

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) termasuk ke dalam famili Cruciferae (Brassicaceae), satu famili dengan kubis-krop, kubis bunga, brokoli dan lobak, oleh karena itu sifat morfologis tanamannya hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah (polong) maupun bijinya. Tanaman sawi berdaun lonjong, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrop. Batang tanaman sawi berukuran pendek dan beruas-ruas. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2002).

Tanaman ini memiliki sistem perakaran tunggang dengan banyak cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain mengisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru dan Yovita, 2003).

Bunganya memiliki rangkaian tandan pendek, dengan ukuran kuntum bunganya lebih kecil bewarna kuning pucat. Bijinya berukuran kecil dan bewarna hitam kecokelatan. Biji terdapat dalam kedua sisi dinding sekat polong yang gemuk. Umur panen sawi relatif pendek (genjah) yakni antara 40-50 hari setelah tanam dan hasilnya memberikan keuntungan yang memadai (Rahman, 2008).

Sawi dapat ditanam di dataran tinggi maupun rendah. Sawi termasuk tanaman yang tahan terhadap hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun (Cahyono, 2003). Menurut Rukmana (2002) daerah penanaman yang paling cocok adalah ketinggian 1000-2000 m dpl. Sawi dikenal sebagai tanaman sayuran daerah sedang (sub-tropis), namun saat ini berkembang pesat di daerah panas (tropis). Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah daerah yang memiliki suhu malam hari 15,6° C dan siang harinya 21,1° C serta penyinaran matahari 10-13 jam per hari.

Klasifikasi tanaman sawi menurut Rukmana (2002), tanaman sawi masuk ke dalam: Divisi Spermatophyta, Kelas Angiospermae, Sub-kelas Dicotyledonae, Ordo Papavorales, Famili Brassicaceae atau Cruciferae, Genus *Brassica*, Spesies *Brassica juncea* L.

Famili *Brassicaceae* mempunyai beberapa penyakit penting yang disebabkan oleh virus diantaranya adalah *Turnip Mosaic Virus* (TuMV), *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), *Cauliflower Mosaic Virus* (CaMV), dan *Turnip Yellow Mosaic Virus* (TYMV) (Sako, 1981). Virus TuMV menginfeksi tanaman dalam kisaran inang yang luas, terutama famili Cruciferae dan terdapat diseluruh dunia baik di daerah tropis maupun daerah beriklim sedang (Jenner *et al.*, 2002, dalam Rusli, 2007).

2.2 Turnip Mosaic Virus (TuMV)

Turnip Mosaic Virus termasuk dalam Potyvirus yang merupakan genus dari famili terbesar virus tanaman Potyviridae (Shukla *et al.*, 1994 dalam Rusli, 2007). Potyvirus merupakan kelompok virus yang sangat penting secara ekonomi, karena dapat menginfeksi spesies tanaman dengan kisaran inang yang luas (Matthews, 1992).

Partikel TuMV berbentuk batang lentur dengan panjang berkisar 720 nm (ICTV, 2006) sedangkan berat molekul dari protein selubung isolat-isolat yang berbeda sekitar 33,061-33,186 kdalton (CAB Internasional, 2002 dalam Rusli, 2007).

TuMV memiliki titik inaktivasi pemanasan (*Thermal Inactivation Point*, TIP) pada 62°C, lama penyimpanan *in vitro* (*Longevity In Vitro*, LIV) virus selama 3-4 hari, dan memiliki titik pengenceran tertinggi (*Dilution End Point*, DEP) berkisar antara 10^{-3} sampai 10^{-4} (ICTV, 2006).

2.2.1 Kisaran Inang dan Gejala TuMV

Spesies tanaman inang yang rentan terhadap infeksi virus TuMV dapat ditemukan pada banyak famili, antara lain famili Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Leguminosae-Caesalpinioideae, Leguminosae-Papilionoideae, Onagraceae, Orchidaceae, Papaveraceae, Phytolaccaceae, Solanaceae, Tetragoniaceae (ICTV, 2006).

Sedangkan kisaran inang TuMV antara lain meliputi famili Cruciferae adalah *Brassica juncea* (sawi hijau), *B. oleracea* var. *botrytis* (kembang kol), *B.*

oleracea var. *capitata* (kubis), *B. oleracea* var. *gongylodes* (kolrabi), *B. oleracea* var. *botrytis* subvar. *cymosa* (brokoli), *B. rapa* (lobak), *Lactuca sativa* (selada), *Rhapanus sativus* (radish) dan famili Solanaceae diantaranya *N. tabacum*, *N. benthamiana*, dan *N. glutinosa* serta famili Chenopodiaceae yakni *C. amaranticolor* (Shukla *et al.*, 1994 dalam Rusli, 2007).

Inokulasi TuMV pada tanaman Brassicaceae (kubis-kubisan) pada awalnya akan menyebabkan bercak klorotik pada daun yang diinokulasi, diikuti gejala belang, kemudian *vein clearing* yang sistemik, mosaik atau nekrosis, daun mengerut dan akhirnya mengecil. Pada beberapa kultivar Brassica terjadi nekrosis berat pada daun, petiol, dan batang oleh beberapa isolat virus yang menyebabkan tanaman menjadi mati. Ekspresi gejala sangat dipengaruhi oleh suhu udara dan umur tanaman yang terinfeksi serta strain dari TuMV tersebut (CAB Internasional, 2002 dalam Rusli, 2007).

Sedangkan Tomlinson (1970) mengatakan bahwa keragaman gejala penyakit yang disebabkan TuMV meliputi gejala belang, bercak nekrotik kehitaman, bercak bercincin pada tanaman kubis, dan kembang kol; mosaik, perubahan bentuk daun, *vein clearing* dan kerdil pada lobak, radish, sawi putih dan sawi hijau; *flowers-breaks* (bunga berguguran) pada zinnia, dan petunia.

Gejala yang ditimbulkan TuMV dapat dibedakan dengan gejala yang disebabkan virus lain, kecuali gejala mosaik yang disebabkan oleh *cauliflower mosaic caulimovirus* (CaMV) yang sangat sulit dibedakan dengan gejala mosaik yang disebabkan TuMV. Menurut Tomlinson (1970) umumnya isolat CaMV tidak dapat menginfeksi *Chenopodium quinoa*. Oleh karena itu untuk membedakan gejala kedua virus tersebut, dilakukan inokulasi ke tanaman indikator *Chenopodium quinoa*.

2.2.2 Penularan TuMV secara Mekanis Melalui Sap (cairan perasan)

TuMV dapat menular ke tanaman secara mekanis (ICTV, 2006). Penularan tersebut dapat terjadi pada dua atau lebih tumbuhan yang berdekatan setelah hembusan angin yang kuat yang dapat menyebabkan daun-daun yang berdekatan saling bergesekan, dan jika terjadi luka, saling terjadi perpindahan sarnya, dan selanjutnya menularkan virus yang terdapat di dalam sap tersebut (Agrios, 1996).

Untuk penularan virus secara mekanis dari satu tumbuhan ke tumbuhan lain, jaringan tumbuhan yang terinfeksi diyakini mengandung konsentrasi virus yang tinggi, yaitu daun-daun muda dan petal bunga, digiling dengan lumpang dan alu atau dengan beberapa jenis penggiling lain. Penghancuran sel-sel tersebut mengakibatkan terlepasnya virus ke dalam sap. Lalu ditambahkan larutan penyangga (*buffer*), biasanya penyangga fosfat, untuk menstabilisasi virus terhadap perubahan pH dalam sap. Kemudian dengan menggunakan jari tangan, sap yang dihasilkan diusapkan ke permukaan daun yang sebelumnya telah ditaburi serbuk karborundum 600 mesh untuk membantu melukai sel. Aplikasi sap dapat juga dilakukan dengan menggosok daun secara hati-hati dengan menggunakan kain katun tipis, gelas spatula (gelas kape), kuas cat atau dengan semprotan kecil (Agrios, 1996).

Pada inokulasi yang berhasil, virus akan masuk sel-sel daun melalui luka yang dibuat dengan karborundum atau melalui rambut daun yang patah sehingga terjadi infeksi awal. Pada inang luka lokal, gejala biasanya muncul dalam 3-7 hari atau lebih, dan jumlah luka lokal sebanding dengan konsentrasi virus di dalam sap. Pada inang yang terinfeksi secara sistemik, gejala berkembang biasanya membutuhkan 10-14 hari atau lebih (Agrios, 1996).

Virus-virus yang dapat ditularkan secara mekanik melalui cairan perasan kebanyakan berlokasi di jaringan-jaringan atau sel dekat permukaan seperti epidermis. Sedangkan beberapa virus yang hanya dapat ditularkan melalui tunas (*budding*) maupun penyambungan (*grafting*), terutama pada tanaman berkayu, tidak dapat ditularkan secara mekanik melalui cairan perasan (Hadiastono, 2010).

2.2.3 Penularan TuMV Melalui Vektor

Penyebaran virus TuMV di lapang sangat ditentukan oleh aktivitas serangga, khususnya ordo Hemiptera, family Aphididae, terutama *Myzus persicae* dan *Brevicoryne brassicae*. Virus TuMV ditularkan secara non persisten (ICTV, 2006).

Kutu daun (*Myzus persicae*) merupakan vektor penting virus telah banyak dilaporkan. Blackman dan Eastop, (2000 dalam Rusli, 2007) menyebutkan lebih dari 100 virus tanaman dapat ditularkan melalui kutu daun. Anggota Potyvirus umumnya dapat ditularkan oleh kutu daun secara non-persisten. Penularan *stylet-*

borne ini dapat terjadi selama kutu daun melakukan *probing* tanaman inang walaupun dalam waktu singkat. Pirone dan Thornbury, (1988 dalam Rusli, 2007) melaporkan bahwa penularan dengan menggunakan satu ekor *M. persicae* telah dapat mengakuisisi sebanyak 10-4000 partikel virus kelompok Potyvirus selama 10 menit.

TuMV dapat ditularkan melalui *M. persicae* dan sekitar 89 spesies kutu daun telah diidentifikasi sebagai vektor TuMV (Edwardson dan Christie, 1991). *M. persicae* dapat membawa TuMV selama 3-5 jam, walaupun infektivitas akan hilang dengan cepat ketika kutu daun memakan daun sehat. Sako, (1980 dalam Rusli, 2007) menyebutkan *M. persicae* mampu menularkan TuMV isolat lobak Jepang dengan efektivitas penularan sekitar 80-100%.

2.2.4 Pengendalian

Pengendalian untuk penyebaran virus TuMV apabila telah berada di pertanaman tidaklah mudah. Virus ini dengan cepat akan menyebar dari satu areal ke areal lain. Pengendalian dapat dilakukan dengan mengurangi sumber penularan virus, menekan populasi serangga vektor, serta menanam varietas toleran terhadap serangan OPT (Departemen Pertanian, 2006).

Virus yang ditularkan oleh kutu daun yang non-persisten sulit untuk dikendalikan, karena penularannya dapat terjadi dalam hitungan detik. Aplikasi senyawa kimia umumnya tidak efektif karena kutu daun dapat menularkan virus sebelum mati teracuni. Dalam penelitiannya Firdaus (2005) menyebutkan bahwa pemanfaatan tanaman sebagai pembatas (*crop border*) atau penghalang (*crop barrier*) dapat dilakukan untuk melindungi tanaman utama dari virus yang terserang serangga secara non-persisten. Tanaman penghalang selain berfungsi sebagai penghalang fisik, juga berperan sebagai pencuci atau membersihkan mulut (stylet) serangga vektor dari virus sehingga mengurangi kemampuan vektor tersebut dalam menularkan dan menyebarkan virus ke tanaman utama.

2.3 Infeksi Virus pada Tanaman

Infeksi virus merupakan masuknya virus ke dalam sel-sel tanaman. Agrios (1996) menyebutkan virus tumbuhan masuk ke tumbuhan melalui luka yang

dibuat secara mekanik atau oleh vektor atau masuk dalam jaringan embrio dari biji yang terinfeksi.

Hadiastono (2010) menjelaskan bahwa infeksi virus pada tanaman terjadi karena adanya kontak antara virus dengan sitoplasma sel inang, kemudian diikuti oleh pelepasan RNA dari mantel protein virus. RNA virus yang terlepas dari mantel proteinnya menyebabkan stimulasi enzim-enzim tanaman bekerja, diantaranya enzim RNA polimerasi, RNA sintetase, dan RNA replikasi. Enzim-enzim ini dengan adanya RNA virus berfungsi sebagai penentu model pembentukan nukleotida yang akan membentuk RNA virus baru.

Enzim yang terbentuk selama sintesa virus akan mempengaruhi reaksi kimia sel dan aktivitas metabolisme sel inang, akibatnya akan nampak adanya berbagai gejala yang ditimbulkan oleh infeksi virus (Hadiastono, 2010).

Menurut Agrios (1996) gejala yang dihasilkan oleh infeksi virus tipe mosaik dicirikan dengan bercampur baurnya warna hijau terang, kuning, atau putih dengan warna hijau normal pada daun atau buah, atau bagian berwarna keputihan bercampur dengan bagian warna bunga atau buah yang normal. Sel tumbuhan yang terinfeksi virus mosaik diperkirakan mengandung antara 100.000 sampai 10.000.000 partikel virus per-sel.

2.4 Ketahanan Tanaman Terhadap Virus

Respon tanaman terhadap infeksi patogen, termasuk virus umumnya dikelompokkan atas respon imun, tahan, toleran, dan rentan. Ketahanan yang imun dicirikan oleh ketidak mampuan virus untuk bermultiplikasi sehingga gejala tidak terjadi (Jones dan Dangl, 2006). Menurut Maule *et al.*, (2007 dalam Opriana, 2012) tanaman yang tahan terhadap virus adalah tanaman yang mampu menghambat replikasi dan penyebaran virus di dalam tanaman atau menghambat perkembangan gejala.

Ketahanan tanaman menurut Goldbach *et al.*, (2003) dapat diwujudkan sebagai kemampuan tanaman untuk membatasi perkembangan virus dalam sel tertentu sehingga virus tidak menyebar ke sel-sel yang lain. Tanaman yang toleran terhadap virus adalah tanaman yang mampu menurunkan respon infeksi virus atau

menampakkan gejala ringan, karena penyebaran dan konsentrasi virus relatif normal di dalam inang.

Keller *et al.*, (2000 dalam Opriana, 2012) mendefinisikan tanaman rentan sebagai tanaman yang tidak mampu mengatasi pengaruh invasi virus. Respon inang yang rentan dicirikan oleh adanya gejala yang jelas dan replikasi virus yang tinggi.

Ketahanan tanaman ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu varietas tanaman. Menurut Abadi, (2003) sifat ketahanan tanaman terdiri dari dua macam yaitu ketahanan vertikal dan ketahanan horizontal. Ketahanan vertikal adalah tanaman yang tahan terhadap beberapa ras patogen dan rentan terhadap ras lain dari patogen yang sama, dikendalikan oleh satu atau beberapa gen disebut sebagai ketahanan monogenik. Ketahanan horizontal adalah semua tanaman yang mempunyai tingkat ketahanan yang efektif melawan setiap patogen yang menginfeksi dan dikendalikan oleh banyak gen disebut ketahanan multigenik.

