat menanggulangi dan mengendalikan berbagai penyakit akar sehingga tanah ini dikenal juga dengan istilah tanah supresif, yaitu tanah yang dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan penyakit (Campbel, 1989).

Pemakaian tanah ini sangat cocok untuk memperbaiki hara karena tanah ini sangat kaya dengan materi organik.

Menurut Mazzola (2002), tanah supresif mempunyai karakteristik sangat rendah oleh perkembangan dan pembentukan penyakit pada berbagai patogen yang virulen dan memberikan inang yang tidak sesuai. Biotik dan abiotik pada element lingkungan tanah memberikan kontribusi dalam penekanan patogen, bagaimanapun, sistem yang lebih dicari merupakan bagian biologi sebagai faktor utama dipenekanan patogen. Banyak tanah yang memiliki mikroorganismen yang dapat menekan patogen, dengan kelebihan lain yang lebih spesifik dalam menekan patogen dalam lingkungan tanah. Sistem yang lebih baik dalam menekan organismen berasal dari mekanismen dalam kompetisi nutrisi, antibiotik, dan induksi dalam pertahanan tanaman.

Dari hasil penelitian yang dilakukan Higa dan Widiana (1988), istilah teori tanah menekan penyakit mengacu pada cara biologis menekan terjadinya penyakit tanaman. Tiga contoh tanah menekan penyakit adalah: (1) patogen gagal untuk dapat bertahan lama dalam tempat tersebut, (2) patogen hadir tapi gagal untuk menyebabkan penyakit dan (3) patogen menyebabkan penyakit tetapi menurun dengan budidaya monokultur.

2.4 Sifat abiotik tanah yang berpengaruh pada penekanan patogen

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan patogen tular tanah antara lain: pH, tekstur, bahan organik, suhu dan unsur hara tanah. Diantara faktor tersebut, rendahnya bahan organik dan hara merupakan faktor pemicu paling dominan dalam perkembangan patogen. Dari beberapa hasil penelitian diketahui bahwa sifat-sifat fisik, biologi dan kimia tanah yang berpengaruh terhadap perkembangan patogen tular tanah antara lain adalah pH tanah (Elthotova *et al.*, 2006), tekstur tanah (Otten dan Gilligan, 1998; Bernier dan Lewis, 1999; LaMondia dan Cowles, 2005), kadar hara tanah (Elmer dan LaMondia, 1999) dan kadar bahan organik (Manici *et al.*, 2005). Peran sifat-sifat tanah dalam menekan atau mendukung perkembangan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *R. solanacearum* adalah sebagai berikut :

2.4.1 pH tanah

Beberapa patogen tanah yang menyerang tanaman dapat berkembang dengan baik pada berbagai kisaran pH tanah sebagai tabel berikut :

Tabel 2. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi perkembangan penyakit layu bakteri

Faktor tanah	Kondisi yang mendukung perkembangan penyakit	Kondisi yang menekan perkembangan penyakit	pustaka
Tekstur Bahan organik	Lempung berpasir Kadar rendah	Pasir berlempung Kadar tinggi	Kang <i>et al.</i> , 2004 Djajadi dan Murdiyanti, 2000
pH tanah	Asam – netral	Basa	Dalmadiyo, 2000
Unsur hara	Kadar fosfat rendah	Kadar fosfat tinggi	Kang <i>et al.</i> , 2004

Penyakit layu dapat terjadi pada tanah dengan pH asam maupun basa, tetapi pH optimum *R. solanacearum* akan berkembang dengan baik pada tanah dengan pH 5,23 (Dalmadiyo *et al.*, 2000). Berbagai jenis patogen tular tanah menunjukkan pola perkembangan yang berbeda-beda sesuai dengan sifat kebasahan atau keasaman tanah (Soesanto *et al.*, 2005). Kebanyakan patogen akan berkembang pada pH yang tinggi. Hal ini, dikarenakan pH tinggi menjadikan kondisi lingkungan tidak sesuai bagi perkembangannya, misalnya mengganggu proses rilisnya zoospora sehingga mengurangi kemampuan patogen dalam menginfeksi tanaman (Porth *et al.*, 2003). Selain itu peningkatan pH tanah juga dapat menghambat perkecambahan patogen karena spora beristirahat dari patogen tersebut akan dapat berkecambah dengan baik pada pH tanah yang rendah (Agrios, 1997). Kondisi pH tanah yang rendah, akan mengakibatkan patogen lebih infeksiif dibandingkan pH tanah yang tinggi (Campbell dan Greathead, 1996).

Derajat keasaman tanah berpengaruh secara tidak langsung terhadap kehidupan patogen tanah karena pH tanah sangat erat kaitannya dengan sifat kimia tanah, termasuk ketersediaan nutrisi bagi patogen tanaman (Tombe, 1985). Derajat keasaman tanah merupakan salah satu faktor penting pada perkembangan patogen tular tanah (Koike *et al.*, 2008), pada tanah dengan rata-rata pH 6,04 intensitas penyakitnya lebih rendah, sedangkan tanah dengan pH tanah kurang 5,5 kejadian penyakitnya lebih tinggi (Hadiwiyono dan Widono, 2008).

Hubungan antara derajat keasaman tanah (pH) dengan keberadaan mikroorganisme tanah yaitu pH menentukan mudah atau tidaknya unsur hara diserap oleh tanaman termasuk unsur fosfor (P). pH tanah yang lebih rendah 5,6

mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat karena rendahnya ketersediaan unsur hara penting bagi tanaman seperti fosfor dan nitrogen. (Nurhalimah *et al.*, 2014). Dari hasil penelitian Cahyani *et al.*, (2014), menyatakan bahwa keadaan unsur hara yang rendah dan pH tanah yang masam akan mengakibatkan tingkat *diversity* atau keanekaragaman mikroorganisme didalam tanah semakin sedikit.

2.4.2 Tekstur dan pemadatan tanah

Kondisi tekstur tanah berpengaruh terhadap kesuburan dan kesehatan akar. Tanah dengan kandungan liat dan debu yang tinggi mendukung perkembangan penyakit, karena drainase yang jelek, sehingga akan lebih banyak tersedia kelembapan bagi reproduksi patogen. Tanah dengan kadar liat yang tinggi juga memungkinkan terjadinya pemadatan, yang akhirnya juga akan meningkatkan serangan penyakit (Wing *et al.*, 1995). Kesupressifan tanah berhubungan dengan kondisi fisik tanah, temperatur, serta kelembapan. Meskipun faktor ini tidak berpengaruh secara langsung terhadap patogen seperti eliminasi patogen, tetapi perubahan kondisi fisik tanah akan berpengaruh secara tidak langsung melalui pembentukan kondisi yang sesuai untuk perkembangan, antagonisme dan pengimbasan resistensi tanaman oleh mikroorganisme (Smith dan Goodman, 1999).

2.4.3 Bahan organik

Bahan organik merangsang perkembangan mikroorganisme yang menghambat aktivitas jamur patogen. Pada tanah-tanah dengan kadar bahan organik rendah (0,63%) lebih banyak infeksi penyakit, dan lebih tinggi adanya gejala patogen. Peran bahan organik tidak hanya dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, melainkan juga dengan meningkatkan kesehatan akar sehingga menjadikan tanaman lebih tahan terhadap penyakit (Manici *et al.*, 2005). Menurunnya kandungan bahan organik dapat menghambat perkembangan mikroorganisme saprofit yang dapat berperan sebagai antagonisme bagi patogen, sehingga yang banyak berkembang adalah mikroorganisme parasit seperti patogen tanaman (Djajadi dan Mudiyaniti, 2000). Menurut Nurhalimah *et al.*, (2014) bahwa kandungan bahan organik didalam tanah berbanding lurus atau searah dengan kelimpahan mikroorganisme didalam tanah, karena bahan organik dapat

memberikan adanya mineralisasi yang hasilnya akan menyediakan unsur hara bagi simbiosis mikroorganisme pada tanaman.

2.4.4 Unsur hara tanah

Keterkaitan antara unsur hara tanah dengan perkembangan patogen tanah dapat diketahui dari jenis pupuk yang digunakan dan kandungannya di dalam tanah. Contohnya pengaruh dari pupuk nitrogen terhadap penekan patogen tergantung pada jenis N yang digunakan. Pupuk amonium sulfat lebih menekan perkembangan patogen daripada pupuk kalsium nitrat, walaupun hasil tanaman masih sama (Elmer dan La Mondia, 1999). Pemupukan dengan amonium sulfat akan berpengaruh terhadap pengasaman tanah dan meningkatkan kadar unsur-unsur N, K, S, Zn dan khususnya Mn di dalam daun. Peningkatan kadar Mn pada daun berkorelasi dengan penekanan penyakit, walaupun peran Mn dalam penekan penyakit tersebut belum diketahui dengan jelas (Elmer dan La Mondia, 1999).

Unsur *essential* N, P dan K merupakan unsur yang sangat erat kaitannya dalam pertumbuhan tanaman dan adanya keterkaitan terhadap adanya patogen tanaman. Ketiga unsur tersebut sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman yang sehat (Alabouvette *et al.*, 1993). Kelebihan unsur N, rendahnya unsur P dan K menyebabkan patogen tumbuh serta berkembang lebih baik. Nitrogen yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jaringan tanaman sukulen dan jaringan pelindung sel yang kurang kuat sehingga menjadikan tanaman lebih rentan terhadap seranga patogen. Sebaliknya apabila kekurangan nitrogen pertumbuhan tanaman menjadi lemah, dan menjadi klorosis, serta pertumbuhan tanaman lambat. Kelebihan unsur N berakibat pada tanaman akan lebih mudah terserang patogen, pertumbuhan tanaman lambat seperti pemupukan dengan jumlah nitrogen banyak akan meningkatkan serangan patogen bercak api (*Erwinia amylovora*, *Puccinia*) serta embun tepung (*Erysiphe*). Ketersediaan nitrogen yang sedikit akan meningkatkan resistensi tanaman terhadap layu *Fusarium*, dan tanaman *solanaceae* terhadap *Alternaria solani* dan layu akibat *R. Solanacearum* (Koike *et al.*, 2008).

Nitrogen dalam bentuk lain akan berpengaruh pada pH tanah, dimana ammonium akan menyebabkan pH tanah menjadi asam sedang nitrate pada umumnya menjadikan pH tanah menjadi basa (Agrios, 2005).

Kandungan unsur hara yang ada didalam tanah juga berpengaruh terhadap perkembangan penyakit *R. solanacearum*, dimana unsur P_2O_5 di dalam tanah berkorelasi negatif dengan kejadian penyakit layu bakteri pada tanaman tembakau. Dapat dinyatakan apabila kandungan P_2O_5 pada daerah tersebut rendah akan berakibat pada peningkatan panyakit akibat bakteri (Kang *et al.*, 2004). P_2O_5 adalah penyusun senyawa penting tanaman seperti enzim dan protein serta penyusun struktur fosfoprotein, fosfolipid dan asam inti sehingga sangat penting bagi kenormalan proses metabolisme tanaman termasuk sistem pertahanan tanaman (Alabouvette *et al.*, 1993). Fosfor terbukti dapat mengurangi keparahan penyakit pada tanaman *graminae* dan *solanacea*, tetapi dapat meningkatkan keparahan penyakit akibat virus seperti pada tanaman bayam. Fosfor dapat meningkatkan ketahanan tanaman dengan baik yaitu dengan meningkatkan keseimbangan nutrisi tanaman atau mempercepat proses maturasi tanaman dan memungkinkan tanaman terhindar dari infeksi patogen yang hanya dapat hidup pada jaringan tanaman yang lebih muda (Agrios, 2005).

Defisiensi unsur kalium, akan mengakibatkan tanah menjadi kondusif bagi perkembangan penyakit (Wing *et al.*, 1995). Pengaruh unsur kalium ini lebih pada kerentanan tanaman terhadap terjadinya infeksi penyakit (Kaya *et al.*, 2002). Kecukupan unsur kalium, dinding sel tanaman akan lebih tebal dan memberikan stabilitas jaringan sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap hama dan penyakit. Stabilitas membran yang melindungi tanaman dari serangan jamur didukung oleh adanya lignin. Kalium secara tidak langsung mempengaruhi infeksi dengan cara mempercepat penyembuhan luka (Koike *et al.*, 2008). Unsur kalium memacu perkembangan jaringan mekanis yang kuat dan dapat mengurangi perkembangan penyakit (Amir dan Alabouvette, 1993).