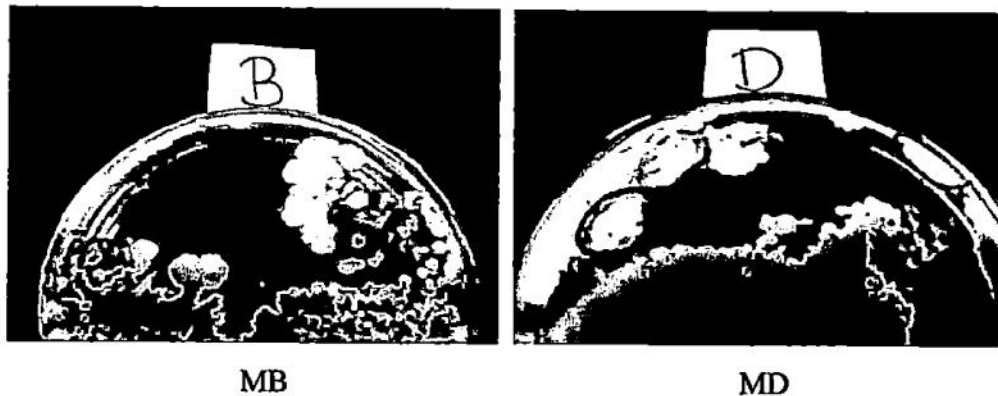


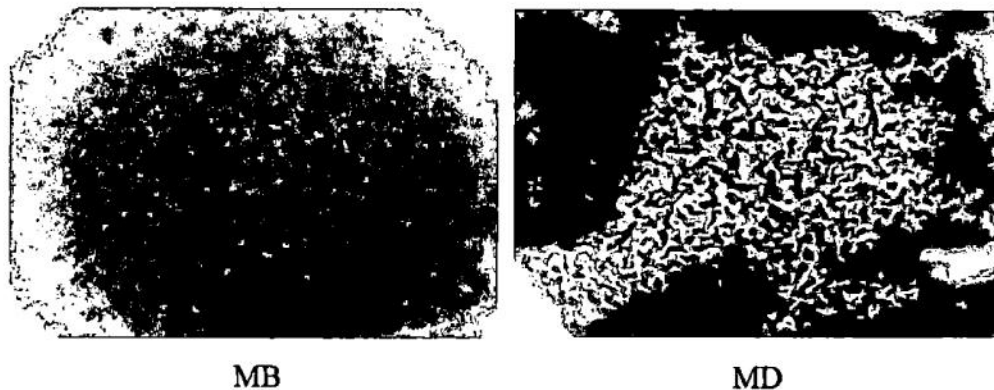
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Dan Karakterisasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi

Identifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa bakteri yang digunakan sama dengan bakteri yang telah ditentukan. Identifikasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi meliputi karakterisasi koloni dan sel, karakterisasi koloni dilakukan dengan membiakan isolat MB dan MD pada medium LBA menggunakan metode permukaan (*surface plating method*). Karakterisasi koloni dilakukan pada koloni tunggal yang tumbuh kemudian diamati gambar bakteri yang digunakan tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil *surface plating* isolat *Rhizobacteri* MB dan MD pada media Luria Bertani Agar (LBA) standar



Gambar 2. Karakteristik koloni *Rhizobacteri* MB dan MD secara mikroskopis dengan perbesaran 400 kali

Tampak pada gambar 1, hasil pertumbuhan koloni *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan MD pada media LBA standar dengan metode *surface plating*. Dapat dilihat pada gambar 1, isolat yang tumbuh memiliki karakteristik koloni secara makroskopis sesuai yang dikehendaki dan deskripsi isolat *Rhizobacteri* MB dan MD (tabel 1), dengan demikian kedua isolat dapat dijadikan sebagai inokulum starter campuran masing masing isolat yang akan diaplikasikan pada tanaman padi Segreng Handayani dalam bentuk formula padat. Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan isolat MB dan MD dapat dilihat dari hasil karakteristik koloni (warna, diameter, bentuk koloni, bentuk tepi, elevasi dan struktur dalam) dan karakteristik sel (bentuk sel dan sifat gram). Hasil identifikasi dan karakterisasi *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan MD dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan MD

No	Karakterisasi Koloni	Isolat MB	Isolat MD
1	Warna	Putih	Putih <i>cream</i>
2	Diameter	0,4 mm	1,3 mm
3	Bentuk Koloni	<i>Circular</i>	<i>Ramuse</i>
4	Bentuk Tepi	<i>Entire</i>	<i>Filamentous</i>
5	Elevasi	<i>Law convex</i>	<i>Convex rugose</i>
6	Struktur Dalam	<i>Coarsely Granular</i>	<i>Arborescent</i>
7	Bentuk Sel	<i>Baccil</i>	<i>Coccus</i>
8	Gram	Negatif	Negatif

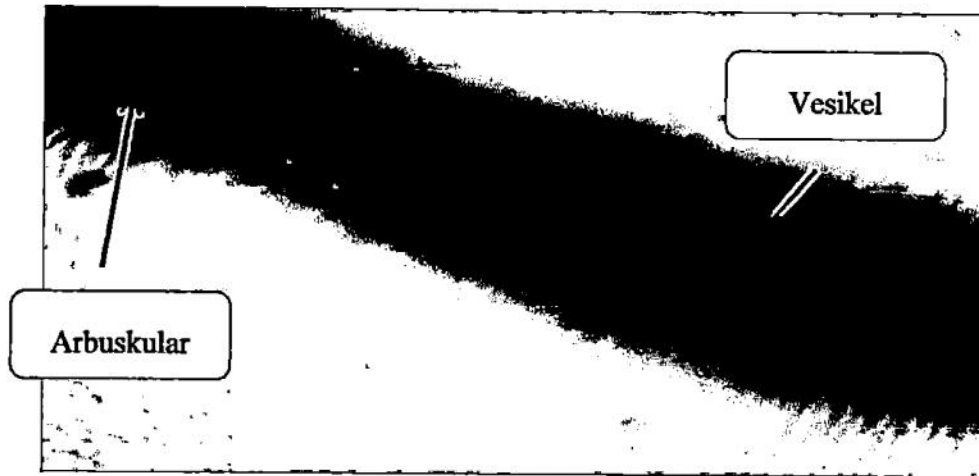
Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan sesuai dengan identifikasi yang dilakukan oleh Agung_Astuti (2012) (lampiran 3.a). perbedaan hanya terletak pada ukuran diameter bakteri, dimana ukuran diameter hasil identifikasi berukuran lebih besar. Menurut Brock (1997) dari ukuran diameter koloni dapat diketahui tipe pertumbuhan bakteri *Rhizobacteri indigenus*. Untuk ukuran 1mm atau lebih digolongkan dalam *slow growing* sedangkan ukuran

4-6 mm digolongkan dalam *fast growing*. Berdasarkan hal tersebut maka isolat dari lahan pasir vulkanik Merapi MD diduga mempunyai tipe pertumbuhan *fast growing* karena memiliki ukuran koloni maksimal 15 mm sedangkan untuk isolat MA, MB, MC dari lahan pasir vulkanik Merapi diduga mempunyai tipe pertumbuhan *slow growing* karena kurang dari 4 mm. Namun hal tersebut harus dikonfirmasi dengan hasil pengukuran kurva pertumbuhan.

Berdasarkan pada gambar 1, isolat MB dan MD yang diamati memiliki karakteristik koloni (warna, diameter, bentuk koloni, bentuk tepi, elevasi dan struktur dalam) dan karakteristik sel (gram dan bentuk) yang sesuai dengan deskripsi karakter *Rhizobacteri indigenus* Merapi yang dilakukan oleh Agung_Astuti (2013) dan hasil identifikasi dapat dilihat pada lampiran 3.

B. Identifikasi Mikoriza Arbuskural Vesikula (MVA)

Identifikasi mikoriza bertujuan untuk mengidentifikasi organel-organel mikoriza seperti arbuskul, vesikel, hifa internal dan eksternal yang terbentuk pada jaringan korteks akar tanaman padi. Selain itu, identifikasi mikoriza juga bertujuan untuk mengetahui efektivitas mikoriza pada tanaman inang melalui perhitungan persentase infeksi akar oleh mikoriza pada akar tanaman padi dengan teknik pengecatan menggunakan larutan *Acid Fuhsin* (Giovannetti dan Mosse, 1980) dan jumlah spora mikoriza dengan teknik penyaringan basah (dekantasi) (Schenk and Perez, 1990). Hasil uji pendahuluan terhadap persentase infeksi akar oleh mikoriza sebesar 80,1% dengan jumlah spora terhitung sebesar 6.089×10^4 /ml. Visualisasi hasil identifikasi mikoriza disajikan pada gambar 3.

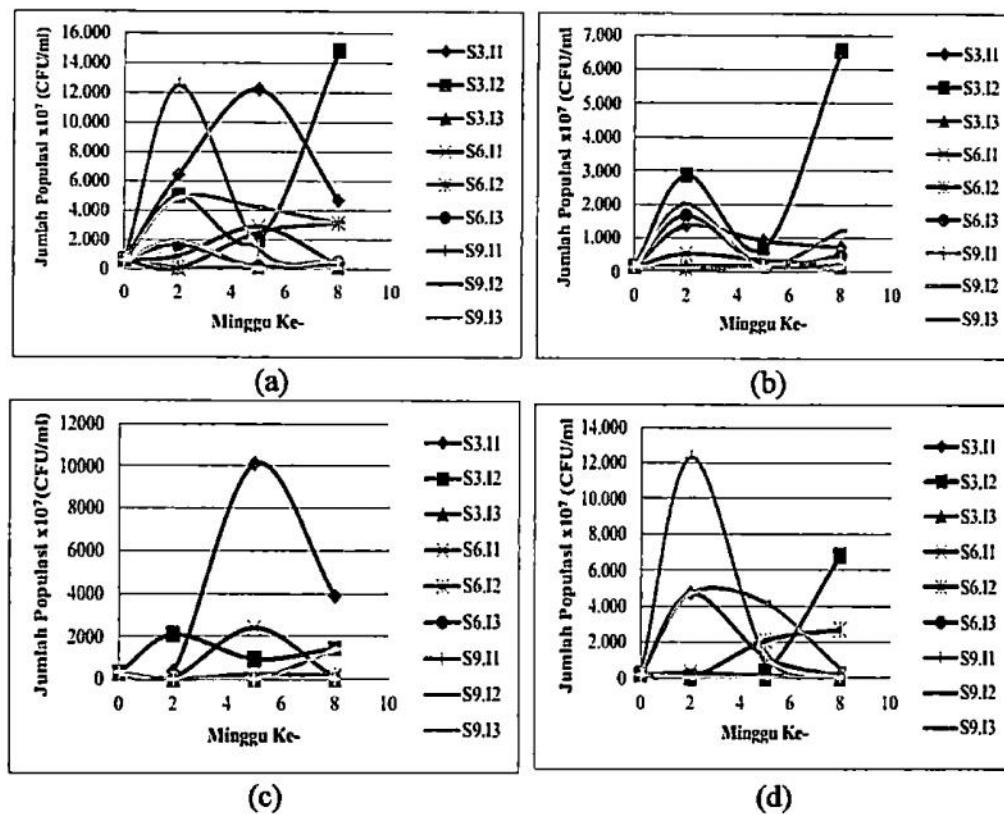


Gambar 3. Visualisasi Mikoriza Pada Akar Tanaman Padi Segreng pada minggu ke-8 dengan perbesaran 400 kali

Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualisme antara cendawan dengan perakaran tanaman (Turk *et al.*, 2006). Simbiosis ini terdapat hampir pada semua jenis tanaman. Mikoriza berperan dalam peningkatan penyerapan unsur-unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman seperti P, N, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca. Perakaran tanaman yang terinfeksi mikoriza mempunyai daya serap yang lebih besar terhadap air dan unsur hara, khususnya P, apabila dibandingkan dengan tanaman tanpa mikoriza. Hal ini disebabkan adanya miselium jamur mikoriza yang tumbuh keluar dari akar sehingga daya jangkau dan luas permukaan perakaran meningkat, akibatnya dapat memperbesar daya serap akar. Diduga bahwa hifa eksternal mikoriza menyerap ion secara intersepsi dan melalui pertukaran kontak langsung, sehingga penyerapan ion oleh tanaman dengan cara tersebut menjadi lebih besar, sedangkan penyerapan secara difusi dan aliran massa tetap berlangsung. Dengan demikian pada ketersediaan P yang sama, maka tanaman bermikoriza dapat menyerap P yang lebih besar apabila dibandingkan dengan tanaman tanpa mikoriza.

C. Dinamika Populasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi Selama Di Pembibitan Dan Lahan (CFU/ml)

Populasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi pada saat *starter* campuran mencapai $2,34 \times 10^9$ CFU/ml, setelah penyimpanan inokulum selama 1 minggu sebanyak $2,05 \times 10^9$ CFU/ml dan saat pembibitan di *Greenhouse* populasi bakteri lain dalam tanah sebesar $137,34 \times 10^7$ CFU/ml (isolat MB sebesar $304,33 \times 10^7$ dan isolat MD sebesar 196×10^7 CFU/ml). Dinamika populasi bakteri total, bakteri lain dan *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB dan MD disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Dinamika Populasi (a) bakteri total (b) bakteri lain (c) *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB dan (d) *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MD Pada Padi Segreng Handayani

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali

S6 = Penyiraman enam hari sekali

S9 = Penyiraman sembilan hari sekali

I1 = Inokulum *Rhizobacteri*

I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza

I3 = Inokulum mikoriza

Pada rentang minggu ke-0 hingga minggu ke-2, perilaku pertumbuhan *Rhizobacteri indigenus* Merapi tampak pada gambar 4 (c) dan (d) mengalami masa adaptasi dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2, meskipun tidak semua perlakuan. Hal ini diduga karena terjadinya suksesi oleh bakteri lain yang mengalami peningkatan jumlah populasi di minggu ke-0 hingga minggu ke-2 pada setiap perlakuan (gambar 4 b) sehingga populasi bakteri total pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2 cenderung didominasi bakteri lain (gambar 4 a). Pada gambar 4 c, pertumbuhan populasi *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB mengalami fase adaptasi terhadap lingkungan baru pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2, namun perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza mampu melewati fase adaptasi pada minggu ke-0 sampai minggu ke-2 dan mengalami fase statis pada minggu ke-5. Perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum mikoriza, penyiraman enam hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza dan inokulum tunggal mikoriza serta perlakuan penyiraman sembilan hari sekali dengan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD mengalami fase adaptasi hingga minggu ke-2 dan berlanjut dengan fase kematian sel pada minggu ke-8.

Pada gambar 4(d) *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MD mampu melewati fase adaptasi pada perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi, penyiraman sembilan hari sekali dengan *Rhizobacteri indigenus* Merapi dan penyiraman sembilan hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza sehingga mengalami pertumbuhan eksponensial pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2.

Fase adaptasi terjadi pada perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza hingga minggu ke-5 dan penyiraman enam hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2 dan mengalami peningkatan populasi hingga minggu ke-8 ($2706,6 \times 10^7$ CFU/ml). Perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum mikoriza, penyiraman enam hari sekali dengan *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza dan penyiraman enam hari sekali dengan inokulum mikoriza mengalami fase adaptasi hingga minggu ke-2, fase statis pada minggu ke-5 dan dilanjutkan dengan kematian sel pada minggu ke-8.

Pada perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza mengalami fase adaptasi hingga minggu ke-5, kemudian terjadi fase *log* hingga minggu ke-8. Pada perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum mikoriza, penyiraman enam hari sekali dengan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi dan penyiraman enam hari sekali dengan inokulum mikoriza mengalami fase adaptasi pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2, fase statis pada minggu ke-5 dan mengalami kematian sel di minggu ke-8. Tren pertumbuhan tersebut diduga *Rhizobacteri indigenus* Merapi tidak mampu beradaptasi terhadap lingkungan baru dan berkompetisi dengan bakteri lain. Hal ini terlihat pada gambar 4(b) terhadap perlakuan tersebut yang mengalami peningkatan populasi bakteri lain pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2. Fase *lag phase* (adaptasi) selanjutnya diikuti peningkatan laju pertumbuhan sel sampai mencapai percepatan pertumbuhan maksimal dalam fase *log* atau *exponential*.

Fase log *Rhizobacteri indigeous* Merapi isolat MB dan MD dimulai pada saat bakteri lain mengalami kematian sel pada minggu ke-5 (gambar 4b). Peningkatan populasi maksimum *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB ditunjuk oleh perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi sebesar 10.100×10^7 CFU/ml diikuti perlakuan penyiraman enam hari sekali dengan *Rhizobacteri indigenous* Merapi sebesar $2413,3 \times 10^7$ CFU/ml. Hal ini diduga ada kaitannya dengan sifat aerobisitas *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB bersifat aerob fakultatif (lampiran 3). Populasi bakteri aerobik lebih tinggi pada lapisan atas tanah bawah (dibandingkan tanah kering) sehingga mengindikasikan adanya zona mikroaerofilik sebagai tempat berlangsungnya metabolisme aerobik berbagai senyawa yang berperan dalam transformasi sistem redoks. Perombakan bahan organik oleh berbagai bakteri heterotrof (bahan organik sebagai sumber organik) dengan menggunakan oksigen sebagai penangkap elektron menghasilkan CO_2 , H_2O , NH_4^+ dan energi yang besar. Hasil metabolisme ini dan beberapa komponen tanah ditransformasi lebih lanjut oleh kemoautotrof (bahan kimia sebagai sumber energi dengan tingkat energi yang lebih rendah) menggunakan sisa-sisa oksigen sebagai sebagai penangkap elektron (Yoshida, 1978).

Pada rentang minggu ke 5 hingga minggu ke-8 terjadi penurunan populasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi (gambar 4 c dan d) dan bakteri lain (gambar 4b) karena mengalami fase pertumbuhan lambat. Fase pertumbuhan lambat yaitu fase dimana zat nutrisi di dalam medium sudah sangat berkurang dan adanya hasil hasil metabolisme yang unguin beracun atau dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Santoso, 2015). Rintis (2010) mengungkapkan fase perlambatan

pertumbuhan terjadi karena berkurangnya konsentrasi satu atau lebih nutrisi esensial dan terakumulasinya produk yang bersifat toksik terhadap pertumbuhan bakteri. Setelah mengalami fase stasioner pada minggu ke-5, perlakuan penyiraman tiga hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza mengalami fase *log* kembali terhadap *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan bakteri lain sehingga memiliki bakteri total tertinggi pada minggu ke-8 sebesar 14778×10^7 CFU/ml (gambar 4a). Hal demikian juga ditunjuk pada perlakuan penyiraman sembilan hari sekali dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi +mikoriza yang mampu meningkatkan pertumbuhan populasi *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan bakteri lain, namun tidak terjadi *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MD karena mengalami fase stasioner pada minggu ke-8.

Meskipun pada saat fase stasioner pertumbuhan sel adalah nol namun kegiatan metabolisme sel masih aktif. Menurut Santoso (2015) menyatakan bahwa aktivasi metabolisme sel menghasilkan metabolit sekunder, sebagai hasil dari perubahan pengendalian selular karena terbatasnya konsentrasi nutrisi esensial. Produksi metabolit sekunder (antibiotik dan hormon) justru meningkat pada fase stasioner. Selama fase stasioner, sel mengkatabolisme nutrisi yang tersimpan dalam sel (*indigenous metabolism*) sehingga diperoleh energi (*maintenance energy*) untuk pemeliharaan membran sel, transportasi nutrisi, gerak dan perbaikan struktur sel yang rusak sehingga mampu reaktivasi pertumbuhan populasi sel.

D. Pertumbuhan Perakaran Tanaman Padi Segreng Handayani

Akar dalam pertumbuhan tanaman padi memiliki peran sebagai penopang tanaman agar dapat tumbuh tegak dan menyerap unsur hara dan air yang diperlukan tanaman dalam melakukan kegiatan metabolismenya. Akar tanaman juga memiliki kemampuan dalam menyediakan eksudat berupa senyawa organik yang dibutuhkan mikroorganisme tanah (Rao, 1994 dalam Agung_Astuti (2014). Dalam keadaan normal, perakaran padi tumbuh sedikit kompak, penyebaran akar horizontal lebih dominan daripada yang tegak lurus ke dalam tanah. Pertumbuhan akar selanjutnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tekstur, jenis tanah, udara dan cara pengolahan tanah (Gardner, *et al.* 1991). Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter akar tanaman padi Segreng Handayani tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata proliferasi akar, panjang akar, berat segar akar, dan berat kering akar pada umur 8 minggu

Perlakuan	Akar			
	Proliferasi Akar (+)	Panjang Akar (cm)	Berat Segar Akar (g)	Berat Kering Akar (g)
Frekuensi Penyiraman				
3 Hari Sekali	3,67 a	37,96 a	13,05 a	2,15 a
6 hari Sekali	3,56 a	37,91 a	10,67 a	2,15 a
9 Hari Sekali	3,78 a	38,70 a	9,69 a	2,08 a
Macam Inokulum				
<i>Rhizobakteri</i>	3,89 p	38,11 p	13,18 p	2,65 p
<i>Rhizobakteri</i> + Mikoriza	3,33 p	34,42 p	9,33 p	1,75 p
Mikoriza	3,78 p	42,03 p	10,90 p	1,99 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)

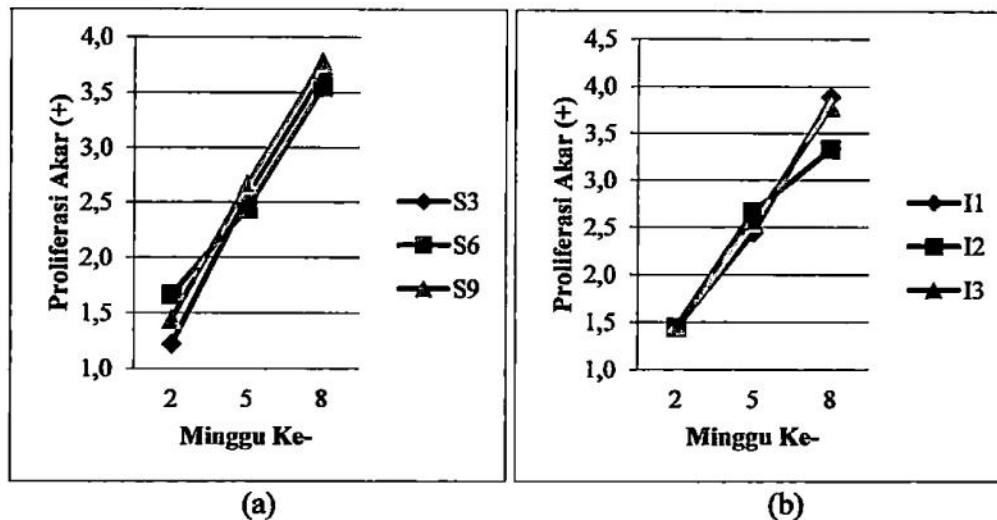
Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf F dan DMRT pada taraf nyata 5%
(-):Menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

1. Proliferasi Akar

Tanah sebagai media tumbuh adalah sebagai tempat akar mencari ruang untuk penetrasi, baik secara lateral atau horizontal maupun vertikal. Dalam perkembangannya akar membentuk bulu – bulu akar yang berasal dari penonjolan sel epidermis akar paling luar yang terbentuk di daerah ujung akar. Bulu – bulu akar mampu menyusup diantara partikel – partikel tanah sehingga memperluas permukaan kontak antara akar dan tanah. Proliferasi akar menggambarkan daerah perluasan akar, karena akar mengalami pertumbuhan (Wuryaningsih. Dkk, 2010). Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman maupun macam inokulum (lampiran 2.a).

Berdasarkan gambar 5(a) menunjukkan perkembangan proliferasi akar mengalami peningkatan dari minggu ke-2 hingga minggu ke-8. Pada minggu ke-2 penyiraman enam hari sekali cenderung memiliki percabangan akar lebih banyak namun pada minggu ke-5 semua frekuensi penyiraman menunjukkan perkembangan relatif sama. Di minggu ke-8 menunjukkan perkembangan proliferasi akar yang sama dengan minggu ke-5, namun penyiraman sembilan hari sekali memberikan percabangan akar cenderung lebih tinggi dibandingkan penyiraman tiga dan enam hari sekali. Ai dan Torey (2013) menyatakan pada saat kekurangan air, akar akan tumbuh lebih panjang, lebih halus, memiliki banyak cabang. Kekurangan air pada beberapa varietas padi gogo meningkatkan distribusi akar yang lebih merata baik secara horizontal maupun secara vertikal. Hal ini juga didukung pada parameter panjang akar menunjukkan

penyiraman sembilan hari sekali memiliki panjang akar lebih tinggi dibandingkan penyiraman tiga dan enam hari sekali. Hasil penelitian Kurniasih dan Wulandhany (2009) distribusi akar pada beberapa varietas padi gogo (Mentik, Sentani, IR64, Ketan Gudel dan Cempo Gondrol) yang diairi sebanyak 25% kapasitas lapang meningkat secara horizontal maupun vertikal dibandingkan dengan tanaman yang disiram sampai 100% kapasitas lapang. Hal tersebut disebabkan karena akar akan berusaha memperluas distribusi perakaran dan menembus daerah daerah yang memiliki persediaan air yang lebih banyak, yaitu pada lapisan tanah yang lebih dalam. Distribusi akar seperti ini akan meningkatkan kemampuan tanaman untuk mencukupi kebutuhan air.



Gambar 5. Proliferasi akar tanaman padi (a) perlakuan frekuensi penyiraman dan (b) perlakuan macam inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali I1 = Inokulum *Rhizobacteri*
 S6 = Penyiraman enam hari sekali I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza
 S9 = Penyiraman sembilan hari sekali I3 = Inokulum mikoriza

Pada gambar 5(b) menunjukkan hingga minggu ke-5 setiap macam inokulum meningkatkan percabangan akar yang hampir sama, akan tetapi di minggu ke-5 inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi dengan

mikoriza memiliki percabangan akar lebih banyak dibandingkan inokulum lainnya (2,67+). Pada minggu ke-8 menunjukkan bahwa inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi memiliki proliferasi akar lebih banyak meskipun relatif hampir sama dengan perlakuan inokulum mikoriza. Sedangkan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi memiliki proliferasi paling rendah meskipun pada minggu ke-5 mengalami percabangan akar lebih banyak.

Kemampuan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi dalam menstimulasi perkembangan akar berkaitan dengan kemampuan tanaman menyediakan eksudat akar sebagai sumber nutrisi sehingga *Rhizobacteri indigenus* Merapi banyak mengkolonisasi perakaran tanaman padi (Agung_Astuti, 2014b). *Rhizobacteri indigenus* Merapi memanfaatkan senyawa organik berupa asam amino (Triptofan, Metionin, Asam Aspartat dan lainnya) yang disekresikan oleh akar (Rao, 1994 dalam Agung_Astuti, 2014b) sehingga *Rhizobacteri indigenus* Merapi akan menghasilkan IAA, Giberelin maupun senyawa Etilen dalam lingkungan akar (Husen dkk., 2011) untuk memacu perkembangan percabangan akar dan panjang akar meskipun dalam kondisi cekaman kekeringan (Hasanah, 2008)

Pemberian inokulum mikoriza juga sejalan dengan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi yang sama-sama mampu meningkatkan percabangan akar padi Segreng Handayani. Menurut Fakuara (1986) mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur P yang bersifat tidak mobil atau mudah terjerab dalam tanah. Hifa mikoriza mampu merangsang aktivitas enzim ekstraseluler akar *fosfatase* – alkalin dan asam sehingga dapat menghidrolisis ikatan ester C-O-P dan

melepaskan P dari ikatan tersebut menjadi tersedia bagi tanaman (Hanafiah, 2014). Peningkatan serapan P tersedia tanaman bagi akibat adanya asosiasi tanaman – mikoriza dapat meningkatkan volume jelajah akar tanaman dan memperbesar areal serapan bulu-bulu akar melalui pembentukan miselium di sekeliling akar (Hanafiah, 2014). Peranan secara fisik mikoriza tersebut mampu meningkatkan pemanjangan akar dan percabangan akar untuk menyerap unsur hara dan air meskipun dalam kondisi cekaman kekeringan.

Pemberian inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza belum mampu meningkatkan percabangan akar lebih baik dari inokulum tunggal *Rhizobacteri indigenous* Merapi maupun mikoriza (gambar 8.b). Hal ini diduga bahwa kinerja bakteri dengan mikoriza ada yang bersifat antagonis karena terjadi persaingan dalam mendapatkan sumber nutrisi diantara keduanya sehingga sangat memungkinkan kombinasi keduanya menghasilkan respon yang lebih rendah terhadap inokulum tunggal. Bukman dan Brady (1983) dalam Suyono (2003) menyatakan bahwa disamping persaingan antara mikroorganisme dan tanaman tingkat tinggi terdapat persaingan makanan yang hebat antara mikroorganisme itu sendiri. Menurut Sieverding (1991) sekitar 1-17% dari total karbohidrat tanaman digunakan oleh mikoriza untuk perkembangan dan aktivitasnya. Oleh karena itu, dikemukakan oleh Gianinazzi – Pearson (1982) bahwa pada awal perkembangan mikoriza bersifat parasit terhadap tanaman dan mikroorganisme dalam persaingan unsur hara. Pengaruh perlakuan cekaman kekeringan dalam penelitian di duga turut andil terjadinya penurunan laju populasi bahkan kematian sel *Rhizobacteri indigenous* Merapi. Hanafiah (2014) menyatakan bahwa pada kelembaban tinggi perkembangan dan aktivitas bakteri

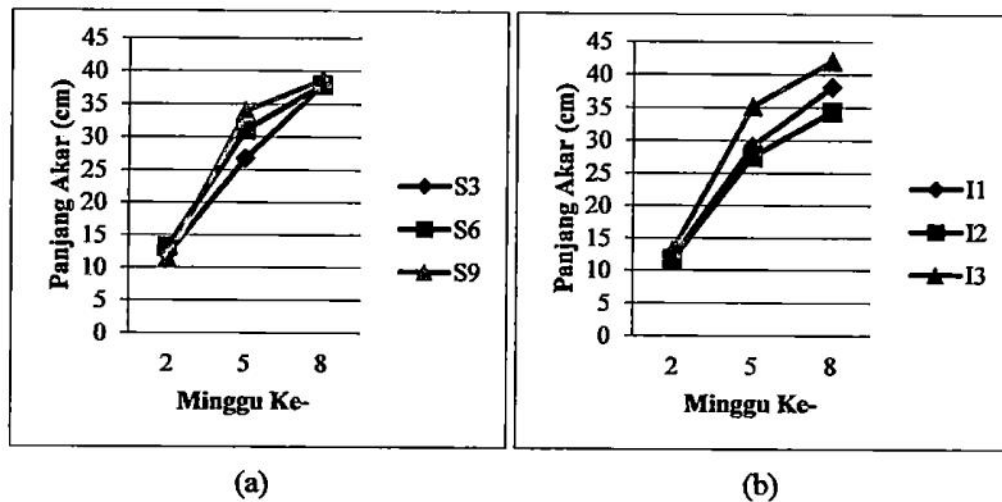
maksimum namun menurun pada kondisi kering (tekanan -3 bar) dan sangat tertekan pada kadar air titik layu permanen. Sedangkan fungi aktif pada kondisi kelembaban rendah karena fungi bersifat aerob sehingga membutuhkan oksigen.

2. Panjang Akar

Sistem perakaran tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan media tanah sebagai media tumbuh tanaman. Sebagian besar unsur yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akat, kecuali karbon dan oksigen yang diserap dari udara oleh daun. Semakin panjang perkembangan akar maka semakin banyak air dan hara yang dapat diserap oleh tanaman sehingga kebutuhan hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman semakin terjamin (Lakitan, 2007). Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap panjang akar (lampiran 2.b).

Pada gambar 6(a) menunjukkan bahwa setiap minggu panjang akar semua frekuensi penyiraman mengalami peningkatan. Pada minggu ke-8 semua frekuensi penyiraman memiliki panjang akar cenderung sama. Salah satu mekanisme ketahanan terhadap adanya cekaman kekeringan adalah menghindar atau *escape* dari kondisi cekaman tersebut. Mekanisme morfo-fisiologis tanaman untuk menghindar dari cekaman kekeringan adalah adanya kemampuan tanaman memanjangkan akarnya untuk mencari sumber air jauh dari permukaan tanah pada saat terjadi cekaman kekeringan di areal dekat permukaan tanah. Kondisi cekaman kekeringan pada penyiraman sembilan hari

erat kaitannya dengan keberadaan mikoriza pada zona perakaran padi Segreng. Menurut (Nurhalimah dkk., 2014) lahan yang kering sangat mendukung bagi perkembangan mikoriza, dimana ketersediaan unsur hara yang rendah pada kondisi lahan kering tersebut akan mengoptimalkan perkembangan hifa mikoriza



Gambar 6. Panjang akar tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

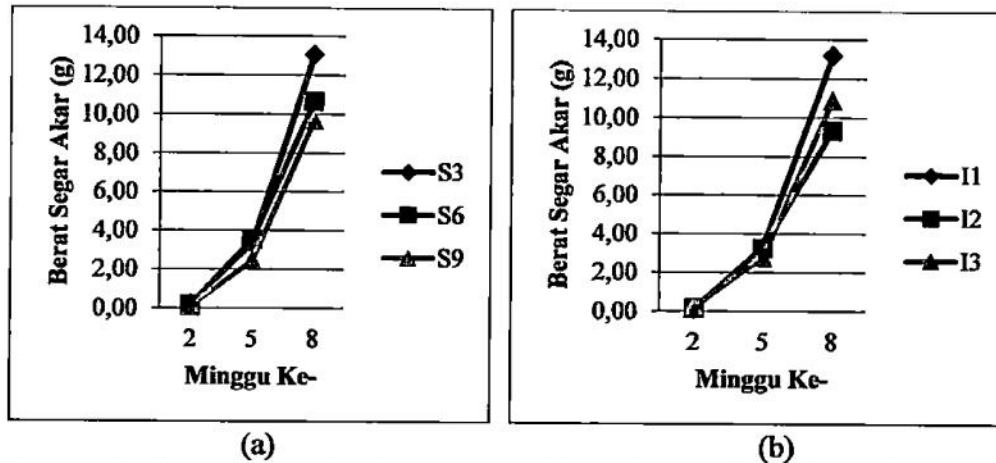
S3 = Penyiraman tiga hari sekali	I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i>
S6 = Penyiraman enam hari sekali	I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza
S9 = Penyiraman sembilan hari sekali	I3 = Inokulum mikoriza

Pada gambar 6(b) menunjukkan bahwa pada minggu ke-2 setiap inokulum memiliki panjang akar cenderung sama. Inokulum mikoriza memiliki panjang akar lebih tinggi dibandingkan inokulum lainnya dari minggu ke-5 hingga minggu ke-8. Hal ini menggambarkan bahwa inokulum mikoriza memberi pengaruh terhadap perkembangan akar tanaman padi Segreng Handayani. Penambahan mikoriza mampu memperluas bidang penyerapan akar terhadap air pada saat akar tidak mampu lagi menyerap air serta dapat menahan jaringan korteks dari kerusakan akibat kekeringan. Jika periode kekurangan air sudah terlewati, tanaman

bermikoriza akan cepat kembali normal karena cendawan menyerap air yang ada dalam pori tanah (Musfal, 2010). Menurut Purwaningsih (2011), peningkatan penyerapan unsur hara terjadi dengan perluasan jangkauan penyerapan karena adanya hifa eksternal yang dapat mencapai 8 cm di luar sistem perakaran, eksploitasi sampai ke pori mikro karena kecilnya diameter hifa eksternal yang kurang dari 20 % dari diameter bulu-bulu akar dan menambah luas permukaan sistem penyerapan. Inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan mikoriza belum mampu memberikan panjang akar maksimum sehingga disimpulkan belum ada interaksi antara *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan mikoriza dalam mendukung perkembangan akar tanaman padi Segreng Handayani.

3. Berat Segar Akar

Akar merupakan organ vegetatif yang paling penting yang berfungsi memasok air, mineral dan unsur – unsur hara bagi pertumbuhan tanaman. Berat segar akar sangat penting dan erat hubungannya dengan pengambilan air dan nutrisi. Berat segar akar merupakan berat akar yang masih memiliki kandungan air yang sangat tinggi yang menjadi komponen penyusun utama. Kapasitas pengambilan air dan nutrisi oleh akar dapat diketahui melalui metode pengukuran berat segar akar. Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak beda nyata pada faktor frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap berat segar akar padi Segreng Handayani (lampiran 2.c). Peningkatan berat segar akar padi Segreng Handayani tersaji pada gambar 7.



Gambar 7. Berat segar akar tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali I1 = Inokulum *Rhizobacteri*
 S6 = Penyiraman enam hari sekali I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza
 S9 = Penyiraman sembilan hari sekali I3 = Inokulum mikoriza

Berdasarkan gambar 7(a) menunjukkan bahwa berat segar akar tanaman padi pada minggu ke-2 hingga minggu ke-5 relatif sama, namun terjadi perbedaan secara jelas pada minggu ke-8. Perlakuan penyiraman tiga hari sekali memiliki berat segar akar cenderung lebih tinggi dan terendah ditunjukkan oleh perlakuan sembilan hari sekali dengan intensitas cekaman kekeringan tertinggi. Efendi (1982) menjelaskan bahwa efek dari cekaman air memaksa tanaman menumbuhkan rambut akar agar lebih mudah menyerap air. Akar rambut ini tumbuhnya hanya sebentar kemudian mati lalu digantikan dengan akar rambut yang baru. Dengan besarnya energi yang dibutuhkan tanaman untuk pembesaran akar-akar rambut tersebut, maka kesempatan akar yang lain untuk membesar menjadi terhambat sehingga jumlah total akar menjadi lebih kecil. Apabila merujuk pada hasil proliferasi akar (gambar 5a) penyiraman sembilan hari sekali memberikan percabangan akar lebih banyak dibandingkan dengan penyiraman tiga dan enam hari sekali, namun memiliki berat segar akar paling rendah.

Sitompul dan Guritno (1995) mengatakan bahwa tanaman yang tumbuh dalam keadaan kekurangan air akan membentuk jumlah akar yang lebih banyak dengan hasil yang lebih rendah dari tanaman yang tumbuh dalam kecukupan air.

Berdasarkan gambar 7(b) berat segar akar padi Segreng Handayani pada minggu ke-2 hingga minggu ke-5 mengalami peningkatan berat segar akar relatif sama, akan tetapi di minggu ke-8 inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi memiliki berat segar akar lebih berat dibandingkan inokulum mikoriza (10,90 g) dan inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza (9,33 g). Semakin tinggi berat segar akar menunjukkan bahwa kemampuan akar dalam menyerap air dan hara semakin besar. Sama halnya dengan proliferasi akar (gambar 5b), menunjukkan bahwa pemberian *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan mikoriza secara terpisah memberikan berat segar akar lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan inokulum campuran keduanya.

Rhizobacteri indigenous Merapi dapat meningkatkan berat segar akar karena menghasilkan zat pengatur tumbuh IAA. Penyerapan IAA oleh akar berdampak pada peningkatan densitas rambut akar, diameter akar, perluasan sistem perakaran dengan pertambahan panjang akar dan perbanyakkan akar lateral (Agung_Astuti 2014b). Mikoriza menyebabkan permukaan akar yang lebih luas, proliferasi yang lebih banyak serta adanya benang – benang hifa meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan hara dari dalam tanah (Hadi 1994).

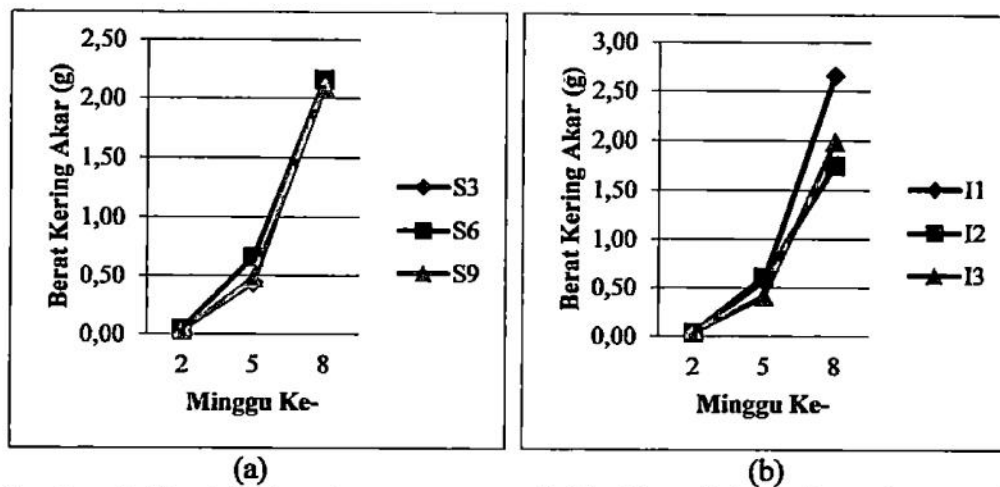
Inokulasi inokulum *Rhizobacteri indigenus Merapi* dan mikoriza secara bersamaan pada tanaman menyebabkan terjadi kompetisi dan jumlah pesaing yang tinggi (*Rhizobacteri* – mikoriza – tanaman) terhadap unsur hara dalam tanah. Bukman dan Brady (1982) dalam Suyono (2003) menyebutkan bahwa organisme tanah dapat merugikan tanaman tingkat tinggi diantaranya melalui persaingan untuk memperoleh hara yang tersedia. Organisme tanah biasanya memperoleh unsur hara lebih dulu, baru tanaman tingkat tinggi dapat mempergunakan yang masih tersisa. Hindebrandt *et al.*, (2005) menambahkan bahwa bakteri gram positif lebih umum berasosiasi dengan mikoriza, sedangkan *Rhizobacteri indigenus Merapi* merupakan bakteri gram negatif (lampiran 3) sehingga kemungkinan tidak terjalin komunikasi di antara kedua mikroba tersebut.

4. Berat Kering Akar

Berat kering akar adalah hasil akumulasi bahan kering (fotosintat) pada proses fotosintesis. Pada kondisi cekaman kekeringan hasil asimilat akan lebih banyak didistribusikan ke perakaran dibandingkan bagian atas tanaman. Hal tersebut merupakan respon tanaman terhadap kondisi cekaman kekeringan. Kramer (1983) dalam Makarim dkk (2009), mengatakan bahwa partisi asimilat yang lebih banyak ke arah akar merupakan tanggap tanaman terhadap cekaman kekeringan. Asimilat tersebut akan digunakan untuk memperluas sistem perakaran dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan transpirasi bagian atas.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap berat kering akar padi

Segreng Handayani (lampiran 2.d). Berat kering akar mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan besarnya berat segar akar. Berat segar akar menggambarkan jumlah air yang mampu diserap oleh akar, sedangkan berat kering akar merupakan berat akar sebenarnya setelah dihilangkan kandungan air melalui proses oven. Peningkatan berat kering akar padi Segreng Handayani tersaji pada gambar 8.



Gambar 8. Berat kering akar tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Pada gambar 8(a) menunjukkan bahwa semua frekuensi penyiraman cenderung memiliki berat kering akar hampir sama pada minggu ke-2, akan tetapi pada minggu ke-5 penyiraman enam hari sekali memiliki berat kering akar yang sama cenderung lebih tinggi terhadap penyiraman lainnya. Penyiraman tiga dan enam hari sekali memiliki berat kering sama dan lebih tinggi dari penyiraman sembilan hari sekali (2,08 g) pada minggu ke-8. Pada tanaman yang kekurangan

air akan berpengaruh terhadap penurunan bobot kering akar. Seperti yang dijelaskan oleh Efendi (1982) bahwa efek dari cekaman air memaksa tanaman menumbuhkan rambut akar agar lebih mudah menyerap air. Akar rambut ini tumbuhnya hanya sebentar kemudian mati lalu digantikan dengan akar rambut yang baru. Dengan besarnya energi yang dibutuhkan tanaman untuk pembesaran akar-akar rambut tersebut, maka kesempatan akar yang lain untuk membesar menjadi terhambat sehingga jumlah total akar menjadi lebih kecil.

Berdasarkan gambar 8(b) menunjukkan bahwa semua frekuensi penyiraman cenderung memiliki berat kering akar hampir sama pada minggu ke-2, akan tetapi pada minggu ke-5 penyiraman tiga dan enam hari sekali memiliki berat kering akar yang cenderung lebih tinggi terhadap penyiraman sembilan hari sekali. Pada minggu ke-8 inokulum tunggal *Rhizobacteri indigenous* Merapi memiliki berat kering tertinggi dibandingkan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi + mikoriza dan inokulum tunggal mikoriza. Menurut (Dewi, 2007) kehadiran *Plant Growth Promotor Rhizobacteria* meningkatkan kemampuan akar dalam memfiksasi nitrogen, menyerap fosfor dalam kondisi ketersediaan terbatas, dan sebagainya. PGR yang dapat memperbaiki proses fisiologi tanaman melalui akar biasanya bersifat *eksogen* atau berasal dari luar tanaman. *Plant Growth Promotor Rhizobacteria* berasal dari dalam tanah, khususnya dari interaksi akar tanaman dengan organisme yang ada dalam tanah.

5. Infeksi Mikoriza

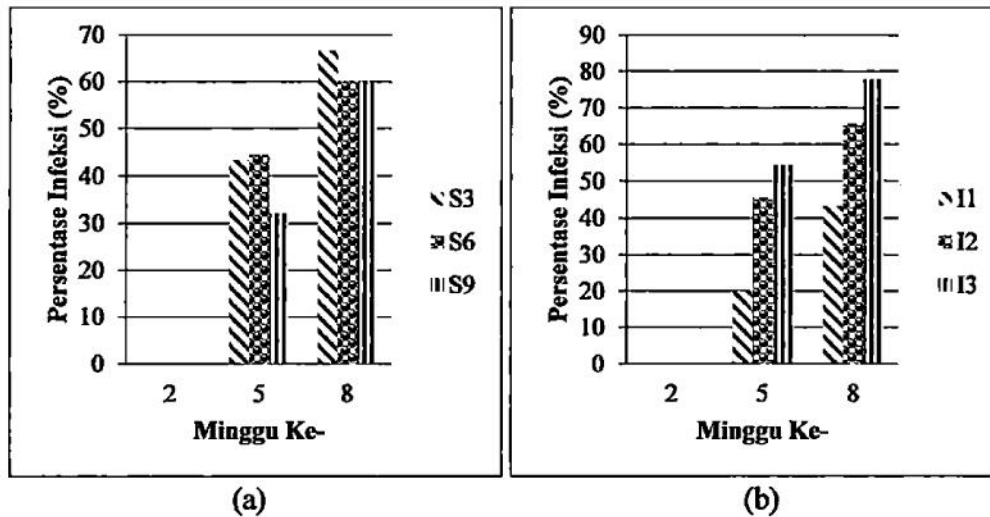
Infeksi Mikoriza Vesikula Arbuskular (MVA) pada akar tanaman padi Segreng Handayani diamati dengan pengecatan *acid fuchsin* sehingga dapat dibedakan adanya pembengkakan miselia yaitu vesikula dan arbuskular. Pada umur minggu ke-2 tidak dilakukan pengamatan karena belum adanya pembentukan akar tersier pada perakaran tanaman padi yang digunakan. Saat padi berumur 2 minggu perkembangan akar baru mencapai tahap pembentukan percabangan akar sekunder serta penguatan fungsi akar primer seperti pemanjangan akar untuk membantu penyerapan unsur hara dan air dari dalam tanah. Hal ini didukung oleh Smith (1997) mengatakan bahwa luas permukaan arbuskula aktif secara metabolik per meter akar berkurang dengan waktu, sedangkan hifa mempunyai area permukaan lebih besar sesudah 63 hari setelah tanam. Hasil penelitian Prayudyaningsih (2014) Pada umur 4 minggu pertumbuhan semai *A. scholaris* yang diinokulasi FMA menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada kontrol (-). Setelah 6 - 14 minggu peningkatan pertumbuhan tinggi semai *A. scholaris* yang diinokulasi FMA sangat berbeda dibandingkan dengan kontrol (-). Hal ini menunjukkan pengaruh asosiasi FMA mulai terlihat setelah inokulasi lebih dari 4 minggu. Hasil sidik ragam pada tabel 5 menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman, namun ada beda nyata pada macam inokulum terhadap persentase infeksi akar pada umur 5 dan 8 minggu tidak berpengaruh nyata terhadap persentase infeksi mikoriza (lampiran 2.e).

Tabel 4. Rerata persentase akar terinfeksi oleh mikoriza pada umur 2, 5 dan 8 minggu setelah tanam (%)

Perlakuan	Umur tanaman (Minggu)		
	2	5	8
<i>Frekuensi Penyiraman</i>			
3 Hari Sekali	0	43,33 a	66,67 a
6 hari Sekali	0	44,44 a	60,00 a
9 Hari Sekali	0	32,22 a	60,00 a
<i>Macam Inokulum:</i>			
<i>Rhizobakteri</i>	0	20,00 q	43,33 r
<i>Rhizobakteri + Mikoriza</i>	0	45,56 p	65,56 q
<i>Mikoriza</i>	0	54,44 p	77,78 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf F dan DMRT pada taraf nyata 5%
 (-):Menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan gambar 9(a) menunjukkan bahwa penyiraman tiga hari sekali memiliki persentase infeksi akar oleh mikoriza cenderung lebih tinggi (minggu ke-8) meskipun pada minggu ke-5 relatif lebih kecil dibandingkan dengan penyiraman enam hari sekali. Hal ini dikarenakan terhambatnya proses pembelahan sel-sel akar yang terinfeksi oleh mikoriza sehingga menyebabkan pembengkakan miselia dan pembentukan struktur seperti arbuskul, vesikel dan hifa luaran ikut terhambat. Hasil penelitian Hartiwi (2003) membuktikan bahwa perlakuan volume siraman 600 ml/hari memiliki persentase infeksi mikoriza lebih tinggi dibandingkan dengan volume siraman 400 ml/hari. Pada tahap pertumbuhan mikoriza membutuhkan ketersediaan air, namun semakin tinggi volume siraman menyebabkan infeksi mikoriza juga berkurang.



Gambar 9. Persentase infeksi mikoriza (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Pada gambar 9(b) menunjukkan bahwa inokulum tunggal mikoriza memberikan persentase infeksi mikoriza paling tinggi kemudian diikuti oleh inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza. Inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD memiliki persentase infeksi akar oleh mikoriza terendah meskipun saat waktu aplikasi perlakuan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD tidak ada penambahan *crude* inokulum mikoriza. Hal ini diduga media tanam berupa tanah Regosol sudah mengandung spora mikoriza asli tanah meskipun dalam jumlah sedikit. Sieverding (1991) mengemukakan bahwa inokulum dalam bentuk spora memiliki kelemahan untuk aplikasi di lapangan karena perkembangan awal yang lambat serta penyebaran di akar yang juga lambat sehingga inokulum tidak

mampu bersaing dengan CMA asli dan mikroba tanah lainnya sehingga berpengaruh terhadap derajat infeksi akar.

6. Jumlah Spora

Jumlah spora sangat efektif digunakan untuk mengetahui perkecambahan spora yang telah dihasilkan oleh cendawan mikoriza arbuskula. Jumlah spora lebih ditentukan oleh sistem miselia yang menyebar luas di daerah rizosfer, dan produksi spora akan meningkat bila metabolisme tanaman cukup baik. Ada beberapa faktor yang dapat menentukan kemampuan jenis MVA membentuk spora. Misalnya karakteristik organ yang dimiliki seperti klamidospora pada *Glomus sp.* dan *Azygospora* pada *Gigaspora sp.* Jumlah spora/ml pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Jumlah spora mikoriza pada umur 5 minggu setelah tanam padi Segreng Handayani ($\times 10^4$ spora/ml)

Frekuensi Penyiraman	Macam inokulum ($\times 10^4$ spora/ml)			Rerata
	<i>Rhizobacteri</i>	<i>Rhizobacteri</i> +Mikoriza	Mikoriza	
3 Hari Sekali	55,56	6.077,7	2.033,3	2.722,2 a
6 Hari Sekali	77,78	1.244,4	3.044,4	1.455,5 a
9 Hari Sekali	33,33	2.588,8	2.911,1	1.844,4 a
Rerata	55,56 b	3.303,7 a	2.662,9 a	(-)

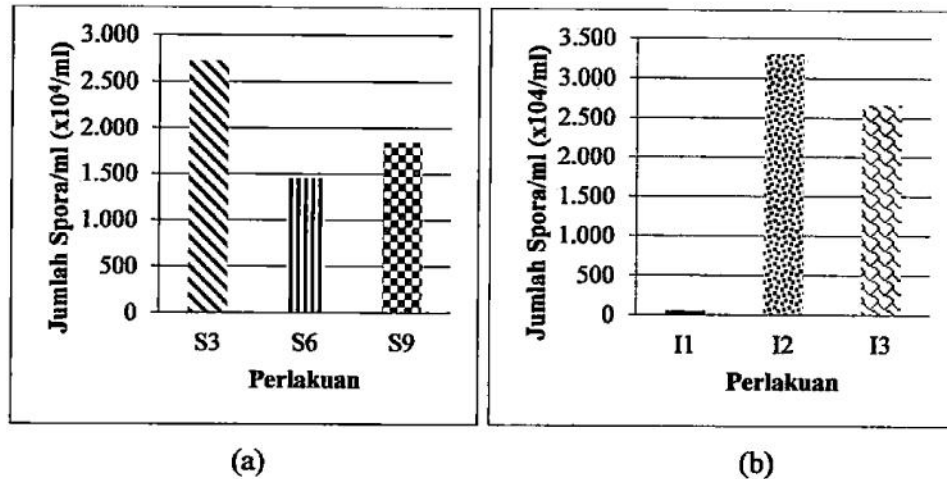
Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf F dan DMRT pada taraf nyata 5%
(-):Menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum terhadap jumlah spora dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman, namun ada beda nyata pada faktor macam inokulum (lampiran 2.f). Muas (2003) menyatakan bahwa tidak semua species CMA efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kolonisasi CMA tidak selalu berhubungan jumlah spora yang dihasilkan, karena proses dipengaruhi

kondisi inokulum, lingkungan, jenis inang, serta media (Siqueira *et al.*, 1998). Vaast & Zasoski (1991) melaporkan bahwa lama waktu inkubasi, tingkat kematangan spora berpengaruh terhadap kolonisasi mikoriza pada akar. Kelembaban, keadaan spora, cekaman lingkungan, dan media merupakan faktor yang dapat mempengaruhi perkecambahan spora dan kolonisasi CMA. Selain faktor-faktor lingkungan seperti tipe tanah, kesuburan tanah, pH tanah, kelembaban tanah, temperatur dan sumber potensial hara, variasi bentuk juga ditentukan oleh jenis tanaman inang dan fisik lingkungan tempat hidupnya (Ernawati, 2008). Waktu perkecambahan yang berbeda setiap spora mempengaruhi berbedanya jumlah spora tiap genus, seperti yang diungkapkan Smith dan Read (1997) dalam Widiastuti (2005) bahwa pada saat berkecambah setiap genus memiliki waktu yang berbeda-beda dan mempunyai masa dorman, genus *Acaulospora* memerlukan waktu 3 bulan untuk berkecambah.

Pada gambar histogram 10(a) menunjukkan bahwa penyiraman tiga hari sekali memiliki jumlah spora lebih tinggi dibandingkan penyiraman enam hari dan sembilan hari sekali. Namun, penyiraman sembilan hari memberikan jumlah spora cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman enam hari sekali dengan jumlah spora terendah ($2.722,2 \times 10^4$ spora/ml). Hal ini diduga karena kondisi pemadatan tanah akibat kekurangan air menyebabkan terhambatnya laju difusi air dan oksigen ke dalam tanah sehingga volume oksigen pada pori makro dan air pada pori mikro tanah terbatas. Terbatasnya sumber oksigen mengakibatkan laju pertumbuhan dan diversitas spora mikoriza terganggu bahkan dapat mengalami lisis sel. Menurut Bolton *et al.*, 1993) menyatakan bahwa adanya pembasahan dan pengeringan tanah secara bergantian akan mempengaruhi konsentrasi eksudat

akar. Penurunan kadar lengas tanah dapat menyebabkan tanah kering dan terbatasnya substrat pada rhizosfer sebagai sumber makanan mikroorganisme.



Gambar 10. Jumlah spora mikoriza pada tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Pada gambar 10(b) menunjukkan bahwa jumlah spora tertinggi ditunjukkan oleh inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza ($3.303,7 \times 10^4$ spora/ml) kemudian diikuti inokulum mikoriza ($2.662,9 \times 10^4$ spora/ml) dan inokulum tunggal *Rhizobacteri indigenous* Merapi yang terkontaminasi spora mikoriza ($55,56 \times 10^4$ spora/ml). Hal ini diduga karena tanah Regosol yang digunakan dari lahan *Greenhouse* sudah mengandung spora mikoriza sehingga tidak steril. Seperti yang disebutkan bahwa rizosfir merupakan zona tanah yang dipengaruhi akar dan dapat mempunyai populasi organisme berlipat ganda lebih banyak dibandingkan dengan tanah yang tidak terpengaruh akar (Vancura *et al.*, 2000). Selain itu penyiraman yang dilakukan tidak menggunakan air steril sehingga dapat pula menyebabkan

adanya kontaminasi. Hal ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Turjaman *et al.*, (2006) bahwa kontrol pada semai *Dyera polyphlajuga* terinfeksi oleh FMA yang berasal dari jenis yang *indigenous*. Berdasarkan dari penelitian Turjaman *et al.*, (2006) diketahui bahwa semai jelutung yang diinokulasi dengan FMA jenis *Glomus clarum* terinfeksi hampir 100% yaitu sebesar 93%, sehingga dapat diketahui bahwa semai jelutung memberikan respon yang bagus jika diinokulasi dengan FMA jenis *Glomus*.

E. Pertumbuhan Padi Segreng Handayani

Tanaman selama masa hidupnya menghasilkan biomassa yang digunakan untuk membentuk bagian-bagian tubuhnya yang terjadi seiring dengan umur tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995 dalam Apriyanti, 2007). Hasil rerata parameter pertumbuhan padi Segreng Handayani meliputi tinggi tanaman, berat segar tajuk, berat kering tajuk, jumlah anakan, umur berbunga tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata tinggi tanaman, jumlah anakan, berat segar tajuk, berat kering tajuk dan umur berbunga pada minggu ke-8

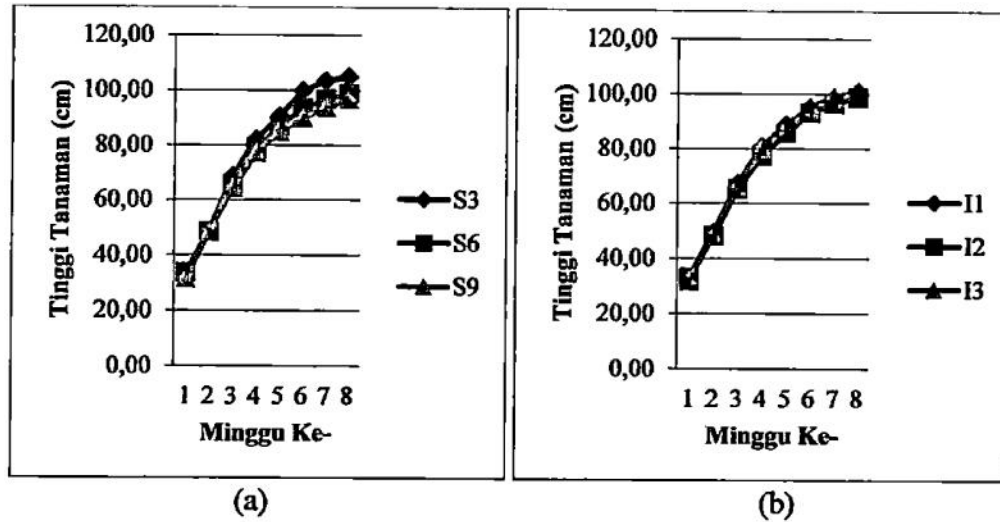
Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Berat Segar Tajuk (g)	Berat Kering Tajuk(g)	Jumlah Anakan	Umur Berbunga (Hari Ke-)
Penyiraman					
3 Hari Sekali	105,01a	73,33 a	13,16 a	11,48 a	55,63 a
6 hari Sekali	98,96 b	59,55 a	11,32 a	11,22 a	59,37 b
9 Hari Sekali	96,84 b	51,04 a	9,90 a	9,89 a	70,85 c
Macam Inokulum					
<i>Rhizobakteri</i>	100,87p	68,19 p	12,63 p	11,41 p	62,04 p
<i>Rhizobakteri</i> + Mikoriza	98,83 p	64,75 p	12,18 p	11,15 p	61,78 p
Mikoriza	101,10p	50,97 p	9,56 p	10,04 p	62,04 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf F dan DMRT pada taraf nyata 5%
 (-):Menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diamati dan diukur untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif pada suatu tanaman. Perkembangan tinggi tanaman ini berdasarkan perlakuan frekuensi penyiraman dan macam inokulum pada minggu ke-1 sampai minggu ke-8. Menurut Chang *et al.*, (1986) perbedaan tinggi tanaman antara padi gogo dengan padi sawah yang berhubungan dengan tingkat ketahanan kekeringan lebih ditentukan secara genetik. Tinggi tanaman dikendalikan oleh banyak gen dan dipengaruhi oleh modifikasi gen.

Dari hasil sidik ragam tinggi tanaman menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada macam inokulum, namun ada beda nyata pada frekuensi penyiraman terhadap tinggi tanaman (lampiran 2.g). Penyiraman tiga hari sekali memiliki kemampuan lebih baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman padi dibandingkan dengan penyiraman enam hari dan sembilan hari sekali. Pada perlakuan penyiraman sembilan hari memiliki tinggi tanaman terendah tanaman padi lebih merasakan akibat dari perlakuan cekaman kekeringan. Adaptasi tanaman padi terhadap cekaman dengan cara pengurangan tajuk (tanaman padi menjadi pendek dan anakan padi sedikit) (Fauza, 2013). Rerata tinggi tanaman pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum disajikan pada gambar 11.



Gambar 11. Tinggi tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Berdasarkan gambar 11(a) menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman menunjukkan peningkatan tinggi tanaman dari minggu ke-1 hingga minggu ke-8. Namun pada minggu ke-6 penyiraman tiga hari sekali memiliki tinggi tanaman lebih tinggi hingga minggu ke-8 kemudian diikuti penyiraman enam hari sekali dan terendah pada penyiraman sembilan hari. Rendahnya tinggi tanaman pada penyiraman sembilan hari menggambarkan respon tanaman terhadap kondisi kekeringan. Menurut Mansfield dan Atkinson (1990) respons tanaman jika mengalami kekeringan adalah mengubah distribusi asimilat baru dan mengatur derajat pembukaan stomata. Perubahan distribusi asimilat baru akan mendukung pertumbuhan akar daripada tajuk, sehingga dapat meningkatkan kapasitas akar menyerap air serta menghambat pertumbuhan tajuk untuk mengurangi transpirasi.

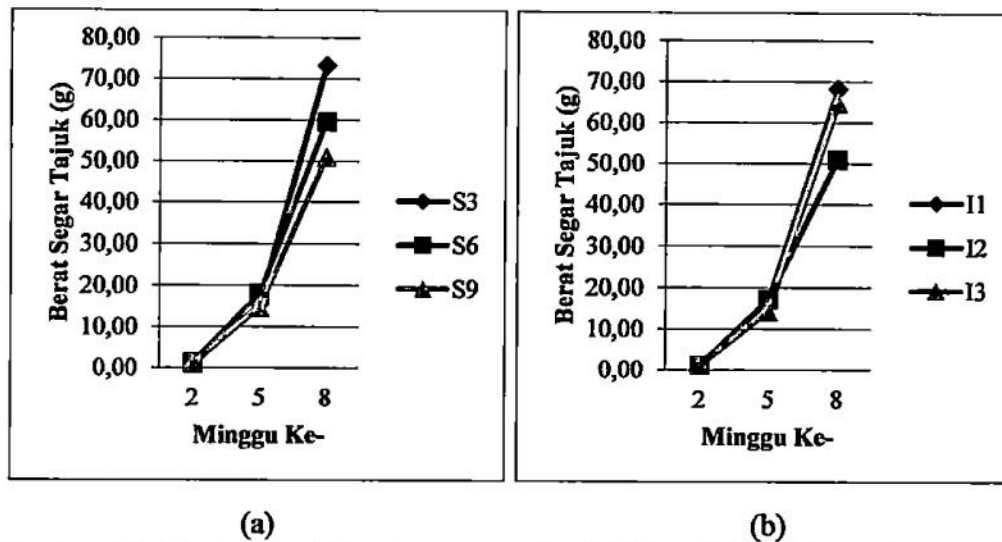
Pengaturan derajat pembukaan stomata akan menghambat hilangnya air melalui transpirasi

Pada gambar 11(b) menunjukkan bahwa semua macam inokulum mengalami kenaikan dari minggu ke -1 sampai dengan minggu ke -8. Namun inokulum dengan mikoriza memiliki tinggi tanaman cenderung lebih tinggi meskipun relatif sama dengan tinggi tanaman pada inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan MD dengan mikoriza. Infeksi mikoriza diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena mengeluarkan enzim *phospatase* yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik sehingga tersedia nutrisi bagi tanaman (Marschner dan Dell, 1994 *cit.*, Sinwin *et al.*, 2006). Hasil penelitian Lukitanigdyah (2013) penambahan mikoriza pada tanaman padi memberikan hasil tinggi tanaman lebih baik (30,9 cm) dibandingkan penambahan mikoriza pada rumput teki (29,2 cm) dan kedelai (19,4 cm).

2. Berat Segar Tajuk

Fotosintat yang dibentuk dan disimpan pada proses fotosintesis tanaman dapat diketahui dengan mengetahui berat segar tanaman. Salah satu syarat untuk berlangsungnya fotosintesis yang baik bagi tanaman yaitu dengan tercukupinya air bagi tanaman yang diserap melalui akar. Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum serta tidak ada beda nyata baik pada frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap berat segar tajuk (lampiran 2.h). Berat segar tajuk menunjukkan kandungan air yang berada pada jaringan tajuk. Ketika tanaman dalam cekaman kekeringan maka tajuk akan meresponnya dengan

mengatur pembukaan dan penutupan stomata. Penutupan stomata akan menjadikan daun menggulung sehingga transpirasi akan berkurang dan tanaman mampu bertahan pada kondisi air yang terbatas (Mackill *et al.*,1996 dalam Agung_Astuti, 2014c). Perkembangan berat segar tajuk padi Segreng pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum disajikan pada gambar 12.



Gambar 12. Berat segar tajuk tanaman padi (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali	I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i>
S6 = Penyiraman enam hari sekali	I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza
S9 = Penyiraman sembilan hari sekali	I3 = Inokulum mikoriza

Gambar 12(a) menunjukkan semua frekuensi penyiraman terjadi peningkatan pada tiap minggu, terutama pada minggu ke – 5 hingga minggu ke – 8. Namun, penyiraman tiga hari sekali menunjukkan berat segar akar tertinggi diantara penyiraman lainnya. Hal ini sesuai dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah anakan yang menunjukkan penyiraman tiga hari memberikan hasil yang lebih baik. Manuhuttu (2014) menyatakan bahwa berat segar tanaman (tajuk) merupakan gabungan dari perkembangan dan penambahan jaringan tanaman

seperti jumlah daun, luas daun dan tinggi tanaman yang dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan unsur hara yang ada di dalam sel-sel jaringan tanaman (Manuhuttu dkk., 2014). Sunaryo (2009) menambahkan bahwa berat segar tajuk suatu tanaman tergantung pada air yang terkandung dalam organ- organ tanaman baik pada batang, daun dan akar, sehingga besarnya kandungan air dapat mengakibatkan berat segar tajuk tanaman lebih tinggi. Kandungan air dalam tanah tergantung pada jenis tanah yang digunakan sebagai media tanam. Tanah Regosol yang digunakan dalam penelitian memiliki karakteristik lempung berpasir, tipe struktur granular dan konsistensi tidak melekat mempunyai lebih banyak pori makro dibandingkan dengan pori mikro. Dimana distribusi ruang pori tanah menggambarkan aerasi tanah yang baik, melalukan air dengan cepat, tetapi kemampuan menyimpan air yang rendah. Semakin tinggi jumlah pori makro atau pori drainase cepat, menyebabkan semakin sedikit air yang dapat dipegang oleh koloid tanah, baik oleh koloid liat maupun koloid humus (Buckman & Brady, 1983).

Berdasarkan gambar 12(b) menunjukkan bahwa macam inokulum dapat meningkatkan berat segar tajuk tanaman padi dari minggu ke-2 hingga minggu ke-8. Peningkatan signifikan terjadi pada minggu ke-5 sampai minggu ke-8 pada semua inokulum. Inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi memiliki berat segar tajuk cenderung lebih tinggi (68,19 g) dibandingkan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza (64,75 g) dan inokulum tunggal mikoriza (50,97). Populasi bakteri *Rhizobacteri indigenous* Merapi yang stabil selama 8 minggu penanaman menjadikan kemampuan bakteri dalam mengakumulasi senyawa osmoprotektan lebih kontinyu sehingga perakaran

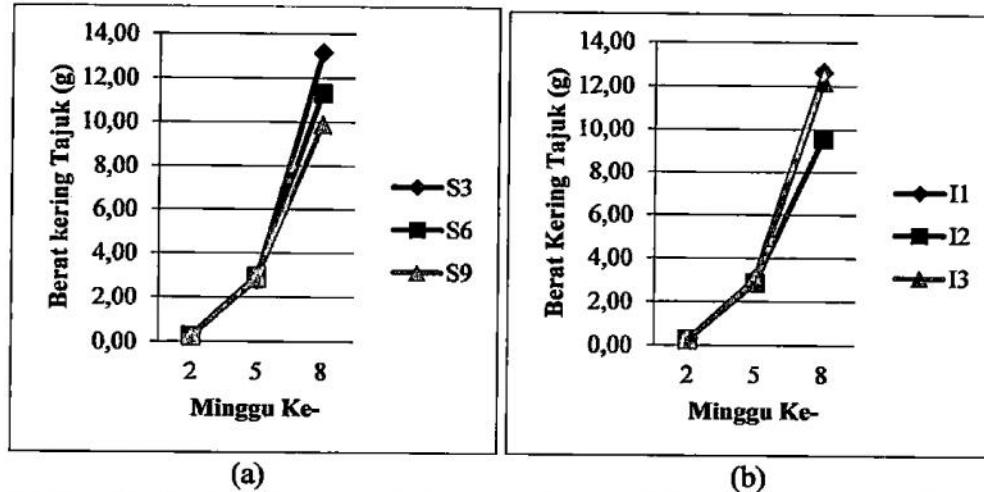
tanaman mampu menyerap air dalam kondisi cekaman kekeringan (gambar 4 c dan d). Kemampuan *Rhizobacteri indigenous* Merapi dalam menyerap N melalui proses mineralisasi meningkatkan pembentukan bagian vegetatif tanaman sehingga menghasilkan berat segar tajuk lebih tinggi. Berat segar tajuk juga berhubungan dengan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang dihasilkan tanaman.

3. Berat Kering Tajuk

Hasil asimilasi bersih CO_2 selama pertumbuhan akan ditimbun melalui aktivitas penyerapan energi matahari yang digunakan untuk memfiksasi O_2 . Berat kering tajuk dan akar menunjukkan tingkat efisiensi metabolisme dari tanaman tersebut. Pertumbuhan suatu tanaman akan baik jika tersedia air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Unsur hara akan membantu penyusunan jaringan – jaringan baru dan juga penambahan ukuran tanaman salah satunya yaitu tinggi tanaman, sehingga tanaman perlu diamati untuk mengetahui pertumbuhan vegetatif tanaman padi (Wulyaningsih dkk, 2010).

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum, dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap berat kering tajuk (lampiran 2.i). Menurut Gardner *et al.*, (1991) semakin besar berat kering tanaman maka diketahui hasil fotosintesisnya semakin tinggi, berat kering tanaman merupakan akibat dari penimbunan hasil bersih asimilasi CO_2 selama masa pertumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa berat kering tajuk memiliki korelasi positif dengan berat segar tajuk baik pada frekuensi penyiraman

maupun perlakuan macam inokulum. Hasil rerata berat kering tajuk pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum tersaji pada gambar 13.



Gambar 13. Berat kering tajuk tanaman padi (a) perlakuan frekuensi penyiraman (b) perlakuan inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali I1 = Inokulum *Rhizobacteri*
 S6 = Penyiraman enam hari sekali I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza
 S9 = Penyiraman sembilan hari sekali I3 = Inokulum mikoriza

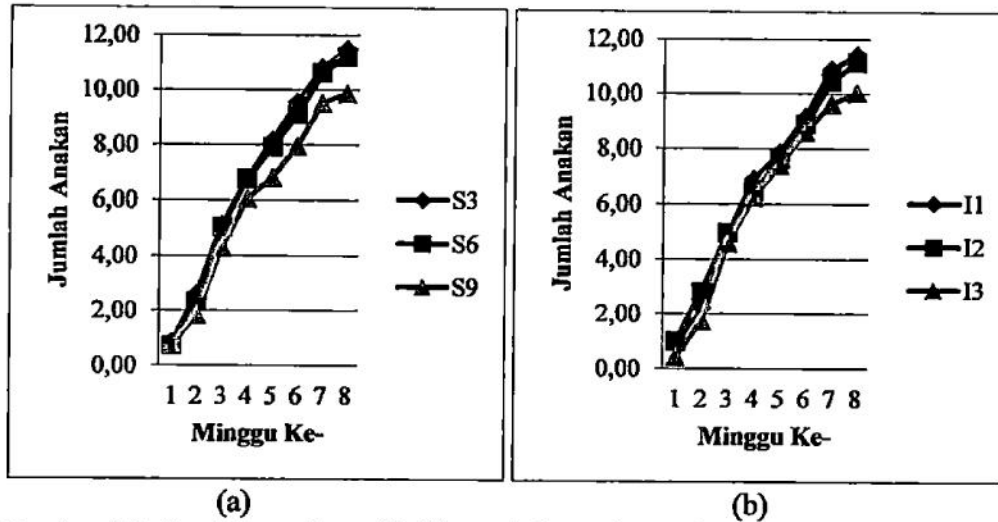
Berdasarkan gambar 13(a) berat kering tajuk pada semua frekuensi penyiraman terlihat jelas bahwa berat kering tajuk meningkat setiap minggunya. Penyiraman tiga hari sekali mampu meningkatkan berat kering tajuk lebih baik dibandingkan dengan penyiraman enam hari dan sembilan hari sekali. Namun, berat kering tajuk pada penyiraman enam hari sekali lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman sembilan hari sekali. Dari gambar 13 (a) dapat disimpulkan bahwa jumlah air yang tersedia pada tanah akan berpengaruh besar pada berat tanaman tersebut. Hasil penelitian Effendi (2008) membuktikan bahwa cekaman kekeringan mengakibatkan penurunan berat kering tanaman pada berbagai varietas padi gogo. Penurunan secara nyata terjadi pada kadar lengas tanah 75% kapasitas lapang dan menurun secara tajam pada kapasitas lapang 25%.

Pada gambar 13(b) menunjukkan setiap macam inokulum mengalami peningkatan berat kering tajuk yang relatif sama pada minggu ke-2 sampai minggu ke-5. Pada minggu ke-8 inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi memiliki berat kering tajuk lebih tinggi (12,63 g) dibandingkan inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza (12,18 g) dan inokulum mikoriza (9,56 g). Hal ini berkorelasi positif dengan kemampuan *Rhizobacteri indigenous* Merapi yang memberikan berat segar lebih tinggi dibandingkan inokulum lainnya (gambar 12b.). *Rhizobacteri indigenous* Merapi memiliki kemampuan menghasilkan ion-ion NO_3^- , NH_4^+ melalui proses mineralisasi (Hanafiah, 2014) sehingga mampu membentuk material kompleks seperti asam-amino dan asam-asam nukleat yang dapat langsung diserap dan digunakan oleh tanaman (Agung_Astuti, 2014c).

4. Jumlah Anakan

Jumlah anakan yang produktif dapat dijadikan sebagai patokan untuk memperkirakan hasil akhir pada budidaya padi. Jumlah anakan dipengaruhi oleh kondisi perakaran tanaman dalam menyediakan dan menyerap nutrisi (Yoshida, 1981). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada faktor frekuensi penyiraman maupun macam inokulum (lampiran 2.j). Menurut Utami dkk (2009) jumlah anakan produktif padi Segreng Handayani sebanyak 10,14 anakan. Hasil penelitian memiliki jumlah anakan lebih baik sebanyak 11,48 anakan produktif yang ditunjuk oleh penyiraman tiga hari sekali, sedangkan perlakuan penyiraman sembilan hari sekali memberikan jumlah anakan paling

sedikit (9,89 anakan). Perkembangan jumlah anakan pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum tersaji pada gambar 14.



Gambar 14. Jumlah anakan (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan :

S3 = Penyiraman tiga hari sekali I1 = Inokulum *Rhizobacteri*
 S6 = Penyiraman enam hari sekali I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza
 S9 = Penyiraman sembilan hari sekali I3 = Inokulum mikoriza

Berdasarkan gambar 14(a) menunjukkan adanya peningkatan pada perkembangan jumlah anakan pada minggu ke-1 hingga minggu ke- 7 pada setiap frekuensi penyiraman, selanjutnya perkembangan jumlah anakan mulai berkurang pada minggu ke-7 hingga minggu ke -8 seiring dengan masuknya masa generatif tanaman. Pada minggu ke-5 penyiraman tiga hari sekali mengalami perkembangan jumlah anakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyiraman enam hari sekali dan sembilan hari sekali. Karakter morfologi yang berkaitan dengan adaptasi terhadap stres antara lain ukuran tajuk seperti jumlah anakan sedikit, menunda pembungaan, pengurangan anakan produktif (Van Oosterom *et al.*, 2003), total bahan kering rendah (Pantuwan *et al.*, 2002), daun lebih pendek (Nguyen *et al.*, 2009). Tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan

berbeda-beda tergantung dari tingkat cekaman lengas, jenis tanaman dan umur tanaman. Matsuo dan Hoshikawa (1993) mengatakan bahwa yang tergolong genotipe padi gogo yang tahan kekeringan adalah genotipe yang mempunyai jumlah anakan rendah dengan penurunan laju yang rendah pula, penurunan jumlah anakan selaras dengan penurunan lengas tanah. Dalam hal efisiensi penggunaan air pada budidaya padi, penyiraman sembilan hari sekali dapat memberikan jumlah anakan yang tidak berbeda dari penyiraman tiga dan enam hari sekali (tabel 7).

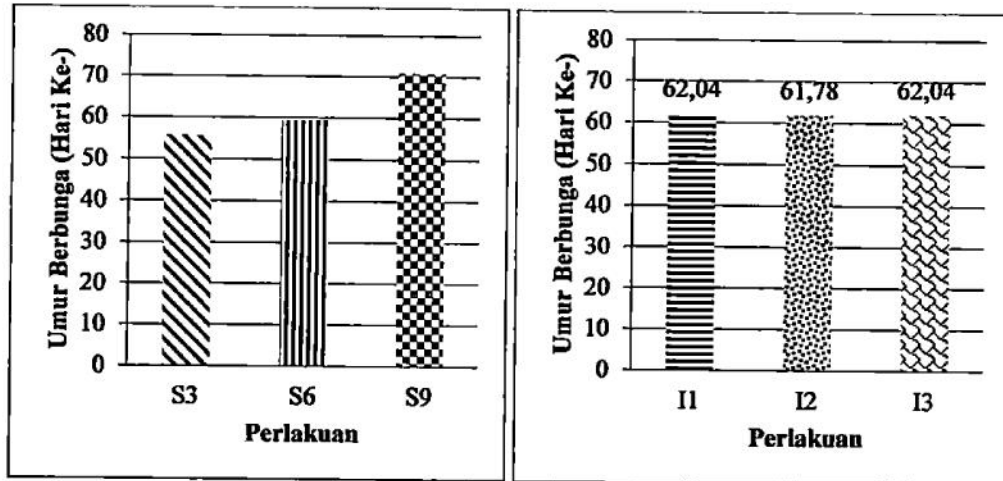
Pada gambar 14(b) terlihat perkembangan jumlah anakan pada minggu ke-1 inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza cenderung lebih cepat dibandingkan inokulum mikoriza. Pada minggu ke-2 hingga minggu ke-3 semua inokulum menunjukkan laju perkembangan anakan relatif sama. Inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza memiliki laju perkembangan anakan yang sama dari minggu ke-4 hingga minggu ke-8, namun inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi cenderung lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB dan MD mulai mempengaruhi jumlah anakan pada minggu ke-4. Hasil penelitian Agung_Astuti (2014a) *Rhizobacteri indigenous* Merapi mulai mempengaruhi jumlah anakan berbagai varietas pada minggu ke-6. Sedangkan jumlah anakan paling sedikit ditunjukkan oleh inokulum mikoriza (10,04 anakan). Jumlah anakan padi dapat dipengaruhi oleh kadar Nitrogen dan Phosphat yang berasal dari kemampuan *Rhizobacteri indigenous* Merapi dalam nitrifikasi, amonifikasi dan melarutkan phosphat. Menurut Murat dan Matsushita

(1978) dalam Makarim dan Suhartik (2009), semakin tinggi kadar Nitrogen dan Phospat pada tanaman maka jumlah anakan semakin tinggi.

5. Umur Berbunga

Pembungaan yang terjadi pada tanaman padi menandakan bahwa telah masuknya masa generatif yang merupakan fase dimana akan berlangsungnya produksi biji pada tanaman padi. Produksi biji merupakan tujuan utama produksi tanaman pangan. Produksi biji merupakan peristiwa fisiologis dan morfologis yang mengarah kepada pembungaan dan pembuahan (Gardner *et al.* 1991). Peralihan antara fase vegetatif menuju fase generatif ditunjukkan dengan mulai berbunganya tanaman padi. Dalam suatu hamparan tanaman, fase pembungaan memerlukan kisaran waktu selama 10 – 14 hari. Apabila 50% dari tanaman dalam satu hamparan bunga telah keluar, maka pertanaman tersebut dianggap sudah memasuki fase pembungaan (Suciati dkk, 2010).

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada faktor macam inokulum, namun ada beda nyata faktor frekuensi penyiraman terhadap umur berbunga padi Segreng Handayani (lampiran 2.k). Histogram umur berbunga padi Segreng Handayani pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum disajikan pada gambar 15.



(a)

(b)

Gambar 15. Umur berbunga (a) perlakuan frekuensi penyiraman (b) macam inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali

S6 = Penyiraman enam hari sekali

S9 = Penyiraman sembilan hari sekali

I1 = Inokulum *Rhizobacteri*

I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza

I3 = Inokulum mikoriza

Berdasarkan gambar 15(a) menunjukkan pengaruh cekaman kekeringan dengan berbagai frekuensi penyiraman terhadap kecepatan umur berbunga padi Segreng Handayani. Penyiraman tiga hari sekali memiliki umur berbunga paling cepat dibandingkan dengan penyiraman enam hari sekali bahkan dengan penyiraman sembilan hari sekali yang memiliki umur berbunga paling lambat. Kekeringan mempengaruhi morfologi, fisiologi, dan aktivitas pada tingkatan molekular tanaman padi seperti menunda pembungaan, 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). Menurut Lafitte (2003) tanaman padi sensitif terhadap cekaman kekeringan terutama pada masa pembungaan. Galur padi yang berbunga dalam waktu tidak lama setelah

pengairan dilakukan, maka akan lebih sedikit terpengaruh cekaman kekeringan daripada galur padi yang berbunga lebih lambat. Fischer dan Fukai (2003) menyatakan bahwa pembungaan sering tertunda selama 2-3 minggu pada kondisi cekaman kekeringan.

Pada gambar 15(b) menunjukkan bahwa setiap inokulum memiliki umur berbunga yang relatif sama meskipun inokulum campuran *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza memiliki umur berbunga yang lebih cepat. Namun hal ini tidak menunjukkan ada beda nyata dengan inokulum *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan inokulum mikoriza yang memiliki umur berbunganya sama. Hal ini berhubungan dengan kemampuan *Rhizobacteri indigenous* Merapi dengan mikoriza menyerap unsur hara seperti N secara aktif pada tahap vegetatif tanaman. Tanaman menyerap N dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan ion ammonium (NH_4^+), baik yang telah tersedia di tanah maupun dari pupuk. Nitrogen yang diserap kemudian diubah dalam bentuk asam nukleat dan asam amino untuk biosintesis protein dan pertumbuhan baik vegetatif maupun generatif (Larcher, 1995).

F. Komponen Hasil Tanaman Padi

Produktivitas suatu penanaman padi merupakan hasil akhir dari pengaruh interaksi antara faktor genetik varietas gabah. Nilai rerata jumlah malai/rumpun, berat 100 biji, berat biji/rumpun dan hasil dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7. Rerata jumlah malai/rumpun, berat 100 biji, berat biji/rumpun dan hasil (ton/ha)

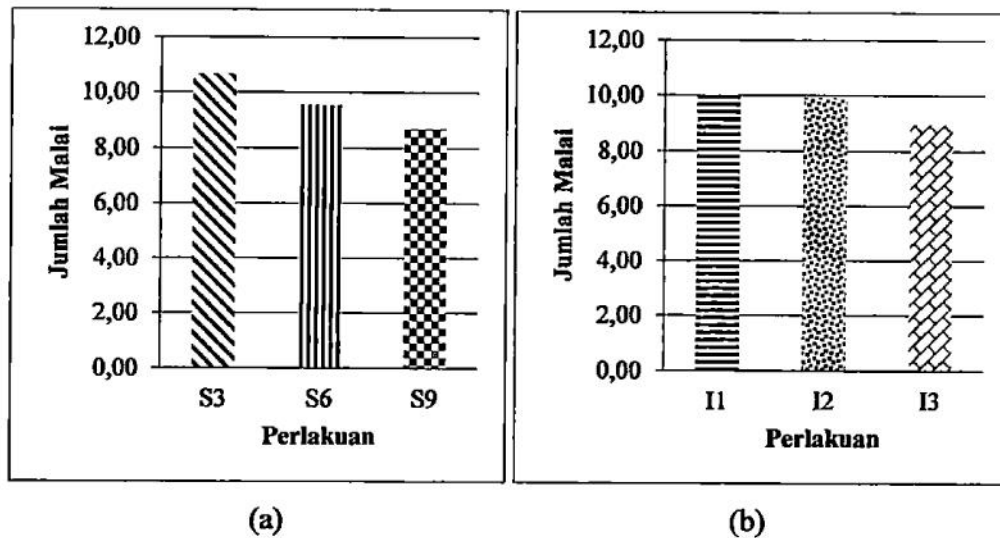
Perlakuan	Jumlah Malai/rumpun	Berat 100 Biji	Berat Biji/rumpun	Hasil Ton/Ha
Penyiraman				
3 Hari Sekali	10,67 a	2,07 a	23,84 a	4,71 a
6 hari Sekali	9,56 a	1,84 b	13,95 b	2,77 b
9 Hari Sekali	8,70 a	1,72 c	10,35 c	2,05 c
Macam Inokulum				
<i>Rhizobakteri</i>	10,04 p	1,92 p	16,75 p	3,32 p
<i>Rhizobakteri</i> + Mikoriza	9,93 p	1,78 q	14,82 p	2,92 p
Mikoriza	8,96 p	1,92 p	16,56 p	3,28 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji taraf F dan DMRT pada taraf nyata 5%
(-):Menunjukkan tidak ada interaksi antar perlakuan

1. Jumlah Malai/Rumpun (satuan)

Jumlah malai/rumpun menunjukkan jumlah anakan produktif yang dihasilkan selama masas pertumbuhan vegetatif hingga masuk masa generatif tanaman padi. Malai padi merupakan bagian tanaman yang bersifat generatif berupa sekumpulan bunga padi yang keluar dari buku paling atas (Tirtowirjono, 1992). Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum terhadap jumlah malai/rumpun, dan tidak ada beda nyata pada frekuensi penyiraman maupun pada macam inokulum (lampiran 2.1). Jumlah malai digunakan sebagai parameter keberhasilan dalam bertanam padi. Semakin banyak anakan produktif maka

jumlah bulir padi semakin besar jika dibandingkan dengan tanaman dengan jumlah anakan produktif sedikit (Putri, 2011). Histogram jumlah malai/rumpun padi Segreng Handayani pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum disajikan pada gambar 16.



Gambar 16. Jumlah malai (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

S3 = Penyiraman tiga hari sekali	I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i>
S6 = Penyiraman enam hari sekali	I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza
S9 = Penyiraman sembilan hari sekali	I3 = Inokulum mikoriza

Histogram gambar 16(a) menunjukkan bahwa jumlah malai/rumpun tertinggi pada frekuensi penyiraman setiap tiga hari sekali (10,67 malai) diikuti penyiraman enam hari sekali (9,56 malai) dan penyiraman sembilan hari sekali (8,70 malai). Berdasarkan ilustrasi histogram gambar 16(a) menggambarkan semakin tinggi intensitas cekaman kekeringan maka jumlah anakan produktif yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini karena adanya korelasi antara perlakuan cekaman kekeringan yang diberikan pada fase vegetatif (14 hari setelah tanam) mengakibatkan penghambatan proses pertumbuhan vegetatif.

Organ vegetatif yang kurang sempurna mengakibatkan semakin rendah fotosintat yang terbentuk, dan akhirnya akan berpengaruh terhadap menurunnya pertumbuhan batang, daun dan akar serta kurang normalnya pollen (mandul) (Kramer, 1969). Hal ini akan menyebabkan jumlah gabah per rumpun yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan kecukupan air.

Inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD memiliki jumlah malai lebih banyak (10,04) dibandingkan dengan inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD dengan campuran mikoriza (9,93) dan inokulum mikoriza (8,96) (gambar 16.b). Hal ini sebanding dengan dengan jumlah anakan yang dihasilkan pada masa pertumbuhan vegetatif tanaman yang menunjukkan bahwa inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD memberikan jumlah anakan relatif lebih banyak dibandingkan dengan inokulum lainnya. Terbentuknya malai betina dipengaruhi oleh suplai N pada stadia pemisahan sel-sel promordia buku leher malai (Matsushima, 1970; Yoshida, 1981). Kondisi cekaman kekeringan diduga memiliki kaitan penting terhadap kemampuan *Rhizobacteri indigeneous* Merapi dalam menyerap N yang dibutuhkan tanaman. Menurut Hanafiah (2014) cekaman kekeringan menyebabkan kondisi tanah bersifat semi aerob sampai aerob tergantung intensitas cekaman kekeringan. Pada kondisi aerobik, *Rhizobacteri indigeneous* Merapi mengubah senyawa nitrogen ternitrifikasi menjadi ion nitrat (NO_3^-) sehingga tanaman menyerap N dalam bentuk ion nitrat. Sedangkan pada kondisi anaerob (jenuh air), *Rhizobacteri indigeneous* Merapi mengubah senyawa N

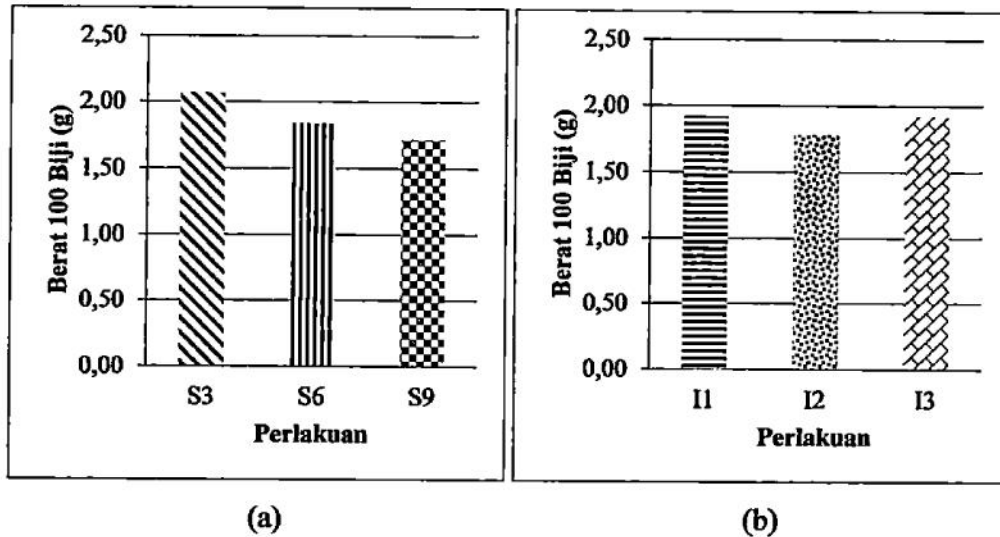
mengalami amonifikasi menjadi ion *ammonium* (NH_4^+) yang dapat diserap tanaman. Hasil penelitian Kusumaastuti dkk (2003) inokulasi campuran dua inokulum *Rhizobacteri* osmotoleran (A1-19+M-7b) dengan penambahan bahan organik *Gliricidae* menghasilkan malai 13,33 malai pada padi IR-64.

2. Berat 100 Biji (g)

Perkiraan hasil panen dapat diperoleh dengan menghitung berat 100 biji gabah pada luasan tanam dengan mengambil 100 biji setiap rumpun tanaman sampel per unit perlakuan. Berdasarkan hasil analisis varian berat 100 biji menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum, namun ada beda nyata pada perlakuan frekuensi penyiraman maupun macam inokulum terhadap berat 100 biji (lampiran 2.m).

Dari gambar 17(a) menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman tiga hari sekali memberikan berat 100 biji tertinggi dibandingkan penyiraman enam hari dan sembilan sekali masing masing memiliki berat 100 biji sebesar 1,84 g dan 1,72 g. Cekaman kekeringan membuat proses pengisian bulir padi terganggu, sehingga mempengaruhi persentase gabah hampa dan juga bobot 100 gabah. Proses pengisian bulir membutuhkan air yang akan dibentuk menjadi karbohidrat atau pati yang untuk membuatnya membutuhkan air jumlah yang banyak. Apabila jumlah air tidak mencukupi, maka proses pengisian bulir tidak akan terjadi. Gejala yang paling umum terjadi akibat cekaman kekeringan antara lain penggugulan daun, daun mengering, terhentinya pertumbuhan, tertundanya pembungaan, bulir hampa, dan pengisian bulir yang tidak sempurna (Yoshida, 1981). Sitompul dan Guritno (1995) menambahkan bahwa kekurangan air menyebabkan terlambatnya fase generatif pada tanaman padi dan mengurangi

masa generatif itu sendiri, sehingga jumlah fotosintat yang dialokasikan kebagian generatif seperti biji akan berkurang



Gambar 17. Berat 100 biji (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

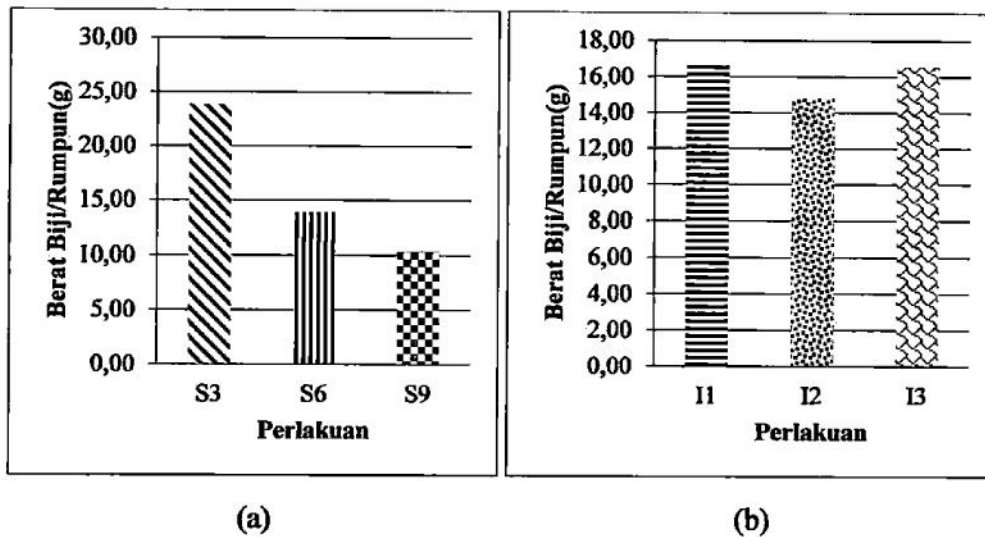
S3 = Penyiraman tiga hari sekali I1 = Inokulum *Rhizobacteri*
 S6 = Penyiraman enam hari sekali I2 = Inokulum *Rhizobacteri* + mikoriza
 S9 = Penyiraman sembilan hari sekali I3 = Inokulum mikoriza

Berdasarkan gambar 17(b) menunjukkan bahwa inokulum tunggal *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dan inokulum tunggal mikoriza memiliki berat 100 biji yang sama (1,92 g) dan nyata lebih tinggi dibandingkan dengan inokulum campuran antara *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza (tabel 8). Rendahnya berat 100 biji pada inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza diduga terjadi kompetisi sesama terhadap sumber makanan. Menurut Hale *et al.*, 1978 *cit.* Metting (1992) tahap pertumbuhan atau umur tanaman mempengaruhi asam amino yang dilepaskan oleh akar tanaman. Pada masa generatif hasil fotosintat yang tersimpan dalam akar ditranslokasikan menuju bagian atas tanaman untuk

pembentukan malai. Sejak inisiasi malai, terjadi penumpukan asimilat yang mencapai puncaknya pada antesis sehingga terjadi peningkatan bobot gabah dan penurunan bobot tajuk serta berkurangnya senyawa-senyawa molekul rendah di eksudat akar. Cock dan Yoshida (1972) menyatakan bahwa adanya translokasi karbohidrat tersebut ke gabah yang sedang berkembang sebanyak 68% dirombak dalam resirasi 20%; dan 12% masih tertinggal dalam pelepah daun dan batang. Penurunan jumlah senyawa senyawa molekul rendah seperti gula sederhana, asam amino, asam organik maupun senyawa polimerik kompleks (Metting, 1992) mengakibatkan berkurangnya substrat pada zona rhizosfer sehingga terjadi defisiensi sumber makanan bagi mikroorganisme. Dalam keadaan tersebut terjadi kompetisi antar mikoriza - *Rhizobacteri indigenus* Merapi – mikroorganisme tanah

3. Berat Biji/rumpun (g)

Berat biji/rumpun merupakan variabel hasil yang dijadikan gambaran hasil per tanaman dan dijadikan acuan untuk hasil dalam luasan tertentu (Hasanah, 2008). Berat biji per rumpun ditentukan dengan cara menimbang seluruh biji yang terdapat dalam satu rumpun. Berdasarkan hasil sidik ragam berat biji/rumpun menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum dan tidak ada beda nyata pada macam inokulum, namun ada beda nyata pada frekuensi penyiraman (lampiran 2.n). Histogram berat biji/rumpun tiap pada frekuensi penyiraman dan macam inokulum disajikan pada gambar 18.



Gambar 18. Berat biji/rumpun (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Berdasarkan gambar 18(a) menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman tiga hari sekali memiliki hasil berat biji/rumpun nyata lebih tinggi (23,84 g) dibandingkan dengan penyiraman enam hari (13,95 g) dan sembilan hari sekali (10,35 g). Air merupakan bahan yang berfungsi sebagai transfer zat-zat (fotosintat dan unsur hara) dari sel ke sel dan dari organ ke organ. Tanaman yang sedang memasuki fase generatif sangat membutuhkan air dalam jumlah yang banyak untuk perkembangan organ generatif guna memobilisasi terjadinya aliran air dan asimilat yang terlarut didalamnya dari daun ke biji yang berlangsung secara terus-menerus sampai perkembangan biji maksimum. Hasil penelitian Effendi (2008) menyebutkan bahwa berat gabah kering per rumpun akan mengalami penurunan dengan semakin menurunnya kadar lengas tanah. Penurunan secara nyata

mulai terjadi pada kadar lengas tanah 75% kapasitas lapang pada semua varietas padi gogo dibandingkan dengan kondisi 100% kapasitas lapang. Jumin (2002) menambahkan bahwa kekurangan air pada tanaman padi akan berpengaruh terhadap sterilitas bunga dan menurunkan persentase pengisian biji. Hal ini terlihat pada penyiraman sembilan hari sekali yang memiliki berat biji/rumpun paling rendah akibat stres karena kekurangan air sehingga menurunkan laju fotosintat tanaman.

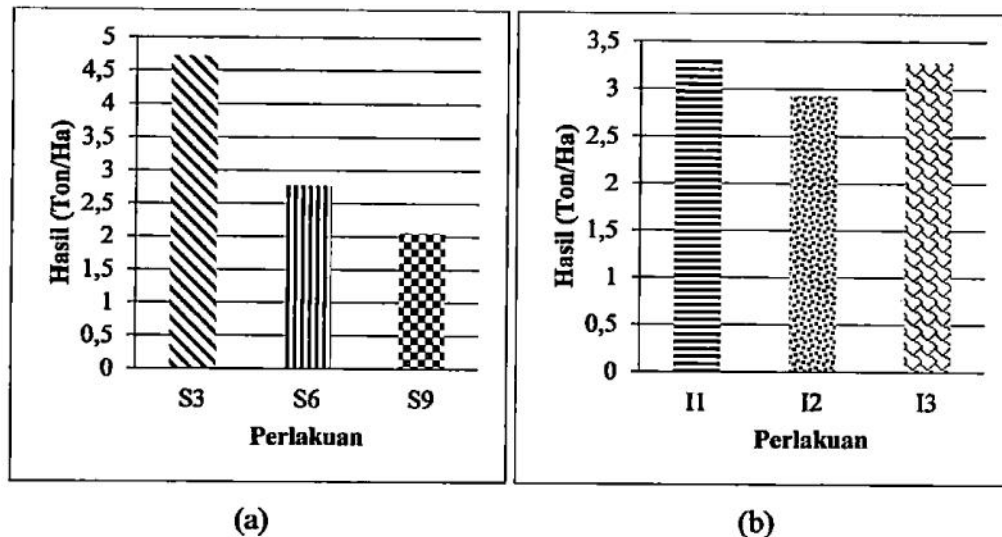
Pada gambar 18(b) menunjukkan inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD memiliki berat biji/rumpun tertinggi dibandingkan dengan macam inokulum lainnya. Hal ini terbukti dengan didukung oleh jumlah anakan pada inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan inokulum campuran *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza dan inokulum mikoriza. Sedangkan, inokulum *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza memiliki berat biji per rumpun paling rendah. Hal ini membuktikan bahwa pemberian inokulum campuran *Rhizobacteri indigeneous* Merapi isolat MB+MD dan mikoriza belum mampu meningkatkan berat biji per rumpun padi Segreng Handayani.

4. Hasil Gabah (Ton/Ha)

Hasil gabah (ton/ha) diperoleh dari konversi berat gabah yang dihasilkan dari berat biji per tanaman. Hasil gabah bertujuan untuk mengetahui hasil panen padi yang diperoleh dalam luasan tanam satu hektar. Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara frekuensi penyiraman dengan macam inokulum terhadap hasil gabah ton/ha, dan tidak ada beda nyata

pada faktor macam inokulum, namun ada beda nyata pada faktor penyiraman terhadap hasil gabah (ton/ha) (lampiran 2.o).

Dari gambar 19(a) menunjukkan bahwa pada frekuensi penyiraman tiga hari sekali memiliki hasil gabah nyata paling tinggi(4,71ton/ha) kemudian penyiraman enam hari sekali (2,77 ton/ha) dan terendah pada penyiraman sembilan hari sekali (2,05 ton/ha). Pengaruh kekeringan menyebabkan berkurangnya pasokan fotosintat pada waktu pengisian biji oleh kondisi *source* ke *sink* yang berbeda-beda sehingga terjadi peningkatan gabah hampa dan juga diikuti penurunan berat hasil gabah. Hasil penelitian Fauza (2013) peningkatan akan semakin nyata apabila tanaman mendapatkan cekaman kekeringan pada kadar lengas 25% kapasitas lapang. Hal ini terjadi karena kondisi tanaman pada kadar lengas ini selalu memiliki organ vegetatif yang paling rendah dan berbeda nyata dengan kondisi tanaman yang kecukupan air (100% kapasitas lapang). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Pengurangan distribusi dan alokasi bahan kering, pengurangan kapasitas fotosintesis dan pembatasan metabolisme bisa menyebabkan berat gabah kering berkurang, karena apabila alokasi bahan kering berkurang maka berat gabah kering yang termasuk dalam bahan kering juga akan berkurang. Dalam pembentukan bahan kering, air merupakan komponen penting bersama karbondioksida membentuk karbohidrat atau padi yang disebut sebagai bahan kering (Fauza, 2013).



Gambar 19. Hasil gabah ton/ha (a) faktor frekuensi penyiraman (b) faktor macam inokulum

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| S3 = Penyiraman tiga hari sekali | I1 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> |
| S6 = Penyiraman enam hari sekali | I2 = Inokulum <i>Rhizobacteri</i> + mikoriza |
| S9 = Penyiraman sembilan hari sekali | I3 = Inokulum mikoriza |

Berdasarkan gambar 19(b) menunjukkan bahwa perlakuan inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dan perlakuan inokulum mikoriza memberikan hasil gabah hampir sama, meskipun hasil gabah cenderung lebih tinggi ditunjuk oleh inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD (3,32 ton/ha). Sedangkan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB+MD dengan mikoriza memberikan hasil gabah terendah sebesar 2,92 (ton/ha). Hasil penelitian Agung_Astuti (2014a) membuktikan bahwa pemberian *Rhizobacteri indigenus* Merapi isolat MB dan MD pada padi Segreng Handayani memberikan hasil tertinggi sebesar 1,78 ton/ha dibandingkan varietas IR-64 dan Ciherang yang juga diinokulasikan *Rhizobacteri indigenus* Merapi. Merujuk pada hasil yang diperoleh dalam penelitian menunjukkan hasil yang lebih baik daripada sebelumnya sebesar 3,32 ton. Sedangkan inokulasi mikoriza dilaporkan

meningkatkan hasil pada berbagai jenis tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza antara lain: pada jagung (93 %), kedelai (56,2 %), padi gogo (25 %), kacang tanah (23,8 %), cabai (22%), bawang merah (62%) dan semangka (77 %) (Sastrahidayat, 2000). Disamping itu, hasil gabah (ton/ha) pada perlakuan inokulum mikoriza menunjukkan bahwa tidak ada kaitan antara jumlah malai terhadap kemampuan hasil tanaman. Hal ini senada dengan pernyataan Vergara (1995) menyebutkan bahwa komponen yang mempengaruhi komponen hasil antara lain : umur berbunga, jumlah gabah per rumpun, persentase gabah hampa dan berat 1.000 butir gabah bernas.

Berdasarkan parameter pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman padi Segreng Handayani menunjukkan bahwa pemberian inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi dan inokulum mikoriza ada pengaruh nyata yang sama terhadap berat 100 biji. Inokulum mikoriza memberikan pengaruh nyata terhadap persentase infeksi akar oleh mikoriza. Sedangkan inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza nyata lebih baik terhadap perkembangan jumlah spora mikoriza. Pemberian inokulum *Rhizobacteri indigenus* Merapi cenderung mampu meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman padi Segreng. Secara terpisah, pemberian mikoriza justru berpengaruh terhadap parameter hasil berupa berat biji/rumpun sehingga mampu memberikan hasil gabah kering cenderung lebih tinggi daripada hasil gabah kering pada inokulum campuran *Rhizobacteri indigenus* Merapi+mikoriza namun cenderung lebih rendah dari hasil gabah pemberian *Rhizobacteri indigenus* Merapi meskipun tidak berbeda nyata.

Berdasarkan uraian diatas, dapat dinyatakan bahwa pemberian *Rhizobacteri indigenous* Merapi berkorelasi positif terhadap tanaman saat fase vegetatif pertumbuhan. Sedangkan pemberian mikoriza berkorelasi positif terhadap tanaman berupa peningkatan bobot biji hasil panen meskipun belum mampu meningkatkan jumlah malai/rumpun. Pemberian secara bersamaan *Rhizobacteri indigenous* Merapi dan mikoriza belum mampu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi seperti yang diharapkan meskipun memiliki umur berbunga yang lebih baik.