

**PENGARUH PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA
(PGPR) DAN PUPUK KANDANG PADA PERTUMBUHAN
DAN HASIL PADI (*Oryza sativa* L.)**

Oleh
AMALIA IKA FAJARIYANI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**PENGARUH PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA
(PGPR) DAN PUPUK KANDANG PADA PERTUMBUHAN
DAN HASIL PADI (*Oryza sativa* L.)**

Oleh
AMALIA IKA FAJARIYANI
145040200111036

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT SUMBERDAYA LINGKUNGAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Mei 2019

Amalia Ika Fajariyani



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.)**

Nama : Amalia Ika Fajariyani

NIM : 145040200111036

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui Oleh :
Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Titin Sumarni, MS.
NIP. 196203231987012001

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Eko Widaryanto, SU.
NIP. 195701171981031001

Dr. Ir. Titin Sumarni, MS.
NIP. 196203231987012001

Ketua Majelis Penguji

Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si.
NIP. 19701118 1997022001

Tanggal Lulus

RINGKASAN

AMALIA IKA FAJARIYANI. 145040200111036. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Titin Sumarni, MS. sebagai Dosen Pembimbing Utama.

Padi (*Oryza sativa* L.) ialah salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang dijadikan sebagai komoditas pangan penting di Indonesia. Sebagian masyarakat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok, namun hingga saat ini produktivitas padi masih rendah. Menurut data Badan Pusat Statistik (2016) produktivitas padi pada tahun 2014 dan 2015 ialah 5,13 dan 5,34 ton ha⁻¹. Produktivitas tersebut dikategorikan rendah dikarenakan beberapa varietas padi memiliki potensi hasil 6 hingga 10 ton ha⁻¹. Salah satu faktor yang menyebabkan produktivitas rendah ialah rendahnya kesuburan tanah. Kesuburan tanah yang meliputi sifat biologi, kimia dan fisika tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah ialah dengan pemberian pupuk kandang. Namun, ketersediaan pupuk kandang terbatas karena digunakan secara terus menerus dalam jumlah yang banyak. Selain itu, ketersediaan pupuk kandang juga terbatas karena membutuhkan waktu dekomposisi yang cukup lama. Oleh karena itu dapat dilakukan pemberian PGPR untuk mengurangi penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk organik. Tujuan penelitian untuk mempelajari interaksi antara jenis Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Hipotesis penelitian yaitu (1) penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) jenis *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dapat mengurangi dosis pupuk kandang dan (2) PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat menurunkan dosis pupuk kandang lebih banyak dibandingkan dengan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2018 di Desa Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. Alat yang digunakan ialah hand-traktor, cangkul, sabit, sprayer, timbangan analitik, Leaf Area Meter (LAM), meteran atau penggaris, papan label, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan ialah benih padi varietas Ciherang, PGPR jenis *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp., pestisida nabati ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A.) dan ekstrak umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst), pupuk kandang, pupuk N (Urea = 46% N), pupuk P (SP36 = 36% P₂O₅) dan pupuk K (KCl = 60% K₂O). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi dengan 3 ulangan. Petak utama adalah jenis PGPR yang terdiri dari tanpa PGPR (Pt), PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* (Pbp) dan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. (Paa). Anak petak adalah dosis pupuk kandang yang terdiri dari pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ (K5), pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ (K10), pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ (K15) dan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ (K20). Pengamatan dilakukan secara destruktif dan non destruktif. pada umur 21, 35, 49, 63, 77 hst dan saat panen. Pengamatan yang dilakukan meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan per rumpun, luas daun, indeks luas daun, jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi per rumpun, hasil gabah per tanaman,

bobot gabah kering giling, hasil gabah, bobot 1000 biji dan pengamatan penunjang (analisis tanah dan pupuk kandang). Data hasil penelitian ini akan dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% dan apabila terdapat interaksi maupun pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap luas daun pada umur 21 dan 35 hst, indeks luas daun pada umur 21 dan 35 hst, jumlah gabah per malai, hasil gabah per tanaman, bobot gabah kering giling, hasil gabah dan bobot 1000 biji. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR menghasilkan rerata hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang di beri PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan pupuk kadang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR menghasilkan rerata hasil gabah sebesar 3,46 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang di beri PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata hasil gabah sebesar 3,94 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kadang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata hasil gabah sebesar 3,86 ton ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat menurunkan dosis pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menjadi 10 ton ha⁻¹ dan 15 ton ha⁻¹. PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dengan pupuk kadang 10 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah nyata lebih tinggi 101,02% dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, sedangkan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah 56,27% lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat menurunkan pupuk kandang lebih banyak dibandingkan dengan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

SUMMARY

AMALIA IKA FAJARIYANI. 145040200111036. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Manure on Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.). Supervised by Dr. Ir. Titin Sumarni, MS. as Main Supervisor.

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of producing carbohydrates plant serve as important commodity in Indonesia. Most community in Indonesia consume rice as a staple food, but rice productivity is still low. According to data the Badan Pusat Statistik (2016) rice productivity in 2014 and 2015 were 5,15 and 5,34 tons ha⁻¹. The rice productivity was low categorized because some rice varieties potentially produce 6 up to 10 tons ha⁻¹. One factor caused low productivity was low soil fertility. Soil fertility consist of biological, chemical and physical properties of soil affected by organic matter. Addition of manure are effort that can be used to increase organic matter. But the availability of manure limited because manure used continuously in a large number. Furthermore, other factor that cause limited of manure availability was manure need long enough to decomposition time. So addition of PGPR can be used to reduce the use of manure as organic fertilizer. The aim of the research to study the interaction between the type of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and manure doses on the growth and yield of rice. The research hypothesis was (1) the use of Plant Growth Promototing Rhizobacteria (PGPR) type *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp. can reduce manure doses and (2) PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* can reduce manure doses a higher than PGPR type *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

This research was conducted on May to September 2018 at Dadaprejo village, the district Junrejo, sub-district Batu City, East Java Province. The tools used were hand-tractor, hoes, sickles, sprayers, analytical scales, Leaf Area Meters (LAM), meters or rullers, board labels, stationery and cameras. Planting material used rice seed of the Ciherang variety, PGPR type *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp., biopesticide extract of leaves *Azadirachta indica* A. and extract tuber of *Dioscorea hispida* Dennst, manure, N fertilizer (Urea = 46% N), P fertilizer (SP36 = 36% P₂O₅) and K fertilizer (KCl = 60% K₂O). This research used a Split Plot Design with 3 replications. The main plot was type PGPR consist of without PGPR (Pt), PGPR types *B. subtilis* + *P. fluorescens* (Pbp) and PGPR types *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. (Paa). The subplot was manure doses consist of 5 tons ha⁻¹ manure (K5), 10 tons ha⁻¹ manure (K10), 15 tons ha⁻¹ manure (K15) and 20 tons ha⁻¹ manure (K20). Observations was performed by destructive and non-destructive method at 21, 35, 49, 63, 77 dap and harvests. The observation parameters include plant height, number of tillers per plant, leaf area, leaf area indeks, number of panicles per plant, number of grains per panicle, filled grain percentage per plant, grain yield per plant, milled dry grain weight, grain yield, 1000 grain weight and ancillary observation (soil and manure analysis). The data was analysed by F test at 5% error rate and if there was a real interaction then continued by Honestly Significant Difference (HSD) at a 5% error rate.

The resulted showed interactions between the type of PGPR and manure doses on leaf area 21 and 35 dap, leaf area indeks 21 and 35 dap, number of grains per panicle, grain yield per plant, milled dry grain weight, grain yield and 1000

grain weight. 20 tons ha⁻¹ at without PGPR resulted same yield with 10 tons ha⁻¹ manure at PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* and 15 tons ha⁻¹ manure at PGPR type *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. The yield of 20 tons ha⁻¹ manure at without PGPR was 3,46 tons ha⁻¹. The yield of 10 tons ha⁻¹ manure at PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* was 3,94 tons ha⁻¹, and the yield of 15 tons ha⁻¹ manure at PGPR type *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. was 3,86 tons ha⁻¹. This result showed that PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* and *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. can reduce manure doses 20 tons ha⁻¹ to 10 tons ha⁻¹ and 15 tons ha⁻¹. 10 tons ha⁻¹ manure at PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* resulted yield 101,02% higher than 5 tons ha⁻¹ and 15 tons ha⁻¹ at PGPR type *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. resulted yield 56,27% higher than 5 and 10 tons ha⁻¹. This result showed that PGPR type *B. subtilis* + *P. fluorescens* can reduce the requirements of manure better than PGPR type *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.)”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Titin Sumarni, MS. selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasehat, arahan dan bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis selama pembuatan skripsi. Penulis juga ingin berterima kasih kepada dosen pembahas, Prof. Dr. Ir. Eko Widaryanto, SU. atas nasehat, arahan dan bimbingannya selama pembuatan skripsi. Tak lupa pula, rasa terima kasih dari penulis disampaikan kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Nurul Aini, MS. beserta seluruh dosen dan pihak akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, fasilitas dan berbagai bentuk bantuan selama pembuatan skripsi. Terutama kepada orang tua, adik-adik serta keluarga penulis, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih atas do'a, cinta, kasih sayang dan dukungan baik material maupun non material yang telah diberikan. Serta kepada rekan-rekan BP dan mahasiswa fakultas pertanian Universitas Brawijaya, terima kasih penulis ucapkan atas segala bantuan dan dukungan selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan mampu memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang pertanian.

Malang, Mei 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 20 November 1996 dari pasangan Bapak Nur Kholis dan Ibu Suratmi yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di MI Sulamul Ullum Kota Samarinda pada tahun 2002 hingga 2005, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di Mts Al-Azhar Kabupaten Banyuwangi pada tahun 2008 hingga 2011. Pada tahun 2011 hingga 2014, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di MAN Genteng Kabupaten Banyuwangi. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Program Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pertumbuhan Tanaman Padi	3
2.2 Bahan Organik serta Peranannya bagi Tanah dan Tanaman	5
2.3 Peranan Pupuk Kandang sebagai Pupuk Organik	7
2.4 Peran Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)	9
3. BAHAN DAN METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Pengamatan	17
3.6 Analisa Data	19
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.2 Pembahasan	37
5. PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	51



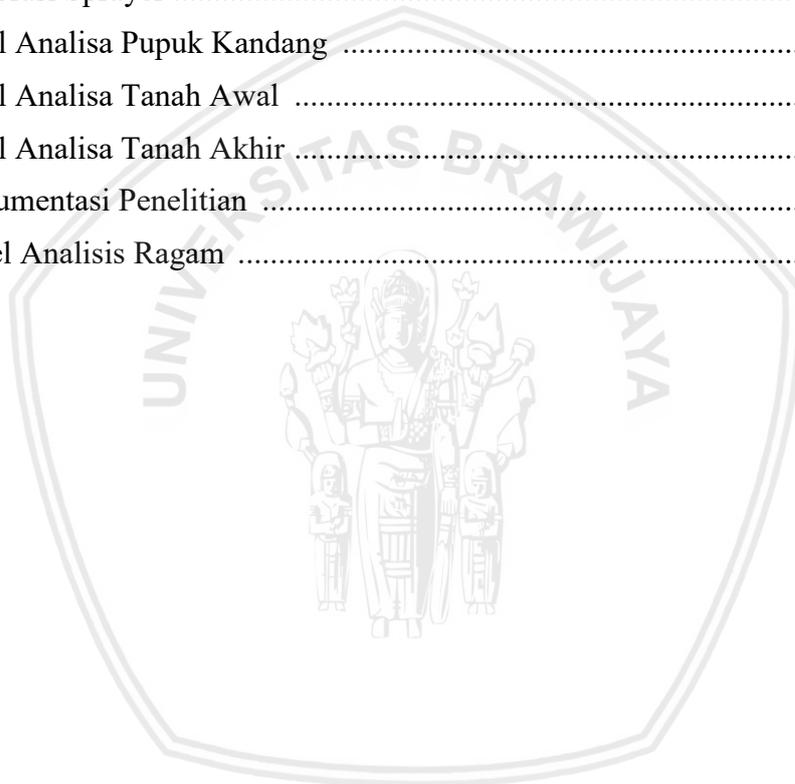
DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Kombinasi antara Perlakuan Pupuk Kandang dan PGPR	14
2.	Rerata Tinggi Tanaman pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	20
3.	Rerata Jumlah Anakan per Rumpun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	21
4.	Rerata Luas Daun Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	22
5.	Rerata Luas Daun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	24
6.	Rerata Indeks Luas Daun Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	26
7.	Rerata Indeks Luas Daun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	28
8.	Rerata Jumlah Malai per Rumpun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	29
9.	Rerata Jumlah Gabah per Malai Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	30
10.	Persentase Gabah Isi pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	31
11.	Rerata Hasil Gabah per Tanaman Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	32
12.	Rerata Bobot Gabah Kering Giling Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	33
13.	Rerata Hasil Gabah Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	35
14.	Rerata Bobot 1000 Biji Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang	36



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Denah Petak Percobaan	51
2.	Denah Petak Tanaman Contoh	53
3.	Deskripsi Varietas	54
4.	Perhitungan Pupuk Organik	55
5.	Perhitungan Pupuk Anorganik	57
6.	Perhitungan Aplikasi PGPR	58
7.	Kalibrasi Sprayer	59
8.	Hasil Analisa Pupuk Kandang	61
9.	Hasil Analisa Tanah Awal	62
10.	Hasil Analisa Tanah Akhir	63
11.	Dokumentasi Penelitian	64
12.	Tabel Analisis Ragam	67



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) ialah salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang dijadikan sebagai komoditas pangan penting di Indonesia. Sebagian besar masyarakat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok, namun hingga saat ini produktivitas padi masih rendah. Menurut data Badan Pusat Statistik (2016) produktivitas padi pada tahun 2014 dan 2015 ialah 5,13 dan 5,34 ton ha⁻¹. Produktivitas tersebut dikategorikan rendah dikarenakan beberapa varietas padi memiliki potensi hasil 6 hingga 10 ton ha⁻¹. Suprihatno, Daradjat, Satoto, Baehaki, Widiarta, Setyono, Indrasari, Lesmana dan Sembiring (2009) menyebutkan bahwa potensi hasil beberapa varietas padi hibrida seperti Hipa 4, Hipa 5 Ceva dan Hipa 6 Jete masing-masing ialah 10, 8,4 dan 10,6 ton ha⁻¹. Potensi beberapa varietas padi unggul seperti IR64, Ciherang, Mekongga dan Ciliwung ialah 6, 8,5, 8,4 dan 6,5 ton ha⁻¹. Jamil, Mejaya, Praptana, Subekti, Aqil, Musaddan dan Puti (2016) menambahkan bahwa potensi hasil beberapa varietas unggul padi sawah irigasi seperti Inpari 11, Inpari 12 dan Inpari 13 masing-masing ialah 8,8, 8 dan 8 ton ha⁻¹.

Salah satu faktor yang menyebabkan produktivitas rendah ialah rendahnya kesuburan tanah. Kesuburan tanah yang meliputi sifat biologi, kimia dan fisika tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik di dalam tanah. Madgalena, Sudiarso dan Sumarni (2013) menyebutkan bahwa pemberian bahan organik akan mendorong terjadinya perbaikan kesuburan tanah, baik kesuburan tanah biologi, kimia dan fisika. Perbaikan sifat biologi, kimia dan fisika tanah yang searah dengan kebutuhan tanaman akan mampu memperbaiki pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penurunan kandungan bahan organik di dalam tanah dapat disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya ialah pengelolaan tanah yang intensif dan penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan. Khalif, Utami dan Kusuma (2014) menyebutkan bahwa lahan tanaman semusim memiliki kandungan bahan organik paling rendah dibandingkan dengan lahan tanaman sengon monokultur dan lahan agroforestri. Kandungan bahan organik pada lahan tanaman semusim ialah 1,53%. Menurut Handayanto, Muddarisna dan Fiqri (2017) salah satu kunci keberhasilan sistem pertanian berkelanjutan untuk produksi berkelanjutan ialah dengan mempertahankan kandungan bahan organik tanah sekitar 2%. Upaya yang dapat

dilakukan untuk meningkatkan bahan organik ialah dengan pemberian pupuk kandang.

Pupuk kandang merupakan salah satu jenis pupuk organik yang memiliki kandungan bahan organik untuk memperbaiki sifat biologi, kimia dan fisika tanah. Pupuk kandang juga menyediakan unsur hara bagi tanaman. Namun, kandungan unsur hara pada pupuk kandang lebih sedikit jika dibandingkan dengan pupuk anorganik sehingga penggunaan pupuk kandang membutuhkan jumlah yang banyak untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman. Ketersediaan pupuk kandang terus berkurang karena digunakan secara terus menerus dalam jumlah yang besar. Selain itu, ketersediaan pupuk kandang juga terbatas karena pupuk kandang membutuhkan waktu dekomposisi yang cukup lama. Oleh karena itu dapat dilakukan pemberian PGPR untuk mengurangi penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk organik. PGPR berperan sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan bagi tanaman. Populasi PGPR dapat dipertahankan melalui pemberian pupuk kandang. Pupuk kandang memiliki kandungan bahan organik yang digunakan sebagai sumber energi bagi PGPR untuk tumbuh, berkembang biak dan beraktivitas.

1.2 Tujuan

Mempelajari interaksi antara jenis Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

1.3 Hipotesis

1. Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) jenis *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dapat mengurangi dosis pupuk kandang.
2. PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat menurunkan dosis pupuk kandang lebih banyak dibandingkan dengan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan Tanaman Padi

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi dibagi kedalam tiga fase yaitu fase vegetatif, fase reproduktif dan fase pematangan. Tiga fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi secara umum terbagi menjadi 10 tahapan yang dimulai dari tahap 0 hingga 9. Tahap 0-3 ialah fase vegetatif, tahap 4-6 ialah fase reproduktif dan tahap 7-9 ialah fase pematangan (Tripathi, Govilla, Warier dan Ahuja, 2011). Yoshida (1981) menyebutkan bahwa tanaman padi biasanya membutuhkan waktu 3-6 bulan untuk tumbuh dan berkembang dari perkecambahan hingga panen, tergantung pada varietas yang digunakan dan lingkungan dimana tanaman padi tersebut ditanam. Varietas padi yang memiliki umur tanaman 120 hari dan ditanam di lingkungan tropis memiliki waktu sekitar 60 hari untuk fase vegetatif, 30 hari untuk fase reproduktif dan 30 hari untuk fase pematangan.

Tahap 0 dimulai sejak benih padi berkecambah sampai muncul ke permukaan. Benih biasanya berkecambah melalui perendaman selama 24 jam dan inkubasi selama 24 jam. (Tripathi *et al.*, 2011). Proses perkecambahan akan terjadi apabila biji berada pada kondisi yang lembab, suhu diatas 5° F dan terdapat O₂. Perkecambahan dimulai dengan proses imbibisi. Biji padi akan membengkak dan bertambah berat. Karbohidrat akan dikonversikan menjadi gula dan embrio diaktifkan. Didalam embrio, radikula dan koleoptil akan tumbuh dan memanjang. Munculnya radikula dan koleoptil menunjukkan bahwa proses perkecambahan telah berakhir. Setelah perkecambahan, radikula dan koleoptil terus tumbuh dan berkembang. Koleoptil akan memanjang hingga bertemu dengan cahaya (Dunand dan Saichuk, 1999).

Setelah melewati tahap 0, maka padi akan memasuki tahap 1 yaitu pertunasan (Tripathi *et al.*, 2011). Pertunasan dimulai ketika daun pertama muncul setelah koleoptil terkena cahaya dan pada akhirnya terbelah. Daun pertama akan memanjang dan berkembang menjadi daun yang utuh. Apabila daun pertama telah menjadi daun utuh, maka daun kedua akan tumbuh dan berkembang dengan proses yang sama seperti daun pertama (Dunand dan Saichuk, 1999). Tripathi *et al.* (2011) menyebutkan bahwa tahap pertunasan berakhir sebelum anakan pertama muncul. Selama tahap pertunasan, akar seminal dan 5 daun terbentuk.

Pembentukan anakan dimulai apabila daun ke-5 dan ke-6 telah tumbuh dari batang utama (Yoshida, 1981). Tripathi *et al.* (2011) menyebutkan bahwa pembentukan anakan terjadi pada tahap 2. Tahap ini berlangsung sejak muncul anakan pertama sampai pembentukan anakan maksimum tercapai. Anakan muncul dari tunas aksial pada buku batang dan menggantikan tempat daun yang kemudian akan tumbuh dan berkembang. Setelah tumbuh anakan pertama, maka akan muncul anakan sekunder. Tanaman akan memanjang dan aktif membentuk anakan. Pada tahap 3, anakan terus bertambah sampai pada titik dimana tahap pembentukan anakan dan tahap batang pemanjangan batang sukar dipisahkan. Tahap 3 terjadi sebelum pembentukan malai atau terjadi pada tahap akhir pembentukan anakan. Tahap ini biasanya mengalami tumpang tindih dengan tahap 2.

Padi memulai fase reproduktifnya pada tahap 4-6. Tahap 4 ialah tahap pembentukan malai sampai pengembangan daun, pada tahap ini malai akan mulai terbentuk dan berkembang sehingga menyebabkan pelepah daun mengembung. Tahap selanjutnya ialah tahap 5 yaitu keluarnya bunga atau malai. Ujung malai muncul melalui pelepah daun dan malai terus berkembang sampai keluar seutuhnya dari pelepah daun (Tripathi *et al.*, 2011). Menurut Yoshida (1981) bahwa proses pembentukan malai biasanya membutuhkan waktu 10 hingga 14 hari, hal ini dikarenakan pemanjangan malai pada tiap anakan di setiap tanaman padi memiliki waktu yang berbeda.

Tahap terakhir pada fase reproduktif ialah tahap 6 atau tahap pembungaan. Tahap pembungaan dimulai ketika serbuk sari menonjol keluar dari spikelet dan terjadi proses pembuahan (Tripathi *et al.*, 2011). Waktu yang dibutuhkan oleh tanaman padi untuk tahap pembungaan ialah 5-6 jam. Beberapa spikelet akan muncul pada sore hari, akan tetapi apabila suhu rendah maka pembungaan akan terjadi pada pagi hari dan berlangsung hingga sore hari (Yoshida, 1981). Pada pembungaan stamen akan mengalami pemanjangan dan serbuk sari akan tumpah sehingga menyebabkan kelopak bunga terbuka. Kelopak bunga kemudian tertutup dan serbuk sari jatuh ke putik sehingga terjadi pembuahan. Proses pembungaan berlanjut sampai hampir semua spikelet pada malai mekar (Tripathi *et al.*, 2011). Menurut Yoshida (1981) waktu yang dibutuhkan hingga semua spikelet pada malai tanaman padi mekar ialah 7-10 hari.

Fase selanjutnya ialah fase pematangan. Fase pematangan terdiri dari tahap matang susu, matang adonan, matang kuning dan matang penuh (Yoshida, 1981). Tripathi *et al.* (2011) menyebutkan bahwa fase pematangan pada padi terjadi pada tahap 7-9. Tahap 7 disebut dengan tahap gabah matang susu. Pada tahap ini gabah mulai terisi dengan bahan serupa susu/larutan susu putih. Malai berwarna hijau dan mulai merunduk. Selanjutnya ialah tahap 8 atau tahap gabah matang adonan. Gabah yang menyerupai susu berubah menjadi gumpalan lunak dan akhirnya mengeras. Gabah pada malai mulai menguning. Seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mengering. Tahap terakhir pada pertumbuhan padi adalah tahap 9 atau tahap gabah matang penuh. Pada tahap ini, setiap gabah sudah matang, berkembang penuh, keras dan berwarna kuning lalu daun bagian atas akan mengering dengan cepat.

2.2 Bahan Organik serta Peranannya bagi Tanah dan Tanaman

Bahan organik mempunyai peran terhadap peningkatan kesuburan tanah. Pemberian bahan organik akan mendorong terjadinya perbaikan kualitas tanah, baik kualitas tanah biologi, kimia dan fisika (Madgalena *et al.*, 2013). Peranan bahan organik terhadap sifat biologi tanah ialah sebagai sumber dari senyawa tertentu yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan menyediakan karbon serta energi untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba tanah (Utomo, Sudarsono, Rusman, Sabrina, Lumbanraja dan Wawan, 2016). Koopmans dan Bloem (2018) menyebutkan bahwa pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang unggas, pupuk kandang stabil dan kompos tanaman dapat meningkatkan jumlah cacing tanah. Selain itu, perlakuan pupuk organik berupa pupuk kandang stabil dan kompos rumah tangga juga dapat meningkatkan biomassa bakteri didalam tanah. Menurut Hartatik, Husnain dan Widowati (2015) apabila bahan organik di dalam tanah tersedia dalam jumlah yang cukup maka aktivitas organisme tanah meningkat yang juga meningkatkan ketersediaan hara, siklus hara tanah dan pembentukan pori mikro dan makro tanah. Utomo *et al.* (2016) menambahkan bahwa kehadiran organisme tanah seperti bakteri, jamur dan cacing tanah mempengaruhi struktur tanah, ruang pori, kerapatan isi tanah dan penyimpanan air.

Peranan bahan organik terhadap kesuburan kimia tanah antara lain ialah terhadap kapasitas tukar kation (KTK), pH tanah dan ketersediaan unsur hara

(Utomo *et al.*, 2016). Mustoyo *et al.* (2013) menyebutkan bahwa Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan faktor penting dalam menentukan kesuburan tanah karena KTK menjadikan tanah memiliki kemampuan menjerat unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Utomo *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa bahan organik berkontribusi sebesar 20-80% pada kapasitas tukar kation (KTK). Peningkatan KTK akibat dari jumlah bahan organik tanah akan mempengaruhi muatan dan akan meningkatkan pH tanah. Menurut Karazija, Cosic, Lazarevic, Horvat, Petek, Palcic dan Jerbic (2012) pemberian pupuk kandang sebagai sumber bahan organik dapat meningkatkan nilai rata-rata pH dalam kurun waktu 2 tahun di kedalaman tanah 0-30 cm dibanding dengan perlakuan tanpa pupuk, gambut dan pupuk anorganik. Hartatik *et al.* (2015) menyebutkan bahwa peranan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah adalah sebagai penyedia hara makro dan mikro. Unsur hara makro yang dapat disediakan oleh pupuk organik ialah (N, P, K, Ca, Mg dan S), sedangkan unsur hara mikro meliputi (Zn, Cu, Mo, B, Mn dan Fe). Selain itu, pupuk organik juga dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah serta membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun seperti Al, Fe, Mn sehingga logam-logam ini tidak meracuni.

Peran bahan organik terhadap kesuburan sifat fisika tanah ialah berkontribusi dalam meningkatkan struktur dan agregasi tanah, menurunkan *bulk density* yang selanjutnya dapat meningkatkan presentase ruang pori tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menahan air dan meningkatkan kekuatan air terikat di dalam tanah (Utomo *et al.*, 2016). Mustoyo, Simanjuntak dan Supriyadi (2013) menyebutkan bahwa kemantapan agregat tanah dipengaruhi oleh adanya kandungan C-organik tanah, KTK, kandungan liat didalam tanah, ruang pori total dan air tersedia. Dengan meningkatnya kandungan C-organik, KTK, serta semakin tinggi kandungan liat dalam tanah biasanya tanah akan memiliki stabilitas agregat yang mantap. Utomo *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa koloid organik dan anorganik tanah beserta beberapa bahan lainnya juga sangat berperan sebagai bahan pengikat partikel yang dapat menghasilkan agregat tanah. Dari pembentukan agregat tersebut terbentuk rongga-rongga pori tanah yang memungkinkan fase cair dan udara menempatnya. Sebagai media yang baik bagi pertumbuhan tanaman, tanah harus mampu menyimpan dan menyediakan air, udara dan unsur hara.

Pupuk organik sebagai sumber bahan organik berperan dalam memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air tanah (water holding capacity) dan pergerakan udara di dalam tanah menjadi lebih baik (Hartatik *et al.*, 2015). Atmojo (2003) menyebutkan bahwa pemberian bahan organik dapat menurunkan jumlah pori makro pada tanah berpasir, sehingga dapat meningkatkan kemampuan menahan air. Selain itu, pemberian bahan organik juga dapat menurunkan jumlah pori mikro dan meningkatkan pori meso pada tanah berlempung, sehingga dapat memperbaiki aerasi tanah. Mustoyo *et al.* (2013) menambahkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan ruang pori total dibandingkan dengan tanpa perlakuan bahan organik, hal ini dikarenakan bahan organik yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan terbentuknya struktur tanah yang remah dan membuat pori-pori tanah menjadi lebih banyak. Peningkatan ruang pori total juga diikuti dengan peningkatan air tersedia karena biasanya pada tanah dengan ruang pori total yang tinggi, tanah akan menjadi gembur atau remah dan porous sehingga memudahkan pergerakan air yang masuk ke dalam tanah.

2.3 Peranan Pupuk Kandang sebagai Pupuk Organik

Pupuk organik ialah bahan yang mengandung unsur karbon dan unsur hara lainnya yang berkombinasi dengan karbon. Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan ataupun limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa (Hartatik *et al.*, 2015). Salah satu jenis pupuk organik yang sering digunakan oleh petani dalam kegiatan budidaya ialah pupuk kandang. Pupuk kandang adalah pupuk organik yang berasal dari limbah peternakan, yaitu berupa kotoran ternak dan sisa-sisa makanan yang tercampur dengan kotoran ternak. Pupuk kandang dapat berupa bahan padat maupun cair. Pupuk kandang dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman dan bahan organik yang dapat memperbaiki kesuburan tanah.

Kandungan unsur hara di dalam pupuk kandang menentukan kualitas pupuk kandang. Pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara berbeda-beda karena masing-masing ternak mempunyai sifat-sifat tersendiri yang ditentukan oleh jenis makanan dan usia ternak (Andayani dan Sarido, 2013). Mardhiastuti, Sunoro dan Dewi (2015) menyebutkan bahwa pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi,

domba dan ayam memiliki kandungan unsur hara yang berbeda. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan 1,21% N, 1,18% P₂O₅ dan 1,38% K₂O. Pupuk kandang domba memiliki kandungan 1,32% N, 1,10% P₂O₅ dan 1,05% K₂O. Sedangkan pupuk kandang ayam memiliki kandungan 1,14% N, 2,01% P₂O₅ dan 1,25% K₂O.

Kualitas pupuk kandang juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan pupuk kandang yang digunakan. Atmojo (2003) menyebutkan bahwa penambahan bahan organik yang belum masak atau masih mengalami proses dekomposisi dapat menyebabkan penurunan pH tanah. Pada proses dekomposisi, pupuk organik akan melepaskan asam-asam organik yang menyebabkan penurunan pH tanah. Apabila pupuk organik yang belum matang diberikan pada tanah masam dapat menyebabkan peningkatan pH tanah karena asam-asam organik hasil dekomposisi akan mengikat Al. Al yang terikat dengan asam-asam organik akan membentuk senyawa kompleks dan menyebabkan Al tidak terhidrolisis lagi.

Kandungan unsur hara pada pupuk kandang lebih sedikit jika dibandingkan dengan pupuk anorganik. Namun, jika pupuk kandang diberikan dengan dosis yang tepat maka pupuk kandang juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hafizah dan Mukaramah (2017), dosis pupuk kandang sapi 20 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buah dan berat buah pada tanaman cabai. Dosis 20 ton ha⁻¹ memberikan hasil yang paling baik jika dibandingkan dengan dosis 0, 30, 40 dan 50 ton ha⁻¹.

Penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk organik juga dapat meminimalisir penggunaan pupuk anorganik. Zainal, Nugroho dan Suminarti (2014) menyebutkan bahwa pupuk kandang dapat memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik. Berdasarkan penelitian Sari, Islami dan Sumarni (2014) dapat diketahui bahwa pemberian pupuk kandang dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dan 85% dosis pupuk anorganik memiliki jumlah anakan, berat gabah dan hasil panen padi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk kandang dan 100% dosis pupuk anorganik.

2.4 Peran Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah sekumpulan bakteri yang dapat ditemukan di rhizosfer, di permukaan akar atau bersimbiosis dengan akar tanaman (Singh dan Jha, 2015). Peran PGPR ialah sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan. Kaur, Kaur dan Gera (2016) menyebutkan bahwa peran PGPR sebagai biofertilizer ialah memfasilitasi pengambilan dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman di rhizosfer melalui fiksasi nitrogen, pelarutan mineral nutrisi, mineralisasi senyawa organik dan produksi fitohormon. Gupta, Parihar, Ahirwar, Snehi dan Singh (2015) menjelaskan bahwa PGPR memfiksasi nitrogen dari atmosfer melalui 2 mekanisme yaitu mekanisme simbiotik dan non-simbiotik. Mekanisme simbiotik ialah hubungan mutualisme antara mikroba dan tanaman. Mikroba masuk terlebih dahulu ke dalam akar tanaman lalu kemudian membentuk nodul yang nantinya akan menjadi tempat terjadinya fiksasi nitrogen yaitu dengan cara merubah nitrogen menjadi ammonia sehingga nitrogen menjadi tersedia bagi tanaman. Beberapa contoh PGPR yang melakukan fiksasi nitrogen melalui mekanisme simbiotik adalah *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* dan *Mesorhizobium*. PGPR tersebut melakukan mekanisme simbiotik dengan tanaman legume. Sedangkan fiksasi nitrogen melalui mekanisme non-simbiotik dilakukan oleh diazotroph yang hidup bebas di alam. PGPR yang melakukan fiksasi nitrogen melalui mekanisme non-simbiotik adalah *Azoarcus*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Diazotropicus*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Pseudomonas* dan *Cyanobacteria*.

PGPR juga berperan dalam pelarutan mineral nutrisi seperti fosfat dan kalium. Menurut Ahemad dan Kibret (2014) jumlah ketersediaan fosfor yang dapat digunakan oleh tanaman rendah, hal ini dikarenakan tanaman hanya dapat menyerap fosfor dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Kaur *et al.* (2016) menyebutkan pelarutan fosfat ialah melalui mineralisasi fosfor anorganik atau memfasilitasi mobilitas fosfor organik oleh mikroba dan peningkatan sistem perakaran. Beberapa mikroba mengeluarkan asam organik seperti asam carboxylic yang dapat menurunkan pH di rhizosfer sehingga dapat melepaskan fosfat yang terikat oleh tanah seperti $Ca_3(PO_4)_2$. Beberapa jenis PGPR yang dapat melarutkan fosfat ialah *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Gouda, Kerry, Das, Paramithiosis, Shin dan Patra (2018)

menyebutkan bahwa peran PGPR dalam pelarutan kalium ialah melarutkan batuan kalium melalui produksi dan sekresi asam organik. Beberapa jenis bakteri yang mampu melarutkan kalium menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman antara lain ialah *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Bacillus edaphicus*, *Bacillus mucilaginosus*, *Burkholderia*, *Peanibacillus* sp. dan *Pseudomonas*.

Peran PGPR sebagai biostimulan ialah memproduksi fitohormon yang dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kaur *et al.* (2016) menyebutkan bahwa PGPR dapat memproduksi fitohormon seperti Andole Acetic Acid (IAA), sitokinin, giberelin dan enzim 1-aminocyclopropane-1 carboxylic acid (ACC) yang berfungsi untuk menekan produksi hormone etilen yang berlebih. Sedangkan peran PGPR sebagai bioprotektan ialah sebagai agen biocontrol. Kaur *et al.* (2016) menyebutkan bahwa PGPR sebagai agen biocontrol antara lain melalui produksi antibiosis, produksi siderofor dan menginduksi faktor resisten terhadap tanaman. Menurut Ahmad, Wu, Chen dan Dong (2017) antibiotik yang diproduksi oleh PGPR dapat menyebabkan kematian sel patogen dengan cara mengganggu proses respirasi. Gupta *et al.* (2015) menambahkan bahwa beberapa jenis PGPR seperti *Pseudomonas* mampu menghasilkan antibiosis seperti amphisin, 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG), oomycin A, phenazine, pyoluterin, pyrrolnitrin, tensin, tropolone dan cyclic lipopeptide. Sedangkan beberapa jenis bakteri yang lain seperti *Bacillus*, *Streptomyces* dan *Stenotrophomonas* sp. dapat memproduksi olygomycycin A, kanosamine, zwittermicin A dan xanthobaccin. Antibiosis tersebut untuk mencegah poliferasi pathogen tanaman.

Aktifitas PGPR sebagai agen biocontrol juga berupa produksi metabolisme seperti siderofor yang dapat membatasi pengambilan besi oleh pathogen (Saraf, Pandya dan Thakkar, 2014). Menurut Gouda *et al.* (2018) siderofor ialah molekul organik yang dihasilkan oleh mikroorganisme pada kondisi cekaman besi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan besi. Katiyar, Hemantarajan dan Singh (2016) menyebutkan bahwa besi merupakan nutrisi essential yang dibutuhkan oleh mikroorganisme. Namun, di tanah aerobic ketersediaan besi yang dapat digunakan oleh bakteri dan tanaman (Fe^{+3}) sangat rendah. Mikroorganisme memiliki kemampuan untuk mengasimilasi zat besi melalui produksi siderofor yang dapat mentransfer zat besi kedalam sel mereka.

Peran PGPR sebagai agen biocontrol juga meliputi produksi exopolisakarida dan induced systemic resistance (ISR) (Gupta *et al.*, 2015). Induced systemic resistance (ISR) ialah peningkatan kemampuan tanaman untuk menahan serangan hama dan penyakit berspektrum luas yang diperoleh dari beberapa stimulasi (Ahemad dan Kibret, 2014). Fatima dan Anjum (2017) menyebutkan bahwa pada proses metabolisme pada rhizobacteria juga terjadi induksi aktivitas metabolit tertentu pada tanaman sehingga tanaman tersebut dapat menahan serangan pathogen yang jauh dari kontak langsung mereka. Proses induksi ini disebut dengan induced systemic resistance (ISR).

Beberapa jenis rhizobakteri yang sering digunakan sebagai PGPR antara lain ialah *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Menurut Ahemad dan Kibret (2014) beberapa peran *Pseudomonas* dan *Bacillus* bagi tanaman antara lain ialah dapat mensintesis IAA, memproduksi siderofor dan enzim I-Aminocyclopropane-I-carboxylate (ACC), melarutkan fosfat serta menghasilkan senyawa antibiotik (antifungal). Sulistyoningtyas, Roviq dan Wardiyati (2017) menyebutkan bahwa pemberian rhizobacteria *P. fluorescens* dan *B. subtilis* yang diplikasikan secara tunggal maupun campuran dapat meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, jumlah akar primer dan berat kering total pada *bud chip* tebu. Sonia (2011) juga menyebutkan bahwa aplikasi campuran rhizobacteria *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dapat memperpanjang masa inkubasi virus tungro pada tanaman padi, menekan keparahan infeksi virus tungro, meningkatkan tinggi tanaman pada awal pertumbuhan dan meningkatkan jumlah anakan maksimum. Qi, Yu, Shen, Yu, Yu, Du, Zhang, Song, Yin, Zhou, Li, Wei dan Liu (2017) menambahkan bahwa *Basicubin* yang merupakan gen dari *B. subtilis* dapat meningkatkan ketahanan tanaman padi dari serangan penyakit blast yang disebabkan oleh *Magnaporthe oryzae* dan penyakit hawar pelepah (sheath blight) yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*. Abadi dan Aini (2013) menyebutkan bahwa aplikasi *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dapat menekan sporulasi jamur pathogen *Peronosclerospora maydis* yang menyebabkan penyakit bulai pada jagung.

Jenis rhizobakteri lain yang juga sering digunakan sebagai PGPR ialah *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Menurut Ahemad dan Kibret (2014) peran

Azotobacter dan *Azospirillum* antara lain ialah dapat mensintesis hormon IAA, giberelin dan kinetin. Selain itu, *Azotobacter* dan *Azospirillum* juga dapat memproduksi siderofor dan enzim nitrogenase, melarutkan fosfat serta menghasilkan senyawa antibiotik (antifungal). Wuriesylian, Gofar, Madjid, Widjajanti dan Ratmini (2013) menyebutkan bahwa pemberian *Azotobacter* dan *Azospirillum* pada tanaman padi dapat meningkatkan jumlah anakan produktif, berat kering, jumlah gabah per malai, bobot gabah kering panen dan bobot 1000 butir. Widiyawati, Sugiyanta, Junaedi dan Widyastuti (2014) juga menyebutkan bahwa pemberian konsorsium *Azotobacter* dan *Azospirillum* pada tanaman padi dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot kering tajuk, bobot kering akar, jumlah gabah isi per malai dan bobot gabah per petak. Pemberian *Azotobacter* dan *Azospirillum* juga dapat meningkatkan serapan N tanaman padi.

Kinerja PGPR didalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Katiyar *et al.* (2016) menyebutkan bahwa rhizosfer, volume tanah disekitar akar yang dipengaruhi oleh sifat biologi, kimia dan fisika merupakan habitat yang sangat menguntungkan untuk proliferasi mikroorganisme sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap kesehatan tanaman dan kesuburan tanah. Faktor lain yang mempengaruhi aktifitas mikroorganisme di dalam tanah ialah ketersediaan eksudat akar. Eksudat akar seperti asam amino, monosakarida dan asam organik adalah nutrisi primer yang dapat mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme di daerah perakaran tanaman. Aprianti, Laili dan Handayanto (2018) menambahkan bahwa kondisi pH tanah merupakan faktor yang dapat memacu perkembangan populasi bakteri penambat N. pH tanah yang masam dapat menyebabkan pembatas kelangsungan hidup populasi PGPR yang dapat menambat nitrogen. Utomo *et al.* (2016) menyebutkan bahwa mikroorganisme yang hidup di rhizosfer akan berbagi dengan akar tanaman dan berkompetisi satu sama lainnya untuk mendapatkan faktor pertumbuhan yang tersedia. Ketika temperatur, hara, suplai air, pH dan faktor lainnya sesuai untuk mendukung pertumbuhan tanaman, maka pada umumnya kondisi tersebut juga sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme. Sel-sel akar mati dan senyawa organik yang keluar dari akar (eksudate) merupakan makanan bagi organisme.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2018 di Desa Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur dengan ketinggian tempat 600 m dpl, curah hujan 1600 mm/tahun, suhu udara minimum 18-24°C, suhu udara maksimum 28-32 °C serta kelembaban udara 75-98%.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah hand-traktor, cangkul, sabit, sprayer, timbangan analitik, Leaf Area Meter (LAM), meteran atau penggaris, papan label, alat tulis dan kamera. Bahan yang digunakan ialah benih padi varietas Ciherang, PGPR jenis *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp., pestisida nabati ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan ekstrak umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst), pupuk kandang, pupuk N (Urea = 46% N), pupuk P (SP36 = 36% P₂O₅) dan pupuk K (KCl = 60% K₂O).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (Split Plot Design) dengan jenis PGPR (P) sebagai petak utama dan dosis pupuk kandang (K) sebagai anak petak. Petak utama terdiri dari 3 macam, yaitu:

1. Pt : Tanpa PGPR
2. Pbp : *B. subtilis* + *P. fluorescens*
3. Paa : *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

Sedangkan anak petak terdiri dari 4 macam, yaitu:

1. K5 : Pupuk kandang 5 ton ha⁻¹
2. K10 : Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹
3. K15 : Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹
4. K20 : Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹

Dari dua perlakuan tersebut didapat total kombinasi 12 perlakuan (Tabel 1), masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapat 36 satuan kombinasi perlakuan. Denah petak percobaan disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 1. Kombinasi antara Perlakuan Pupuk Kandang dan PGPR

Main Plot	Sub Plot			
	K5	K10	K15	K20
Pt	Pt K5	Pt K10	Pt K15	Pt K20
Pbp	Pbp K5	Pbp K10	Pbp K15	Pt K20
Paa	Paa K5	Paa K10	Paa K15	Pt K20

- 1) Pt K5 : Tanpa PGPR, pupuk kandang 5 ton ha⁻¹
- 2) Pt K10 : Tanpa PGPR, pupuk kandang 10 ton ha⁻¹
- 3) Pt K15 : Tanpa PGPR, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹
- 4) Pt K20 : Tanpa PGPR, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹
- 5) Pbp K5 : *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 5 ton ha⁻¹
- 6) Pbp K10 : *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 10 ton ha⁻¹
- 7) Pbp K15 : *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹
- 8) Pbp K20 : *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹
- 9) Paa K5 : *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 5 ton ha⁻¹
- 10) Paa K10 : *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 10 ton ha⁻¹
- 11) Paa K15 : *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹
- 12) Paa K20 : *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 20 ton ha⁻¹

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini mencakup kegiatan analisis tanah dan pupuk kandang, persiapan lahan, persemaian benih, penanaman, pemupukan, pemeliharaan dan panen.

3.4.1 Analisis Tanah dan Pupuk Kandang

Analisis tanah dan pupuk kandang dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan organik, C-organik, C/N ratio, pH tanah dan unsur hara N, P dan K. Analisis tanah dilakukan sebanyak 2 kali. Analisis pertama dilakukan sebelum aplikasi perlakuan yaitu sebelum pemberian pupuk kandang dan PGPR, sedangkan analisis kedua dilakukan setelah panen. Pengambilan contoh tanah yang akan dianalisis dilakukan menggunakan sistem diagonal. Pada sistem ini, titik-titik yang digunakan sebagai tempat pengambilan contoh tanah ditentukan secara diagonal. Jumlah titik yang dibuat sebanyak 5 buah. Analisis pupuk kandang dilakukan dengan cara mengambil contoh pupuk kandang sebanyak ± 200 g dari pupuk kandang yang akan digunakan.

3.4.2 Persiapan Lahan

Kegiatan persiapan lahan meliputi pengolahan tanah, pembuatan saluran irigasi dan pembuatan petak percobaan. Pengolahan tanah terdiri dari pembajakan dan perataan tanah. Pembajakan dilakukan menggunakan hand-traktor. Setelah itu, dilakukan perataan tanah menggunakan cangkul dan sorok. Selanjutnya ialah membuat parit-parit kecil di pematang sawah dengan ukuran lebar 30 cm dan kedalaman 20 cm. Parit-parit kecil dipematang sawah digunakan sebagai jalur irigasi dan drainase. Pembuatan petak percobaan dilakukan setelah pengolahan tanah dan pembuatan saluran irigasi. Jumlah petak percobaan ialah 36 dengan ukuran 2,25 x 1,75 m. Jarak antar petak utama adalah 50 cm dan jarak antar anak petak adalah 35 cm. Total luas lahan yang digunakan yaitu 233,89 m² yang terinci dalam panjang 20,25 m dan lebar 11,55 m.

3.4.3 Penyemaian Benih

Benih padi yang digunakan ialah benih padi varietas Ciherang (Lampiran 3). Benih yang akan disemai diseleksi dan diperam terlebih dahulu. Seleksi benih dilakukan dengan cara merendam benih padi menggunakan larutan garam 3% atau 30 gr l⁻¹ air. Benih yang mengapung akan di buang dan benih yang tenggelam di cuci menggunakan air bersih. Benih yang telah dicuci direndam selama ±24 menggunakan air yang diberi larutan PGPR dengan dosis 30 ml l⁻¹ air. Selanjutnya benih ditiriskan dan dimasukkan ke dalam karung untuk diperam selama ±24 jam atau hingga benih mulai berkecambah. Benih padi yang telah berkecambah disebar secara merata di tempat persemaian.

3.4.4 Penanaman

Kegiatan tanam meliputi penyediaan bibit, pembuatan jarak tanam dan tanam bibit. Bibit yang digunakan ialah bibit yang berumur 12 hari setelah semai (hss). Sebelum bibit dicabut, tempat persemaian diberi air terlebih dahulu untuk mempermudah pencabutan bibit dan mengurangi resiko kerusakan akar dan batang bibit padi. Bibit yang telah dicabut dari tempat persemaian, direndam terlebih dahulu menggunakan PGPR selama ±2 jam dengan dosis 30 ml l⁻¹ air. Penanaman dilakukan dengan cara meletakkan 1 bibit per lubang tanam. Pembuatan jarak tanam dilakukan dengan bantuan tali rafia. Jarak tanam yang digunakan ialah 25 x 25 cm. Jumlah tanaman per petak ialah 88 tanaman.

3.4.5 Pemupukan

Jenis pupuk yang digunakan ialah pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik yang digunakan ialah pupuk kandang. Aplikasi pupuk kandang dilakukan pada saat persiapan lahan sebagai pupuk dasar dengan cara menaburkan pupuk kandang disetiap petak percobaan. Dosis pupuk kandang yang digunakan sesuai dengan perlakuan setiap petak percobaan (Lampiran 4) yaitu 2,19 kg per petak (K5), 4,38 kg per petak (K10), 6,56 kg per petak (K15) dan 8,75 kg per petak (K20). Pupuk anorganik yang digunakan ialah pupuk urea, SP36 dan KCl. Dosis yang diberikan untuk pupuk anorganik sesuai dengan perhitungan rekomendasi (Lampiran 5) yaitu 3,15 kg urea, 1,58 kg SP36 dan 1,18 kg KCl. Pemupukan urea diaplikasikan 2 kali yaitu 1,05 kg pada saat awal tanam dan 2,1 kg pada umur 21 hst, sedangkan pupuk SP36 dan KCl diaplikasikan pada saat awal tanam.

3.4.6 Pemeliharaan

1) Pengairan

Pengairan dilakukan dengan cara menggenangi permukaan lahan dengan ketinggian sekitar 2-5 cm. Pengairan pertama dilakukan pada 7 hari pertama setelah tanam, selanjutnya dibuat macak-macak. Pengairan kedua dilakukan pada 14 hst, lalu pada 21 hst lahan dikeringkan kembali menjadi kondisi macak-macak. Lahan dijadikan kondisi basah-kering secara intermitten atau berselang dengan interval 7-10 hari selama fase vegetatif. Pada saat tanaman memasuki fase generatif, lahan terus diairi sampai fase masak susu atau \pm 10-14 hari sebelum panen.

2) Aplikasi PGPR

Perlakuan aplikasi PGPR terdiri atas 3 taraf yaitu tanpa PGPR (Pt), PGPR jenis *P. flurescens* + *B. subtilis* (Pbp) dan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. (Paa). Aplikasi PGPR dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada saat persiapan benih, pindah tanam, fase vegetatif pada umur 8, 22 dan 30 hst. Aplikasi PGPR pada fase vegetatif dilakukan pada sore hari dengan cara menyemprot larutan PGPR dipermukaan tanah atau didaerah perakaran tanaman. Dosis aplikasi PGPR sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan (Lampiran 6).

3) Penyiangan

Penyiangan gulma dilakukan secara mekanik yaitu dengan cara mengambil gulma secara langsung menggunakan tangan atau menggunakan alat seperti sabit

dan sorok. Penyiangan gulma dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada saat tanaman berumur 12 dan 28 hst.

4) Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara teknik dan mekanik. Pengendalian secara teknik dilakukan dengan melakukan sanitasi lahan dan pengaturan waktu pengairan. Kegiatan sanitasi lahan meliputi membersihkan daerah di sekitar lahan percobaan dan mengambil tanaman sakit baik tanaman yang masih hidup maupun sisa-sisa tanaman dari penanaman sebelumnya. Pengendalian secara mekanik dilakukan dengan cara mengambil hama secara langsung menggunakan tangan atau alat dan menggunakan aplikasi pestisida nabati dari ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan ekstrak umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). Aplikasi pestisida nabati dilakukan pada 21, 35 dan 49 hst.

3.4.7 Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman berumur 119 hari. Ciri-ciri tanaman padi yang telah siap dipanen antara lain ialah padi sudah menguning, gabah sudah masak penuh (isi gabah keras) dan malai mulai merunduk. Kegiatan panen dilakukan dengan cara memotong padi yang telah siap panen menggunakan sabit, lalu dikumpulkan di dekat pematang sawah yang telah diberi alas terpal. Hasil panen padi dirontokkan menggunakan alat perontok padi, setelah itu gabah dimasukkan ke dalam karung.

3.5 Pengamatan

Pengamatan menggunakan metode destruktif dan non destruktif. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 21, 35, 49, 63 dan 77 hst serta panen. Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan pertumbuhan, pengamatan hasil dan pengamatan penunjang.

a. Pengamatan pertumbuhan

Komponen pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan per rumpun, luas daun dan indeks luas daun.

1) Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur dari ruas tumbuh terbawah tanaman yang berada di atas permukaan tanah sampai bagian ujung tanaman.

2) Jumlah anakan per rumpun

Jumlah anakan per rumpun dihitung dari semua anakan yang terbentuk disetiap rumpun (batang).

3) Luas daun

Pengukuran luas daun diukur menggunakan metode rata-rata luas daun. Nilai konstanta dicari menggunakan tanaman border, diambil secara destruktif. Dihitung luas daun per tanaman menggunakan Leaf Area Meter (LAM) kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Setelah itu menghitung jumlah daun pada sampel tanaman pengamatan berkala lalu dikalikan dengan hasil dari rata-rata luas daun per tanaman.

4) Indeks luas daun

Dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Indeks luas daun (ILD)} = \frac{\text{Luas daun (cm}^2\text{)}}{\text{Luas tanah yang dinaungi (cm}^2\text{)}}$$

b. Pengamatan hasil

Komponen hasil yang diamati ialah jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, presentase gabah isi per rumpun, hasil gabah per tanaman, bobot gabah kering giling, hasil gabah dan bobot 1000 biji.

1) Jumlah malai per rumpun

Perhitungan jumlah malai per rumpun dilakukan dengan cara menghitung semua malai yang terbentuk dalam satu rumpun tanaman.

2) Jumlah gabah per malai

Perhitungan jumlah gabah per malai dilakukan dengan cara menghitung jumlah gabah yang terbentuk pada tiap malai, baik gabah isi maupun gabah hampa.

3) Persentase gabah isi per rumpun

Dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Gabah isi per rumpun} = \frac{\text{Gabah isi per rumpun}}{\text{Jumlah total gabah}} \times 100\%$$

4) Hasil gabah per tanaman

Hasil gabah per tanaman dihitung dengan cara menimbang gabah yang dihasilkan oleh masing-masing sampel tanaman.

5) Bobot gabah kering giling

Bobot gabah kering giling dihitung dengan cara menimbang hasil gabah yang dihasilkan oleh seluruh tanaman pada petak panen dari setiap perlakuan dan telah dikeringkan dibawah sinar matahari.

6) Hasil gabah

Hasil gabah dihitung dengan cara melakukan konversi bobot gabah kering giling dalam satuan luas hektar.

$$\text{Hasil Gabah (ton ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Luas 1 ha (m}^2\text{)} \times \text{Bobot gabah kering giling (kg m}^{-2}\text{)}}{\text{Luas petak panen (m}^2\text{)}}$$

7) Bobot 1000 biji

Perhitungan bobot 1000 biji dilakukan dengan cara menimbang 1000 biji gabah dari setiap perlakuan.

c. Pengamatan penunjang meliputi:

- 1) Analisa tanah awal dan akhir yang meliputi: C-organik, C/N ratio, bahan organik, unsur N, P, K, pH tanah.
- 2) Analisa pupuk kandang yang meliputi: C-organik, C/N ratio, bahan organik, N, P dan K.

3.6 Analisa Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan apabila hasil pengujian terdapat interaksi maupun pengaruh nyata antar perlakuan maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Komponen Pertumbuhan Tanaman Padi

4.1.1.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata tinggi tanaman. Rerata tinggi tanaman padi pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Rerata Tinggi Tanaman pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	Umur Tanaman (hst)				
	21	35	49	63	77
Jenis PGPR					
Tanpa PGPR	22,63	28,26	42,34	52,81	67,63
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	21,16	26,74	43,69	54,27	62,76
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	21,86	28,30	43,97	53,86	65,08
BNJ (5%)	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	11,24	11,06	11,83	10,77	17,21
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)					
5	20,29	25,72	39,35	48,51	62,41
10	21,76	26,84	42,19	53,40	61,98
15	21,82	28,48	45,98	55,60	69,18
20	23,65	30,03	45,82	57,08	67,05
BNJ (5%)	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	11,68	12,31	13,61	12,39	13,01

Keterangan : BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; tn = tidak nyata; hst = hari setelah tanam.

Tabel 2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata tinggi tanaman padi pada pengamatan umur 21-77 hst.

4.1.1.2 Jumlah Anakan

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata jumlah anakan. Rerata jumlah anakan hanya dipengaruhi oleh faktor dosis pupuk kandang pada

pengamatan umur 35, 49, 63 dan 77 hst. Rerata jumlah anakan pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Jumlah Anakan per Rumpun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Jumlah Anakan (anakan rumpun ⁻¹)				
	Umur Tanaman (hst)				
	21	35	49	63	77
Jenis PGPR					
Tanpa PGPR	4,98	9,20	11,39	14,38	19,22
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4,85	8,99	11,99	15,33	19,04
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	4,39	10,56	12,51	14,93	19,20
BNJ (5%)	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	20,76	19,09	10,72	10,11	10,53
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)					
5	4,24	8,26 a	11,15 a	13,29 a	16,88 a
10	4,57	8,88 a	11,13 a	13,95 a	18,44 ab
15	5,06	10,62 b	12,20 ab	15,98 b	20,42 b
20	5,10	10,60 b	13,37 b	16,28 b	20,87 b
BNJ (5%)	tn	1,49	1,60	2,00	2,57
KK (%)	15,81	11,67	10,02	10,07	10,05

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; tn = tidak nyata; hst = hari setelah tanam.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 35 dan 63 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah anakan nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada pengamatan umur 35 hst dapat meningkatkan rerata jumlah anakan sebesar 28,57% dan 19,59% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada pengamatan umur 63 hst dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 20,24% dan 14,55% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 49 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah anakan nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata jumlah anakan sebesar 19,91% dan 20,13% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 77 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah anakan nyata lebih tinggi

dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata jumlah anakan sebesar 20,97% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹.

4.1.1.3 Luas Daun

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata luas daun pada pengamatan umur 21 dan 35 hst. Rerata luas daun akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Luas Daun Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Umur Tanaman (hst)	Jenis PGPR	Luas Daun (cm ² tanaman ⁻¹)			
		Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
		5	10	15	20
21	Tanpa PGPR	5,72 ab	5,21 ab	12,69 cde	9,78 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,71 a	8,29 abc	18,49 f	16,57 ef
	<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	3,41 a	8,13 abc	13,76 cdef	14,36 def
	BNJ (5%)	5,73			
	KK (%)	18,82			
35	Tanpa PGPR	6,38 a	13,18 ab	18,27 bc	20,91 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	6,70 a	13,88 ab	20,29 bc	26,59 cd
	<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	5,70 a	13,40 ab	34,99 d	27,26 cd
	BNJ (5%)	10,09			
	KK (%)	19,19			

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada hst yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; hst = hari setelah tanam.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 21 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata luas daun yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* serta pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR

jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 45,70% dan 89,06% dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 121,85% dan 143,57% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 398,38% dan 123,04% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan 15 ton ha⁻¹. Peningkatan dosis pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 321,11% dan 76,63% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Pengamatan umur 35 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 91,52% dan 67,34% dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa pupuk kandang dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 121,85% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*

dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 202,34% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pemberian pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 513,86% dan 161,12% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata luas daun pada pengamatan umur 49, 63 dan 77 hst. Rerata luas daun pada pengamatan umur 49 dan 63 hst hanya dipengaruhi oleh faktor dosis pupuk kandang, sedangkan pada pengamatan umur 77 hst rerata luas daun dipengaruhi oleh jenis PGPR dan dosis pupuk kandang. Rerata luas daun pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Luas Daun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Luas Daun (cm ² tanaman ⁻¹)		
	Umur Tanaman (hst)		
	49	63	77
Jenis PGPR			
Tanpa PGPR	217,35	399,66	473,34 a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	200,70	331,31	509,34 a
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	233,24	426,98	711,62 b
BNJ (5%)	tn	tn	137,04
KK (%)	19,00	18,10	16,68
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
5	178,45 a	338,90 a	475,18 a
10	186,09 a	347,51 a	533,55 ab
15	243,38 b	470,75 ab	614,54 ab
20	260,45 b	386,76 b	635,78 b
BNJ (5%)	44,73	100,39	141,04
KK (%)	15,46	19,52	18,74

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; tn = tidak nyata; hst = hari setelah tanam.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 49 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila

dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 36,39% dan 30,77% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 63 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan rerata luas daun sebesar 14,12% dan 11,29% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 77 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata luas daun sebesar 33,80% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada perlakuan jenis PGPR, PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan rerata luas daun sebesar 50,34% dan 39,71% dibandingkan dengan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*.

4.1.1.4 Indeks Luas Daun

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata indeks luas daun pada pengamatan umur 21 dan 35 hst. Rerata indeks luas daun akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Indeks Luas Daun Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Umur Tanaman (hst)	Jenis PGPR	Indeks Luas Daun			
		Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
		5	10	15	20
21	Tanpa PGPR	0,0091 ab	0,0083 ab	0,0203 cde	0,0156 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,0059 a	0,0133 abc	0,0296 f	0,0265 ef
	<i>Azotobacter sp.</i> + <i>Azospirillum sp.</i>	0,0054 a	0,0130 abc	0,0220 cdef	0,0230 def
	BNJ (5%)	0,0092			
	KK (%)	18,82			
35	Tanpa PGPR	0,0102 a	0,0211 ab	0,0292 bc	0,0335 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,0107 a	0,0222 ab	0,0325 bc	0,0425 cd
	<i>Azotobacter sp.</i> + <i>Azospirillum sp.</i>	0,0091 a	0,0215 ab	0,0560 d	0,0436 cd
	BNJ (5%)	0,0165			
	KK (%)	19,19			

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada hst yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; hst = hari setelah tanam.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 21 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* serta pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter sp.* + *Azospirillum sp.* Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 45,81% dan 89,74% dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 123,08% dan 144,58% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata indeks luas

daun sebesar 401,69% dan 122,56% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Peningkatan dosis pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 325,93% dan 76,02% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Pengamatan umur 35 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 91,78% dan 67,16% dibandingkan dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 186,27% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 202,34% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Peningkatan dosis pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 515,38% dan 160,46% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata indeks luas daun pada pengamatan umur 49, 63 dan 77 hst. Rerata indeks luas daun pada pengamatan umur 49 dan 63 hst hanya dipengaruhi oleh faktor dosis pupuk kandang, sedangkan pada pengamatan umur 77 hst rerata indeks luas daun dipengaruhi oleh jenis PGPR dan dosis pupuk kandang. Rerata indeks luas daun pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Indeks Luas Daun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Indeks Luas Daun		
	Umur Tanaman (hst)		
	49	63	77
Jenis PGPR			
Tanpa PGPR	0,3478	0,6394	0,7573 a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,3211	0,5301	0,8149 a
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	0,3732	0,6832	1,1386 b
BNJ (5%)	tn	tn	0,2193
KK (%)	19,00	18,10	16,68
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
5	0,2855 a	0,5422 a	0,7603 a
10	0,2977 a	0,5560 a	0,8537 ab
15	0,3894 b	0,7532 ab	0,9833 ab
20	0,4167 b	0,6188 b	1,0172 b
BNJ (5%)	0,0716	0,1606	0,2257
KK (%)	15,46	19,52	18,74

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; tn = tidak nyata; hst = hari setelah tanam.

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 49 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 36,39% dan 30,80% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 63 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 14,13% dan 11,29% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pengamatan umur 77 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹

menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 33,79% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada perlakuan jenis PGPR, PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata indeks luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan rerata indeks luas daun sebesar 50,35% dan 39,72% dibandingkan dengan tanpa PGPR dan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*.

4.1.2 Komponen Hasil

4.1.2.1 Jumlah Malai Per Rumpun

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata jumlah malai per rumpun, akan tetapi masing-masing faktor memberikan pengaruh terhadap rerata jumlah malai per rumpun. Rerata jumlah malai per rumpun pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Jumlah Malai per Rumpun pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Jumlah Malai (malai rumpun ⁻¹)
Jenis PGPR	
Tanpa PGPR	17,77 a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	19,05 ab
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	21,55 b
BNJ (5%)	
	3,51
KK (%)	
	12,39
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)	
5	16,77 a
10	18,68 a
15	20,04 ab
20	22,33 b
BNJ (5%)	
	3,51
KK (%)	
	13,55

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama pada perlakuan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 8 menunjukkan bahwa PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata jumlah malai per rumpun nyata lebih tinggi dibandingkan

dengan tanpa PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan rerata jumlah malai per rumpun sebesar 21,27% dibandingkan dengan tanpa PGPR. Pada perlakuan dosis pupuk kandang, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah malai per rumpun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata jumlah malai per rumpun sebesar 33,15% dan 19,54% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

4.1.2.2 Jumlah Gabah per Malai

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata jumlah gabah per malai. Rerata jumlah gabah per malai akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Jumlah Gabah per Malai Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Jenis PGPR	Jumlah Gabah (gabah malai ⁻¹)			
	Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
	5	10	15	20
Tanpa PGPR	67,50 a	94,13 abcd	79,49 ab	104,10 bcd
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	87,69 abc	92,85 abcd	119,60 d	99,72 bcd
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	91,46 abcd	94,68 abcd	92,94 abcd	113,40 cd
BNJ (5%)				29,63
KK (%)				10,28

Keterangan : Bilangan yang didamping dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 9 menunjukkan bahwa pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata jumlah gabah per malai nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* mampu meningkatkan rerata jumlah gabah per malai sebesar 50,46% dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR, pupuk kandang

20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah gabah per malai nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan 10 dan 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata jumlah gabah per malai sebesar 54,22% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah gabah per malai nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata jumlah gabah per malai sebesar 36,39% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 5, 10, 15 dan 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah gabah per malai yang tidak berbeda nyata.

4.1.2.3 Persentase Gabah Isi

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa jenis PGPR dan dosis pupuk kandang tidak berpengaruh secara nyata terhadap persentase gabah isi. Persentase gabah isi pada berbagai jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Persentase Gabah Isi pada Berbagai Macam Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Perlakuan	Gabah Isi (%)
Jenis PGPR	
Tanpa PGPR	76,71
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	78,35
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	77,43
BNJ (5%)	tn
KK (%)	10,49
Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)	
5	73,19
10	76,24
15	79,30
20	81,24
BNJ (5%)	tn
KK (%)	10,76

Keterangan : BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman; tn = tidak nyata.

Tabel 10 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap persentase gabah isi.

4.1.2.4 Hasil Gabah per Tanaman

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata hasil gabah per tanaman. Rerata hasil gabah per tanaman akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata Hasil Gabah per Tanaman Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Jenis PGPR	Hasil Gabah (g tanaman ⁻¹)			
	Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
	5	10	15	20
Tanpa PGPR	30,91 ab	31,23 ab	47,01 bcd	50,40 cd
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	28,62 a	57,39 d	57,90 d	58,05 d
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	35,97 abc	36,02 abc	56,24 d	57,84 d
BNJ (5%)				18,34
KK (%)				13,22

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 11 menunjukkan bahwa pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata hasil gabah per tanaman yang tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR serta yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., akan tetapi nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., serta pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata hasil gabah per tanaman sebesar 85,67% dan 83,77% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* ialah 100,52%, sedangkan peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. ialah 59,55% dan 59,33%. Pada perlakuan tanpa PGPR, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah per tanaman nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, namun

tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata hasil gabah per tanaman sebesar 63,05% dan 61,38% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah per tanaman nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan 15 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata hasil gabah per tanaman sebesar 100,52%. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah per tanaman nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata hasil gabah per tanaman sebesar 56,35% dan 56,13% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

4.1.2.5 Bobot Gabah Kering Giling

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata bobot gabah kering giling. Rerata bobot gabah kering giling akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata Bobot Gabah Kering Giling Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Jenis PGPR	Bobot Gabah Kering Giling (kg m ⁻²)			
	Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
	5	10	15	20
Tanpa PGPR	0,93 ab	0,94 ab	1,41 bcd	1,51 cd
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,86 a	1,72 d	1,74 d	1,74 d
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	1,08 abc	1,08 abc	1,69 d	1,74 d
BNJ (5%)	0,55			
KK (%)	13,22			

Keterangan : Bilangan yang didamping dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 12 menunjukkan bahwa pupuk kandang bahwa pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata bobot

gabah kering giling yang tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR serta yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., akan tetapi nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., serta pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata bobot gabah kering giling sebesar 84,95% dan 82,98% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* ialah 100%, sedangkan peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. ialah 59,26%. Pada perlakuan tanpa PGPR, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot gabah kering giling nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata bobot gabah kering giling sebesar 62,37% dan 60,64% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kadang 10 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot gabah kering giling nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan 15 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata bobot gabah kering giling sebesar 100%. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot gabah kering giling nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata bobot gabah kering giling sebesar 56,48% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

4.1.2.6 Hasil Gabah

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata hasil gabah. Rerata hasil gabah akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rerata Hasil Gabah Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Jenis PGPR	Hasil Gabah (ton ha ⁻¹)			
	Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
	5	10	15	20
Tanpa PGPR	2,12 ab	2,14 ab	3,22 bcd	3,46 cd
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,96 a	3,94 d	3,97 d	3,98 d
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	2,47 abc	2,47 abc	3,86 d	3,97 d
BNJ (5%)	1,26			
KK (%)	13,22			

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 13 menunjukkan bahwa pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 15 dan 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR serta yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., akan tetapi nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., serta pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata hasil gabah sebesar 85,85% dan 84,11% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* ialah 101,52%, sedangkan peningkatan yang terjadi apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. ialah 59,51%. Pada perlakuan tanpa PGPR, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk

kandang 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada perlakuan tanpa PGPR dapat meningkatkan rerata hasil gabah sebesar 63,21% dan 61,68% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹. Pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kadang 10 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan 15 dan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata hasil gabah sebesar 101,02%. Pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata hasil gabah nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan 20 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata hasil gabah sebesar 56,27% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 ton ha⁻¹.

4.1.2.7 Bobot 1000 Biji

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan jenis PGPR dan dosis pupuk kandang terhadap rerata bobot 1000 biji. Rerata bobot 1000 biji akibat interaksi jenis PGPR dan dosis pupuk kandang disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Rerata Bobot 1000 Biji Akibat Interaksi antara Jenis PGPR dan Dosis Pupuk Kandang

Jenis PGPR	Bobot 1000 Biji (g)			
	Dosis Pupuk Kandang (ton ha ⁻¹)			
	5	10	15	20
Tanpa PGPR	20,52 abcd	15,93 a	19,63 abc	19,68 abc
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	17,42 ab	22,33 abcd	22,35 abcd	27,03 d
<i>Azotobacter</i> sp. + <i>Azospirillum</i> sp.	21,45 abcd	23,39 bcd	24,10 cd	23,84 bcd
BNJ (5%)	6,53			
KK (%)	10,01			

Keterangan : Bilangan yang didampingi dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; KK = Koefisien Keragaman.

Tabel 14 menunjukkan bahwa pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata bobot 1000 biji nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR, akan tetapi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan pupuk kandang

10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan rerata bobot 1000 biji sebesar 46,83% dibandingkan dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata bobot 1000 biji yang tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., akan tetapi nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* mampu meningkatkan rerata bobot 1000 biji sebesar 37,35% dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Pada perlakuan tanpa PGPR dan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., pupuk kandang 5, 10, 15 dan 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot 1000 biji yang tidak berbeda nyata. Pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens*, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot 1000 biji nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹, akan tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk kandang 10 dan 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata bobot 1000 biji sebesar 55,17% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 ton ha⁻¹.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Komponen Pertumbuhan Tanaman Padi

Kesuburan tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal apabila tanah memiliki sifat biologi, kimia dan fisika yang mendukung. Madgalena *et al.* (2013) menyebutkan bahwa perbaikan biologi, kimia dan fisika tanah yang searah dengan kebutuhan tanaman mampu memperbaiki pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kesuburan tanah. Menurut Roy dan Kashem (2014) bahan organik seperti sisa tanaman, pupuk kandang dan pupuk hijau mempunyai pengaruh langsung terhadap bahan organik tanah yang dapat memperbaiki kesuburan tanah. Selain melalui perbaikan kesuburan tanah, pemberian PGPR juga merupakan salah satu cara untuk mengoptimalkan

pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Nivya (2015) menyebutkan bahwa Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah sekumpulan bakteri yang dapat ditemukan di rhizosfer, berasosiasi dengan akar tanaman yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung dan tidak langsung sebagai promotor pertumbuhan tanaman dan agen kontrol biologi.

Penggunaan PGPR dan pupuk kandang diharapkan dapat bekerja saling mendukung sehingga menghasilkan interaksi pada tanaman padi. Penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk organik dapat memperbaiki sifat biologi, kimia dan fisika tanah. Bachtiar, Waluyo dan Syaikat (2011) menyebutkan bahwa penggunaan pupuk kandang mampu memperbaiki sifat fisika tanah seperti menurunkan bobot isi tanah, meningkatkan stabilitas agregat dan porositas total tanah. Menurut Utomo *et al.* (2016) susunan dan ukuran pori tanah menentukan tingkat aerasi dan kemampuan menahan atau menyediakan air. Yanto (2011) menambahkan bahwa pemberian bahan organik dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti peningkatan stabilitas agregat tanah, porositas, kadar air tanah dan penurunan berat isi tanah yang menyebabkan distribusi dan penetrasi akar lebih luas, sehingga serapan hara dan air menjadi lebih besar dan berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Peran bahan organik terhadap sifat kimia tanah antara lain ialah terhadap kapasitas tukar kation, kapasitas tukar anion, pH tanah dan ketersediaan unsur hara didalam tanah (Atmojo, 2003). Hasil analisis tanah awal dan akhir (Lampiran 9 dan 10) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan pH tanah, N total, P dan K di dalam tanah. Karnilawati, Yusnizar dan Zuraida (2016) menyebutkan bahwa penambahan bahan organik berupa pupuk kandang kedalam tanah dapat menaikkan pH tanah. Peningkatan pH disebabkan adanya pengaruh hasil dari dekomposisi bahan organik pupuk kandang yang diberikan. Hasil perombakan tersebut akan menghasilkan kation-kation basa yang mampu meningkatkan pH. Menurut Utomo *et al.* (2016) bahan organik tanah berkontribusi sebesar 20-80% pada kapasitas tukar kation (KTK). Peningkatan KTK akibat dari jumlah bahan organik akan mempengaruhi muatan dan akan meningkatkan pH tanah. Afandi, Siswanto dan Nuraini (2015) menambahkan bahwa penambahan bahan organik dapat meningkatkan N-total tanah meskipun peningkatannya tidak

mencolok. Peningkatan N-total tanah berasal dari mineralisasi bahan organik yang diberikan.

Peran bahan organik terhadap sifat biologi tanah ialah memberikan pengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme didalam tanah. Bahan organik yang terkandung didalam pupuk kandang dapat digunakan sebagai sumber energi bagi mikro dan meso fauna tanah. Menurut Adiaha (2017) menambahkan peran bahan organik berhubungan dengan fungsi biologi yaitu sebagai sumber makanan dan energi untuk mikroorganisme tanah. Karnilawati *et al.* (2016) menambahkan bahwa bahan organik yang ditambahkan kedalam tanah dapat meningkatkan total dan aktivitas mikroorganisme tanah. Peran bahan organik terhadap mikroorganisme merupakan sumber energi utama bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Mujiyati dan Supriyadi (2009) menyebutkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* dan *Azospirillum* dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk. Populasi *Azotobacter* dan *Azospirillum* pada perlakuan tanpa pupuk ialah 4333,33 cfu/mg dan 52666,66 cfu/mg, sedangkan populasi *Azotobacter* dan *Azospirillum* pada perlakuan pemberian pupuk kandang ialah 4466,66 cfu/mg dan 221666,66 cfu/mg. Koopmans dan Bloem (2018) juga menambahkan bahwa pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang unggas, pupuk kandang stabil dan kompos tanaman dapat meningkatkan jumlah cacing tanah. Selain itu, perlakuan pupuk organik berupa pupuk kandang stabil dan kompos rumah tangga juga dapat meningkatkan biomassa bakteri didalam tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang pada komponen pertumbuhan tanaman terjadi pada parameter pengamatan luas daun dan indeks luas daun umur 21 dan 35 hst. Pengamatan umur 21 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi ialah 45,70%. Pengamatan umur 35 hst, pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. menghasilkan rerata luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi ialah sebesar 67,34%.

Pemberian PGPR dan pupuk kandang dapat bekerja sinergis dalam peningkatan luas daun. Zaidi, Ahmad, Khan, Saif dan Rizvi (2015) menyebutkan bahwa pemberian PGPR dapat meningkatkan luas daun dan jumlah klorofil pada beberapa tanaman sayuran dibandingkan dengan tanpa PGPR. Sejati, Astiningrum dan Tujiyanta (2017) juga menambahkan bahwa pemberian pupuk kandang dan PGPR *P. fluorescens* dapat meningkatkan jumlah daun dibandingkan dengan tanpa pupuk kandang dan tanpa PGPR. Hal ini diduga karena *P. fluorescens* merupakan bakteri yang mampu menstimulasi pembentukan daun. *P. fluorescens* secara umum berfungsi sebagai biofertilizer dengan menambat nitrogen dari udara secara asimbiosis, mengakibatkan ketersediaan unsur hara nitrogen yang berperan dalam pembentukan daun meningkat sehingga pembentukan daun dapat optimal. Menurut Yunita, Hutapea dan Rahman (2017) unsur N diperlukan untuk produksi protein dan bahan-bahan penting lainnya yang dimanfaatkan untuk membentuk klorofil. Klorofil yang tersedia dalam jumlah yang cukup pada daun tanaman akan meningkatkan kemampuan daun untuk menyerap cahaya matahari sehingga proses fotosintesis akan berjalan lancar.

Pengamatan umur 49, 63 dan 77 hst, tidak terdapat interaksi antara jenis PGPR dan pupuk kandang terhadap luas daun dan indeks luas daun. Pengamatan umur 49 dan 63 hst, faktor yang mempengaruhi luas daun dan indeks luas daun ialah pupuk kandang, sedangkan pada umur pengamatan 77 hst kedua faktor perlakuan memberikan pengaruh terhadap luas daun dan indeks luas daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 49, 63 dan 77 hst, peningkatan dosis pupuk kandang dapat meningkatkan rerata luas daun. Pupuk kandang merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dapat menyediakan kebutuhan unsur hara bagi tanaman.

Salah satu mekanisme pupuk kandang dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman dipengaruhi oleh kandungan C-organik. Afandi *et al.* (2015) menyebutkan bahwa bahan organik yang diberikan berupa kotoran ayam, kotoran sapi dan kompos dapat meningkatkan kandungan C-organik ditanah sehingga unsur hara seperti N, P, K, Ca, Mg, S dapat tersedia bagi tanaman. Suriadikarta (2001) menambahkan bahwa ketersediaan unsur hara N dan peningkatan hara lainnya seperti hara P dan K mampu meningkatkan tinggi tanaman dan luas daun.

Berdasarkan hasil analisis tanah awal dan akhir (lampiran 9 dan 10) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan C-organik. Menurut Hasibuan (2015) bahan organik merupakan setiap bahan yang berasal dari sisa-sisa tanaman atau hewan yang dapat diberikan diatas atau dipermukaan tanah yang dapat menambah kandungan C-organik dan unsur hara tanah.

Pengamatan umur 77 hst, jenis PGPR juga memberikan pengaruh terhadap rerata luas daun. PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata luas daun. Jahanian, Chaichi, Razael, Rezayazdi dan Khavazi (2012) menyatakan bahwa beberapa keuntungan penggunaan PGPR antara lain ialah dapat meningkatkan tingkat perkecambahan, pertumbuhan radikula, produksi bahan kering, pengendalian penyakit, luas daun, kandungan klorofil dan ketahanan tanaman terhadap kondisi kekeringan. Vafadar, Amooaghaie dan Otrshy (2014) juga menambahkan bahwa *Azotobacter*, *Bacillus* dan *Pseudomonas* dapat meningkatkan klorofil a, b dan total klorofil dibandingkan dengan tanpa bakteri.

Pengamatan umur 35, 49, 63 dan 77 hst, pupuk kandang memberikan pengaruh nyata terhadap parameter pengamatan jumlah anakan. Peningkatan dosis pupuk kandang mampu meningkatkan jumlah anakan. Pengamatan umur 35 dan 63 hst, peningkatan dosis pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan rerata jumlah anakan dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹. Peningkatan yang terjadi pada pengamatan umur 35 hst ialah 28,57% dan 19,59%, sedangkan peningkatan yang terjadi pada pengamatan umur 63 hst ialah 20,24% dan 14,55%. Pengamatan umur 49 hst, pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ meningkatkan rerata jumlah anakan sebesar 19,91% dan 20,13% dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹, sedangkan pada umur pengamatan 77 hst pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan rerata jumlah anakan sebesar 20,97% dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹. Sari *et al.* (2014) menyebutkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan jumlah anakan. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ pada pupuk anorganik 100%, 85% dan 75% menghasilkan jumlah anakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi pupuk anorganik 100%, 85% dan 70%. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan pupuk anorganik 100%, 85% dan 75% memiliki jumlah anakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi pupuk anorganik 100%, 85% dan 70%. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ dengan

pupuk anorganik 100%, 85% dan 75% menghasilkan jumlah anakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pupuk kandang yang diberi pupuk anorganik 100%, 85% dan 70%.

Pupuk kandang merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dapat menyediakan unsur hara. Berdasarkan hasil analisis tanah awal dan akhir (lampiran 9 dan 10) dapat diketahui bahwa pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan N total, P dan K. Chaturvedi (2005) menyebutkan bahwa ketersediaan N berperan dalam pembelahan sel sehingga dapat meningkatkan jumlah anakan. Jumlah anakan merupakan komponen penting yang dapat mempengaruhi hasil tanaman. Yanti, Hariyono dan Sadiman (2015) menambahkan bahwa unsur P dalam tanah berperan penting dalam meningkatkan efisiensi kerja kloroplas yang berfungsi sebagai penyerap energi matahari dalam proses fotosintesis. Energi yang dihasilkan disebarkan pada jaringan-jaringan tanaman yang mengakibatkan pembelahan sel untuk membentuk anakan baru.

4.2.2 Komponen Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis PGPR dan dosis pupuk kandang pada komponen hasil terjadi pada parameter jumlah gabah per malai, hasil gabah per tanaman, bobot gabah kering giling, hasil gabah dan bobot 1000 biji. Interaksi yang terjadi antara PGPR dan pupuk kandang ialah kandungan bahan organik pada pupuk kandang berperan sebagai sumber energi bagi PGPR. Wu, Cao, Li, Cheung dan Wong (2005) menyebutkan bahwa sebagian besar mikroorganisme tanah menggunakan sebagian besar bahan organik seperti karbohidrat sebagai sumber energi untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Hal ini menyebabkan beberapa jumlah karbon (C) hilang karena digunakan untuk memproduksi karbon dioksida. Ketersediaan bahan organik di dalam tanah dapat mendukung aktivitas PGPR sebagai mikroorganisme yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Parameter jumlah gabah per malai menunjukkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata jumlah gabah per malai nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Peningkatan yang terjadi ialah 50,64%. Wurieslyiane *et al.* (2013) menyebutkan bahwa bakteri *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat

meningkatkan kandungan N, sedangkan bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. mampu meningkatkan serapan hara, pertumbuhan serta produktivitas tanaman. Ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman di dalam tanah merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan produksi tanaman padi. Roy dan Kashem (2014) menyebutkan bahwa penggunaan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam dapat meningkatkan NH_4^+ dibandingkan dengan tanpa pupuk kandang. Susanti, Sumarni dan Widaryanto (2013) juga menambahkan bahwa bahan organik yang berasal dari *Sesbania rostrata* dan pupuk kandang sapi memberikan hara N yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jenis bahan organik yang lain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang 10 ton ha^{-1} yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* menghasilkan rerata hasil gabah per tanaman, bobot gabah kering giling dan hasil gabah yang tidak berbeda nyata dengan 15 ton ha^{-1} dan 20 ton ha^{-1} yang tidak diberi PGPR. Pemberian PGPR dapat menurunkan kebutuhan dosis pupuk kandang. Hal ini dikarenakan pemberian PGPR dan pupuk kandang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P dan K yang merupakan unsur hara esensial bagi tanaman. Bahan organik yang terkandung di dalam pupuk kandang merupakan sumber energi bagi PGPR sehingga kinerja PGPR sebagai biofertilizer dapat bekerja secara optimal. Utami dan Handayani (2003) menyebutkan bahwa karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P dan fiksasi N. Menurut Souza, Beneduzi, Ambrosini, Costa, Meyer, Vargas, Schoenfeld dan Passaglia (2012) nitrogen merupakan unsur hara paling penting untuk produksi padi. Gu, Chen, Chen, Wang, Zhang dan Yang (2015) menyebutkan bahwa aplikasi N yang tinggi dapat meningkatkan asimilasi karbon dan akan meningkatkan konsentrasi enzim yang digunakan untuk proses fotosintesis di daun sehingga akan menghasilkan hasil yang lebih besar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PGPR dapat meningkatkan bobot 1000 biji. Pupuk kandang 10 ton ha^{-1} yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata bobot 1000 biji sebesar 46,83% dibandingkan dengan pupuk kandang 10 ton ha^{-1} yang tidak diberi PGPR. Pupuk

kandang 20 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat meningkatkan rerata bobot 1000 biji sebesar 37,35% dibandingkan dengan pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR. Wurieslyiane *et al.* (2013) menyebutkan bahwa pemberian *Azotobacter* dan *Azospirillum* pada tanaman padi dapat meningkatkan jumlah anakan produktif, berat kering, jumlah gabah per malai, bobot gabah kering panen dan bobot 1000 biji. Samah, Aziez, Eweda, Girgis dan Ghany (2014) menambahkan bahwa inokulasi *Azotobacter* dapat meningkatkan berat 100 biji pada tanaman jantan hitam dibandingkan dengan tanpa inokulasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR dapat meningkatkan rerata jumlah malai per rumpun. PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan rerata jumlah malai per rumpun sebesar 21,27% dibandingkan dengan tanpa PGPR. Widiyawati *et al.* (2014) menyebutkan bahwa perlakuan bakteri konsorsium (*Azotobacter-like* dan *Azospirillum-like*) pada tanaman padi dapat menghasilkan jumlah gabah isi per malai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa bakteri, akan tetapi hasilnya tidak berbeda nyata dengan perlakuan bakteri tunggal *Azotobacter-like* dan bakteri tunggal *Azospirillum-like*. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang dapat meningkatkan rerata jumlah malai per rumpun. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata jumlah malai per rumpun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan 5 dan 10 ton ha⁻¹. Peningkatan yang terjadi ialah 33,15% dan 19,54%. Hasil penelitian Sari *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ dengan 85% pupuk anorganik mampu meningkatkan jumlah malai per rumpun dan hasil panen lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan 85% dosis pupuk anorganik. Pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ dengan 85% dosis pupuk anorganik juga menghasilkan rerata jumlah malai per rumpun dan hasil panen lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ dengan 85% dosis pupuk anorganik. Sedangkan perlakuan tanpa pupuk kandang dengan 100% dosis pupuk anorganik memberikan rerata jumlah malai per rumpun dan hasil panen paling rendah.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ yang tidak diberi PGPR menghasilkan rerata hasil gabah sebesar 3,46 ton ha⁻¹ (tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang di beri PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp., masing-masing menghasilkan rerata hasil gabah sebesar 3,94 ton ha⁻¹ dan 3,86 ton ha⁻¹). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. dapat menurunkan dosis pupuk kandang 20 ton ha⁻¹ menjadi 10 ton ha⁻¹ dan 15 ton ha⁻¹.
2. Pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* memberikan peningkatan hasil sebesar 101,02% dibandingkan dengan 5 ton ha⁻¹, sedangkan pupuk kandang 15 ton ha⁻¹ yang diberi PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp. memberikan peningkatan sebesar 56,27% dibandingkan dengan pupuk kandang 5 dan 10 t ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa PGPR jenis *B. subtilis* + *P. fluorescens* dapat menurunkan kebutuhan pupuk kandang lebih banyak dibandingkan dengan PGPR jenis *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* sp.

5.2 Saran

1. Penelitian tentang dosis pupuk kandang dan jenis PGPR lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui dosis pupuk kandang dan jenis PGPR yang tepat untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.
2. Penelitian menggunakan kombinasi jenis PGPR yang lain dengan mekanisme dan fungsi berbeda sangat diperlukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi PGPR yang optimum untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiaha, M. S. 2017. The Role of Organic Matter in Tropical Soil Productivity. World Scientific News. 86(1): 1-66.
- Afandi, F. N., B. Siswanto, dan Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik terhadap Sifat Kimia Tanah pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar di Entisol, Ngrangkah Pawon, Kediri. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan. 2(2): 237-244.
- Ahmad, Z., J. Wu., L. Chen dan W. Dong. 2017. Isolated *Bacillus subtilis* strain 330-2 and Its Antagonistic Genes Identified by the Removing PCR. Scientific Reports. 7(1777): 1-13.
- Ahemad, M. dan M. Kibret. 2014. Mechanisms and Applications of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. J. of King Saud University-Sci. 26(1): 1-20.
- Andayani dan L. Sarido. 2013. Uji Empat Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). J. AGRIFOR. 7(1): 22-29.
- Aprianti, R., N. Laili dan E. Handayanto. 2018. Pengaruh Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) pada Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau dengan Media Tanam yang Berbeda. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan. 5(1): 819-827.
- Atmojo, S. W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Bachtiar, T., S. H. Waluyo., dan S. H. Syaikat. 2013. Pengaruh Pupuk Kandang dan SP-36 Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah. J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. 9(2): 151-160.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produktivitas Padi Menurut Provinsi (kuintal/ha). (Online). <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/866/produktivitas-padi-menurut-provinsi-kuintal-ha-1993-2015.html>. Diunduh pada 17 Desember 2017.
- Chaturvedi, I. 2005. Effect of Nitrogen Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Hybrid Rice (*Oryza sativa*). J. Central European Agr. 6(4):611-618.
- Dunand, R. dan J. Saichuk. 1999. Rice Growth and Development: Louisiana Rice Production Handbook. Louisiana: LSU AgCenter Resource & Extension.
- Fatima, S. dan T. Anjum. 2017. Identification of a Potensial ISR Determinant from *Pseudomonas aeruginosa* PM12 Against Fusarium Wilt in Tomato. Frontiers in Plant Sci. 8(848): 1-14.
- Gouda, S., R. G. Kerry., G. Das., S. Paramithiotis., H. S. Shin dan J. K. Patra. 2018. Revitalization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Sustainable Development in Agriculture. Microbiological Res. 206(15): 131-140.

- Gu, J., J. Chen., L. Chen., Z. Wang., H. Zhang dan J. Yang. 2015. Grain Quality Change and Responses to Nitrogen Fertilizer of *Japonica* Rice Cultivars Released in the Yangtze River Basin from the 1950s to 2000s. *The Crop J.* 3(4): 285-297.
- Gupta, G., S. S. Parihar., N. K. Ahiwar., S. K. Snehi dan V. Singh. 2015. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Curret and Future Prospect for Development of Sustainable Agriculture. *J. of Microbial & Biochemical Technol.* 7(2): 96-102.
- Hartatik, W., Husnain dan L. R. Widowati. 2015. Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *J. Sumberdaya Lahan.* 9(2): 107-120.
- Hafizah, N. dan R. Mukarramah. 2017. Aplikasi Pupuk Kandang Kotoran Sapi pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Lahan Rawa Lebak. *Ziraa'ah.* 42(1):1-7.
- Handayanto, E., N. Muddarisna dan A. Fiqri. 2017. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Universitas Brawijaya: UB Press.
- Hasibuan, A. S. Z. 2015. Pemanfaatan Bahan Organik dalam Perbaikan Beberapa Sifat Tanah Pasir Pantai Selatan Kulon Progo. *Planta Tropika J. of Agro Sci.* 3(1): 31-40.
- Jahanian, A., M. R. Chaichi., K. Razael., K. Rezayazdi dan K. Khavazi. 2012. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination and Primary Growth of Artichoke (*Cynara scolymus*). *Intl. J. of Agr. and Crop Sci.* 4(14). 923-929.
- Jamil, A., M. J. Mejaya., R. H. Praptana, N. A. Subekti., M. Aqil., A. Musaddad dan F. Putri. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Tanaman Pangan 2010-2016. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Jatnika, W., A. L. Abadi dan L. Q. Aini. 2013. Pengaruh Aplikasi *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai yang Disebabkan oleh Jamur Patogen *Peronosclerospora maydis* pada Tanaman Jagung. *J. HPT.* 1(4): 19-29.
- Karazija T., T. Cosic., B. Larazefic., T. Horvat., M. Petek., I. Palcic dan N. Jerbic. 2015. Effect of Organic Fertilizer on Soil Chemical Properties on Vineyard Calcareous Soil. *Agr. Conspectus Scientificus.* 80(2): 79-84.
- Karnilawati., Yusnizar., dan Zuraida. 2016. Pengaruh Jenis dan Dosis Bahan Organik pada Entisol terhadap Total Mikroorganisme Tanah dan Aktivitas Mikroorganisme (Respirasi) Tanah pada Rhizosfer Kedelai. *Pro. Biotik.* 3(1): 266-272.
- Kaur, H., J. Kaur dan R. Gera. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Boon to Agriculture. *Intl. J. of Cell Sci. and Biotechnol.* 5(3):17-22.
- Khalif, U., S. R. Utami dan Z. Kusuma. 2014. Pengaruh Penanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap Kandungan C dan N Tanah di Desa Slamparejo, Jabung, Malang. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan.* 1(1): 9-15.

- Koopmans, C. J. dan J. Bloem. 2018. Soil Quality Effects of Compost and Manure in Arable Cropping – Result from Using Soil Improvers for 17 years in the MAC Trial. Belanda: Louis Bolk Institute.
- Madgalena, F. Susiarso dan T. Sumarni. 2013. Penggunaan Pupuk Kandang dan Pupuk Hijau *Crotalaria juncea* L. untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Anorganik pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). J. Produksi Tanaman. 1(2): 61-71.
- Mardhiastuti, S., Suntoro dan W. S. Dewi. 2015. Kualitas Formula Pupuk Organik Berbahan Dasar Kotoran Ternak yang Diperkaya Bahan Mineral dan Pengaya Mikroba. El-Vivo. 3(1): 41-53.
- Mujiyati dan Supriyadi. 2009. Effect of Manure and NPK to Increase Soil Bacterial Population of *Azotobacter* and *Azospirillum* in Chili (*Capsicum annum*). Nusantara Bioscience. 1(2): 59-64.
- Mustoyo., B. H. Simanjuntak dan Suprihati. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang terhadap Stabilitas Agregat Tanah pada Sistem Pertanian Organik. AGRIC. 25(1). 51-57.
- Nivya, R. M. 2015. A Study on Plant Growth Promoting Activity of the Endophytic Bacteria Isolated from the Root Nodules of *Mimosa pudica* Plant. Int. J. of Innovative Res. in Sci., Engineering and Technol. 4(8): 6959-6968.
- Qi, Z., J. Yu., L. Shen., Z. Yu., M. Yu., Y. Du., R. Zhang., T. Song., X. Yin., Y. Zhou., H. Li., Q. Wei dan Y. Liu. 2017. Enhanced Resistance to Rice Blast and Sheath Blight in Rice (*Oryza sativa* L.) by Expressing the Oxalate Decarboxylase Protein Basicubin from *Bacillus subtilis*. Plant Sci. 256(5): 51-60.
- Roy, S. dan M. A. Kashem. 2014. Effect of Organic Manures in Changes of Some Soil Properties at Different Incubation Periods. J. of Soil Sci. 4(3): 81-86.
- Samah, M., A. Aziez., W. E. Eweda., M. G. Z. Girgis dan B. F. A. Ghany. 2014. Improving the Productivity and Quality of Black Cumin (*Nigella sativa*) by Using *Azotobacter* as N₂ Biofertilizer. Annals of Agr. Sci. 59(1): 95-108.
- Saraf, M., U. Pandya dan A. Thakkar. 2014. Role of Allelochemicals in Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Biocontrol of Phytopathogens. Microbiological Res. 169: 18-29.
- Sari, R. P., T. Islami dan T. Sumarni. 2014. Aplikasi Pupuk Kandang dalam Meminimalisir Pupuk Anorganik pada Produksi Padi (*Oryza sativa* L.) Metode SRI. J. Produksi Tanaman. 2(4): 308-315.
- Sejati, H. K., M. Astiningrum dan Tujiyanta. 2017. Pengaruh Macam Pupuk Kandang dan Konsentrasi *Pseudomonas fluorescens* pada Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* fa. *Ascalonicum* L.) Varietas Crok Kuning. VIGOR: J. Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika. 2(2): 55-59.
- Singh, R. P. dan P. N. Jha. 2015. Molecular Identification and Characterization of Rhizospheric Bacteria for Plant Growth Promoting Ability. Intl. J. Curr. Biotechnol. 3(7): 12-18.

- Sonia, A. Y. 2011. Pengaruh Formulasi Campuran Rhizobakteri Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi yang Terinfeksi Virus Tungro. Skripsi. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Souza, R. D., A. Beneduzi., A. Ambrosini., P. B. D. Costa., J. Meyer., L. K. Vargas., R. Schoenfeld dan L. M. P. Passaglia. 2012. The Effect of Plant Growth-promoting Rhizobacteria on the Growth of Rice (*Oryza sativa* L.) Cropped in Southern Brazilian Field. *Plant and Soil*. 366(1-2): 585-603.
- Sulistyoningtyas, M. E., M. Roviq dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada Pertumbuhan *Bud Chip* Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J. Produksi Tanaman*. 5(3): 396-403.
- Suprihatno, B., A. A. Daradjat., Satoto., S. E. Baehaki., I. N. Widiarta., A. Setyono., S. D. Indrasari., O. S. Lesmana dan H. Sembiring. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Departemen Pertanian.
- Susanti, R. A., T. Sumarni dan E. Widaryanto. 2013. Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 13 Sistem Tanam Jajar Legowo. *J. Produksi Tanaman*. 1(5): 456-463.
- Tripathi, K.K., O. P. Govila., R. Warriar dan V. Ahuja. 2011. *Biology of Oryza sativa* L. (Rice). India: Dept. of Biotechnol., Ministry of Sci. and Technol.
- Utami, S. N., dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*. 10(2): 63-69.
- Utomo, M., Sudarsono., B. Rusman., T. Sabrina., J. Lumbanraja dan Wawan. 2016. Ilmu Tanah Dasar-dasar dan Pengelolaan. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Vafadar, F., R. Amooaghaie dan M. Otrushy. 2014. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Arbuscular Mycorrhizal Fungus on Plant Growth, Stevioside, NPK and Chlorophyll Content of *Stevia rebaudiana*. *J. of Plant Interactins*. 9(1): 128-136.
- Widiyawati, I., Sugiyanta., A. Junaedi dan R. Widyastuti. 2014. Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah. *J. Agron. Indonesia*. 42(2): 96-102.
- Wu, S. C., Z. H. Cao., Z. G. Li., K. C. Cheung dan M. H. Wong. 2005. Effect of Biofertilizer Containing N-Fixer, P and K Solubilizer and AM Fungi on Maize Growth: A Greenhouse Trial. *Geoderma*. 125(1): 155-166.
- Wuriesylian., N. Gofar., A. Madjid., H. Widjajanti dan N. L. P. S. Ratmini. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Padi pada Inseptisol Asal Rawa Lebak yang Diinokulasi Berbagai Konsorsium Bakteri Penyumbang Unsur Hara. *J. Lahan Suboptimal*. 2(1): 18-27.
- Yanti, F., K. Hariyono dan I. Sadiman. 2015. Aplikasi Konsorsium Bakteri Terhadap Pertumbuhan dan Hasil pada Beberapa Varietas Padi. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(1): 1-5.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. Philippines: The International Rice Research Institute.

- Yunita, S., S. Hutapea., dan A. Rahman. 2017. Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Manis (*Brassica juncea* L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair dan Kompos Sekam Padi. *Agrotekma*. 2(1): 65-80.
- Zaidi, A., E. Ahmad., M. S. Khan., S. Saif dan A. Rizvi. 2015. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Sustainable Production of Vegetables: Current Perspective. *Scientia Horticulturae*. 193(31): 231-289.
- Zainal, M., A. Nugroho dan N. E. Suminarti. 2014. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) pada Berbagai Tingkat Pemupukan N dan Pupuk Kandang Ayam. *J. Produksi Tanaman*. 2(6): 484-490.

