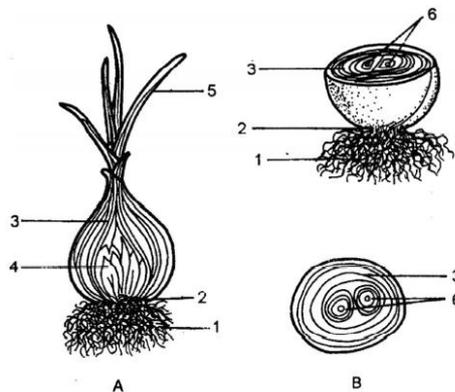


## 2 . TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Botani Bawang Merah

Bawang merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*) adalah salah satu tanaman hortikultura semusim yang sering dibudidayakan oleh banyak petani. Tanaman bawang merah dapat diklasifikasikan sebagai Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Sub Divisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledonae, Ordo: Liliales, Famili: Liliaceae, Genus: *Allium*, Spesies: *Allium ascalonicum* L (Rahayu dan Berlian, 2004).

Tanaman bawang merah secara morfologi memiliki beberapa bagian, yaitu daun, batang semu, bunga, dan biji. Tanaman ini dapat berdiri tegak dengan tinggi 15-50 cm dan termasuk tanaman yang tidak tahan terhadap kekeringan. Tanaman ini memiliki sistem perakaran serabut yang pendek dan dangkal yang dapat menembus tanah dengan kedalaman 15-20 cm serta memiliki diameter akar 2-5 mm dan jumlah perakaran bawang merah sekitar 20-200 akar per tanaman. Daun bawang merah berbentuk kecil silindris yang panjangnya antara 50-70 cm, berongga dan bagian ujungnya runcing, daun berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan pangkalnya melekat pada bagian atas *discus* (Sudirja, 2007).

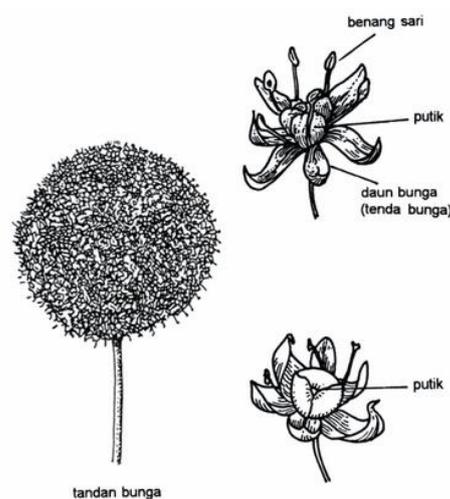


Gambar 1. Morfologi Tanaman Bawang Merah (A: penampang membujur, B: penampang melintang, 1: akar serabut, 2: batang pokok rudimenter cakram, 3: umbi lapis, 4: tunas lateral, 5: daun muda dan 6: titik tumbuh/calon tunas) (Rahayu dan Berlian, 2004)

Batang bawang merah (*discus*) berbentuk cakram, tipis, dan pendek. Fungsinya adalah sebagai tempat melekatnya perakaran dan mata tunas (titik tumbuh). Pada cakram (*discus*) diantara lapis kelopak daun terdapat tunas lateral atau anakan, sementara ditengah cakram adalah tunas utama (inti tunas/tunas

apikal) yang akan nantinya akan menjadi bakal bunga (primordia bunga). Pada bagian atas *discus* terdapat batang semu yang tersusun atas pelepah-pelepah daun. Batang semu yang berada didalam tanah dapat berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi lapis (Rahayu dan Berlian, 2004). Menurut Rubatzky dan Yamaguchi (1997) umbi bawang merah merupakan umbi lapis berbentuk benjolan yang terdapat lapisan-lapisan tipis yang tampak jelas dengan warna merah keunguan. Lapisan pembungkus siung umbi bawang merah sekitar 2-3 lapis yang tipis dan mudah kering. Bagian-bagian umbi bawang merah terdapat pada Gambar 1.

Bunga bawang merah merupakan bunga mejemuk berbentuk tandan. Tangkai tandan bunga memiliki panjang 30-50 cm melebihi tinggi daunnya. Tangkai bunga keluar dari ujung tanaman (titik tumbuh) dengan panjang antara 30-90 cm, Ujung dan pangkal tangkai bunga mengecil, dibagian tengah menggembung seperti pipa yang berlubang. Dibagian ujung tangkainya terdapat 50-200 kuntum bunga yang tersusun melingkar seolah berbentuk payung. Kuntum bunga bawang merah terdiri atas 5-6 helai daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari berwarna hijau atau kekuningan, 1 putik, memiliki tangkai kuntum bunga pendek dengan panjang 0,2-0,6 cm dan bakal buah berbentuk hampir segitiga. Tanaman bawang merah mulai berbunga pada umur 35-40 hari setelah tanam. Umur pemanjangan tangkai bunga terjadi sampai 65 hari setelah tanam dan bunga mulai mekar pada umur 75 hari setelah tanam (Sumarni *et al.*, 2012). (Rahayu dan Berlian, 2004). Bagian-bagian bunga bawang merah terdapat pada gambar 2.



Gambar 2. Bunga Bawang Merah (Rahayu dan Berlian, 2004)

## 2.2 Syarat Tumbuh Bawang Merah

Tanaman bawang merah tumbuh dengan baik pada daerah yang beriklim kering. Tanaman ini tidak tahan pada kekeringan namun juga sensitif terhadap air hujan dan cuaca berkabut. Menurut Wibowo (2007) bawang merah sebaiknya ditanam pada akhir musim penghujan sehingga pertumbuhannya menjadi bagus dan pengairannya dapat terkontrol dengan baik. Di Indonesia, tanaman bawang merah dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi  $\pm 1.100$  mdpl (ideal 0-800 mdpl). Cuaca yang baik untuk pertanaman bawang merah yaitu pada suhu antara 25-32°C dengan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran). Menurut Sumarni dan Hidayat (2005) Bawang merah yang ditanam pada suhu 22°C umbi bawang merah masih dapat terbentuk namun tidak sebaik pada daerah yang bersuhu lebih panas. Umbi bawang merah akan lebih besar ketika lama penyinaran lebih dari 12 jam. Curah hujan yang cocok untuk bawang merah yaitu sekitar 300-2.500 mm pertahun, serta kelembaban nisbi 50-70%.

Tanaman bawang merah dapat ditanam di daerah yang memiliki lahan datar maupun miring dengan kelembapan yang cukup (50-70%) dan tidak tergenangi air. Tanaman bawang cocok ditanam pada lahan yang memiliki tekstur tanah remah, tekstur sedang sampai liat, drainase/aerasi baik, mengandung bahan organik yang cukup, pH 5,6-6,5. Jenis tanah yang paling cocok untuk ditanami bawang merah adalah tanah Alluvial, Andosol atau kombinasi tanah Glei-humus atau Latosol. Waktu tanam bawang merah yang baik adalah pada awal musim kemarau dengan ketersediaan air yang cukup (April atau Mei) setelah panen padi dan pada bulan Juli atau Agustus. Penanaman bawang merah pada musim kemarau biasanya dilakukan di lahan bekas padi atau tebu sedangkan di musim hujan dilakukan di lahan tegalan (Sumarni dan Hidayat, 2005). Beberapa penelitian menjelaskan tentang penanaman bawang merah dapat ditanam secara *off season* atau budidaya bawang merah dilakukan diluar musim tanamnya atau ditanam pada musim penghujan. Waktu musim hujan lingkungan menjadi lebih lembab sehingga tanaman bawang merah rentan terserang hama dan penyakit, serta tanaman kurang mendapat cahaya matahari yang menyebabkan pertumbuhan kurang maksimal. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan beberapa varietas yang

tahan terhadap serangan hama dan penyakit dan memiliki daya adaptasi baik ketika ditanam secara *off season*. Varietas tersebut adalah Manjung dan Bauji (Baswarsiaty *et al.*, 2011 dan Firmansyah *et al.*, 2014).

### **2.3 Peran Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman**

Keberhasilan suatu kegiatan budidaya tanaman dapat dilihat melalui baik tidaknya pertumbuhan dan hasil tanaman yang dibudidayakan. Tanaman akan tumbuh, berkembang dan berproduksi dengan baik apabila kebutuhan unsur hara esensial tanaman tercukupi. Oleh sebab itu, kegiatan pemupukan perlu untuk dilakukan untuk menjaga ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Alabi, 2005). Menurut Rosmarkam (2002) dalam melakukan metabolisme, tanaman memerlukan berbagai unsur hara yang dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak, sedangkan unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman antara lain N, P, K, Ca, Mg dan S. Unsur hara mikro antara lain Fe, Mn, Zn, B, Cu, Ca, Cl, C, H dan O.

Unsur hara Nitrogen (N) merupakan unsur hara yang berperan untuk menstimulasi peningkatan biomassa yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Peran nitrogen dibutuhkan sebagai komponen penyusun pigmen hijau dan komponen penyusun enzim rubisco yang berperan sebagai katalisator dalam fiksasi CO<sub>2</sub> yang menunjang dalam berlangsungnya fotosintesis, selain itu juga sebagai komponen penyusun senyawa esensial seperti protein, asam amino, asam nukleat, nukleotida, dan koenzim (Suharja dan Sutarno, 2009). Pupuk N pada tanaman bawang merah berpengaruh terhadap ukuran umbi, kandungan air dan kualitas umbi. Kekurangan N dapat menyebabkan ukuran umbi kecil dan kandungan air rendah, apabila kelebihan N menyebabkan umbi besar, kadar air tinggi, namun mudah keropos dan tidak bernas (Nurhasanah, 2012). Unsur hara makro lainnya yaitu fosfor (P). Fosfor berperan penting dalam sel dan jaringan tanaman untuk melakukan metabolisme seperti transfer energi, fotosintesis, transformasi gula menjadi pati, pergerakan nutrisi dalam tanaman, dan transfer gen pembawa karakter (Dibb, 1999). Defisiensi P pada tanaman bawang merah

menyebabkan pertumbuhan akar dan daun terhambat, menurunkan hasil dan ukuran umbi (Nurhasanah, 2012). Unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar lainnya yaitu Kalium (K). Unsur hara ini berperan dalam proses biofisika meliputi tekanan osmosis dan turgor yang berpengaruh pada aktifitas membuka dan menutupnya stomata yang berkaitan dengan fotosintesis dari tanaman, kemudian proses biokimia dalam reaksi enzimatik seperti metabolisme pembentukan karbohidrat dan protein (Subandi, 2013). Defisiensi K pada tanaman bawang merah menyebabkan pertumbuhan terhambat dan ketahanan terhadap serangan penyakit menurun (Nurhasanah, 2012). Unsur hara makro yang dibutuhkan dalam kegiatan budidaya tanaman bawang merah yaitu 70-90 kg  $P_2O_5$ /ha, 150-200 kg N/ha dan 50-100 kg  $K_2O$ /ha (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Sumber unsur hara makro dan mikro dapat diperoleh dari pupuk organik seperti pupuk kandang, pupuk guano, bokashi, pupuk hijau dan pupuk kompos, sumber unsur hara lainnya yaitu pupuk kimia buatan (anorganik) seperti pupuk ZA, UREA, SP-36, TSP, KCl dan pupuk majemuk NPK, kemudian mineral alami tanah yang sudah tersedia dalam tanah. Bahan organik tanah merupakan semua bahan organik yang berada dalam tanah termasuk diantaranya humus, biomassa mikrobial, dan sisa-sisa flora dan fauna pada berbagai bahan dekomposisi. Bahan mineral tanah merupakan mineral yang terkandung didalam tanah sebagai salah satu indikator cadangan sumber hara dalam tanah dan muatan tanah beserta lingkungan pembentuk tanah (Masni *et al.*, 2015).

Pupuk anorganik adalah pupuk yang terbentuk dengan proses fisika, kimia, atau biologi yang umumnya dibuat dalam pabrik. Bahan-bahan dalam pembuatan pupuk anorganik berbeda-beda, tergantung kandungan yang diinginkan. Misalnya unsur hara fosfor terbuat dari batu fosfat. Pupuk anorganik sebagian besar bersifat higroskopis atau memiliki kemampuan menyerap air diudara, sehingga semakin tinggi sifat higroskopis pupuk semakin cepat pupuk mencair. Pupuk anorganik memiliki kelebihan diantaranya memiliki kandungan unsur yang mudah tersedia untuk tanaman sehingga hasil mudah terlihat pada tanaman, mudah pengaplikasiannya dan volume kecil. Menurut Maghfoer *et al.* (2013) menyebutkan bahwa nutrisi dalam pupuk anorganik mampu meningkatkan produktifitas tanah dalam memenuhi kebutuhan hara tanaman untuk waktu yang singkat. Namun,

kandungan unsur hara pupuk anorganik akan mudah hilang melalui pencucian, penguapan, dan nitrifikasi. Penggunaan pupuk kimia yang terus menerus akan menimbulkan residu dan merusak tanah (Indriani, 2011). Pengaplikasian pupuk anorganik dapat dikombinasikan dengan pupuk organik agar dampak buruk (residu) yang ditimbulkan dapat diminimalisir dan produksi tanaman tetap meningkat. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian Maghfoer *et al.* (2013) pengaplikasian kombinasi pupuk Urea 75% + kotoran kambing 25% dan Urea 50% + kotoran kambing 50% dapat meningkatkan hasil tanaman terong dibandingkan dengan hanya mengaplikasikan pupuk Urea 100% dengan masing-masing bobot sebesar 48,70 ton/ha dan 43 ton/ha.

Pupuk Organik merupakan pupuk yang berbahan dasar sisa-sisa makhluk hidup yang di olah melalui proses dekomposisi oleh bakteri pengurai. Pupuk organik dapat bermanfaat dalam memperbaiki sifat fisik, kimia tanah (sumber unsur hara) dan biologi tanah, selain itu juga mengurangi pencemaran lingkungan, meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan sehingga kualitas dan kuantitas produksi pertanian dapat meningkat (Yetti dan Elita, 2008). Selaian itu, pupuk organik juga dapat sebagai sumber bahan organik tanah (humus) yang penting dalam penyediaan unsur hara makro dan mikro seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Co, Ca, Mg, dan Si, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, serta dapat bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks sehingga ion logam yang meracuni tanaman atau menghambat penyediaan hara seperti Al, Fe dan Mn dapat dikurangi (Nurhasanah, 2012). Salah satu contoh pupuk organik adalah pupuk kandang ayam. Prastya *et al.* (2015) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pupuk kandang ayam memiliki kandungan unsur hara N (1,65%), P (0,06%), K (7,94%) dan pupuk kandang ayam memiliki nilai C/N rasio yang rendah sekitar 9,2 menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam mudah terdekomposisi. Pengaplikasian pupuk kandang ayam dapat berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. Menurut hasil penelitian Budianto *et al.* (2015) menyatakan bahwa mengaplikasikan pupuk kandang ayam dosis 10 ton/ha berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi dan perkembangan umbi yang lebih baik. Pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan

karena pupuk kandang dapat merubah faktor kesuburan tanah menjadi lebih baik seperti menyediakan unsur hara makro dan mikro, menaikkan kandungan humus dan memperbaiki struktur tanah sehingga agregat tanah menjadi lebih porous yang meningkatkan infiltrasi, perkolasi dan meningkatkan kandungan oksigen dalam tanah (Latarang dan Syakur, 2006).

#### **2.4 Peran PGPR terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman**

PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) merupakan sekelompok bakteri yang aktif dalam mengkolonisasi rhizosfer untuk menyediakan atau memfiksasi dan memobilisasi penyerapan unsur hara dalam tanah sehingga dapat menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Rhizosfer adalah lingkungan (zona) perakaran tanaman yang merupakan habitat berbagai jenis mikroorganisme. Kelompok bakteri PGR dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan mekanisme secara langsung maupun tidak langsung. Mekanisme tersebut dilakukan dengan cara melepaskan zat pengatur tumbuh (zat aktif biologis), meningkatkan ketersediaan dan penyerapan unsur dengan memfiksasi atau mobilisasi unsur hara, mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon, dan menekan perkembangan atau aktivitas patogen (Nadeem *et al.*, 2006). Menurut Fernando *et al.* (2005) peran PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori yaitu biostimulan, biofertilizer dan bioprotektan. Peran PGPR yang pertama sebagai pemacu atau perangsang pertumbuhan (biostimulan) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti mengubah dan menghasilkan hormon auksin, sitokinin, giberilin, etilen dan asam absisat. Menurut penjelasan Pratiwi *et al.* (2017) hormon auksin memiliki fungsi dalam mengatur pertumbuhan dan gerak tropisme, selain itu berperan dalam dominasi apical, inisiasi akar lateral, absisi daun, diferensiasi vascular, pembentukan tunas bunga dan perkembangan buah. Hormon giberilin berfungsi dalam merangsang tunas lateral dan meningkatkan jumlah daun. Semakin banyak jumlah daun maka modifikasi pelepah daun menjadi lapisan penyusun umbi juga akan semakin banyak sehingga umbi yang akan dihasilkan juga akan semakin besar. Hormon sitokinin berperan dalam memacu pembelahan sel akar (*root*) dan pada tunas (*shoot*), serta mencegah penuaan sel atau jaringan pada daun (Kundan *et al.*, 2015). Peran PGPR yang kedua

sebagai penyedia hara (biofertilizer) seperti fiksasi nitrogen ( $N_2$ ), mempengaruhi bintil akar dan melarutkan hara fosfat ( $H_2PO_4$ ) yang terikat dalam tanah. Kemudian peran PGPR yang ketiga sebagai pengendali atau menginduksi ketahanan sistemik tanaman terhadap serangan patogen (bioprotektan) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa metabolit anti patogen seperti *siderophore*, *1,3-glukanase*, antibiotik, sianida dan melibatkan sintesis enzim Litik termasuk *kitinase*, *protease*, *selulosa* serta *lipase* yang dapat melisis (menguraikan) bagian-bagian dinding sel fitopatogen jamur (Kundan, 2015)

Peran PGPR dalam memacu aktifitas pertumbuhan tanaman merupakan mekanisme secara langsung yang dilakukan oleh bakteri PGPR. PGPR memiliki beberapa keunggulan yaitu mampu menghasilkan hormon tumbuh, elisitor biotik, menginduksi ketahanan sistemik terhadap patogen atau agens biokontrol, menambah fiksasi nitrogen pada tanaman kacang-kacangan, pelarut fosfat, meningkatkan ketersediaan nutrisi lainnya seperti belerang, besi dan tembaga, pemacu pertumbuhan, rizoremediasi, memperbaiki pertumbuhan akar, menambah bakteri dan cendawan yang menguntungkan, pemeliharaan kesuburan tanah dan serapan hara, ketahanan terhadap stres air (Sutariati *et al.*, 2014 dan Husen, 2005). Hal tersebut juga dinyatakan oleh Richardson *et al.* (2009) PGPR dapat menambah nutrisi tanaman melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi *photosynderophore*. Aplikasi PGPR dapat membantu meningkatkan perkembangan dan pertumbuhan akar melalui produksi fitohormon, metabolit sekunder, dan enzim. Dampak pengaplikasian tersebut dapat dilihat dari penurunan laju pertumbuhan akar primer dan peningkatan panjang akar lateral dan rambut akar (Vacheron *et al.*, 2013).

PGPR dapat menghasilkan fitohormon seperti auksin, giberilin, sitokinin, etilen dan asam absisat sehingga dapat membantu pertumbuhan akar, waktu pembungaan, waktu pemasakan buah serta memacu pertumbuhan tanam. Hormon Auksin adalah hormon yang memiliki fungsi dalam pembelahan sel, diferensiasi dan perpanjangan sel. Bakteri-bakteri PGPR yang dapat memproduksi auksin antara lain *Pseudomonas* spp., *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp., dan *Bacillus* spp. (Kundan *et al.*, 2015)

PGPR dalam memfiksasi nitrogen ( $N_2$ ) secara langsung dibantu oleh beberapa mikroorganisme antara lain *Azospirillum*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*, *Burkholderia*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* dan *Serratia*. Bakteri-bakteri tersebut mempunyai kemampuan dalam menambat nitrogen bebas ( $N_2$ ) dari udara sehingga unsur hara N dapat tersedia bagi tanaman, merombak bahan organik dan sebagai pemantap agregat tanah (Kundan *et al.*, 2015). Sedangkan penyediaan fosfat ( $H_2PO_4$ ) dibantu oleh *Mychorriza* dan mineralisasi fosfat yang dilakukan oleh bakteri pelarut fosfat. Proses mineralisasi ini dapat terjadi karena bakteri tersebut mensintesis senyawa asam organik yang mampu mengubah P organik menjadi P anorganik sehingga dapat diserap langsung oleh tanaman. Bakteri pelarut fosfat (BPF) antara lain genus *Cerratia*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bacterium* dan *Mycobacterium*. Bakteri-bakteri tersebut juga berperan dalam proses transfer energi, penyusunan koenzim, asam nukleat dan senyawa metabolik lainnya yang dapat mempengaruhi penyerapan P pada tanaman (Widawati *et al.*, 2015).

PGPR berperan dalam menginduksi ketahanan sistemik (antibiotik) tanaman terhadap serangan patogen merupakan bentuk mekanisme secara tidak langsung yang dilakukan oleh bakteri PGPR. Sutariati *et al.*, (2014) menyatakan bahwa indikator adanya induksi ketahanan terhadap serangan patogen yaitu terjadinya peningkatan aktivitas enzim peroksidase dan produksi senyawa fitoaleksin. Kemampuan bakteri PGPR menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen berhubungan dengan tingkat serangan penyakit, performa pertumbuhan dan hasil tanaman. Contoh pengaplikasian PGPR yang dapat mencegah serangan patogen penyakit dijelaskan pada hasil penelitian yang dilakukan Syaifuddin *et al.* (2014), dalam menekan penyakit layu bakteri (*R. solanacearum*) pada tanaman kentang formulasi isolat PGPR yang ditambah formulasi isolat bakteri antagonis mempunyai kemampuan terbaik dengan rata-rata penekanan intensitas serangan sebesar 65,7%. Jadi, dalam mencegah serangan patogen PGPR dan bakteri antagonis mengkolonisasi akar tanaman yang menimbulkan patogen sulit dalam menginfeksi jaringan tanaman. Selain itu, pengaplikasian PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal tersebut dijelaskan dalam hasil penelitian Ningsih (2016) pemberian PGPR dengan konsentrasi 15 ml/liter air

mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah polong dan hasil panen tanaman Buncis dibandingkan dengan tanpa pemberian PGPR. Sedangkan interval waktu pengaplikasian PGPR dapat dilakukan sebanyak 3 kali, seperti yang di jelaskan dalam penelitian Kania (2016) menyebutkan bahwa waktu aplikasi PGPR bersama waktu tanam, 2 MST dan 4 MST lebih efektif dan memberikan pengaruh nyata dibandingkan tanpa aplikasi PGPR pada parameter jumlah daun, panjang tanaman, luas daun, bobot basah dan bobot kering umbi.