

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Tanaman Tomat

Tanaman tomat pertama kali ditemukan di dataran Amerika yaitu disekitar Peru, Equador. Selanjutnya tanaman tomat menyebar keseluruh daerah tropis Amerika. Pembudidayaan tomat menyebar ke Meksiko, dan tanaman ini mulai masuk ke Eropa pada abad ke-16. Penyebaran tanaman tomat ke Asia dimulai dari Filipina melewati jalur Amerika Selatan. Orang Amerika mulai mengenal tanaman tomat pada abad ke-18. Penanaman tomat saat ini cukup luas pada seluruh daerah tropis, mulai daerah tropis Asia hingga Amerika (Anonymous, 2009a).

Daerah dataran rendah hingga dataran tinggi adalah tempat yang cocok untuk pertumbuhan tanaman tomat. Jenis lahan yang dapat digunakan untuk penanaman tomat adalah lahan kering dan lahan bekas sawah. Tanaman tomat akan tumbuh dengan baik pada temperatur 21-28 °C di siang hari dan 15-20 °C di malam hari. Derajat keasaman tanah (pH tanah) yang cocok berkisar 5,5 sampai 6,5 (Adiyoga, 2004).

Klasifikasi tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dalam dunia tumbuhan menurut Cronquist (1981) adalah:

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisio : Angiospermae

Class : Dicotyledoneae

Ordo : Tubiflorae

Familia : Solanaceae

Genus : *Lycopersicum*

Spesies : *Lycopersicum esculentum* Mill

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) termasuk sayuran buah yang tergolong tanaman semusim seperti semak atau perdu dan termasuk kedalam familia Solanaceae. Buah tomat merupakan sumber vitamin dan mineral (Anonymous, 2009a; Wasonowati, 2011). Buah tomat adalah salah satu komoditas penting dalam menunjang ketersediaan pangan dan kecukupan gizi masyarakat. Buah tomat merupakan komoditas multiguna, yaitu sebagai tomat buah (*fruit*), minuman, tomat masakan (*cooking tomato*), dan hasil pengolahan (*processing*). Selain memiliki rasa yang enak, tomat juga mengandung protein, karbohidrat, Ca, Fe, Mg, dan vitamin C (± 21 mg), serta vitamin A, fosfat, kalium, dan *lycopene* (Siagian, 2005 *cit* Ambarwati *et al.*, 2011; Pitojo, 2005).

Tanaman tomat memiliki akar tunggang yang dapat menembus tanah bagian dalam dan akar sekunder yang dapat tumbuh menyebar kesamping. Bentuk

batang tanaman tomat adalah persegi hingga membulat, sewaktu masih muda batang tanaman tomat memiliki tekstur yang lunak, dan batang berbulu. Daun pada tanaman tomat bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip. Di antara daun-daun yang bersirip besar, terdapat sirip kecil dan ada pula yang bersirip besar. Duduk daun teratur pada batang dan membentuk spiral (Anonymous, 2009a).

Tanaman tomat terdiri atas bagian akar, batang, daun, bunga, dan buah. Bagian-bagian tubuh tanaman memiliki peranan penting dalam aktivitas hidup tumbuhan yaitu untuk penyerapan air, pernafasan, fotosintesis, pengangkutan zat makanan, dan perkembangbiakan. Akar merupakan tempat masuknya mineral dari dalam tanah ke seluruh tubuh tanaman. Secara morfologis, akar tersusun dari rambut akar, batang akar, ujung akar, dan tudung akar. Secara anatomi, akar tersusun atas epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat (Anonymous, 2009b).

Tanaman tomat dapat tumbuh dengan subur diberbagai ketinggian tempat, mulai dari dataran rendah, sampai dataran tinggi. Tanaman tomat biasanya dibudidayakan pada daerah yang berketinggian 1.000-1.250 meter dari permukaan laut. Tanaman tomat tidak tahan terhadap hujan dan sinar matahari yang terik. Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat adalah iklim dan tekstur tanah (Anonymous, 2009b).

B. Penyakit Layu *Fusarium*

Fusarium oxysporum secara umum dapat bertahan di dalam tanah sebagai *klamidospora* yang merupakan bentuk modifikasi dari *miselium*. Patogen ini dalam bentuk *klamidospora* dapat bertahan hingga bertahun-tahun. Hal ini menyebabkan pengendalian serangan *Fusarium Oxysporum* menggunakan fungisida tidak efektif. Pada penelitian sebelumnya penggunaan fungisida hanya bisa menurunkan tingkat serangan *Fom* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*) pada melon maksimal sebesar 40% (Zitter, 1998 cit Sujatmiko *et al.*, 2012). Oleh karena itu, perakitan tanaman tahan terhadap *Fom* adalah cara yang efektif dan ramah lingkungan untuk pengendalian serangan *Fom* (Sujatmiko *et al.*, 2012).

Penyakit layu *Fusarium* disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxyporum*, cendawan ini akan bertahan hidup didalam tanah, berkas pengangkut, sisa tanaman yang mati dan biji. Penularan cendawan ke tanaman lain sangatlah mudah yaitu melalui perantara alat pertanian, binatang, air hujan, angin, dan kontak akar. Serangan tanaman ini menyebabkan jaringan xilem tampak berwarna cokelat. Infeksi cendawan ini akan berlanjut ketanaman bagian atas. Cendawan pada tanaman akan membentuk *polipeptida likomarasmin* yang menghambat permeabilitas membran plasma pada jaringan tanaman sehingga mengganggu proses penyerapan air dan zat hara pada tanaman (Pitojo, 2005).

Cendawan *Fusarium oxysporum* akan bertahan hidup pada tanah dengan kisaran pH 4,5-6,0, tumbuh dengan baik pada biakan murni dengan kisaran

pH 3,6-8,4, sedangkan untuk perkembangan spora pH optimum sekitar 5,0. Perkembangan spora yang terjadi pada tanah dengan pH di bawah 7,0 adalah 5-20 kali lebih besar dibandingkan dengan tanah yang mempunyai pH di atas 7. Pada pH di bawah 7, perkembangan spora terjadi secara melimpah pada semua jenis tanah, tetapi tidak akan terjadi pada pH di bawah 3,6 atau di atas 8,8. Suhu optimum untuk pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* adalah 20 °C dan 30 °C, maksimum pada 37 °C atau suhu minimum sekitar 5 °C, sedangkan optimum untuk perkembangan spora adalah 20-25 °C (Djaenuddin, 2011).

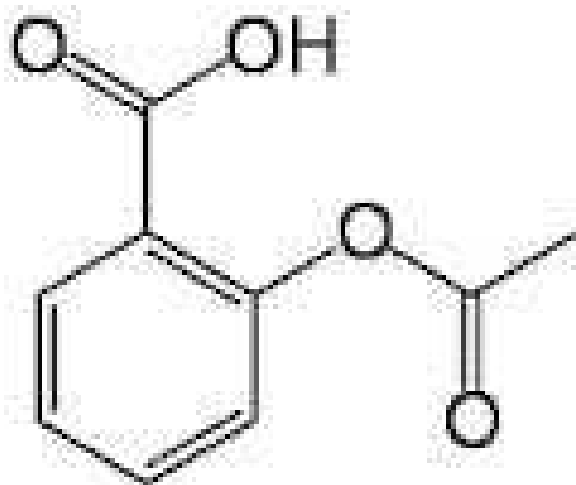
Daur hidup *Fusarium oxysporum* mengalami fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis, cendawan hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Apabila tidak ada tanaman inang, patogen hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa tanaman dan masuk fase saprogenesis, yang dapat menjadi sumber inokulum untuk menimbulkan penyakit pada tanaman lain. Penyebaran propagul dapat terjadi melalui angin, air tanah, serta tanah terinfeksi dan terbawa oleh alat pertanian dan manusia (Djaenuddin, 2011).

Fusarium oxysporum menyerang berbagai jenis tanaman, antara lain tomat, kentang dan tanaman hias seperti lili, tulip, krisan, gladiol, dan anyelir (Nelson *et al.*, 1981 *cit.* Lestari *et al.*, 2006). *Fusarium oxysporum* menyerang tanaman melalui ujung akar lateral atau ujung akar utama, kemudian bergerak secara interseluler atau intraseluler dalam jaringan parenkim (Lestari *et al.*, 2006).

C. Asam salisilat

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada awal tahun 1960 mengenai biosintesis asam salisilat yaitu asam salisilat pada tanaman disintesis dari asam sinamat, yang melibatkan satu rantai dekarboksilasi dari asam sinamat ke asam benzoat yang diikuti oleh 2- hidroksilasi ke asam salisilat (Lee *et al.*, 1995).

Struktur asam salisilat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kimia asam salisilat
Sumber : Purnomo *et al.* (2007)

Asam salisilat memiliki rumus molekul C_6H_4COOH berbentuk kristal kecil berwarna merah muda terang hingga kecoklatan yang memiliki berat molekul sebesar 138,123 g/mol dengan titik leleh sebesar $156\text{ }^\circ\text{C}$ dan densitas pada $25\text{ }^\circ\text{C}$ sebesar 1,443 g/mL (Purnomo *et al.*, 2007). Asam salisilat atau asam benzoat orto-hidroksi dan salisilat lain yang dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologis dan proses biokimia pada tanaman dan memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Hayat *et al.*, 2010 *cit* Javaheri *et al.*, 2012). Asam salisilat menjadi pengatur pertumbuhan

endogen fenolik alam yang berada di daun (Khan *et al.*, 2003 *cit* Javaheri *et al.*, 2012).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, yaitu pada tanaman buncis dengan perlakuan benzothiadiazole (BTH) dan asam salisilat secara eksogen dapat mereduksi penyakit layu *Fusarium* masing-masing 40% dan 63% (Sarwar *et al.*, 2010 *cit* Hoerussalam *et al.*, 2013). Ketahanan terimbas sebagai hasil induksi ketahanan dicirikan oleh akumulasi asam salisilat dan *pathogenesis related-protein* (PR-protein). Berdasarkan penelitian Chivasa pada tahun 1991 menyatakan bahwa perlakuan asam salisilat dapat menghambat genom replikasi *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) pada daun tembakau rentan yang diinokulasi, sehingga terjadi penundaan gejala sistemik pada semua bagian tanaman (Hoerussalam *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Murphy *et al.*, (2001) menunjukkan bahwa asam salisilat merupakan sinyal transduksi yang salah satu cabangnya mengaktifkan PR-protein, termasuk peroksidase, sedangkan menurut Molina *et al.*, (1998), aktivasi gen PR-protein tidak selalu bersamaan dengan peningkatan kandungan asam salisilat, dan pengaruh penginduksian oleh suatu agen mempunyai kespesifikan jenis PR-protein yang diinduksinya.

D. Ketahanan Terimbas

Infeksi gen yang bersifat patogen mampu menginduksi *Systemic Acquired Resistance* (SAR) dari tanaman. SAR merupakan sebuah respon sistemik pada tumbuhan yang terjadi akibat serangan seperti infeksi oleh patogen. Respon sistemik ini berupa rangsangan pada sel tumbuhan untuk mengaktifkan enzim-

enzim ketahanan yang memproduksi senyawa anti patogen, diantaranya adalah enzim *Phenylalanine Amonia-Lyase* (PAL) dan senyawa asam salisilat (Amza *et al.*, 2011).

Mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit dapat berupa ketahanan secara fisik maupun kimia. Salah satu bentuk ketahanan secara kimia adalah asam salisilat. Asam salisilat lebih dominan untuk mengatasi serangan patogen biotrof (patogen yang aktif pada jaringan hidup) dan virus.

Mekanisme ketahanan melalui jalur asam salisilat berhubungan dengan protein-protein yang terkait dengan patogenesis (PR protein) seperti kitinase, peroksidase, -glukanase dan PR-1 (Corina *et al.*, 2009 *cit* Sujatmiko *et al.*, 2012 ; Rebecca *et al*, 2007 *cit* Sujatmiko *et al.*, 2012).

E. Kultur jaringan

Menurut Gunawan (1987), Eksplan adalah bagian dari tanaman yang dipergunakan sebagai bahan untuk inisiasi kultur. Unsur hara makro dan mikro juga sangat dibutuhkan oleh tanaman yang akan di lakukan pengkulturan. Pada proses kultur jaringan komponen-komponen yang sering ditambahkan adalah vitamin, zat pengatur tumbuh dan asam-asam amino. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman *in vitro* ditentukan oleh media dan lingkungan tumbuh. Inisiasi dan perkembangan kalus tomat secara *in vitro* akan berhasil bergantung pada : a) Genotip tanaman yang digunakan, b) media dengan tambahan hormon pertumbuhan, dan c) umur dan vigor tanaman yang digunakan (Kut *et al.*,1984 *cit* Oktavia, 2004).

Bentuk fisik medium kultur jaringan berupa medium padat, semi padat, dan cair. Kondisi fisik medium dapat berpengaruh pada pertumbuhan kultur dan laju pembentukan tunas. Medium tumbuh untuk memperbanyak tanaman dengan kultur jaringan mengandung komposisi garam anorganik, zat pengatur tumbuh, dan bentuk fisik medium. Medium berfungsi untuk penyediaan air, hara mineral, vitamin, zat pengatur tumbuh, dan proses pembuangan sisa metabolisme tanaman pada proses regenerasi kultur jaringan (Wattimena *et al.* 1992).

Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan kultur jaringan antara lain pH, kelembapan, cahaya, dan temperatur. Faktor lingkungan tersebut berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan diferensiasi sel-sel tanaman yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan secara *in vitro* (Nugroho, 2000).

F. Klorofil pada tanaman

Klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Pada tumbuhan tingkat tinggi, kloroplas terutama terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons daun. Kloroplas berasal dari proplastida yaitu plastida yang belum dewasa, kecil dan hampir tidak berwarna pada bagian dalam tersusun seperti tanpa membran dalam (Salisbury dan Ross, 1991 *cit* Sumenda *et al.*, 2011).

Klorofil memiliki sifat fisik diantaranya menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan atau berpendar. Sinar yang di serap

oleh klorofil memiliki panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru. Klorofil juga memiliki sifat kimia, antara lain tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform, inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam suasana asam, sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut *feofitin* yang berwarna coklat (Dwidjoseputro, 1994 *cit* Nio & Yunia, 2011).

Klorofil merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik (CO_2 dan H_2O) menjadi senyawa organik (karbohidrat) dan O_2 dengan bantuan cahaya matahari. Klorofil merupakan pigmen utama yang terdapat dalam kloroplas. Kloroplas merupakan organel sel tanaman yang mempunyai membran luar, membran dalam, ruang antar membran dan stroma. Tiga fungsi utama klorofil dalam proses fotosintesis adalah memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO_2 untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan dalam fotosintesis melalui proses anabolisme (respirasi) yang menghasilkan ATP. ATP yang dihasilkan dari proses anabolisme digunakan untuk diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lainnya (Campbell *et al.*, 2002). Berikut disajikan hasil penelitian yang menggunakan asam salisilat dan asam fusarat untuk ketahanan tanaman terhadap penyakit yang disebabkan oleh serangan patogen pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil para peneliti menggunakan asam salisilat dan asam fusarat untuk ketahanan tanaman.

No	Peneliti	Jenis tanaman	Hasil penelitian
1	Hersanti dan Subroto, 2004	Cabai merah dengan asam salisilat	Rendahnya kandungan CMV (<i>Cucumber Mosaic Virus</i>), terjadi peningkatan aktivitas peroksidase 1,6-5 kali, dan peningkatan kandungan asam salisilat sebanyak 1,2- 5 kali
2	Purwati R <i>et al.</i> , 2007	Abaka (<i>Musa textilis</i>) dengan asam fusarat	menunjukkan bahwa asam fusarat menghambat pertumbuhan kalus embriogen dan tunas abaka, sedangkan konsentrasi sub-letal asam fusarat adalah 50 mg/l. Dari seleksi <i>in vitro</i> dihasilkan 85 plantlet klon Tangongon dan 28 plantlet klon Sangihe-1 yang diregenerasikan dari embrio somatik yang insensitif asam fusarat
3	Suryanti dan Chinta. <i>et al</i> , 2009	Pisang (<i>Musa sp</i>) dengan asam salisilat	Bahwa bibit pisang hasil pengimbasan memiliki ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol
4	Damayanti , 2010	Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i>) dengan Asam fusarat	Hasil penelitiannya yaitu semakin tinggi konsentrasi perlakuan asam fusarat dan semakin lama waktu perendaman maka semakin rendah daya hidup tunas. Konsentrasi asam fusarat yang diberikan berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan
5	Sujatmiko <i>et al.</i> , 2012	Melon (<i>Cucumis melon</i>) dengan asam salisilat	Pertumbuhan kalus melon pada media dengan konsentrasi 0 dan 15 ppm menunjukkan tidak adanya perbedaan, pada konsentrasi 30 ppm dan berlanjut pada konsentrasi 60 ppm pertumbuhan kalus menurun
6	Lindawati, 2014	Planlet tomat dengan asam salisilat	Planlet tomat yang diimbas asam salisilat memiliki karakter ekspresi yang berbeda dengan planlet yang tidak diimbas asam salisilat