

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Morfologi Bawang Merah

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan jenis tanaman semusim yang memiliki umbi berlapis. Menurut Rahayu dan Berlian (1999), bawang merah dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Classis : Monocotyledonae
Ordo : Liliales
Familia : Liliaceae
Genus : *Allium*
Spesies : *Allium ascalonicum* L.

Morfologi bawang merah terdiri atas beberapa bagian seperti akar, umbi atau buah, biji, daun dan bunga. Tanaman bawang merah merupakan tanaman yang tumbuh berumpun mirip seperti rumput. Anakan baru pada tanaman bawang merah setiap rumpun dapat berkembang sekitar 10-15 anakan (Nazzaruddin, 2003).

1. Akar

Akar merupakan organ pada tumbuhan yang berfungsi sebagai alat untuk menyerap air dan garam mineral dari dalam tanah serta untuk menunjang dan memperkokoh berdirinya tumbuhan di tempat hidupnya.

Secara morfologi akar bawang merah terdiri atas rambut akar, batang akar, ujung akar dan tudung akar, sedangkan secara anatomi (struktur dalam) akar tersusun atas epidermis, korteks, endodermis dan silinder pusat. Ujung akar merupakan titik tumbuh tanaman, dimana ujung akar terdiri atas jaringan meristem berdinding tipis yang aktif membelah diri. Ujung akar dilindungi oleh tudung akar (kaliptra) yang berfungsi melindungi kerusakan mekanis akar pada waktu menembus tanah (Gardner, 2006).

Bawang merah memiliki akar serabut pendek yang berfungsi menyerap air dan nutrisi yang ada di sekitar tempat tumbuhnya. Akar bawang merah tumbuh di permukaan bawah cakram, sedangkan dibagian atas cakram terdapat mata tunas yang dapat menjadi tanaman baru. Tunas ini dinamakan tunas lateral, yang akan membentuk cakram baru. Cakram merupakan tempat tumbuhnya akar dan tunas, sekaligus berfungsi sebagai batang pada tanaman bawang merah (Rukmana, 1995). Morfologi akar serabut yang dimiliki menyebabkan akar bawang merah hanya berkembang dipermukaan tanah dan dangkal, sehingga tanaman ini sangat rentan terhadap kekeringan (Suriana, 2011).

Sistem perakaran bawang merah bercabang tersebar pada kedalaman 15-20 cm di dalam tanah. Jumlah perakaran tanaman bawang merah dapat mencapai 20-200 akar. Bawang merah memiliki akar semu atau discuss yang berbentuk seperti cakram, tipis dan pendek sebagai tempat melekatnya akar dan mata tunas. Diatas discuss terdapat akar semu yang tersusun atas pelepah-pelepah daun yang saling menyatu. Akar semu

yang berbeda didalam tanah mengalami modifikasi, berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi lapis (Sudirja, 2007).

2. Umbi dan Biji

Umbi bawang merah merupakan jenis umbi ganda, dimana umbi ini dapat terlihat jelas sebagai benjolan ke kanan dan ke kiri seperti siung pada bawang putih. Lapisan pembungkus siung umbi bawang merah tidak banyak, terbatas hanya 2-3 helai, tidak tebal dan mudah kering. Lapisan-lapisan dari setiap siung bawang merah ditentukan oleh banyak dan tebalnya lapisan pembungkus. Setiap siung dapat membungkus umbi yang baru, juga dapat membentuk umbi, sehingga akan terbentuk rumpun yang terdiri atas 3-8 umbi baru (Sartono, 2009).

Biji bawang merah merupakan alat perkembangbiakan generatif pada tanaman bawang merah. Biji bawang merah berbentuk pipih, tetapi akan berubah menjadi hitam setelah tua. Penggunaan biji saat ini masih sebagai alat perkembangbiakan generatif serta masih banyak yang menggunakan untuk skala penelitian. Sementara untuk skala produksi menggunakan umbi bibit (Suriana, 2011).

3. Daun

Morfologi daun bawang merah seperti helaian daun (lamina) dan tangkai daun (petiolus). Daun bawang merah memiliki satu permukaan dan berbentuk bulat kecil. Bagian ujung daun meruncing dan bagian bawah daun melebar seperti kelopak dan membengkak. (Gardner, 2006). 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 (Nazzaruddin, 2003).

Daun bawang merah yang sudah membentuk sempurna atau daun yang panjangnya sudah berukuran 5 cm, kerusakan daun kurang dari 50% dapat digunakan sebagai sampel pengamatan. Daun bawang merah berwarna hijau muda hingga tua, berbentuk silinder seperti pipa dengan panjang sekitar 50-70 cm dan berongga. Pada daun yang baru bertunas biasanya belum terlihat adanya rongga. Rongga ini terlihat jelas saat tumbuh menjadi besar. Daun pada tanaman bawang merah berfungsi sebagai tempat fotosintesis dan respirasi, sehingga kesehatan daun sangat berpengaruh terhadap kesehatan tanaman secara umum (Sunarjono, 2003). Menurut Rukmana (1995), letak daun bawang merah melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek.

4. Bunga

Pertumbuhan bunga bawang merah dimulai dari keluarnya tangkai bunga dari cakram melalui ujung umbi seperti pemunculan daun biasa tetapi lebih ramping, berbentuk bulat panjang serta pada ujungnya terdapat benjolan runcing seperti mata tombak. Benjolan ini kemudian akan membuka sehingga tampak kuncup-kuncup bunga beserta tangkainya (Rukmana, 1995). Menurut Sudirja (2007), bunga bawang merah merupakan bunga majemuk berbentuk tandan, pada ujungnya terdapat 50-200 kuntum bunga yang tersusun melingkar seperti payung. Tiap kuntum

bunga terdiri atas 5-6 helai mahkota bunga berwarna putih, enam benang sari yang berwarna hijau atau kekuning-kuningan, satu putik dan satu bakal buah.

Benang sari tersusun dalam dua lingkaran, tiga benang sari pada lingkaran dalam dan tiga benang sari pada lingkaran luar. Tepung sari pada lingkaran dalam lebih cepat matang dibandingkan dengan tepung sari pada lingkaran luar. Penyerbukan antar bunga dengan tandan yang berbeda berlangsung dengan perantara lebah atau lalat hijau. Bakal buah pada bawang merah terbentuk dari tiga daun buah yang disebut carpel, terdapat tiga buah ruang dan setiap ruang buah mengandung dua bakal biji (Sunarjono, 2003). Suriana (2011), menambahkan bahwa bunga bawang merah pada awalnya berupa gumpalan bulat kecil yang tertutup oleh seludang daun. Beberapa waktu kemudian seludang ini membuka dan keluar kuntum-kuntum bunga berwarna putih.

B. Syarat Tumbuh Bawang Merah

Bawang merah dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang beragam untuk memperoleh hasil yang optimal. Bawang merah membutuhkan kondisi lingkungan yang baik, ketersediaan cahaya, air, dan unsur hara yang memadai (Sumarni dan Hidayat, 2005). Syarat tumbuh bawang merah antara lain:

1. Iklim

Tanaman bawang merah dapat ditanam pada dataran rendah maupun dataran tinggi, yaitu pada ketinggian 0-1000 mdpl, dengan

ketinggian optimal 0–400 mdpl (Delahaut and Newenhouse, 2003). Menurut Anshar (2012), pada dataran tinggi bawang merah dapat tumbuh dan berumbi, namun umur tanamnya menjadi lebih panjang sekitar setengah sampai satu bulan serta hasil umbinya lebih rendah.

Bawang merah tumbuh pada curah hujan antara 300-2500 mm/tahun, kelembaban udara 80-90%, tempat terbuka tanpa naungan dengan pencahayaan sekitar 70%, intensitas sinar matahari penuh lebih dari 14 jam/hari, hal ini dikarenakan bawang merah termasuk tanaman yang memerlukan sinar matahari cukup panjang serta dapat berpengaruh bagi laju fotosintesis dan pembentukan umbi (Delahaut and Newenhouse, 2003). Suhu udara dapat mempengaruhi semua aktivitas biologis tanaman dengan mengontrol reaksi-reaksi di dalam tanaman. Selain itu, suhu udara juga dapat mempengaruhi pembungaan dan viabilitas pollen, pembentukan umbi, keseimbangan hormonal, pematangan atau penuaan tanaman, kualitas dan hasil tanaman. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman bawang merah berkisar antara 60-70 °F (15-20 °C) dan 70-80 °F (20-27 °C) (Anshar, 2012).

2. Tanah

Menurut Sudirja (2007), bawang merah membutuhkan tanah yang subur gembur dan banyak mengandung bahan organik dengan dukungan tanah lempung berpasir atau lempung berdebu. Jenis tanah yang baik untuk pertumbuhan bawang merah antara lain jenis tanah Ultisol, Latosol, Regosol, Grumosol dan Aluvial dengan drainase ataupun aerasi dalam

tanah berjalan dengan baik, tanah tidak boleh tergenang oleh air karena dapat menyebabkan kebusukan pada umbi dan memicu munculnya berbagai penyakit serta derajat keasaman (pH) tanah 5,5-6,5.

Pada tanah alkalis ($\text{pH} > 7,0$) tanaman bawang merah sering memperlihatkan gejala klorosis, yakni tanaman kerdil dan daunnya menguning, serta hasil umbinya kecil yang disebabkan kekurangan Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Sebaliknya pada tanah masam ($\text{pH} < 5,0$) tanaman bawang merah juga tumbuh kerdil karena keracunan Aluminium (Al) atau Mangan (Mn).

Menurut Sudirja (2007), menambahkan bahwa secara tidak langsung pH tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. pH tanah berpengaruh terhadap kegiatan organisme tanah terutama dalam penguraian bahan organik menjadi unsur hara bagi tanaman. Pengapuran pada tanah masam dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil umbi bawang merah. pH tanah yang sesuai adalah 6.2-6.8 (Sumarni dan Hidayat, 2005).

C. Asam Humat-Fulvat

Humus adalah serangkaian senyawa organik yang mempunyai berat molekul tinggi, berwarna coklat sampai kehitaman, bersifat *amorfus*, dan dibentuk melalui reaksi sintesis kedua (*resistensi*). Humus dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu bahan non humat dan bahan humat. Bahan humat dibagi ke dalam tiga golongan, yaitu asam humat (AH), asam fulvat (AF), humin. Di

dalam tanah humus berpengaruh dalam memperbaiki kesuburan tanah, dengan cara meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), ketersediaan unsur hara, kemantapan agregat, kapasitas tanah menahan air, serta menurunkan jerapan P (Phospor) oleh tanah, serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Stevenson, 1982).

Bahan organik tanah sering dibedakan menjadi bahan terhumifikasi dan tak terhumifikasi. Bahan-bahan tak terhumifikasi adalah senyawa-senyawa dalam tanaman dan organisme lain yang memiliki ciri khas seperti karbohidrat, asam amino, protein, lipid, asam nukleat, dan lignin. Sedangkan fraksi terhumifikasi dikenal sebagai humus ataupun bahan humat, yang dianggap sebagai hasil akhir dekomposisi bahan tanaman di dalam tanah (Tan, 1993). Asam humat ialah fraksi utama dari bahan organik tanah yang merupakan faktor penting untuk pemeliharaan kesuburan tanah (Bama, dkk, 2003). Asam humat adalah senyawa organik hasil proses penguraian dan modifikasi sisa organisme yang berasal dari tanaman dan hewan dalam tanah. Asam humat bersifat *amorf*, berwarna gelap, tahan terhadap degradasi mikroba dan mempunyai berat molekul relatif tinggi. Asam humat adalah hasil akhir dari proses dekomposisi bahan organik, merupakan fraksi yang larut dalam basa. (Tan, 1993).

Karakteristik lainnya adalah memiliki beban elektrositas yang tinggi, kapasitas tukar yang tinggi, menjadi hidrofil dan asam secara alami. Asam humat bukanlah pupuk, tetapi merupakan bagian dari pupuk. Pupuk adalah sumber hara untuk tanaman dan miktonutrien dari tanah ke tanaman (Sahala,

dkk, 2006). Asam humat biasanya kaya akan karbon, yang berkisar antara 41-57%. Asam humat mengandung kadar oksigen yang tinggi, sedangkan kadar hidrogennya rendah serta mengandung nitrogen. Kadar oksigen sekitar 33-46% dan mengandung 2-5% N. Kemasaman total atau kapasitas tukar senyawa-senyawa humat tanah dikarenakan oleh kehadiran proton yang dapat terdisosiasi atau ion-ion H pada gugus-gugus karboksil dan alifatik dan gugus hidroksil fenolik. Asam humat dicirikan oleh kemasaman total dan kadar karboksil yang lebih rendah daripada asam fulvat (Tan, 1993).

Gugus karboksil asam humat pada umumnya lebih rendah daripada asam fulvat. Selain gugus karboksil, asam humat juga mengandung sejumlah ragam gugus hidroksil, namun untuk karakterisasi asam humat umumnya hanya tiga jenis gugus OH yang dibedakan yaitu, yang pertama hidroksil total adalah gugus OH yang berkaitan dengan semua gugus fungsional seperti fenol, alkohol, etanol, dan hidrokuinon. Akan tetapi, dalam banyak kasus hidroksil total mengacu hanya pada jumlah gugus OH-fenolik dan alkoholik. Yang kedua gugus OH-fenolik adalah OH yang terikat pada lingkaran benzena. Yang ketiga gugus OH-alkoholik adalah OH yang berkaitan dengan gugus alkoholik. Adapun prosedur yang paling umum untuk pemisahan asam humat dari bahan asalnya didasarkan atas kelarutannya dalam alkali dan asam.

Menurut Tan (1993), tiga tahap dasar yang terlibat dalam pembentukan asam humat, pembentukan satuan-satuan struktur dari dekomposisi jaringan tanaman, kondensasi dari satuan-satuan tersebut, dan polimerisasi dari produk-produk kondensasi. Hasilnya adalah suatu sistem multi komponen, yang

disebut asam humat atau asam fulvat. Keduanya menunjukkan pola struktur yang mirip, tetapi dapat berbeda dalam rincian komposisi struktur dan kimia misalnya asam fulvat mempunyai inti aromatik yang kurang padat, tetapi mempunyai komponen peripheral yang lebih berkembang. Asam fulvat dapat merupakan pendahulu atau produk dekomposisi dari asam humat.

Humus dan bahan humat merupakan komponen tanah yang sangat penting. Bahan humat dengan lempung tanah berperan atas sejumlah aktivitas kimia dalam tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruhnya secara tidak langsung diketahui dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengubah kondisi fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Secara langsung, bahan-bahan humat dapat merangsang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap metabolisme dan proses fisiologi lainnya. Senyawa humat dan sejenisnya dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman secara langsung dengan mempercepat proses respirasi, dengan meningkatkan permeabilitas sel, atau melalui kegiatan hormon pertumbuhan. Senyawa humat juga berperan serta dalam pembentukan tanah dan berperan penting dalam translokasi atau metabolisme lempung, alumunium, dan besi yang menghasilkan horizon spodik dan horizon argilik (Tan, 1993).

Brady dan Weil (2002) menyatakan bahwa asam humat berpengaruh langsung pada pertumbuhan tanaman, diantaranya mempercepat perkecambahan benih, merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pemanjangan sel akar, dan mempercepat pertumbuhan tunas dan akar tanaman jika diberikan dalam jumlah yang tepat. Hasil penelitian sebelumnya, bahan

humat yang diaplikasikan pada tanaman padi dengan dosis 15 l/ha dapat meningkatkan produksi padi (Ihdaryanti, 2011).

D. Logam Berat Pb

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal adalah 1740 °C dan memiliki massa jenis 11,34 g/cm³ (Widowati, 2008).

Timbal (Pb) merupakan logam yang bersifat *neurotoksin* yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia ataupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Kusnoputranto, 2006). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurjaya, *dkk* (2006) tentang pengaruh *ameliorant* terhadap kadar Pb tanah, serapannya serta hasil tanaman bawang merah pada *inceptisol*, menunjukkan bahwa Pb diikat oleh ion-ion dalam organosfosfat didalam inti akar bawang. Karena kecilnya Pb yang ditranslokasikan dari akar kebagian atas tanaman, maka serapan Pb dalam umbi kecil.

Dalam pertumbuhannya, tanaman menyerap unsur hara dari tanah, termasuk logam berat Pb, sehingga produk atau hasil pertanian dapat

mengandung logam berat. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanah pada tahun 2002, diketahui bahwa sebagian logam berat Pb pada tanah dan bawang merah sudah diatas ambang batas yang diperkenankan yaitu 12,75 ppm dan 2 ppm. Beberapa bahan telah diidentifikasi sebagai sumber pencemar logam berat dalam tanah, antara lain asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, pupuk pertanian dan pestisida, buangan limbah rumah tangga maupun industri dan limbah pertambangan (Nurjaya *dkk.*, 2006).

Logam berat Pb adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengkonsumsi makanan, minuman atau melalui inhalasi udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata dan lewat parental. Didalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb), Pb bersifat akumulatif dan bisa menghambat sistem syaraf, sistem urin, sistem kardiovaskular, sistem reproduksi dan endoktrin, serta bersifat karsinogen pada dosis yang tinggi (Wahyu *dkk.*, 2008).

Timbal mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Penyerapan timbal didalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada 9 kota besar yang pernah diteliti (Supriyanto, 2007).

1. Timbal (Pb) Pada Tanaman

Kerusakan karena pencemaran dapat terjadi karena adanya akumulasi bahan toksik dalam tubuh tumbuhan, perubahan pH, peningkatan atau penurunan aktivitas enzim, rendahnya kandungan asam askorbat di daun, tertekannya fotosintesis, peningkatan respirasi, produksi bahan kering rendah, perubahan permeabilitas, terganggunya keseimbangan air dan penurunan kesuburannya dalam waktu yang lama. Gangguan metabolisme berkembang menjadi kerusakan kronis dengan konsekuensi tak beraturan. Tumbuhan akan berkurang produktivitasnya dan kualitas hasilnya juga rendah (Sitompul dan Guritno, 1995). Tanaman yang tumbuh didaerah dengan tingkat pencemaran tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta rawan akan berbagai penyakit, antara lain klorosis, nekrosis, dan bintik hitam. Partikulat yang terdeposisi di permukaan tanaman dapat menghambat proses fotosintesis (Fatoba dan Emem, 2008).

Menurut Gothberg (2008), tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tumbuhan. Tanaman mampu mengabsorpsi Pb sehingga dapat berperan dalam membersihkan dari polusi. Pertumbuhan tanaman terhambat karena terganggunya proses fotosintesis akibat kerusakan jaringan daun. Masuknya partikel timbal ke dalam jaringan daun sangat dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah dari stomata. Semakin

besar ukuran dan semakin banyak jumlah stomatanya maka semakin besar pula penyerapan timbal yang masuk ke dalam daun. Meskipun mekanisme masuknya timbal ke dalam jaringan daun berlangsung secara pasif, tetapi ini didukung pula oleh bagian yang ada di dalam tanaman dan daun yang merupakan bagian yang paling kaya akan unsur-unsur kimia (Widagdo, 2005).

Tumbuhan dapat tercemar logam berat melalui penyerapan akar dari tanah atau melalui stomata daun dari udara. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan timbal, kadar timbal dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya timbal ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Penelitian Sembiring dan Sulistyawati (2006), menunjukkan terjadi penurunan kadar klorofil pada daun *Swietenia macrophylla* yang terjadi bersamaan dengan peningkatan kadar Pb. Perubahan kandungan klorofil akibat meningkatnya konsentrasi Pb terkait dengan rusaknya struktur kloroplas.