

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Budidaya Padi Gogo (*Oryza sativa*)

Tanaman padi secara ekologi terbagi menjadi dua yaitu padi irigasi dan padi non irigasi. Padi gogo merupakan salah satu jenis padi non irigasi yang mampu tumbuh pada input yang terbatas salah satunya adalah masalah ketersediaan air. Kondisi tersebut menjadikan padi gogo dapat tumbuh dan berkembang pada lahan kering (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Lahan kering yang digunakan untuk tanaman padi gogo rata-rata lahan marginal yang kurang sesuai untuk tanaman. Tanaman padi gogo membutuhkan curah hujan lebih dari 200 mm per bulan selama tidak kurang dari tiga bulan (Purwono dan Purnamawati, 2008). Persentase tumbuh padi gogo lebih kecil dibandingkan dengan padi sawah, sehingga benih yang dibutuhkan lebih banyak. Benih padi gogo tidak perlu disemai.

Varietas Segreng Handayani merupakan salah satu varietas lokal padi gogo beras merah. Karakteristik Segreng Handayani memiliki bentuk gabah ramping, *cere*, gabah berbulu, memiliki buku. Tinggi padi varietas Segreng 90,25 cm, panjang daun bendera 25,54 cm, lebar daun bendera 1,48 cm. Memiliki jumlah anakan produktif mencapai 10, 14, jumlah gabah per malai 103,6 (Utami dkk., 2009). Menurut Kristamtini dan Prajitno (2009), padi beras merah Segreng memiliki keunggulan yaitu 1) Hasilnya cukup tinggi 3- 4 ton/ ha, 2) Warna beras merah pada kulit arinya terkandung β - karoten 488, 65 mikro g/ 100 g, protein 7,3 %, besi 4,2 %, dan vitamin B1 0,34 %, dapat berfungsi untuk menjaga kesehatan

jantung dan mencegah penuaan, 3) Nilai jual beras tinggi, 30% lebih mahal dari beras biasa, dan 4) Padi yang toleran terhadap cekaman air.

Padi merupakan tanaman yang sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan. Tanda awal penurunan air tanah adalah menggulungnya daun yang diakibatkan oleh hilangnya turgor pada daun, kemudian terjadi penutupan stomata dan pengurangan perkembangan sel dengan demikian akan mengurangi luas permukaan daun dan laju fotosintesis tiap satuan luas daun. Penggulungan daun merupakan ekspresi sederhana kehilangan turgor pada daun (Fischer and Fukai, 2003). Kekeringan mempengaruhi morfologi, fisiologi, dan aktivitas pada tingkatan molekular tanaman padi seperti menunda pembungaan dan pengisian biji menyebabkan berkurangnya komponen-komponen hasil, mengurangi distribusi dan alokasi bahan kering, mengurangi kapasitas fotosintesis sebagai akibat dari menutupnya stomata, pembatasan berkenaan dengan metabolisme, dan kerusakan pada kloroplas (Farooq *et al.*, 2009). Cekaman kekeringan juga menyebabkan penurunan evapotranspirasi. Evapotranspirasi berkorelasi positif dengan produksi, sehingga semakin kecil evapotranspirasi maka produksi tanaman semakin rendah (Sulistiyono *et al.*, 2007).

Ketahanan terhadap cekaman air merupakan sifat yang kompleks dari beberapa karakter morfologi, fisiologi, dan biokimia yang secara positif berkontribusi kepada kemampuan untuk tumbuh dan berproduksi pada keadaan yang terbatas. Mekanisme fisiologis tanaman padi dalam menghadapi cekaman air dapat dengan cara menghindar atau toleransi. Tanaman mempunyai toleransi yang berbeda terhadap kekeringan karena perbedaan dalam mekanisme morfologi, fisiologi, biokimia dan molekular (Dhanda *et al.*, 2004). Toleransi terhadap

kekeringan melibatkan akumulasi senyawa yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang terjadi pada saat potensial air rendah (Jones *et al.*, 1981). Menurut Farooq *et al* (2010), mekanisme pertahanan tanaman padi terhadap kekeringan secara umum dengan cara (1) *drought escape*, tanaman mampu menyelesaikan siklus hidup sebelum terjadi cekaman, (2) *drought avoidance* terdiri dari: (a). toleran kekeringan pada potensial air jaringan tinggi misalnya perakaran dalam, stomata sedikit, adanya bulu daun, kutikula tebal dan (b). toleran kekeringan pada potensial air jaringan rendah yaitu dengan cara mempertahankan turgor melalui akumulasi senyawa terlarut dalam sitoplasma (prolin barley 7-10 x kontrol, prolin kedelai 5-7 x kontrol), meningkatkan elastisitas jaringan, dan protoplasma resistance yaitu protoplasma tahan sampai potensial air -100 s/d -200 Mpa.

Menurut hasil penelitian Agung_Astuti dkk., (2014) menyatakan bahwa padi varietas Segreng Handayani pada perlakuan isolat MB dan isolat MD memiliki berat segar akar dan panjang akar akhir paling tinggi dibandingkan dengan varietas Ciherang dan IR-64 meskipun berat segar akar dan panjang akar setiap minggu menunjukkan perkembangan yang sama antar varietas. Hal ini dikarenakan isolat MB+MD memiliki ketahanan yang baik terhadap cekaman kekeringan sehingga mampu hidup di zona perakaran dan membantu akar tanaman dalam menyerap air dan nutrisi. Pada kondisi penyiraman setiap hari menunjukkan berat segar akar tidak berbeda nyata terhadap penyiraman 3-6 hari (Agung_Astuti dkk., 2013). Kondisi kering akar akibat cekaman kekeringan memunculkan sikap adaptasi tanaman dengan cara memperkuat organ yang sudah ada daripada membentuk akar pada kondisi kering akan menjadi lebih besar dan pendek (Chandra, 2010). Penambahan inokulum MB+MD menyebabkan akar

tanaman tidak mengalami kekeringan yang terlalu signifikan sehingga akar mengalami prose penguatan dan pertumbuhan akar baru sehingga akar bertambah panjang dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi bakteri dimana akar mengalami kondisi kekeringan sehingga akar hanya mengalami penguatan akar tetapi tidak mengalami pertumbuhan akar baru sehingga akar lebih berat dan tampak pendek (Agung_Astuti dkk, 2014).

B. Asosiasi *Rhizobakteri* terhadap Tanaman

Rhizobakteri merupakan bakteri yang tumbuh di sekitar perakaran tanaman/zona perakaran tanaman inang. *Rhizobakteri* banyak dikenal sebagai bakteri pemacu tumbuh tanaman populer disebut *plant growth promoting Rhizobacteria* (PGPR), yaitu kelompok bakteri menguntungkan yang mengkolonisasi rizosfer. *Rhizobakteri* memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman karena; (1) dapat menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah, (2) mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh, (3) memfiksasi Nitrogen dan memberikannya pada tanaman, (4) meningkatkan ketersediaan atau menyimpan besi dan fosfor dari tanah, (5) menyediakan mineral-mineral tersebut dalam bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman, (6) mensintesis enzim yang dapat mengatur tingkat hormon etilen tanaman, (7) dan mensintesis fitohormon seperti auksin, sitokinin, atau giberelin yang memicu perkembangbiakan sel tanaman. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan *Rhizobakteri* menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan *siderophore* (Husen dan Irawan, 2010).

Lingkungan rizosfer yang dinamis dan kaya akan sumber energi dari senyawa organik yang dikeluarkan oleh akar tanaman (eksudat akar) merupakan habitat bagi berbagai jenis mikroba untuk berkembang dan sekaligus sebagai tempat pertemuan dan persaingan mikroba (Sorensen, 1997). Tiap tanaman mengeluarkan eksudat akar dengan komposisi yang berbeda-beda sehingga berperan juga sebagai penyeleksi mikroba; pengaruhnya bisa meningkatkan perkembangan mikroba tertentu dan menghambat perkembangan mikroba lain (Grayston *et al.*, 1998). Semakin banyak eksudasi akar, akan semakin besar jumlah dan keragaman mikroba. Kondisi ini akan meningkatkan persaingan dalam proses kolonisasi rizosfer. *Rhizobakteri* merupakan mikroba kompetitor yang paling efisien yang mampu menggeser kedudukan mikroba pribumi (*native*) di lingkungan rizosfer sampai pada masa pertengahan umur tanaman (Kloepper, 1993).

Rhizobakteri kelompok osmotoleran adalah kelompok mikrobial yang memiliki mekanisme osmoregulasi di dalam sistem fisiologinya, yaitu mekanisme adaptasi selular, menghasilkan senyawa organik untuk mencegah bahaya dehidrasi sel karena adanya cekaman osmotik. Menurut Hartman *et al.* 1991 (dalam Luniawati, 2014) adaptasi untuk menghadapi cekaman osmotik pada dasarnya dapat dilakukan dengan tiga macam strategi, yaitu sintesis osmoprotektan, mengambil (*uptake*) senyawa osmoprotektan yang ada di lingkungannya, dan mengubah komposisi dinding sel agar tidak rusak karena tekanan osmotik. Senyawa osmoprotektan adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah dapat berupa : (1) karbohidrat (*Glukosa, Sukrosa, Fruktosa*), (2)

poliol (*Gliserol, Glukosilgliserol*), atau (3) turunan asam amino (*Glisin betain, Prolin betain, Prolin, Glutamin betain*) (Hartmann *et al.*, 1991).

Glisin betain merupakan senyawa osmoprotektan paling potensial dan paling efisien dalam memberikan tanggapan terhadap cekaman osmotik. Glisin betain merupakan senyawa yang diakumulasikan oleh bakteri gram negatif pada kondisi cekaman kekeringan yang tinggi. Akumulasi Glisin betain yang dihasilkan *Rhizobakteri* di permukaan akar menurunkan potensial solut perakaran akibatnya terjadi aliran air menuju rhizofe sehingga *Rhizobakteri* dapat bertahan hidup pada kondisi cekaman kekeringan. Kelebihan air di permukaan akar oleh bakteri akan meningkatkan potensial air di dalam dan luar sel akar sehingga hal ini akan menjaga minimal keseimbangan potensial. Mekanisme lain dikarenakan oleh keberadaan endorhizobakteri yang menghasilkan osmolit akan menurunkan potensial osmotik dalam sel akar sehingga menyebabkan potensial air di dalam sel akar selalu lebih rendah daripada lingkungannya. Akibatnya, proses pengambilan air oleh tanaman dapat berjalan baik sehingga memungkinkan metabolisme berlangsung secara baik pula. Hal ini akan terwujud pada pertumbuhan dan hasil tanaman menjadi lebih baik, walaupun tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan (Samidjo, 2002).

Hasil penelitian Samidjo (2002) membuktikan inokulasi *Rhizobakteri* dengan cekaman lengas 80% memberikan pertumbuhan padi varietas Cirata yang lebih baik pada lahan pasir pantai dibandingkan kadar lengas 40% pada pasir pantai. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Kusumaastuti, dkk. (2003) terhadap padi IR-64 dengan sistem inokulasi campuran dua inokulum

Rhizobakteri osmotoleran (Al-19+M-7b) mampu menghasilkan anakan terbanyak pada pada aras lengas 80%. Pemberian inokulum campuran dari isolat *Rhizobakteri indigenus* Merapi menjadikan tanaman padi dapat bertahan tanpa penyiraman hingga 6 hari (Agung dkk, 2013). Hasil penelitian Agung_Astuti dkk (2014) membuktikan bahwa kombinasi isolat MB dan isolat MD sebesar 2 ml suspensi *Rhizobakteri indigenus* Merapi pada padi varietas Segreng Handayani mampu memberikan pertumbuhan yang paling tinggi dibandingkan varietas Cherang dan IR-64. Sedangkan hasil penelitian Wayasmara cit Wuryaningsih (2010) menyebutkan bahwa inokulum *Rhizobakteri* dalam *carrier* media gambut komersil + lempung arang dengan perbandingan 6,5 :1:1 mempunyai kapasitas absorpsi air lebih besar, viabilitas lebih tinggi pada suhu kamar (30°C) selama 6 minggu.

C. Asosiasi Mikoriza Pada Pertumbuhan Tanaman

Mikoriza adalah suatu cendawan yang bersimbiosis dengan perakaran tumbuhan tingkat tinggi, dimana hubungannya bersifat mutualisme (menguntungkan). Dalam hubungan ini cendawan tidak merusak atau membunuh inang tetapi sebaliknya memberikan suatu keuntungan kepada tanaman inang, antara lain dapat meningkatkan penyerapan unsure hara, meningkatkan ketahanan kekeringan, serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan pathogen akar dan cendawan memperoleh karbohidrat dan faktor pertumbuhan lainnya dari tanaman inang (Widiastuti dkk, 2005). Tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza akan meningkat pertumbuhannya. Hal ini karena

infeksi mikoriza dapat meningkatkan konsentrasi posfor dalam tanaman (Ahiabor dan Hirata,1994).

Di dalam akar, jamur mikoriza membentuk arbuskular dan vesikel di dalam kortek akar, arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan 2-3 kali luas permukaan plasmolema akar,dan dapat memindahkan nutrien antara jamur dan tanaman. Vesikel merupakan organ penyimpan dimana jika korteks sobek maka vesikel dibebaskan ke dalam tanah dan selanjutnya dapat berkecambah dan merupakan propagul infeksi. Bagian penting dari mikoriza adalah hifa eksternal yang dibentuk diluar akar tanaman. Hifa ini membantu memperluas daerah penyerapan akar (Kabirun,1990). Prinsip kerja dari hifa mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas bidang penyerapan unsur hara (Nurbaity dkk., 2009)

Menurut Smits (1997), perluasan daerah penyerapan akar memberikan keuntungan, yaitu peningkatan penyerapan air dan unsur hara terutama fosfor ke tanaman inang, begitu pula fungi mikoriza juga mendapat karbohidrat hasil fotosintesis dari tanaman inang. Keuntungan lain dengan adanya fungi mikoriza dapat meningkatkan ketahanan akar tanaman terhadap serangan patogen dan kekeringan (Mark dan Foster, 1973; Malajczuk *et al.*, 1994) dan dapat memproduksi hormon tumbuh IAA (Indole 3-acetic acid) serta memperbaiki struktur tanah (Musfal, 2010). Oleh karena itu fungi mikoriza mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan, khususnya pada

tanaman jenis dipterokarpa yang sangat bergantung pada mikoriza. Proses penularan fungi mikoriza pada akar tanaman (inang) dapat terbentuk setelah terjadi proses infeksi fungi mikoriza ke dalam akar tanaman, yang diawali dengan berkecambahnya spora maupun infeksi oleh bagian vegetatif dari fungi mikoriza (Guo *et al.*, 2012). Penularan tersebut dapat terjadi, baik secara alami maupun dengan bantuan manusia (Guo *et al.*, 2012).

Menurut Lynch (1983); Mosse (1981), suplai hara dari mikoriza dapat memacu sintesis fitohormon yang berperan dalam pertumbuhan tanaman dan proses fotosintesa serta memberikan terhadap hasil tanaman. Kabirun (2002) melaporkan bahwa pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman padi gogo di tanah Entisol dengan pemberian mikoriza meningkatkan hasil padi gogo sebesar 25%. Hasil penelitian Natawijaya (2010) menunjukkan bahwa pemberian inokulum mikoriza *Gigaspora sp* terhadap padi gogo Way Rarem pada musim kemarau dengan imbalan pupuk kalium 12,5 ton/hektar menghasilkan rata-rata jumlah gabah isi per rumpun paling besar dibandingkan dengan musim hujan secara keseluruhan.

Mulyadi (1992) dalam hasil penelitian menyatakan inokulasi mikoriza *Giomus fascilatum* dalam kondisi cekaman kekeringan mampu menghasilkan anakan tertinggi pada kondisi kapasitas lapang 80%. Peran positif mikoriza juga ditunjukkan hasil penelitian Rakhmawati (2006) yang membuktikan bahwa pemberian inokulasi *crude* inokulum mikoriza dan inokulum murni dengan frekuensi penyiraman 3 hari sekali mampu memberikan hasil tertinggi produksi padi IR-64. Menurut Rahmansyah dkk (1995) inokulum berupa *crude* merupakan campuran dari akar, tanah dan spora mikoriza dari hasil perbanyakan selama ± 1

bulan tanaman inang. Inokulum mikoriza dalam bentuk *crude* diberikan bersamaan waktu tanam sebanyak 40 gram (Lukiwati dan Simanulangkit, 2001). Sedangkan menurut Tjokronegoro dan Gunawan (2000) inokulum berasal dari *crude* yang ditumbuhkan pada tanaman jagung selama 6 minggu diberikan pada tanaman sebanyak 10% dari berat tanah (8 kg) maka perlu diberikan 80 gram *crude* inokulum.

D. Hipotesis

Asosiasi *Rhizobakteri* – MVA dengan penyiraman 9 hari sekali memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman padi yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan mikoriza dan *Rhizobakteri* tunggal dengan penyiraman 9 hari sekali.