

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Dalam Kajian Ke Islaman

2.1.1 Jenis Tanah

Allah menciptakan berbagai jenis tanah diantaranya terdapat tanah yang subur dan tanah yang tidak subur. Hal ini tercantum dalam Al- Qur'an surat Al-a'raf ayat 58:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۚ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكْدًا ۚ
كَذَلِكَ نُنْصِرُكَ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur (QS. Al-a'raf, 7: 58).

Abu Ja'far berkata: Allah berfirman, negeri yang baik itu tanahnya subur dan airnya segar. Tumbuh-tumbuhannya keluar apabila Allah menurunkan hujan dan mengirimkan kehidupan kepadanya dengan ijinnya. Tumbuh-tumbuhan itu mengeluarkan buah-buahan yang baik pada saat itu, sedangkan tanah yang tidak subur dan airnya asin, maka tumbuh-tumbuhannya tidak keluar, melainkan sangat sulit.

2.1.2 Pengelolaan Tanah

Allah berfirman dalam Al-Qur'an surat Yaasiin ayat 33-34:

وَأَيُّهُمْ هُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾
وَجَعَلْنَا فِيهَا جَنَّاتٍ مِّنْ حُجْلٍ وَأَعْنَابٍ وَفَجْرْنَا فِيهَا مِنَ الْعُيُونِ ﴿٣٤﴾

Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan. Dan Kami jadikan padanya kebun-kebun kurma dan anggur dan Kami pancarkan padanya beberapa mata air (QS. Yaasiin, 36: 33-34).

Abu ja'far berkata: maksud dari ayat ini adalah, dan satu petunjuk bagi orang-orang musyrik itu tentang keutamaan Allah terhadap hal-hal yang dikehendaknya, dan menghidupkan makhluknya yang telah mati serta mengembalikannya seperti sediakala sesudah musnah, adalah Allah menghidupkan bumi mati yang tidak ada tumbuhan dan tanaman di dalamnya dengan air hujan yang diturunkannya dari langit hingga keluar tumbuhannya, kemudian dari tumbuhan itu Allah mengeluarkan biji yang menjadi makanan pokok bagi mereka, lalu darinya mereka memperoleh makanan.

Pada ayat di atas telah dijelaskan bahwa manusia sudah diberikan fasilitas oleh Allah berupa tanah agar dimanfaatkan oleh manusia sendiri. Allah telah menunjukkan kebesarannya dengan menghidupkan yang mati (tanah) menjadi hijau (tumbuhan) dan menumbuhkan biji-bijian termasuk kedelai.

2.1.3 Mikroorganisme Tanah

Firman Allah dalam Al-Qur'an Surat Fushilat ayat 10:

وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ مِنْ فَوْقِهَا وَبَرَكَ فِيهَا وَقَدَّرَ فِيهَا أَقْوَاتَهَا فِي أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ
سَوَاءً لِّلْسَائِلِينَ ﴿١٠﴾

Dan Dia menciptakan di bumi itu gunung-gunung yang kokoh di atasnya. Dia memberkahinya dan Dia menentukan padanya kadar makanan-makanan (penghuni)nya dalam empat masa. (Penjelasan itu sebagai jawaban) bagi orang-orang yang bertanya (QS. Fushilat, 41: 10).

Dalam Al-Qur'an menyebutkan bahwa Allah SWT menyiapkan secara cermat seluruh kebutuhan hidup makhluk di bumi, termasuk manusia. Dalam pembuktian pada penciptaan awal alam dan proses evolusi terbukti bahwa kehidupan yang ada sekarang ini memang sudah dirancang, oleh karena itu penemuan bioteknologi akan bakteri-bakteri baru yang memiliki manfaat dan bakteri-bakteri yang sudah dikenal akan terus terjadi. Pada dasarnya kehidupan di bumi ini dimudahkan oleh Allah.

Sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Al-Mulk Ayat 15:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذُلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ
وَالِيهِ النُّشُورُ ﴿١٥﴾

Dialah yang menjadikan bumi itu mudah bagi kamu, Maka berjalanlah di segala penjurunya dan makanlah sebahagian dari rezki-Nya. dan hanya kepada-Nya-lah kamu (kembali setelah) dibangkitkan (QS. A-lmulk, 67: 15).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa kemudahan yang diberikan oleh Allah SWT berupa kemudahan dalam suhu, keseimbangan alam, keseimbangan orbital, juga dalam hal kemudahan penyediaan pangan. Sumber daya dukung pangan berdasarkan temuan baru bioteknologi sesungguhnya sangat berlimpah (Barry, 1996).

2.2 Gambaran Umum Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, dan tumbuh tegak, berdaun lebat, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar antara 10 sampai 200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidup. Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya bersebrangan. Daun-daun yang terbentuk kemudian adalah daun bertiga dan letaknya beseling-seling. Adakalanya terdapat daun dengan empat anak daun. Batang, polong dan daun di tumbuh bulu berwarna abu-abu atau coklat, namun terdapat pula tanaman yang daunnya tidak berbulu (Cahyono, 2007).

2.3 Klasifikasi Kedelai

Kingdom Plantae

Division Magnoliophyta

Sub Division Angiospermae

Kelas Dicotyledoneae

Ordo Rosales

Suku Fabaceae

Famili Leguminosae

Genus Glycine

Spesies *Glycine max* (L) Merril

(Tjitrosoepomo, 1993).

2.4 Syarat Tumbuh dan Pertumbuhan Kedelai

2.4.1 Keadaan Iklim Tanah

Berdasarkan penyebaran curah hujan, dikalangan petani dikenal empat musim tanam yaitu labuhan, rendengan, marengan dan kemarau. Keempat musim tanam tersebut berguna untuk mengatur pola tanam secara spesifik lokasi (Pitojo, S, 2003).

Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 23-34°C, akan tetapi suhu optimum pada pertumbuhan tanaman kedelai 23°-27°C. Pada proses perkecambahan tanaman kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30°C dan saat panen kedelai yang jatuh pada musim kemarau akan lebih baik dari pada musim hujan, karena berpengaruh terhadap pemasakan biji dan pengeringan hasil (Prihatman, 2000).

Menurut Pitojo, S (2003) pertumbuhan terbaik diperoleh pada kisaran suhu antara 25°C-27°C, dengan kelembaban udara rata-rata 50%. Tanaman kedelai memerlukan intensitas cahaya penuh, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah yang terkena sinar matahari selama dua belas jam sehari.

2.4.2 Keadaan Tanah

Kedelai memerlukan tanah yang memiliki aerasi, drainase, dan kemampuan menahan air cukup baik. Pada tanah kering serta tanah dangkal, kedelai tidak dapat tumbuh dengan baik. Jenis tanah yang sesuai bagi pertumbuhan kedelai adalah tanah alluvial, regosol, latosol dan andosol. Jenis-jenis tanah tersebut tersebar pada tanah persawahan, tegalan, maupun tanah kering di perkebunan dan kehutanan (Pitojo S, 2003).

Tanah yang cukup lembab cocok untuk budidaya tanaman kedelai. Kelembaban tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman perkecambahan benih hingga tanaman tua, yakni mempengaruhi aktifitas akar dalam penyerapan air serta zat-zat hara dan mempengaruhi aktifitas bakteri *Rhizobium* untuk bergerak ke daerah akar tanaman (Pitojo, S, 2003).

2.5 pH Tanah

Reaksi tanah dinyatakan dengan pH, mempunyai kisaran 0-14. Pengetahuan mengenai reaksi tanah sangat penting, karena berpengaruh terhadap keadaan fisika kimia tanah yang penting bagi kelangsungan hidup organisme tanah (Yulipriyanto, 2010).

Lazimnya keasaman atau kebasaan tanah dinyatakan dengan pH (konsentrasi ion-ion H^+); pH7 berarti netral, pH kurang dari 7 berarti masam, sedangkan pH lebih dari 7 berarti basa. Air kapur adalah basa dan air yang banyak mengandung sampah – sampah biasanya asam (Dwijoseputro, 2005).

2.6 Unsur Hara

Tanaman memerlukan makanan yang sering disebut hara tanaman (plant nutrient). Berbeda dengan manusia yang menggunakan bahan organik, tanaman menggunakan bahan anorganik untuk mendapatkan energi dan pertumbuhannya, dengan fotosintesis, tanaman mengumpulkan karbon yang ada di atmosfer yang kadarnya sangat rendah ditambah air diubah menjadi bahan organik oleh klorofil dengan bantuan sinar matahari. Unsur yang diserap untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman dinamakan hara tanaman. Mekanisme pengubahan unsur

hara menjadi senyawa organik atau energi disebut metabolisme (Rosmarkam, 2002).

Unsur hara yang diperlukan tanaman adalah: Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Seng (Zn), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Molibden (Mo), Boron (B), Klor (Cl), Natrium (Na), Kobal (Co), dan Silikon (Si) (Rosmarkam, 2002).

2.7 Unsur Fosfor (P)

Salah satu unsur hara yang terpenting pada pertumbuhan tanaman adalah P, di dalam tubuh tanaman P berperan dalam hampir semua proses reaksi biokimia (Wijaya, 2008).

2.7.1 Peran Unsur P dalam Tanaman

Fosfat yang diserap tanaman tidak direduksi, melainkan berada dalam senyawa-senyawa organik dan anorganik dalam bentuk teroksidasi. Fosfor anorganik banyak terdapat dalam cairan sel sebagai komponen sistem penyangga tanaman. Dalam bentuk organik fosfor terdapat sebagai: (1) Fosfolipid, yang merupakan membran sitoplasma dan kloroplas: (2) Fitin, yang merupakan simpanan fosfat dalam biji: (3) Gula fosfat, yang merupakan senyawa dalam berbagai proses metabolisme tanaman: (4) Nukleoprotein, komponen utama DNA dan RNA inti sel: (5) ATP, ADP, AMP dan senyawa sejenis, sebagai senyawa berenergi tinggi untuk metabolisme: (6) NAD dan NADP, merupakan enzim penting dalam proses reduksi dan oksidasi: (7) FAD dan berbagai senyawa lain yang berfungsi sebagai pelengkap enzim tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

2.7.2 Senyawa P dalam Tanah

Fosfor di dalam tanah dapat dibedakan dalam dua bentuk yaitu, P-organik dan P-anorganik. Kandungannya sangat beragam tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya rendah. Fosfor organik di dalam tanah terdapat sekitar 50% dari P total tanah sekitar 15-80% pada kebanyakan tanah. Bentuk-bentuk fosfat ini berasal dari sisa tanaman, hewan dan mikroba. Fosfor an-organik dalam tanah pada umumnya berasal dari mineral fluor apatit, dalam proses pergantian iklim dihasilkan berbagai macam mineral P sekunder seperti hidroksi apatit, karbonat apatit, klor apatit dan lain-lain sesuai dengan lingkungannya (Elfiati, 2005).

2.7.3 Peranan P Terhadap Parameter Pengamatan

Menurut Wijaya (2008) di dalam tubuh tanaman fosfor berperan dalam hampir semua proses reaksi biokimia, defisiensi P menyebabkan tanaman tumbuh terhambat (kerdil). Pengaruh defisiensi unsur hara yang nyata adalah menghambat pertumbuhan tanaman sehingga ukuran tanaman menjadi relatif lebih kecil.

Menurut Wijaya (2008) pada tanaman yang kekurangan P pertumbuhan luas daun akan terhambat, karena terjadi penurunan tekanan hidrolik akar, menghambat pembelahan sel dan pembesaran sel. Terhambatnya pertumbuhan disebabkan oleh sintesis karbohidrat yang tidak berjalan secara optimal.

Menurut Soepardi (1983) Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang terpenting pada kelangsungan hidup tanaman, yang berperan langsung pada berbagai proses metabolisme termasuk terbentuknya biji.

2.8 Tanah Masam

Tanah masam di Indonesia memiliki ciri-ciri tekstur lempungan, struktur gumpal, permeabilitas rendah, stabilitas agregat baik, pH rendah, KPK rendah, N, P, Ca, Mg sangat rendah, vegetasi alami alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan hutan (Hardjowigeno, 1993). Tanah masam mempunyai karakteristik pH yang rendah yaitu pada tanah masam kuat (5,5-4,5) sampai pada tanah yang ekstrim masam ($< 4,5$), kemampuan tukar kation rendah dan kejenuhan basa rendah (Shen *et al.*, 2006 dalam Isminarni, 2007). Menurut Handayanto (2007) kisaran pH pada tanah masam sekitar 4,2-4,7.

Ciri-ciri umum tanah masam adalah: nilai pH tanah rata-rata kurang dari 4, kandungan hara bahan organik tanah (BOT) yang rendah, ketersediaan P dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah rendah, tingginya kandungan unsur Mn^{2+} dan aluminium reaktif (Al^{3+}) yang dapat meracuni akar tanaman dan menghambat pembentukan bintil akar tanaman legum. Distribusi perakaran tanaman relatif dangkal, sehingga tanaman kurang tahan terhadap kekeringan dan banyak terjadi pencucian hara ke lapisan bawah (Hairiah, *et al.*, 2005).

Pengelolaan tanah masam untuk kepentingan pertanian mengalami kendala ganda (multiple constraints), yaitu kemasaman tinggi dan kekahatan unsur hara penting bagi tanaman seperti N, P, Na, dan atau Mg, pH tanah yang masam berpengaruh nyata terhadap kelarutan dari nutrisi tanaman dan mikroorganisme, pH rendah menyebabkan terlepasnya Al^{3+} kedalam larutan tanah (Isminarni, 2007).

2.9 Kondisi Tanaman Kedelai di Tanah Masam

Tanaman kedelai memerlukan P lebih besar dibandingkan dengan komoditas lainnya seperti gandum dan jagung. Cekaman kahat P biasanya terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman yaitu akar-akar tanaman kurang berkembang sehingga tidak mampu menyediakan seluruh kebutuhan P. Fosfor dapat diikat kuat oleh Al dan Fe pada tanah masam sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Daun-daun tua pada kedelai yang kahat P sering menampilkan warna ungu karena terjadinya akumulasi antosianin (pigmen ungu) (Atman, 2006).

Menurut Hairiah (2000) pada tanah masam sebaran akar akan menjadi dangkal, dangkalnya sebaran perakaran pada lahan masam disebabkan oleh dua hambatan yaitu pertama adanya penghalang fisik dengan adanya lapisan keras yang sulit ditembus akar, yaitu lapisan kerikil, kedua adanya lapisan beracun pada lapisan bawah karena mengandung unsur Al yang sangat banyak. Keracunan Al mudah dikenali dengan mengamati perakarannya karena akar adalah bagian tanaman yang langsung terpengaruh oleh keracunan Al.

Tanda-tanda morfologi akar yang keracunan Al antara lain membesarnya akar sehingga garis tengahnya menjadi lebih besar dari biasanya, akar menjadi lebih pendek dan kaku seperti kawat, akar mudah patah, membengkaknya ujung-ujung akar, akar tanaman tidak dapat berfungsi sempurna dalam penyerapan air dan unsur hara (Hairiah, 2000).

Masalah lain yang sering muncul di lapangan adalah toksisitas Al dan Mangan (Mn) serta kahat Ca, kelarutan Al meningkat pada tanah bereaksi masam, kelarutan Al yang tinggi dapat meracuni tanaman kedelai. Toksisitas pada

tanaman kedelai ditandai dengan rusaknya (terganggunya) sistem perakaran. Berbeda dengan Al, toksisitas Mn terjadi pada bagian atas tanaman, pengecilan, pengeringan, dan karat daun merupakan gejala toksisitas Mn pada kedelai (Atman, 2006).

Sumarno (2005) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah masam mengalami gangguan akibat cekaman abiotik dan biotik, seperti: (a) pertumbuhan vegetatif terhambat sebagai akibat kekurangan hara makro dan mikro; (b) keracunan Al atau Mn; (c) pembentukan nodul terhambat; (d) tanaman mudah mendapat cekaman kekeringan; dan (e) pertumbuhan akarnya terhambat. Gejala yang sangat jelas adalah pertumbuhan yang sangat kerdil, daun berwarna kuning kecoklatan, pertumbuhan perakaran sangat terbatas, bunga yang terbentuk minimal dan jumlah polong juga minimal, produktivitas sangat rendah atau bahkan gagal menghasilkan biji.

2.10 Bakteri Pelarut Fosfat

Menurut Rahmawati (2005), mikroba-mikroba tanah banyak yang berperan di dalam penyediaan maupun penyerapan unsur hara bagi tanaman. Tiga unsur hara penting tanaman, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) seluruhnya melibatkan aktivitas mikroba. Bakteri merupakan organisme yang paling besar jumlahnya di dalam tanah, sehingga dalam satu gram saja dapat ditemukan kurang lebih 10^6 bakteri. Beberapa bakteri penting dalam tanah antara lain: *Pseudomonas*, *Arhtrobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* (Handayanto, 2007).

Salah satu bakteri yang penting adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) yang berperan dalam melarutkan fosfat organik dan anorganik menjadi fosfat terlarut sehingga dapat digunakan atau diserap oleh akar tanaman dan mikroba tanah lainnya (Rao, 1982). BPF juga dapat memacu pertumbuhan tanaman (Widawati, 2001). *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Bacillus megaterium*, dan *Chromobacterium* sp. adalah sebagian dari kelompok BPF yang mempunyai kemampuan tinggi sebagai “*biofertilizer*” dengan cara melarutkan unsur P yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman. Unsur P adalah salah satu unsur hara penting yang berperan dalam metabolisme dan proses mikrobiologis tanah. Persentase kandungan unsur P dalam ekosistem tanah juga sangat tergantung dari adanya BPF dalam ekosistem tanah tersebut (Widawati dan suliasih, 2006).

Menurut Sutanto (2002) kebanyakan tanah di wilayah tropika yang bereaksi asam ditandai kekurangan fosfat, sebagian besar bentuk fosfat tersemat oleh koloid tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada kebanyakan tanah tropika diperkirakan hanya 25% fosfat yang diberikan dalam bentuk superfosfat yang diserap tanaman dan sebagian besar atau 75% diikat tanah dan tidak dapat diserap oleh tanaman.

Bakteri pelarut fosfat berperan dalam proses transformasi unsur P dengan cara (Istigani, 2005): (1) mengubah kelarutan senyawa fosfat anorganik., (2) meningkatkan mineralisasi senyawa organik dengan melepaskan fosfat anorganik., (3) mendorong proses oksidasi dan reduksi senyawa fosfat anorganik,

transformasi P oleh bakteri pelarut P lewat tiga mekanisme di atas dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah.

Genus *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, dan lainnya diketahui aktif dalam pengubahan kelarutan senyawa fosfat anorganik dan melarutkan bentuk-bentuk ikatan fosfat tertentu. Genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* memiliki kemampuan yang paling besar dalam melarutkan fosfat tak larut menjadi bentuk larut dalam tanah. Pelarutan ini disebabkan oleh adanya sekresi asam organik bakteri tersebut seperti asam formiat, asetat, propionat, laktat, glikolat, glioksilat, fumarat, tartat, ketobutirat, suksinat dan sitrat (Rao, 1982 dalam Istigani, 2005).

Bakteri pelarut fosfat mensekresikan sejumlah asam organik seperti asam-asam formiat, asetat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat dan suksinat yang mampu membentuk khelat dengan kation-kation seperti Al dan Fe pada ultisol sehingga berpengaruh terhadap pelarutan fosfat yang efektif sehingga P menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Fitriatin, 2009).

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam katagori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 1995). Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono, 2000). Bakteri tersebut berperan juga dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik

lainnya yang dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Rao, 1994).

2.10.1 Bakteri *Pseudomonas*

Pseudomonas sp. merupakan salah satu kelompok bakteri yang bersifat gram negatif dengan sel berbentuk batang lurus atau melengkung, namun tidak berbentuk heliks, kemoorganotrof, metabolisme dengan respirasi, berukuran 0.5-0.8 Jm×1-3 Jm, mengakumulasi β -polihidroksi butirir sebagai sumber karbon, dan merupakan salah satu bakteri yang banyak digunakan sebagai inokulan pupuk hayati (Nurhamida, 2009).

Hasil penelitian terdahulu menyatakan kemampuan *Pseudomonas* sp. dalam menghasilkan asam indol asetat, siderofor, dan melarutkan fosfat menjadi alasan kuat untuk mengaplikasikannya sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*) (Astuti 2008). Pemanfaatan *Pseudomonas* sp. sebagai inokulan pemacu tumbuh merupakan langkah efektif untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian. Hal ini berkaitan dengan produk mikroba yang digunakan sebagai inokulan pupuk hayati yang bersifat mudah didegradasi sehingga tidak menimbulkan efek bahaya jika terakumulasi dalam rantai makanan, dan target organisme bagi *Pseudomonas* sp. dengan aktivitas antifungi akan sangat spesifik sehingga akan mampu meminimalisasi pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman (Shen 1997 dalam Nurhamida 2009).

2.10.2 Klasifikasi Bakteri Pseudomonas:

Domain Bacteria

Kingdom Prokaryotes

Phylum Proteobacteria

Kelas Zymobacteria

Ordo Pseudomonadales

Famili Pseudomonadaceae

Genus Pseudomonas (Gerand, 2001).

2.11 Pupuk

Pupuk adalah unsur-unsur esensial baik makro maupun mikro, baik dalam bentuk komponen anorganik maupun organik yang dibutuhkan tanaman untuk kelangsungan hidupnya (Yulipriyanto, 2010).

2.11.1 Organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir dan atau hasil antara dari perubahan atau peruraian bagian dan sisa-sisa tanaman dan hewan, misalnya bungkil, guano, tulang, limbah ternak dan lain sebagainya (Murbandono, 2002). Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik yang didegradasikan secara organik. Sumber bahan baku organik ini dapat diperoleh dari bermacam-macam sumber, seperti: kotoran ternak, sampah rumah tangga non sintetis, limbah-limbah makanan-minuman, dan lain-lain. Biasanya untuk membuat pupuk organik ini, ditambahkan larutan mikroorganisme yang membantu mempercepat proses pendegradasian (Prihandarini, 2004).

2.11.1.1 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair kebanyakan diaplikasikan melalui daun atau

disebut sebagai pupuk cair foliar yang mengandung hara makro dan mikro esensial (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn, dan bahan organik) (Rizqiani, 2007).

Pupuk organik cair mempunyai beberapa manfaat diantaranya dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun dan pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosae sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara, dapat meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, cekaman cuaca dan serangan patogen penyebab penyakit, merangsang pertumbuhan cabang produksi, serta meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, serta mengurangi gugurnya daun, bunga dan bakal buah (Rizqiani, 2007).

Hamdani (2007) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair dapat meningkatkan hasil sayuran seperti, jahe, tomat dan buncis.

2.11.1.2 Beberapa Keunggulan Pupuk Oranik Cair

1. Mengikat kelebihan senyawa racun di alam seperti Al^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S .
2. Mengelola unsur hara di sekitarnya dan disediakan untuk tanaman.
3. Menyerap unsur hara bebas di alam baik di udara maupun di tanah dalam proses kehidupan bakteri, hasil proses tersebut berupa unsur hara yang siap diserap oleh tanaman.
4. Menguraikan unsur yang terikat oleh tanah yang pada keadaan tidak dapat diserap oleh tanaman.

5. Mengubah unsur an-organik menjadi unsur hara organik.

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dari pada pemberian melalui tanah (Hanolo, 1997).

2.11.2 Anorganik

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia. Pupuk anorganik dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah hara yang menyusunnya, yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal merupakan pupuk yang mengandung hanya satu unsur hara, sedangkan pupuk majemuk merupakan pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk ini adalah mudah pengangkutannya, mudah penyimpanannya dan mudah penggunaannya, kelemahannya adalah tidak menambah humus tanah. Pengangkutan pupuk, produksi, dan penggunaannya membutuhkan energi, dan terlepasnya gas N_2O sebagai gas rumah kaca (Yulipriyanto, 2010).

2.11.2.1 Pupuk SP-36

Pupuk SP-36 merupakan salah satu jenis pupuk superfosfat yang digunakan sebagai sumber fosfor. Dari brosur yang dikeluarkan oleh PT. Petrokimia Gresik. Kandungan total P_2O_5 dari pupuk SP-36 adalah 36%, berbentuk butiran, dan berwarna keabu-abuan. Unsur hara yang terdapat di dalam pupuk ini 83% larut dalam air serta bersifat netral, sehingga tidak mudah mempengaruhi keasaman tanah (Rasyid, 1997).

Menurut Lingga (2008) fungsi pupuk P antara lain:

- a. Menggiatkan pertumbuhan jaringan tanaman yang membentuk titik tumbuh tanaman.
- b. Memacu pembentukan bunga dan masakny buah atau biji, sehingga mempercepat masa panen.
- c. Memperbesar persentase terbentuknya bunga menjadi buah dan biji.
- d. Menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.

Pupuk SP-36 dibuat dari batuan fosfat alam yang diasamkan agar terbentuk P_2O_5 yang dapat larut dalam air dan asam sitrat, minimum 90% dari beratnya. Batuan asam dan fosfat yang digunakan untuk produksi SP-36 di Indonesia sebagian besar diimpor. Pupuk SP-36 mempunyai sifat pelepasan hara yang sama dengan TSP, tetapi kadar P_2O_5 dari SP-36 lebih rendah dari TSP, yaitu 36% (Ardika, 2008).

Perlakuan pemupukan menggunakan SP36 cenderung memberikan hasil yang baik seiring dengan meningkatnya dosis pemupukan, semakin tinggi dosis pemupukan maka semakin besar biomasa tanaman (Ardika, 2008).

Pupuk SP36 diberikan dengan dosis 100kg/ha pada lahan berpotensi tinggi, sedangkan pada lahan berpotensi sedang dan rendah masing-masing dianjurkan 150kg/ha dan 250 kg/ha. Bila menggunakan inokulan bakteri pelarut P, dosis pupuk P mampu ditekan sampai 50% (Soehendi, 2008).