

II. TINJAUN PUSTAKA

A. Budidaya Padi Tahan Kering

Padi (*Oryza sativa*) secara ekologi dibagi menjadi dua bagian yaitu padi irigasi dan padi non irigasi. Padi gogo merupakan jenis padi non irigasi yang dapat tumbuh dalam keadaan yang ekstrim serta dapat tumbuh dalam keterbatasan input seperti kurangnya ketersediaan air. Kondisi tersebut menjadikan padi gogo dapat tumbuh dan berkembang pada lahan kering (*Dobermann and Fairhurst* 2000). Terdapat beberapa jenis varietas padi gogo yang ada di Indonesia, akan tetapi padi gogo varietas lokal sering dibudidayakan, karena varietas lokal mempunyai rasa enak yang sesuai dengan etnis daerah setempat. Selain itu beberapa varietas lokal toleran terhadap keadaan lahan yang marginal, tahan terhadap beberapa jenis hama dan penyakit, memerlukan input (pupuk dan pestisida) yang rendah, serta pemeliharaan mudah dan sederhana (Adhi, 2011).

Segreng Handayani merupakan salah satu varietas padi gogo lokal unggulan di Yogyakarta yang sering ditanam di daerah Gunung kidul. Varietas ini mampu tumbuh baik pada lahan kering tadah hujan dan bermanfaat bagi petani yang tidak memiliki sawah. Karakteristik Segreng Handayani memiliki bentuk gabah ramping, gabah berbulu, memiliki buku, tinggi tanaman 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 bulir (Utami dkk., 2009). Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa Kristamtini dan Prajitno (2009),

menyatakan padi beras merah Segreng memiliki keunggulan yaitu: 1) Hasilnya cukup tinggi 3- 4 ton/ ha, 2) Warna beras merah pada kulit arinya terkandung karoten 488, 65 mikro g/ 100 g, 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 kekeringan. Menurut Adhi (2011) dalam budidaya padi gogo berdasarkan metode SRI daya kecambah benih padi gogo > 80%, Kristantini dan Prajitno (2009) juga menyatakan bahwa benih padi Segreng yang akan digunakan untuk budidaya harus sudah masak secara fisiologis dan mempunyai kadar air konstan < 14%. Hasil penelitian Agung_Astuti dkk (2013b) menunjukkan bahwa penyiraman padi Segreng sehari sekali tidak beda nyata dengan 3 dan 6 kali sehari penyiraman. Rekomendasi BPTP Kalbar (2010), Kebutuhan penggunaan pupuk NPK pada padi yaitu: Urea=250 kg/hektar, SP-36=150 kg/hektar dan KCl=150 kg/hektar.

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, meningkatkan elastisitas jaringan, dan protoplasma *resistensi* yaitu protoplasma tahan sampai potensial air -100 s/d -200 Mpa.

Pada cekaman kekeringan, padi gogo mengalami proses adaptasi. Adaptasi morfologi padi gogo dilakukan dengan membentuk akar yang lebih gemuk, mempunyai akar seminal primer lebih banyak yang menyebabkan bobot kering akar padi gogo lebih besar dibandingkan dengan padi sawah dan daun menggulung yang merupakan indikasi tanaman mengalami titik layu sementara (Fauzi, 1997).

B. Asosiasi *Rhizobacteri* pada Tanaman

Menurut *Haas and Devago* (2005) bakteri yang berasosiasi dengan akar tanaman dinamakan *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Bakteri ini merupakan mikroba kompetitor yang paling efisien yang mampu menggeser kedudukan mikroba *indigenous* di lingkungan rhizosfer sampai pada masa pertengahan umur tanaman dan dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman melalui: produksi hormon pertumbuhan, kemampuan fiksasi N untuk peningkatan penyediaan N tanah, penghasil osmolit sebagai osmoprotektan pada kondisi cekaman kekeringan dan penghasil senyawa tertentu yang dapat membunuh patogen tanaman (Kloepper, 1993).

Rhizobacteri kelompok osmotoleran adalah kelompok mikrobia yang memiliki mekanisme osmoregulasi di dalam sistem fisiologisnya, yaitu mekanisme adaptasi selular, menghasilkan senyawa organik untuk mencegah bahaya dehidrasi sel karena adanya cekaman osmotik. Adaptasi *Rhizobacteri* untuk menghadapi cekaman osmotik pada dasarnya dilakukan dengan tiga strategi, yaitu sintesis osmoprotektan, mengambil (*uptake*) senyawa

osmoprotektan yang ada di lingkungannya dan mengubah komposisi dinding sel agar tidak rusak karena tekanan osmotik (Fembria dkk, 2010). Mekanismenya, dilakukan dengan menjaga agar potensial osmotik sel selalu lebih tinggi daripada lingkungannya sehingga air tetap dapat masuk ke dalam sel (Samidjo dkk, 2002).

Sebagian besar jasad osmotoleran diketahui mengakumulasi *Glisin Betain* yang dikenal sebagai senyawa osmoprotektan paling potensial dan paling efisien dalam memberikan tanggapan terhadap cekaman osmotik. Senyawa osmoprotektan adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah, dapat berupa: (1) Karbohidrat (*Glukosa, Sukrosa, Fruktosa*), (2) Polioli (*Gliserol, Glukosil gliserol*), atau (3) turunan asam amino (*Glisin betain, Prolin betain, Prolin, Glutamin betain*) (Hartmann *et al*, 1991). Sedangkan *Glisin betain* adalah senyawa yang diakumulasi oleh bakteri gram negatif pada kondisi cekaman kekeringan yang tinggi. Akumulasi *Glisin Betain* diketahui tidak mempengaruhi aktivitas selular dan tidak menghambat aktivitas enzim sitoplasma (Kusumastuti dkk, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian Susilowati dkk (1997) diketahui bahwa pola asosiasi yang terbangun antara *Rhizobacteri* dan tanaman padi gogo yang ditanam di tanah Regosol sangat bergantung pada kondisi kelengasan tanah. Asosiasi positif antara keduanya terjadi pada aras lengas tanah 80% dan 40% air tersedia. Sementara pada aras lengas tanah 20% air tersedia, tidak terbangun pola asosiasi tersebut. Peneliti lain yang menunjukkan tentang asosiasi *Rhizobacteri* dengan akar tanaman diantaranya hasil penelitian Samidjo dkk (2002) yang membuktikan inokulasi *Rhizobacteri* dengan cekaman lengas 80% memberikan pertumbuhan

padi varietas Cirata lebih baik dibandingkan kadar lengas 40% pada lahan pasir pantai, kemudian Kusumastuti dkk (2003) juga membuktikan bahwa inokulasi campuran dua inokulum *Rhizobacteri osmotoleran* (A1-19+M-7b) terhadap tanaman padi IR-64 pada aras lengas 80% mampu menghasilkan anakan terbanyak.

Penelitian Agung_Astuti dkk (2013b) menyatakan isolat *Rhizobacteri osmotoleran indigenus* Merapi MB dan MD pada padi IR-64 memberikan pengaruh terhadap hasil panen 1,26 ton/ha dan pada frekuensi penyiraman 3 hari, memberikan pengaruh yang sama dengan penyiraman setiap hari. *Rhizobacteri osmotoleran indigenus* Merapi isolat MB dan MD juga mampu tumbuh pada cekaman NaCl >2,75 M dan melarutkan P pada medium *Pikovkaya's* (PA) (Agung_Astuti 2013a), kemudian Agung _Astuti dkk (2014a) membuktikan lagi bahwa kombinasi isolat MB dan MD sebesar 2 ml suspensi *Rhizobacteri indigenus* Merapi pada padi varietas Segreng Handayani mampu memberikan pertumbuhan yang paling tinggi dibandingkan varietas Ciherang dan IR-64 dengan penyiraman 6 hari sekali tidak beda nyata dengan penyiraman 3 kali sehari dan setiap hari. Hasil penelitian Andriawan (2010), menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, applikasi pupuk hayati dengan pengurangan dosis hingga 25% menghasilkan pertumbuhan dan hasil padi sawah yang tidak berbeda dengan aplikasi 1 dosis pupuk NPK. *Rhizobacteri* tersebut diaplikasikan dengan ketentuan setiap 15 ml starter campuran untuk 50 gram *carrier* gambut dan lempung halus yang telah disterilkan dengan perbandingan 3:2, lalu formulasi *Rhizobacteri* ini diaplikasikan pada

medium tanam dengan cara menaburkan 10 g per tanaman pada lubang di sekeliling perakaran tanaman (Noviana dkk, 2009). Menurut Husen dan Irawan (2012) jumlah populasi bakteri minimum yang terdapat dalam kemasan pupuk hayati, yaitu $>10^9$ sel g^{-1} atau ml^{-1} pada saat diproduksi dan $>10^7$ sel g^{-1} atau ml^{-1} pada masa kedaluarsa. Sedangkan menurut Agung_Astuti dkk (2014b), populasi *Rhizobacteri osmotoleran indigenus* Merapi pada stater campuran mencapai $4,16 \times 10^9$ CFU/ml.

C. Pengaruh Mikoriza Terhadap pertumbuhan Padi

Mikoriza dikenal dengan jamur tanah karena habitatnya berada di dalam tanah dan berada di area perakaran tanaman (*rhizosfer*). Selain disebut sebagai jamur tanah juga biasa dikatakan sebagai jamur akar. Keistimewaan dari jamur ini adalah kemampuannya dalam membantu tanaman untuk menyerap unsur hara terutama unsur hara Phosphat (P) (Syib'li, 2008). Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik antar cendawan dengan akar tanaman. Baik cendawan maupun tanaman sama-sama memperoleh keuntungan dari asosiasi ini, hasil dari infeksi MVA yaitu, meningkatkan penyerapan unsur hara, meningkatkan ketahanan kekeringan, serta meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen. Dilain pihak, cendawan pun dapat memenuhi keperluan hidupnya (karbohidrat dan keperluan tumbuh lainnya) dari tanaman inang (Widiastuti dkk, 2005), pada akar, jamur Mikoriza membentuk arbuskular dan vesikel di dalam korteks akar, Arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan 2-3 kali luas permukaan plasmalemma akar dan dapat memindahkan nutrien antara jamur dan tanaman. Vesikel merupakan organ

penyimpan dimana jika korteks sobek maka vesikel dibebaskan kedalam tanah dan selanjutnya dapat berkecambah dan merupakan propagul infeksi, bagian penting dari mikoriza adalah hifa eksternal yang dibentuk di luar akar tanaman, hifa ini membantu memperluas daerah penyerapan akar (Kabirun 1990). Tahannya tanaman yang bermikoriza terhadap kondisi kekurangan air disebabkan karena hifa eksternalnya yang dapat meningkatkan total daerah perakaran dari sistem perakaran tanaman dan meningkatkan volume tanah yang dieksploitasi oleh air. Hal ini menyebabkan lebih banyak air yang tersedia bagi tanaman inang yang akan lebih memacu pertumbuhan tanaman melalui pembelahan, pemanjangan dan pengisian sel oleh hasil metabolisme (Sasli, 2004; Nurbaity dkk, 2009).

Hasil penelitian Kabirun (2002) pemberian Mikoriza pada padi gogo dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering tanaman, serapan P tanaman, berat dan jumlah gabah berisi dan berat jerami. Sastrahidayat (1995) juga menyatakan bahwa MVA dapat meningkatkan hasil pada berbagai jenis tanaman antara lain: jagung (93,0%), kedelai (56,2), padi gogo (25%), kacang tanah (23,8%), cabe (22%), bawang merah (62,0%), dan semangka (77%)

Hasil penelitian Mulyadi (1992) membuktikan 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. Inokulum *crude* merupakan campuran dari akar, tanah dan spora Mikoriza dari hasil perbanyakan selama \pm 1 bulan dari tanaman inang.

Inokulum Mikoriza dalam bentuk *crude* diaplikasikan 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 diaplikasikan ke tanaman sebanyak 10% dari berat tanah (8 kg) maka perlu diberikan 80 gram *crude* inokulum.

A. Kompos *Azolla*

Azolla adalah nama tumbuhan paku-pakuan akuatik yang mengapung di permukaan air. Tumbuhan ini bersimbiosis dengan *Anabaena azollae*. *Anabaena* adalah genus *Cyanobacteria filamentous* atau ganggang hijau-biru yang ditemukan sebagai plankton. Alga biru hijau (*Cyanobacteria*) dan *Azolla* sebagai inangnya atau rumah bagi alga. Alga hidup di rongga yang ada di sisi permukaan bawah daun *Azolla*. Dalam hubungan saling menguntungkan ini, *Anabaena* bertugas memfiksasi dan mengasimilasi gas Nitrogen dari atmosfer. Nitrogen ini selanjutnya digunakan oleh *Azolla* untuk membentuk protein, sedangkan tugas *Azolla* menyediakan Karbon serta lingkungan yang nyaman bagi pertumbuhan dan perkembangan alga. Hubungan simbiotik yang unik inilah yang membuat *Azolla* menjadi tumbuhan yang menakjubkan dengan kualitas nutrisi yang baik (Iriyanto, 1993). *Anabaena* memiliki *Heterocysts* yang merupakan sel yang berada di bagian ujung (terminal) yang dikhususkan dalam proses fiksasi

Nitrogen. *Interior* dari sel ini berupa *Mikrooxic* sebagai akibat dari peningkatan respirasi, tidak aktifnya pembentukan O_2 dalam fotosistem II. *Nitrogenase* mengubah Dinitrogen menjadi Amonium pada pengeluaran ATP dan keduanya merupakan reduktan yang dihasilkan melalui metabolisme Karbohidrat, sebuah proses tambahan, dalam cahaya melalui aktivitas fotosistem (PS) I. Sebagai imbalannya, Nitrogen difiksasi dalam *Heterocysts* yang bergerak ke dalam sel vegetatif bagian akhir dalam pembentukan asam amino. Berdasarkan penelitian Gunawan dan Kartina (2012) diperoleh peningkatan berat kering gabah pada pemberian Azolla tanpa Urea cenderung lebih baik daripada pemberian Urea tanpa Azolla. Pemanfaatan Azolla sebagai pupuk memang sangat memungkinkan, karena bila dihitung dari berat keringnya dalam bentuk kompos (Azolla kering) mengandung unsur Nitrogen (N) 3-5% dan Kalium 2- 4,5 % (Rochdianto, 2008). Pemberian kompozolla dengan dosis 6 ton/hektar memberikan hasil terbaik tanaman padi sawah sebesar 12,05 ton/hektar atau meningkatkan berat produksi gabah sebesar 21,03% (Kaimuddin, dkk 2008).

Menurut Sutanto (2002), bila Azolla digunakan saat musim tanam padi dengan cara membenamkan ke dalam tanah sebelum masa tanam atau setelah masa tanam, maka Azolla akan mudah terurai atau terdekomposisi, pembenaman Azolla akan meningkatkan bahan organik tanah. Aplikasi 5 ton Azolla setara dengan nitrogen seberat 30 kg, hasil penelitian Djojowito (2000) juga menyatakan bahwa pemberian Azolla segar sebanyak 20 ton/hektar pada tanaman padi dapat menghemat penggunaan pupuk Nitrogen hingga 60 kg/hektar atau setara dengan pupuk Urea \pm 133kg/hektar, untuk itu kebutuhan Nitrogen pada

tanaman padi dapat digantikan dengan pemanfaatan *Azolla*. Hasil penelitian Gatot_Kustiono dkk (2009) menunjukkan bahwa aplikasi kompos *Azolla* 6 ton/hektar pada tanaman padi varietas Ciherang pada tanah *Inceptisol*, mampu menghasilkan gabah 8,69 ton/hektar, sedangkan perlakuan pupuk anorganik 100% (300 kg/hektar Urea, 75 kg/hektar SP36 dan 50 kg/hektar KCl) tanaman padi varietas Ciherang mampu menghasilkan gabah 8,09 ton/hektar.

B. Hipotesis

Diduga kombinasi perlakuan antara NPK 75% dari dosis anjuran, *Kompazolla* (19,62 gram/*polybag*) dan *Mikoriza* (40 gram *crude/polybag*), dapat memberikan hasil tertinggi terhadap pertumbuhan dan hasil padi Segreng Handayani diinokulasi *Rhizobacteri osmotoleran indigenus* Merapi pada tanah Regosol.