

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

a. Klasifikasi dan morfologi

Klasifikasi tanaman bawang merah menurut *Integrated Taxonomic Information System* (2018) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Viridiplantae

Infrakingdom : Streptophyta

Superdivision : Embryophyta

Divisi : Tracheophyta

Subdivisi : Spermatophyta

Kelas : Magnoliopsida

Superorder : Lilliales

Ordo : Asparagales

Famili : Amaryllidaceae

Genus : *Allium*

Spesies : *Allium ascalonicum* L.

Bawang merah merupakan tanaman herba semusim yang tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 15 – 50 cm dan membentuk rumpun. Akarnya berbentuk akar serabut yang tidak panjang, karena sifat perakaran inilah bawang merah tidak tahan kering (Rahayu dan Berlian, 1999). Bentuk daun tanaman bawang merah seperti pipa, yakni bulat kecil memanjang antara 50 –70 cm, berlubang, bagian ujungnya meruncing, berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek (Rukmana, 1995).

Bunga bawang merah merupakan bunga majemuk berbentuk tandan yang bertangkai dengan 50 – 200 kuntum bunga. Pada ujung dan pangkal tangkai mengecil dan di bagian tengah menggebung, bentuknya seperti pipa yang berlubang di dalamnya. Tangkai tandan bunga ini sangat panjang mencapai 30 – 50 cm. Kuntumnya juga bertangkai tetapi pendek antara 0,2 – 0,6 cm (Wibowo, 2007).

Tajuk dan umbi bawang merah serupa dengan bawang bombay, tetapi ukurannya kecil. Perbedaan yang lainnya adalah umbinya yang berbentuk seperti buah jambu air, berkulit coklat kemerahan, berkembang secara berkelompok di pangkal tanaman. kelompok ini dapat terdiri dari beberapa hingga 15 umbi (Yamaguchi dan Rubatzky, 1998).

Tanaman bawang merah memiliki 2 fase tumbuh, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Tanaman bawang merah mulai memasuki fase vegetatif

setelah berumur 11 – 35 hari setelah tanam (HST), dan fase generatif terjadi pada saat tanaman berumur 36 hari setelah tanam (HST). Pada fase generatif, ada yang disebut fase pembentukan umbi (36 – 50 hst) dan fase pematangan umbi (51 – 56 hst).

b. Syarat tumbuh

Bawang merah cocok di daerah yang beriklim kering dan mendapat sinar matahari lebih dari 12 jam. Bawang merah dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan curah hujan 300 – 2.500 mm/thn dan suhunya 25°– 32°C. Jenis tanah yang dianjurkan untuk budidaya bawang merah adalah regosol, grumosol, latosol, dan aluvial, dengan pH 5,5 – 7 (Wibowo, 2007).

Tanaman bawang merah lebih optimum tumbuh di daerah beriklim kering. Tanaman bawang merah peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi serta cuaca berkabut. Tanaman ini membutuhkan sinar matahari yang maksimal (Wibowo, 2007).

Penanaman bawang merah sebaiknya ditanam pada suhu agak panas yaitu antara 25 – 32 ° C dengan iklim kering atau dengan suhu rata-rata tahunnya adalah 30° C. Pada suhu rendah seperti 22° C pertumbuhan bawang merah kurang baik, sulit atau bahkan tidak dapat membentuk umbi (Wibowo, 2007).

Tanaman bawang merah cocok ditanam pada tanah gembur subur dengan drainase baik. Tanah berpasir memperbaiki perkembangan umbinya. pH tanah yang sesuai sekitar netral, yaitu 5,5 hingga 6,5 (Ashari, 1995).

Jenis tanah yang paling baik untuk ditanami adalah tanah lempung yang berpasir atau berdebu karena sifat tanah yang demikian ini mempunyai aerasi yang bagus dan drainasenya pun baik. Tanah yang demikian ini mempunyai perbandingan yang seimbang antara fraksi liat, pasir, dan debu (Wibowo, 2007).

Tanah yang asam atau basa bahkan tidak baik untuk pertumbuhan bawang merah, jika tanahnya terlalu asam dengan pH di bawah 5,5 aluminium yang terlarut dalam tanah akan bersifat racun sehingga tumbuhnya tanaman akan menjadi kerdil. Tanah dengan pH di atas 7 atau di atas 6,5, garam mangan tidak dapat diserap oleh tanaman, akibatnya umbinya menjadi kecil dan hasilnya rendah, apabila tanahnya berupa tanah gambut yang pH-nya di bawah 4, perlu pengapuran dahulu untuk pembudidayaan tanaman bawang merah. Tanah yang paling baik untuk lahan bawang merah adalah tanah yang mempunyai keasaman sedikit agak asam sampai normal, yaitu pH-nya antara 6,0-6,8. Keasaman dengan pH antara 5,5 – 7,0 masih termasuk kisaran keasaman yang dapat digunakan untuk lahan bawang merah, tetapi yang paling baik adalah antara 6,0 – 6,8 (Wibowo, 2007).

c. Varietas Tuk-tuk

Varietas tuk-tuk merupakan varietas unggul bawang merah asal biji pertama yang terdaftar yang diperkenalkan oleh PT. East West Seed Indonesia. Menurut Pardede (2013), biaya produksi benih “Tuk-tuk” sekitar Rp 10 juta per hektar, jauh lebih murah dibanding sistem konvensional yang bisa mencapai Rp 45 juta per hektar. Hasil panen benih “Tuk-tuk” bisa mencapai 20 –25 ton/ha, sedangkan hasil panen benih dari umbi konvensional berkisar 8 – 12 ton/ha. Benih bawang merah varietas “Tuk-tuk” berwarna hitam dan berukuran kecil dengan jumlah benih 350 biji/gram. Dibutuhkan waktu 5 – 6 minggu di persemaian sebelum bibit siap tanam, kemudian bibit ditanam dengan jarak 15 x 20 atau 20 x 20 tergantung tujuan pasar dan besar umbi yang diinginkan, untuk menghasilkan umbi yang besar diperlukan jarak tanam yang lebih lebar. Menurut Sumarni dan Hidayat (2005) berdasarkan penelitian di Balitsa, penanaman dengan jarak 10 x 10 cm dengan 2 bibit per lubang akan menghasilkan umbi dengan ukuran yang ideal untuk pasar Indonesia. Bawang merah dapat dipanen setelah 16 minggu setelah tanam.

Media tanam yang dibutuhkan untuk persemaian adalah tanah yang remah dan gembur kemudian dapat menggunakan media campuran pupuk kandang dengan tanah (1:1) atau dengan menambahkan arang sekam. Untuk mendapatkan hasil persemaian yang baik 1 gram benih ditabur dalam larikan, setelah 6 minggu bibit bawang merah terlihat kokoh berwarna hijau segar, serta memiliki daun 5–6 helai sehingga bibit dapat dipindah tanam.

Pemupukan dapat dilakukan secara konvensional yaitu menggunakan air cucian beras yang diberikan setiap 3 hari sekali, dapat juga menggunakan air cucian ikan/daging setiap seminggu sekali pada saat pembentukan umbi.

Pemupukan standar yang dilakukan adalah dengan menggunakan pupuk NPK (16: 16:16) ditambahkan pada 4 minggu dan 5 minggu setelah semai sebanyak 0,5 g/liter. Pemupukan dengan NPK dilakukan 8 minggu dan 10 minggu setelah semai dengan dosis 0,75 g/liter dan 11 minggu dan 12 minggu setelah semai dengan dosis 2,5 g/liter, sedangkan minggu ke 13 dan 14 setelah semai dilakukan pemupukan 1,5 g/liter pupuk NPK (16:16:16) dan pupuk KCl 1,5 g/liter (Anonim, 2013).

2.2. Sumber Cemaran Pb Pada Lahan Bawang Merah

Logam berat dapat memasuki tanah melalui sumber yang berbeda-beda sehingga menjadi polutan. Pupuk, pestisida, penambahan bahan organik dan anorganik, residu limbah dan lumpur aktif mengandung sejumlah logam berat (Yulipriyanto, 2010). Beberapa bahan yang telah diidentifikasi sebagai sumber pencemar logam berat diantaranya asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, pupuk pertanian, pestisida, pupuk organik, limbah buangan rumah tangga, industri, pertambangan dan bahan induk pembentuk tanah seperti batu granit (Alloway. 1990). Sumber pencemaran logam berat di suatu lahan secara umum berasal dari proses alam (misalnya aktivitas gunung

berapi) atau akibat kegiatan manusia, misalnya pertambangan (minyak, emas dan batubara), pembangkit listrik, peleburan logam, pabrik pupuk dan penggunaan bahan sintetik. Cemaran akan terus bertambah sejalan dengan meningkatnya usaha eksplorasi berbagai sumber alam dengan kandungan logam berat di dalamnya (Onrizal. 2005). Proses industri dan urbanisasi berperan penting terhadap peningkatan kontaminasi tersebut (Zainuddin. 2018). Limbah yang dihasilkan pabrik mengandung berbagai senyawa berbahaya bagi kehidupan manusia, salah satu diantaranya adalah logam berat. Logam berat secara alami sudah ada di dalam tanah dan tidak dapat terdegradasi, dapat menetap di tanah dan air untuk waktu yang lama, sehingga akan terus meningkat dari waktu ke waktu (Govindasamy *et al.*, 2011). Akumulasi logam pada tanah dapat mengakibatkan penurunan aktivitas mikroba, kesuburan, kualitas tanah, hasil tanah secara keseluruhan dan masuknya bahan beracun ke dalam rantai makanan (Kurnia *et al.* 2009; Atafar *et al.* 2010). Logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi makanan yang berasal dari tanaman yang ditanam di tanah yang tercemar logam berat. Akumulasi bahan polutan tersebut akan menyebabkan toksik bagi tanaman, atau juga diambil dan diserap oleh tanaman lalu dikonsumsi oleh hewan atau manusia sehingga bersifat toksik juga pada hewan atau manusia yang mengkonsumsinya (Setyorini *et al.*, 2009).

Jumlah logam Pb dalam tanah dapat menggambarkan kondisi tanah telah terjadi kontaminasi atau tidak terkontaminasi. Kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah, karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam tidak mengalami transformasi (*persistent*), sehingga menyimpan potensi keracunan yang laten. Keberadaan logam berat dalam tanah perlu mendapatkan perhatian yang serius karena tiga hal, meliputi: 1) bersifat racun dan berpotensi karsinogenik; 2) logam dalam tanah pada umumnya bersifat mobile 3) mempunyai sifat akumulatif dalam tubuh manusia (Notodarmojo, 2005).

Menurut Environment Project Agency (EPA), sekitar 25% logam berat Timbal (Pb) tetap berada dalam mesin dan 75% lainnya akan mencemari udara sebagai asap knalpot. Emisi Pb dari gas buangan tetap akan menimbulkan pencemaran udara dimanapun kendaraan itu berada, tahapannya adalah sebagai berikut: sebanyak 10% akan mencemari lokasi dalam radius kurang dari 100 m, 5% akan mencemari lokasi dalam radius 20 km, dan 35% lainnya terbawa atmosfer dalam jarak yang cukup jauh (Suriani, 2012).

2.3. Bioremediasi Menggunakan Fungi Non Simbiotik Indigenus

Bioremediasi adalah proses pembersihan lingkungan yang telah terkontaminasi oleh polutan kimia dengan menggunakan organisme hidup untuk mendegradasi materi yang berbahaya untuk mengurangi kadar

toksiknya (BPPT, 2013). Bioremediasi merupakan pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Laju degradasi mikroba terhadap logam berat tergantung pada beberapa faktor, yaitu aktivitas mikroba, nutrisi, derajat keasaman dan faktor lingkungan (Donlan, 2002). Teknologi bioremediasi ada dua jenis, yaitu ex-situ dan in situ. Ex-situ adalah pengelolaan yang meliputi pemindahan secara fisik bahan-bahan yang terkontaminasi ke suatu lokasi untuk penanganan lebih lanjut. Penggunaan bioreaktor, pengolahan lahan (*landfarming*), pengkomposan dan beberapa bentuk perlakuan fase padat lainnya adalah contoh dari teknologi ex-situ, sedangkan teknologi in situ adalah perlakuan yang langsung diterapkan pada bahan-bahan kontaminan di lokasi tercemar (Vidali, 2001).

Identifikasi fungi indigenus yang disesuaikan dengan lingkungan yang terkontaminasi logam berat memiliki kemampuan untuk aplikasi jangka panjang dalam pengolahan air limbah. Spesies ini dapat sangat berkontribusi terhadap pengembangan proses bioremediasi yang ekonomis dan efisien (Singh *et al.*, 2016). Aplikasi fungi dalam bioremediasi dikenal sebagai *mycoremediation* dan istilah ini dikenalkan oleh Paul Stamets pada tahun 2005. Fungi adalah pilihan yang lebih baik sebagai bioremediator karena toleransinya yang besar terhadap logam berat beracun, tingkat pertumbuhan yang luar biasa dan sifat pengikat logam yang mengagumkan. Mereka bisa

didapat dengan mudah dan ekonomis dalam jumlah yang besar karena siklus multiplikasi yang pendek dan mudah dimodifikasi secara morfologis dan genetik (Fu dan Wang, 2011).

2.4. Peran Fungi *Penicillium* Di Bidang Pertanian

Spesies *Penicillium* bergantung pada kemunculannya yang luas di lingkungan tanah, juga mewakili kondisi fundamental yang mengarah pada pembentukan hubungan ekologis yang kurang lebih dekat dengan tanaman. Dalam banyak kasus, hubungan ini berimplikasi pada penanaman dan transformasi produk pertanian yang merangsang untuk mempertimbangkan penggunaan fungi ini dalam berbagai proses bioteknologi. Berkaitan erat dengan banyak praktik pertanian adalah isu-isu mengenai bioremediasi, mengingat bahwa kebutuhan ini seringkali menyangkut tanah yang ditanami. Bahkan, salah satu masalah paling luas dalam bioremediasi diwakili oleh polusi tanah yang berasal dari penggunaan pestisida pertanian. Strain (CTGU-CGL-002), milik *Penicillium sp.* yang tidak teridentifikasi, telah dipatenkan karena kemampuannya untuk mendegradasi glifosat, herbisida spektrum luas, berdasarkan kemampuannya untuk menggunakan senyawa ini sebagai satu-satunya sumber karbon in vitro (Yingping, 2010).

Studi yang dilakukan oleh Moldovan (2012) telah membuktikan kemampuan beberapa strain *Penicillium* untuk menurunkan herbisida dan

fungisida lainnya. Terutama, strain (CNM-FP-02) dari *Penicillium verrucosum* dianggap sebagai agen degradasi *metaxyl* dan beberapa benzothiazoles (Cincilei, 2008), sedangkan strain (CNMN-FP-04) dari *Penicillium corylophilum* telah ditetapkan karena kemampuannya mendekomposisi atrazin dan benzotiazol (Cincilei, 2009). Strain (CGMCC No.4278) dari spesies *Penicillium* yang tidak teridentifikasi sebagai endofit dari *Eucalyptus* sp. telah ditetapkan karena kemampuannya untuk meringankan toksisitas aluminium pada tanaman yang tumbuh di tanah yang terkontaminasi (Wei, 2011). Sifat pelarutan yang ditunjukkan oleh beberapa strain *Penicillium* dapat digunakan untuk membersihkan logam seperti vanadium, nikel dan kobalt dalam bijih submarginal, dengan efek positif pada biaya ekstraksi dan perlindungan lingkungan. Sifat-sifat tersebut merupakan klaim untuk strain (PSM11-5) spesies *Penicillium* yang belum teridentifikasi, bersama dengan kemampuannya untuk menyerang tricalcium fosfat dan hidroksiapatit, yang mungkin mengarah pada kandungan fosfor terlarut yang lebih tinggi dalam tanah yang dibudidayakan (Meiying, 2009).

Selain itu, defisiensi fosfor juga mencerminkan defisiensi mikronutrien seperti seng, tembaga, mangan, dan besi. Dalam hal ini, sejumlah spesies mikroba telah dilaporkan karena sifat pelarutannya, yang mengungkapkan kemampuan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Sebagai contoh, strain *Penicillium radicum* yang mampu melepaskan fosfor dari

beberapa bentuk anorganik kini tersedia secara komersial sebagai inokulan mikroba untuk tanaman sereal (Press Release: Becker Underwood Australia, Somersby, Australia) (Wakelin, 2004).

Strain baru (NRRL50162 dan NRRL50169) dari *Penicillium bilaiae* telah dipatenkan sebagai aplikasi lapangan untuk meningkatkan ketersediaan fosfor untuk spesies tanaman (Fan, 2010). Selain peningkatan kesuburan tanah, *Penicillium spp.* diduga memiliki efek yang lebih langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan / atau perlindungan terhadap masalah biologis. Strain *Penicillium citrinum* (KACC43900) yang diisolasi dari akar ramuan obat *Ixeris repens*, yang merupakan subjek tetap dari Korea berdasarkan kemampuannya untuk melepaskan giberelin (Kim, 2011). Selain itu untuk metode yang didasarkan pada pengobatan akar tomat dalam persemaian menggunakan irigasi dengan suspensi konidial dari isolat *P. oxalicum* (PO-212) yang mendorong peningkatan pertumbuhan, dengan implikasi positif dalam biokontrol layu vaskular (Melgarejo *et al*, 2008). *P. canescens* mampu menghasilkan ekstrofit fungitoksik yang memiliki efek antagonis terhadap jamur patogen yang ditularkan melalui tanah (Tufano, 2010).

Peran ekologis yang sama diberikan oleh spesies *Penicillium janczewskii* dan *Penicillium nigricans* yang telah dipatenkan di China (Hongsheng, 2010). Efek perlindungan tanaman oleh isolat (FERM AP-21455 dan FERM AP-214556) dari *T. flavus* dan tahap konidialnya *Penicillium*

vermiculatum (sinonim dari *Penicillium dangeardii*) (Senda *et.al*, 2009). *Penicillium dangeardii* sangat terkenal karena kemampuan mikoparasitnya terhadap banyak patogen tanaman, dan penggunaan praktisnya sebagai agen perlindungan tanaman meningkat di seluruh dunia (Montesinos. 2003). Strain (CGMCC No.2260) dari *P. oxalicum* telah ditetapkan untuk mereduksi jerami sebagai bahan organik tanah dengan mengurangi dan menghindari pembakaran di lapangan (Baowei, 2009).

2.5. Peran Fungi *Trichoderma* Di Bidang Pertanian

Trichoderma termasuk jamur saprofit yang tinggal di dalam tanah, seresah, serta kayu mati. Fungi ini dapat hidup di berbagai tempat, mudah ditemukan, memiliki perkembangan yang cepat dan beberapa diantaranya mampu membasmi fungi lain, misalnya : *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rigidoporus lignosus*, *Pythium sp.*, *Gloeosporum sp.*, *Sclerotinia sp.*, *Sclerotium sp.*, *Phytophthora sp.*, serta patogen tular tanah lainnya. Selain itu, *Trichoderma* juga menyukai tanah yang bersifat asam untuk pertumbuhannya (Sinulingga, 1989).

Trichoderma dapat menstimulasi pertumbuhan sampai 300%, serta melindungi mereka dari faktor stres, terutama organisme patogen. *Trichoderma sp.* menghasilkan asam organik seperti asam glukonat, asam fumarat, dan asam sitrat, yang dapat menurunkan pH tanah dan fosfat, serta

zat makro dan mikro seperti zat besi, mangan, dan magnesium, yang diperlukan untuk metabolisme tumbuhan (Melgorzata *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sudrajat dan Mulyana (2017) menunjukkan bahwa isolat fungi *Trichoderma viride* (Tv), *Aspergillus niger* (An), dan *Trichoderma harzianum* (Th) dapat tumbuh pada medium PDA agar dengan kandungan logam berat Pb dan Cd 25 ppm. Populasi ketiga isolat tersebut berkisar $1,2 \times 10^7$ - $1,4 \times 10^9$ cfu/ml setelah inkubasi pada suhu 30°C selama 3 hari. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga isolat fungi tersebut mempunyai ketahanan tinggi terhadap logam berat Pb dan Cd. (Sudrajat dan Mulyana, 2017).