

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Botani Dan Morfologi Bawang Merah

Menurut Tjitrosoepomo (2010), klasifikasi tanaman bawang merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Class : Monocotyledonae
Ordo : Liliaceae
Family : Liliales
Genus : Allium
Species : *Allium ascalonicum* L.

Bawang merah merupakan tanaman semusim berbentuk rumput 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, 1994).

Bunga bawang merah merupakan bunga majemuk berbentuk tandan yang bertangkai dengan 50–200 kuntum bunga. Pada ujung dan pangkal tangkai mengecil dan dibagian tengah menggembung, 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).

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 dkk., 2007). Kelopak daun sebelah luar selalu melingkar menutup kelopak daun bagian dalam. Beberapa helai kelopak daun terluar (2-3 helai) tipis dan mengering tetapi 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 tuans yang akan menjadi tanaman baru (Wibowo, 2001).

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. 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 *dkk.*, 2007).

B. Sumber Cemaran Logam Berat Pb pada Budidaya Bawang Merah

Logam berat masuk ke lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang langsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan. Menurut Darmono (1995), interaksi logam berat dan lingkungan tanah dipengaruhi oleh tiga

faktor, yaitu: a) penyerapan atau pembawa serapan, b) difusi pencucian, dan c) degradasi.

Beberapa bahan telah diidentifikasi sebagai sumber pencemar logam berat Pb 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). Selain itu, sumber logam berat tanah juga berasal dari bahan induk pembentuk tanah seperti Pb dari batuan granite.

Sebagai upaya untuk meningkatkan produksi bawang merah, penggunaan pupuk dan pestisida di sentra-sentra produksi tanaman bawang merah di Kabupaten Brebes tidak dapat dihindarkan. Kecamatan Kersana, merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Brebes yang mengandalkan komoditas di bidang pertanian, seperti padi, bawang merah, jagung, kacang hijau dan cabai. Pada umumnya petani di daerah tersebut menggunakan pestisida dengan mencampurkan 3-5 jenis pestisida, dengan frekuensi menyemprot hampir setiap hari, terutama pada musim penghujan. Produktivitas tertinggi adalah pada tanaman bawang merah, yaitu sebesar 84,4 kuintal/hektar (Profil Daerah Kab.Brebes 2002 – 2006) Pestisida yang digunakan dalam budidaya pertanian dapat menyebabkan pencemaran pada tanah, air, biji atau buah, dan tanaman, bahkan sampai ke badan air/sungai dan perairan umum, karena pestisida mengandung logam berat, salah satunya adalah Plumbum (Pb) (Hartini,E. 2011)

Logam berat dalam tanah pada prinsipnya berada dalam bentuk bebas (mobil) maupun tidak bebas (immobil). Dalam keadaan bebas, logam berat dapat bersifat racun dan terserap oleh tanaman. Sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik, ataupun anorganik lainnya. Dengan kondisi tersebut, logam berat selain akan mempengaruhi ketersediaan hara tanaman juga dapat mengkontaminasi hasil tanaman. Jika logam berat memasuki lingkungan tanah, maka akan terjadi keseimbangan dalam tanah, kemudian akan terserap oleh tanaman melalui akar, dan selanjutnya akan terdistribusi ke bagian tanaman lainnya (Charlena, 2004). Di Nigeria, pengaruh penggunaan pestisida terhadap kandungan Cd dan Pb pada bayam menunjukkan akumulasi tertinggi pada daun dibandingkan batang dan akar. Kandungan Pb, Cd dan Cu rata-rata lebih tinggi dari maksimum tingkat yang dapat ditoleransi (Chiroma *dkk.*, 2007).

Jenis pestisida yang digunakan oleh petani bawang merah di Kecamatan Larangan, Kabupaten Brebes bervariasi dan berbeda-beda, dengan frekuensi penyemprotan sangat tinggi, yaitu rata-rata 15 kali dalam satu musim tanam. Akan tetapi residu pestisida yang terdapat dalam bawang merah masih berada di bawah ambang batas maksimum residu (BMR) pestisida (Badrudin dan Jazilah, 2010), karena sifat pestisida yang digunakan tidak persisten (Djojsumarto, 2008 *dalam* Badrudin dan Jazilah, 2010) dan termasuk jenis organofosfat sehingga relatif mudah

didegradasi di lingkungan (Handojo, 1997; Alegantina *et al.*, 2005 dalam Badrudin dan Jazilah, 2010).

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Darmono (1995) dalam Prasetyawati (2007) menyebutkan bahwa toksisitas logam pada manusia menyebabkan beberapa akibat negatif, tetapi yang terutama adalah timbulnya kerusakan jaringan, terutama jaringan detoksikasi dan ekskresi (hati dan ginjal). Beberapa logam mempunyai sifat karsinogenik (pembentuk kanker) maupun teratogenik (salah bentuk organ).

C. Bakteri

1. Definisi dan Penggolongan Bakteri

Bakteri adalah salah satu golongan organisme prokariotik (tidak memiliki selubung inti). Bakteri sebagai makhluk hidup tentu memiliki informasi genetik berupa DNA, tapi tidak terlokalisasi dalam tempat khusus (nukleus) dan tidak ada membran inti. Bagi kepentingan identifikasi mikroorganisme yang berbeda-beda itu dikenal beberapa risalah untuk menggolong-menggolongkan berbagai bakteri tanah dikenal beberapa sistem antara lain, sistem Bergey yaitu sistem yang banyak digunakan, relatif universal, menurut Bergey terdapat 5 golongan yaitu:

- a. Golongan Eubacteriales
- b. Golongan Actinomycetales

- c. Golongan Chlamydobacteriales
- d. Golongan Myxobacteriales
- e. Golongan Spirochaetales

Suatu sistem penggolongan bakteri lainnya yang didasarkan atas kegiatan fisiologis juga seringkali dilaksanakan atau diterapkan dalam studi-studi tanah. Sistem ini menggolongkan bakteri sebagai berikut (Sutedjo *dkk*, 1991):

- A. Bakteri autotropik atau bakteri fakultatif autotropik, memperoleh karbon terutama sekali dari CO₂ dan energinya dari oksidasi zat/bahan anorganik atau senyawa karbon yang bersahaja.
 - a. Bakteri yang menggunakan senyawa-senyawa nitrogen yang bersahaja, amonia dan nitrit sebagai sumber-sumber energinya.
 - b. Bakteri yang menggunakan sulfur dan senyawa-senyawa sulfur organik sebagai sumber-sumber energinya.
 - c. Bakteri yang menggunakan sulfur dan senyawa-senyawa besi (dan mangan) sebagai sumber-sumber energinya.
 - d. Bakteri yang menggunakan hidrogen sebagai sumber-sumber energinya.
 - e. Bakteri yang menggunakan sulfur dan senyawa-senyawa karbon (CO, CH₄) sebagai sumber-sumber energinya.
- B. Bakteri heterotropik yang memperoleh karbon dan energinya dari senyawa-senyawa organik.

a. Bakteri pemfiksasi nitrogen, memperoleh nitrogennya dari atmosfer.

(1). Bakteri pemfiksasi nitrogen yang nonsimbiotik

(2). Bakteri pemfiksasi nitrogen yang simbiotik atau bernodula pada akarnya.

b. Bakteri yang memerlukan nitrogen gabungan

2. Bakteri sebagai Mikroorganisme Tanah

Bakteri yang hidup dalam tanah memegang peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, sehubungan dengan kemampuannya dalam mengikat N dari udara dan mengubah amonium menjadi nitrat. Termasuk ke dalam golongan ini yang berbentuk batang (*bacil*) yang mampu membentuk spora dan yang tidak membentuk spora, spora pada bakteri bukan alat untuk berkembang biak melainkan alat untuk mempertahankan diri dari lingkungan yang tidak menyenangkan. Selain bakteri bacil, terdapat pula bakteri *coccus*, *vibrios*, dan *spirilla*. Bakteri *Costvidium pastorianum* adalah bakteri yang dapat memfiksasi/mengikat Nitrogen dalam keadaan anaerob. Bakteri *Azotobakter chroococcum* yaitu bakteri yang dapat mengikat Nitrogen dalam keadaan aerob. Bakteri *Nitrobacter* yaitu bakteri yang dapat mengubah amonium menjadi nitrat. Bakteri *Radicicolas* yaitu bakteri yang dapat bersimbiosa dengan Leguminosa. Bakteri-bakteri sangat beragam dalam ukuran, bentuk

dan keperluan-keperluan oksigen (aerob dan anaerob), penggunaan energi (autotrof dan heterotrof), hubungan pada tanaman dan binatang (saprofit dan parasit) (Sutedjo, *dkk.*1991).

Di dalam tanah, penyebaran bakteri lebih beragam dari organisme lainnya. Bakteri dapat hidup di tempat yang sebagian organisme lainnya tidak bisa hidup. Dekomposisi bahan organik di dalam tanah tidak terlepas dari aktivitas bakteri tanah. Bakteri perombak merupakan kelompok terbesar yang mengkonsumsi senyawa karbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman segar. Bakteri mengkonversi energi dalam bahan organik tanah menjadi bentuk yang bermanfaat bagi organisme lainnya. Bakteri perombak penting terutama dalam imobilisasi, atau menahan unsur hara dalam selnya, dapat mencegah kehilangan nitrogen dari daerah perakaran (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Akar mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Pengaruh yang paling kuat adalah dalam rhizosfer, yaitu tanah sekitar permukaan akar dimana kumpulan makanan dari tanaman merangsang fungi dan bakteri untuk meningkatkan kepadatan populasinya 10 hingga 100 kali dibanding bagian-bagian tanah yang lain. Dengan kata lain pada rhizosfer ini jumlah organismenya jauh lebih banyak daripada bagian-bagian lainnya di tanah (Yulipriyanto, 2010).

Akar merupakan tempat hidup bakteri, fungi dan hewan-hewan kecil yang hidup *korteks*. Beberapa diantaranya berbahaya, lainnya

adalah parasitik dan adapula yang bersifat simbiotik dengan tanaman membantu memperoleh nutrisi. Dengan demikian organisme yang terdapat di sekitar daerah perakaran mempunyai peranan untuk menyediakan hara bagi tanaman, dengan cara akar-akar tanaman tersebut telah memberikan zat-zat/senyawa tertentu yang dibutuhkan oleh mikroorganisme tanah. Di atas semuanya itu perakaran dan lingkungan rhizosfer membantu sangat banyak pada total mikroorganisme tanah dengan aktivitas biokimianya (Yulipriyanto, 2010). Bakteri merupakan mikroorganisme dalam tanah yang paling dominan. Dalam tanah yang subur terdapat 10-100 juta bakteri di dalam setiap gram tanah tergantung dari kandungan bahan organik suatu tanah. Bakteri terdapat dalam segala jenis tipe tanah tapi populasinya menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah (Rao, 1994).

D. Jenis-jenis mikroba tanah dan perannya

Mikroba yang biasa digunakan untuk pemupukan dan dapat memfiksasi nitrogen di antaranya *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, *Rhizobium sp* yang mempunyai peran sebagai berikut:

a. *Rhizobium sp.*

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Alphaproteobacteria

Ordo : Rhizobiales

Famili : Rhizobiaceae

Genus : Rhizobium

Spesies : *Rhizobium sp.*

(Bergeys, 2003 *dalam* Chusnia, 2014)

Rhizobium merupakan jenis bakteri yang banyak digunakan untuk pupuk hayati. Rhizobium yang bersimbiosis dengan tanaman legum mampu mengikat N dari udara sebesar 100 –300 kg N/ha dalam satu musim dan meninggalkan sejumlah N untuk tanaman berikutnya. Rhizobium mampu mencukupi 80% kebutuhan nitrogen tanaman legum dan meningkatkan produksi antara 10%-25%, tergantung pada kondisi tanah dan efektivitas populasi mikroba tersebut (Sutanto, 2002).

Genus *Rhizobia* yang hanya dapat hidup bersimbiosis pada tanaman inang tertentu (spesifik). Mempunyai kemampuan menambat nitrogen tinggi maka tanaman inang harus dinokulasi dengan inokulan yang sesuai. Penambatan N oleh *Rhizobia* akan maksimum bila ketersediaan hara nitrogen tanah dalam keadaan minimum.

Sehingga dianjurkan untuk memberikan sedikit pupuk nitrogen sebagai starter, agar bibit muda memiliki kecukupan N sebelum rhizobia berkembang dengan baik pada akar tanaman. Sebaliknya pemupukan nitrogen dengan jumlah besar atau terus menerus akan

memperkecil kegiatan rhizobia sehingga kurang efektif (Husen *dkk.*, 2009).

b. *Azotobacter sp.*

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Pseudomonadales

Famili : Curculionoidea

Genus : *Azotobacter*

Spesies : *A. chroococcum* (Bergeys, 2000 *dalam* Chusnia, 2014)

Azotobacter sp. bentuk selnya besar lonjong berdiameter 2 μm dengan panjang berbeda-beda dengan bentuk morfologi kokoid. Sel tunggal, berpasangan, atau bergerombol tidak teratur. Pleomorfisme nyata. Tidak membentuk endospora tetapi membentuk siste berdinding tebal. Dapat menghasilkan lendir kapsul dalam jumlah banyak. Motil dengan flagelum peritrikus atau non-motil. Gram negatif, menambat nitrogen dari atmosfer secara non-simbiotik, aerob. Suhu optimum 20 sampai 30°C.

Azotobacter sp. merupakan bakteri non-simbiosis yang hidup di mintakat perakaran. Dijumpai hampir pada semua jenis tanah tetapi

populasinya relatif rendah. Selain kemampuannya dalam menambat nitrogen, bakteri ini juga menghasilkan sejenis hormon yang kurang lebih sama dengan hormon pertumbuhan tanaman dan menghambat pertumbuhan jenis jamur tertentu. Seperti halnya *Azospirillum*, *Azotobacter* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui pasokan N-udara, pasokan pengatur tumbuh, mengurangi kompetisi dengan mikrobia lain dalam menambat nitrogen, atau membuat kondisi tanah lebih menguntungkan pertumbuhan tanaman (Sutanto, 2002).

Ada dua pengaruh positif *Azotobacter* terhadap pertumbuhan tanaman, ialah: mempengaruhi perkecambahan benih dan memperbaiki pertumbuhan tanaman. Peranan bakteri ini terhadap perkecambahan tidak banyak diminati, meskipun demikian cukup banyak penelitian yang mengarah pada peranan *Azotobacter* dalam meningkatkan daya kecambah benih tanaman tertentu (Sutanto, 2002). Kenaikan hasil tanaman setelah diinokulasi *Azotobacter* sudah banyak diteliti. Di India inokulasi *Azotobacter* pada tanaman jagung, gandum, cantel, padi, bawang putih, tomat, terong, dan kobis ternyata mampu meningkatkan hasil tanaman tersebut (Sutanto, 2002).

Azotobacter sp. berperan sebagai agen peningkat pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon sitokinin, isopenteniladenosin, isopenteniladenin, metiltiozeatin dan metiltioisopentenil-1-adenin dan auksin (Wiyanto, 2009 dalam Chusnia, 2014).

c. *Azospirillum sp*

Kingdom : Proteobacteria

Kelas : Rhodospirales

Famili : Rhodospirillaceae

Genus : *Azospirillum*

Spesies : *Azospirillum sp.* (Bergeys, 2003 dalam Chusnia, 2014).

Azospirillum sp. memiliki ciri sel berbentuk batang yang lurus, ukuran sel 0,9–1,2 μm . Sel motil dengan karakteristik seperti pembuka sumbat botol atau gerakannya bergetar di media cair dengan flagela tunggal polar. Warna beberapa strain koloninya akan menampilkan warna merah muda cerah atau pigmen merah muda gelap pada media PDA. Pertumbuhan optimum pada suhu 34-37°C, beberapa strain tumbuh baik di pH 7 dan lainnya lebih memilih ke kondisi asam. Bakteri ini adalah pemfiksasi nitrogen, menghasilkan nitrogen bergantung pada pertumbuhan di bawah kondisi mikroaerobic. Untuk spesies *A. brasilense* dengan ukuran sel 1,0 – 1,2; mengubah NO_3 menjadi NO_2 dan tumbuh pada pH 6,0 –7,3.

Azospirillum mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati. Bakteri ini banyak dijumpai berasosiasi dengan tanaman jenis rerumputan, termasuk beberapa jenis sereal, jagung, gandum. Sampai saat ini ada tiga spesies yang telah ditemukan dan mempunyai kemampuan sama dalam menambat nitrogen, ialah: *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum lipoferum* dan

Azospirillum amazonense. *Azospirillum* merupakan salah satu kelompok mikroba rizosfer. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini tidak menyebabkan percabangan akar bakteri tersebut lebih berperan dalam penyerapan unsur hara. Keuntungan lain dari bakteri ini, bahwa apabila saat berasosiasi dengan perakaran tidak dapat menambat nitrogen, maka pengaruhnya adalah meningkatkan penyerapan nitrogen di dalam tanah. Pada kasus ini infeksi rizosfer yang disebabkan oleh bakteri tidak menyebabkan perubahan morfologi perakaran, meningkatkan jumlah akar rambut, menyebabkan percabangan akar, bakteri ini lebih berperan dalam membantu penyerapan unsur hara (Sutanto, 2002). *Azospirillum brasilense* dapat memperbaiki produktivitas tanaman melalui penyediaan N₂ atau melalui stimulasi hormon.

Keuntungan lain dari bakteri ini, bahwa apabila saat berasosiasi dengan perakaran tidak dapat menambat nitrogen, maka pengaruhnya adalah meningkatkan penyerapan nitrogen yang ada di dalam tanah. Pada kasus ini pemanfaatan bakteri tidak berkelanjutan, tetapi apabila *Azospirillum* yang berasosiasi dengan perakaran tanaman mampu menambat nitrogen, maka unsur nitrogen di dalam tanah dapat dipertahankan dalam waktu yang relatif lebih panjang. Keadaan ini relatif lebih menguntungkan karena dapat mengurangi pasokan pupuk nitrogen. Di samping itu, *Azospirillum* meningkatkan efisiensi penyerapan nitrogen dan menurunkan kehilangan akibat pelindian, denitrifikasi atau bentuk kehilangan nitrogen yang lain (Sutanto, 2002).

d. *Pseudomonas sp*

Kingdom : Prokariota

Divisi : Gracilutes

Kelas : Proteobacteria

Ordo : Pseudomonadales

Famili : Pseudomonadaceae

Genus : *Pseudomonas*

Spesies : *P. fluorescens* (Bergeys, 2000 dalam Chusnia, 2014)

Pseudomonas sp. bentuk selnya tunggal, batang lurus atau melengkung, namun tidak berbentuk heliks. Pada umumnya berukuran 0,5 –1,0 µm x 1,5 – 4,0 µm. Motil dengan flagelum polar, multitrikus (flagelum lebih dari 1). Gram negatif, kemoorganototrof, metabolisme dengan respirasi, tidak pernah fermentatif. Beberapa kelompok bakteri merupakan kemolitotrof fakultatif, dapat menggunakan H₂ atau CO sebagai sumber energi. Oksigen molekuler merupakan penerima elektron universal, beberapa dapat melakukan denitrifikasi dari nitrat menjadi nitrit. Aerobik sejati, kecuali spesies-spesies yang dapat menggunakan denitrifikasi sebagai cara respirasi anaerobik serta katalase positif. Untuk *Pseudomonas fluorescens* mempunyai sifat memendarkan cahaya, dan tumbuh pada suhu 4°C. mempunyai kemampuan hidrolase arginine,

dan ada yang dapat menghidrolisis gelatin, dan melakukan proses denitrifikasi (Holt, 2000 dalam Chusnia, 2014)

Pseudomonas berfungsi untuk melarutkan fosfat dari bentuk yang tidak dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, *Pseudomonas* dapat membantu dalam proses dekomposisi bahan organik. *Pseudomonas* menghasilkan enzim pengurai yang disebut lignoselulase (Pranata, 2010) juga peluruh ikatan kompleks fosfat dalam tanah.

Beberapa bakteri pelarut phospat juga berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap penyakit. Strain tertentu dari *Pseudomonas sp.* dapat mencegah tanaman dari patogen yeast yang berasal dari tanah dan potensial sebagai agen biokontrol untuk digunakan secara komersial di rumah kaca maupun di lapangan (Husen dkk., 2009). Sedangkan, menurut Soesanto (2008) dalam Ramdan (2010) Bakteri *P.fluorescens* dapat memberikan pengaruh menguntungkan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai “ *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*” (PGPR). Bakteri juga menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan patogen, terutama patogen tular tanah dan mempunyai kemampuan mengkoloni akar tanaman. Bakteri mempunyai tipe interaksi dengan patogen berupa pesaing hara, penghasil antibiotika, siderofor, dan asam sianida.