

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

Di dalam dunia tumbuhan, tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut (Estu., 2007).

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Class : Monokotiledonae

Ordo : Liliales/Liliflorae

Family : Liliaceae

Genus : *Allium*

Spesies : *Allium ascalonicum* atau *Allium cepa* var. *Ascalonium*

Bawang merah merupakan tanaman rendah yang tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 15 – 50 cm, membentuk rumpun dan termasuk tanaman semusim. Perakarannya berupa akar serabut yang tidak panjang dan tidak terlalu dalam tertanam dalam tanah (Wibowo, 2005). Bentuk daun bawang merah bulat kecil dan memanjang seperti pipa, tetapi ada juga yang membentuk setengah lingkaran pada penampang melintang daun. Bagian ujung daun meruncing, sedang bagian bawahnya melebar dan membengkak. Daun berwarna hijau (Estu., 2007). Kelopak daun sebelah luar selalu melingkar menutup kelopak daun bagian dalam.

Beberapa helai kelopak daun terluar (2-3 helai) tipis dan mongering tetapi 5 cukup liat. Pembengkakan kelopak daun pada bagian dasar akan terlihat mengembung, membentuk umbi yang merupakan umbi lapis. Bagian yang membengkak ini berisi cadangan makanan bagi tunas yang akan menjadi tanaman baru (Wibowo, 2005).

Bagian pangkal umbi membentuk cakram yang merupakan batang pokok yang tidak sempurna (rudimenter). Dari bagian bawah cakram tumbuh akar-akar serabut. Di bagian atas cakram terdapat mata tunas yang dapat menjadi tanaman baru. Tunas ini dinamakan tunas lateral, yang akan membentuk cakram baru dan kemudian dapat membentuk umbi lapis kembali (Estu, 2007).

Bunga bawang merah termasuk bunga sempurna, terdiri dari 5-6 benang sari dan sebuah putik. Daun bunga berwarna agak hijau bergaris keputih-putihan atau putih. Bakal buah duduk di atas membentuk bangunan segitiga hingga tampak jelas seperti kubah. Bakal buah terbentuk dari 3 daun buah (karpel) yang membentuk 3 buah ruang dengan setiap ruang mengandung 2 bakal biji. Biji bawang merah yang masih muda berwarna putih. Setelah tua, biji akan berwarna hitam (Estu, 2007).

B. Syarat Tumbuh Bawang Merah

Bawang merah tidak tahan kekeringan karena sistem perakaran yang pendek. Sementara itu kebutuhan air terutama selama pertumbuhan dan pembentukan umbi cukup banyak. Di lain pihak, bawang merah juga paling tidak tahan terhadap air hujan, tempat-tempat yang selalu basah atau becek. Sebaiknya bawang merah ditanam di musim kemarau atau di akhir musim penghujan. Dengan

demikian, bawang merah selama hidupnya di musim kemarau akan lebih baik apabila pengairannya baik (Wibowo, 2005). Ketinggian tempat yang terbaik untuk tanaman bawang merah adalah kurang dari 800 m di atas permukaan laut (dpl). Namun sampai ketinggian 1.100 m dpl, tanaman bawang merah masih dapat tumbuh. Ketinggian tempat suatu daerah berkaitan erat dengan suhu udara, semakin tinggi letak suatu daerah dari permukaan laut, maka suhu semakin rendah (Pitojo, 2003). Tanaman bawang merah menghendaki temperatur udara antara 25 - 32 °C. Tanaman bawang merah lebih baik pertumbuhannya pada tanah yang gembur, subur, dan banyak mengandung bahan-bahan organik. Tanah yang sesuai bagi pertumbuhan bawang merah misalnya tanah lempung berdebu atau lempung berpasir, yang terpenting keadaan air tanahnya tidak menggenang. Pada lahan yang sering tergenang harus dibuat saluran pembuangan air (drainase) yang baik. Derajat kemasaman tanah (pH) antara 5,5 – 6,5 (Sartono, 2009).

C. Kebutuhan Air Tanaman

Air berfungsi sebagai pelarut hara, berperan dalam translokasi hara dan fotosintesis (Fitter dan Hay, 1994). Kebutuhan air tanaman (*crop water requiment*) adalah besarnya jumlah air yang digunakan oleh tanaman untuk berproduksi atau secara umum menunjukkan total evaporasi dari bahan yang digunakan oleh tanaman. Kebutuhan air tanaman biasa disebut evapotranspirasi. Besarnya kebutuhan air tanaman dipengaruhi iklim, tanah, irigasi dan teknik budidaya. Air yang masuk kedalam tanah dapat kembali ke udara dengan penguapan langsung dari permukaan tanah atau melalui transpirasi oleh tumbuhan (Arsyad, 1989).

Air yang dibutuhkan oleh tanaman diambil dari air dalam tanah melalui sistem perakaran. Oleh karena itu ukuran akar, kerapatan akar, dan aktivitas akar sangat berpengaruh dalam penyerapan air. Umumnya pada fase vegetatif tanaman memerlukan air dalam jumlah besar (Doorenbos dan Kassam, 1979).

Menurut Handoko (1995) keadaan air tanah terdapat dua istilah ETp (evapotranspirasi potensial) dan ETa (evapotranspirasi aktual). ETp adalah evapotranspirasi yang terjadi pada keadaan kapasitas lapang dan ETa terjadi pada keadaan sebenarnya. Kapasitas lapang adalah jumlah air yang ditahan oleh tanah setelah kelebihan air gravitasi meresap kebawah, sedangkan titik layu permanen merupakan kandungan air tanah pada saat tanaman di atasnya mengalami layu permanen, yaitu tidak dapat dipulihkan kembali meskipun telah diberikan air yang cukup (Soepardi, 1983).

Menurut Doorenbos dan Kassam (1998) ada dua konsep yang melatar belakangi analisis ETa yakni:

- a. Hubungan antara tanaman dan air yang merupakan fungsi linear pada umumnya relevan digunakan untuk menduga penurunan hasil tanaman ketika tanaman mengalami stress air yang diakibatkan oleh cekaman air.
- b. Kekurangan air (cekaman air) yang terjadi pada saat fase kritis tanaman akan mengakibatkan penurunan hasil yang lebih besar.

Status air pada tanaman tergantung pada kombinasi pengaruh beberapa faktor yaitu tanah, atmosfer dan tanaman. Kehilangan air dari tanaman dipengaruhi

kelembaban relatif udara, luas daun, aktivitas stomata, dan kemampuan tanaman dalam menyerap air dari tanah. Kebutuhan air selama pertumbuhan mengikuti pola kurva sigmoid.

D. Pengaruh Pemberian Air

Hardjowigeno (1987) menyatakan bahwa air berguna bagi tanaman sebab air sebagai pelarut unsur hara dan bagian dari sel-sel tanaman, karena air merupakan bagian dari protoplasma. Air merupakan faktor pembatas yang sangat penting untuk menghasilkan produksi sayuran. Kehilangan air dari tanaman dipengaruhi oleh kelembaban relatif udara, luas daun, aktivitas stomata, dan kemampuan tanaman menyerap air dari tanah. Taraf kecukupan air pada tanaman adalah kunci utama dalam memperoleh ukuran buah, bobot buah, dan tekstur kulit buah.

Jumlah air yang tersedia pada penanaman hingga panen cukup banyak akan mengakibatkan terjadinya penurunan hasil. Penurunan hasil dapat disebabkan juga oleh pupuk yang tercuci akibat taraf pemberian air berlebih sehingga tanaman tidak bisa memanfaatkan unsur hara yang ada dan tanaman akan tergenang sehingga menyebabkan akar menjadi busuk akibat adanya jamur/penyakit yang menyerang tanaman. Pertumbuhan tanaman akan menjadi baik jika ditanam di tanah yang memiliki tata air baik. Pada tanaman yang memiliki perakaran yang rentan terhadap kekurangan oksigen, maka tidak boleh tergenang. Aerasi yang baik akan meningkatkan kadar oksigen disekitar akar. Oksigen disekitar akar akan meningkatkan penyerapan unsur hara fosfat, kalium dan besi oleh tanaman (Adams dalam Ridho, 2007).

E. Cekaman Kekeringan

Tanggap tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat bervariasi tergantung pada intensitas dan periode waktu (lama) tanaman mengalami cekaman (Passioura, 1996). Lebih lanjut dinyatakan oleh Passioura (1996) bahwa tanaman akan memberikan tanggap perubahan kondisi stomata dan perubahan protein jika tanaman mengalami cekaman kekeringan pada periode waktu menit. Induksi gen, dehidrasi protein dan perubahan kandungan ABA akan terjadi jika tanaman mengalami cekaman pada periode waktu beberapa jam sampai harian. Tanaman akan memberikan tanggap perubahan tajuk, penebaran daun, perubahan perkembangan akar, perubahan pada vernalisasi, saat berbunga, serta pengisian biji jika tanaman mengalami cekaman kekeringan pada periode waktu mingguan sampai bulanan.

Monneveux dan Belhassen (1996) menyebutkan bahwa mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan terkait dengan pengaturan transpirasi. Lebih lanjut dikatakan olehnya bahwa penghambatan laju transpirasi tanaman terkait dengan perubahan morfologi daun, di antaranya : (1) ukuran dan lebar daun, (2) warna daun yang berhubungan dengan keberadaan klorofil dan kandungan pigmen lain seperti antosianin dan karotenoid yang pada gilirannya akan berpengaruh pada refleksi sinar oleh daun, (3) pengguguran daun yang berhubungan dengan penurunan turgor daun, (4) pembentukan organ khusus di daun seperti terbentuknya rambut (bulu) daun, dan (5) pengguguran daun. Schwabe dan Lionakis (1996) menambahkan bahwa perubahan sudut daun, pengguguran daun, dan kandungan air daun berhubungan dengan adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Levitt (1980) mengungkapkan bahwa tanaman dapat dibedakan menjadi dua tipe terkait dengan pengaturan transpirasi,

yakni : (1) penurunan transpirasi terjadi karena kecepatan penutupan stomata (umumnya terjadi pada kelompok tanaman yang mampu hidup pada kondisi air terbatas), (2) penurunan transpirasi dengan memanfaatkan pengendali osmotik.

Cekaman kekeringan pada tanaman dengan periode waktu beberapa jam akan menyebabkan perubahan kandungan protein dan memacu sintesis ABA (Passioura, 1996). Selain hal tersebut cekaman kekeringan juga berpengaruh pada perubahan konsentrasi prolina bebas seperti dilaporkan oleh Maestri *et al.* (1995) dan Cristine *et al.* (1996). Maestri *et al.* (1995) mengungkapkan bahwa prolina merupakan senyawa pengendali osmotik, terbukti bahwa tanaman pada kondisi tercekam kekeringan prolina akan terakumulasi di daun dewasa dan konsentrasinya ada korelasi dengan potensial osmotik pada saat tekanan turgor bernilai nol. Dikuatkan oleh pendapat Cristine *et al.* (1996) bahwa terjadi peningkatan konsentrasi asam amino jika tanaman mengalami cekaman kekeringan dan asam amino prolina dilaporkan paling fluktuatif dengan adanya perubahan potensial air. Diungkapkan bahwa kandungan prolina pada tanaman alfalfa akan meningkat tajam pada saat potensial air daun berkisar antara -1.0 sampai -2.0 MPa (Cristine *et al.*, 1996). Konsentrasi ABA di dalam jaringan xilem meningkat karena penurunan potensial air tanah (Davies dan Zhang, 1991), dan penurunan potensial air daun (Tardieu *et al.*, 1996). Lebih lanjut Tardieu *et al.* (1996) menyatakan bahwa penurunan potensial air daun dan peningkatan ABA di daun menunjukkan hubungan linier dengan transpirasi. Ditegaskan juga oleh Pattanagul dan Madore (1999) bahwa kandungan relatif daun menurun dari 80% pada kondisi cukup air menjadi 60% pada kondisi tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Zeevart *et al.* (1991) menyatakan bahwa ABA disintesis oleh akar dan daun yang mengalami dehidrasi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan. Selanjutnya ABA yang disintesis di akar akan segera ditranfer ke daun hanya dalam waktu beberapa menit (Gowing *et al.*, 1993) dan daun merupakan sumber utama ABA (Popova *et al.* , 2000). *Abscisic acid* (ABA) dilaporkan terkait dengan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan melalui keterlibatannya dalam pengaturan stomata. Harris dan Outlaw (1991) menyatakan bahwa akan terjadi akumulasi ABA di sel penjaga secara cepat ketika daun mengalami cekaman kekeringan. Lebih lanjut Tardieu *et al.* (1996) mengungkapkan bahwa penurunan potensial air daun selalu diikuti peningkatan konsentrasi ABA. Terdapat hubungan yang erat antara ABA dengan perubahan konsentrasi protein dan kandungan prolina bebas pada saat tanaman mengalami cekaman kekeringan. Dilaporkan oleh Passioura (1996) perubahan protein terjadi ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan. Akumulasi ABA di sel penjaga oleh karena cekaman kekeringan akan memacu ekspresi gen yang mengatur sintesis dan aktivitas protein (Shinozaki dan Yamaguchi-Shinokazi, 1997). Lebih lanjut dinyatakan bahwa aktivitas protein tersebut berkaitan dengan sintesis senyawa pengatur osmotik di antaranya adalah prolina, betain dan gula. Dengan demikian akumulasi ABA merupakan salah satu karakter fisiologi tanaman toleran terhadap cekaman kekeringan.

F. Fungi Mikoriza Arbuskula

Mikoriza adalah suatu struktur yang dibentuk oleh akar tanaman dan cendawan tertentu. Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiose mutualisme, antara fungi dengan perakaran tumbuhan tinggi. Istilah mikoriza pertama kali digunakan oleh Robert Hartig pada tahun 1840, yang berasal dari

bahasa Latin "*Myhes*" yang berarti cendawan dan "*Rhiza*" yang berarti akar (Hardiatmi, 2008). Jenis mikoriza dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan berdasarkan bentuk tubuh dan cara infeksi terhadap tanaman inang, yaitu *ektomikoriza*, *endomikoriza*, dan *ektendomikoriza* (Setiadi, 1989).

Fungi mikoriza arbuskula adalah salah satu jasad renik tanah dari kelompok jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Jamur ini mempunyai sejumlah pengaruh yang menguntungkan bagi tanaman yang bersimbiosis dengannya. FMA mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena status hara tanaman tersebut dapat ditingkatkan dan diperbaiki. Kemampuannya yang tinggi dalam meningkatkan penyerapan air dan hara terutama P (Hapsoh, 2008). Di dalam tanah mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti Ph, suhu, Fe, Al, dan mikro organisme tanah. *Glomus* berkembang dengan baik pada pH 5,5 sampai 6,5 dan *Acaulospora* pada pH 5,0 (Sasli, 1999).

Glomus memiliki hifa yang relatif lurus, menjulur sepanjang kortek akar sering kali membentuk percabangan tipe H yang memungkinkan hifa tumbuh ke dua arah yang berbeda. *Acaulospora*, hifa pada titik masuk (*entry point*) memiliki karakteristik bercabang-cabang. Hifa pada kortek terluar biasanya memiliki percabangan yang lebih tidak teratur, lebih ikal, atau keriting dibandingkan dengan hifa *Glomus* (Nusantara, 2012). Ada beberapa jenis mikoriza yang dikenal, yaitu sheating, "*vesikula - arbuskula*", "*orchidaceous*", "*miscellaneous*", dan "*pseudomikoriza*". "*Sheating - Mycorrhiza* disebut juga sebagai *ektomikoriza*, sedangkan "*vesikula - arbuskula*", "*orchidaceous*", dan "*miscellaneous*" digolongkan ke dalam *endomikoriza*. *Pseudomikoriza* atau mikoriza palsu hampir

sama dengan *ektomikoriza*, tetapi tidak mempunyai “*jarring hartig*” dan mantel jamur yang merupakan ciri khusus dari ektomikoriza (Sastrahidayat, 1992).

Hifa yang ada di dalam sel atau akar tanaman terdiri dari hifa yang tidak bercabang yang terletak di antara sel, hifa intraseluler. Selain itu, terdapat hifa intraseluler yang bercabang secara diktomi (arbuskular) atau yang membengkak menjadi bulat atau bulat memanjang (vesikel) dan hifa mengering (hifa gelung) (Anas, 1993).

G. Peranan Mikoriza

Status kesuburan lahan erat berkaitan dengan kondisi mikrobia tanah yang berlimpah, memiliki fungsi simbiosis dengan perakaran tanaman, serta ditunjukkan dengan pertumbuhan tanaman yang baik (Corryanti, 2011). Proses infeksi dimulai dari pembentukan *appresorium* yaitu struktur yang berupa penebalan masa hifa yang kemudian menyempit seperti tanduk. *Appresorium* membantu hifa menembus ruang sel epidemis melalui permukaan akar, atau rambut-rambut akar dengan cara mekanis dan enzimatis. Hifa yang telah masuk ke lapisan korteks kemudian menyebar di dalam dan diantara sel-sel korteks, hifa ini akan membentuk benang-benang bercabang yang mengelompok disebut arbuskula yang berfungsi sebagai jembatan transfer unsur hara, antara cendawan dengan tanaman inang. Arbuskula merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan luas permukaan akar, dua hingga tiga kali. Pada sistem perakaran yang terinfeksi akan muncul hifa yang terletak diluar, yang menyebar disekitar daerah perakaran dan berfungsi sebagai

alat pengabsorpsi unsur hara. Hifa yang terletak diluar ini dapat membantu memperluas daerah penyerapan hara oleh akar tanaman (Hardiatmi, 2008).

Sejumlah percobaan telah membuktikan hubungan saling menguntungkan, yaitu adanya cendawan mikoriza sangat meningkatkan efisiensi penyerapan mineral dari tanah. Mikoriza juga bisa memberikan kekebalan bagi tumbuhan inang. Mikoriza ini menjadi pelindung fisik yang kuat, sehingga perakaran sulit ditembus penyakit (patogen), sebab jamur ini mampu membuat bahan antibiotik untuk melawan penyakit. Cendawan mikoriza bisa membentuk hormon seperti auxin, sitokinin, dan giberalin yang berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tanaman (Hardiatmi, 2008).

Mikoriza menyebabkan terjadinya peningkatan ketahanan tumbuhan terhadap infeksi patogen dan parasit akar. Hal ini dikarenakan terdapatnya penghalang mekanis berupa mantel jamur yang dapat menghambat penetrasi patogen dan adanya kemampuan beberapa jamur mikoriza untuk memproduksi antibiotik. Mikoriza juga dapat merangsang inang untuk membentuk senyawa-senyawa penghambat dan meningkatkan persaingan kebutuhan hidup di rizosfer (Chakravarty dan Chatapaul, 1988).

H. Manfaat Mikoriza

1. Mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Kemampuannya yang tinggi dalam meningkatkan penyerapan air dan hara terutama P (Jakobsen, 1992; Smith dan Read, 1997; Bryla dan Duniway, 1997; Hapsoh, 2003). Dijelaskan Sieverding (1991) bahwa FMA yang

menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air.

2. Mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya infeksi patogen akar. Mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya infeksi patogen akar. Mekanisme perlindungan ini bisa diterangkan sebagai berikut (Zak, 1967 dalam Imas, dkk 1989) : 1) Adanya lapisan hifa (mantel) dapat berfungsi sebagai pelindung fisik untuk masuknya patogen; 2) Mikoriza menggunakan hampir semua kelebihan karbohidrat dan exudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen; 3) Cendawan mikoriza dapat melepaskan antibiotik yang dapat mematikan patogen
3. Mikoriza dapat meningkatkan produksi hormon seperti auksin, sitokinin. Auksin dapat berfungsi meningkatkan elastisitas dinding sel dan mencegah atau memperlambat proses penuaan akar, dengan demikian fungsi akar sebagai penyerap unsur hara dan air diperpanjang (Subashini dan Natarajan, 1997; Hapsoh, 2003).