

Pengaruh Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Pertumbuhan Bibit Padi (*Oryza sativa* L.) IPB 3S

Effect of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Concentration on the Growth of Rice Seedlings (Oryza sativa L.) IPB 3S

Dewi Syafrina^{1*}, Ruly Awidiyantini¹, Lia Kristiana¹

¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Islam Madura, Pamekasan, Indonesia

Abstrak.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan agen hayati yang berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan ketersediaan unsur hara, produksi fitohormon, dan perbaikan perkembangan sistem perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi PGPR terhadap pertumbuhan bibit padi (*Oryza sativa* L.) varietas IPB 3S. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan, yaitu kontrol (0 mL) dan PGPR 25, 50, 75, 100, dan 125 mL, yang masing-masing diulang empat kali. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah pada umur 7, 11, 15, 19, dan 23 hari setelah semai (HSS). Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR belum berpengaruh nyata pada fase awal pertumbuhan (7–11 HSS), namun memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah mulai umur 15 HSS. Konsentrasi PGPR 25 mL memberikan pertumbuhan terbaik pada sebagian besar parameter pengamatan, sedangkan peningkatan konsentrasi di atas 75 mL cenderung tidak meningkatkan pertumbuhan bibit. Dengan demikian, aplikasi PGPR pada konsentrasi 25 mL direkomendasikan sebagai konsentrasi optimum untuk meningkatkan pertumbuhan bibit padi pada fase pembibitan.

Abstract.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) are beneficial microorganisms capable of enhancing plant growth by improving nutrient availability, producing phytohormones, and stimulating root development. This study aimed to evaluate the effect of different PGPR concentrations on the growth of rice seedlings (*Oryza sativa* L.) cultivar IPB 3S. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of six treatments: control (0 mL), PGPR at 25, 50, 75, 100, and 125 mL, with four replications. Growth parameters observed included plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, root length, and fresh weight at 7, 11, 15, 19, and 23 days after sowing. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. The results showed that PGPR application did not significantly affect seedling growth during the initial stage (7–11 days after sowing), but significantly improved plant height, leaf length, leaf width, root length, and fresh weight from 15 days after sowing onward. The PGPR concentration of 25 mL produced the best performance for most growth parameters, whereas higher concentrations (≥ 75 mL) did not further improve seedling growth. Therefore, the application of PGPR at 25 mL is recommended as the optimum concentration for promoting rice seedling growth during the nursery stage.

Keywords: IPB 3S, PGPR, rice, vegetative growth

Kata kunci: IPB 3S, padi, pertumbuhan vegetatif, PGPR

1. PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama yang memiliki peranan strategis dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Lebih dari separuh populasi dunia menjadikan beras sebagai sumber karbohidrat utama, termasuk masyarakat Indonesia yang sangat bergantung pada produksi padi sebagai bahan pangan pokok. Meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun menyebabkan kebutuhan beras terus meningkat, sehingga peningkatan produktivitas padi menjadi salah satu

¹ Korespondensi Penulis
Email : dhewisyafrinaa07@gmail.com

prioritas dalam pembangunan sektor pertanian. Salah satu aspek penting dalam peningkatan produktivitas tersebut adalah penyediaan bibit padi yang sehat, bervigor, memiliki sistem perakaran yang baik, serta mampu beradaptasi setelah pindah tanam. Bibit yang berkualitas akan mendukung pertumbuhan vegetatif yang optimal, sedangkan bibit yang lemah cenderung mengalami pertumbuhan lambat, mudah terserang penyakit, dan menghasilkan produktivitas rendah. Oleh karena itu, fase pembibitan menjadi tahapan penting dalam budidaya padi yang perlu mendapat perhatian khusus melalui penerapan teknologi budidaya yang lebih efektif dan berkelanjutan (Kirani 2023; Romadhona et al. 2025).

Berbagai upaya peningkatan kualitas bibit padi telah dilakukan, salah satunya melalui penggunaan pupuk anorganik. Namun, penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah, mengurangi populasi mikroorganisme menguntungkan, meningkatkan biaya produksi, serta berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan akibat pencucian unsur hara dan rendahnya efisiensi pemupukan (Vessey 2003; Singh et al. 2015). Kondisi tersebut mendorong pengembangan pupuk hayati, salah satunya *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR merupakan kelompok bakteri yang hidup di daerah perakaran tanaman atau rizosfer dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, PGPR mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, serta menghasilkan fitohormon seperti *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), giberelin, dan sitokinin. Secara tidak langsung, PGPR dapat menghambat perkembangan patogen melalui produksi antibiotik dan siderofor serta induksi ketahanan sistemik tanaman terhadap serangan penyakit. PGPR juga dapat secara langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman dengan memasok satu atau beberapa fitohormon termasuk auksin, sitokinin, dan giberelin (Wang et al. 2024). Selain itu, PGPR dapat mensintesis dan mengubah konsentrasi fitohormon pemacu tumbuh serta menekan aktivitas patogen dengan menghasilkan senyawa seperti antibiotik dan siderofor (Asfar et al. 2022). Kemampuan PGPR sebagai agen pengendalian hayati juga melibatkan kompetisi nutrisi, antibiosis, perannya sebagai penghasil hormon pertumbuhan tanaman, serta sifatnya yang ramah lingkungan (Constantia & Ferniah 2020). PGPR juga efektif terhadap nematoda dan patogen tular tanah melalui mekanisme antagonis berupa persaingan hidup, parasitisme, dan

antibiosis (Muslim 2023). Hasil penelitian Kokalis-Burelle et al. (2002) menyatakan bahwa aplikasi PGPR *Bacillus* sp. dapat mengendalikan nematoda tular tanah *Meloidogyne incognita* pada tanaman lada. Selain itu, PGPR mengandung bakteri perombak dan pelarut hara yang mendukung penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih baik (Handoyo et al. 2024). Dengan terus mendorong pengembangan dan pemanfaatan PGPR, pertanian yang lebih berkelanjutan dan efisien dapat dicapai (Komansilan et al. 2022).

Meskipun PGPR memiliki potensi besar dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia pertanian, penerapannya masih menghadapi beberapa kendala. Pembuatan PGPR menggunakan bahan alami sebagai biopestisida belum umum diterapkan karena sebagian besar petani masih mengandalkan pestisida kimia yang dianggap lebih praktis, disertai kurangnya pengetahuan dan minat petani dalam pembuatan biopestisida (Sandiase et al. 2023). Selain itu, berbagai penelitian mengenai aplikasi PGPR pada tanaman padi telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada fase pertumbuhan vegetatif maupun peningkatan hasil produksi di lapangan. Penelitian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh berbagai konsentrasi PGPR terhadap pertumbuhan bibit padi pada fase persemaian masih relatif terbatas, terutama pada kondisi agroekosistem di Indonesia. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan variasi respons akibat perbedaan jenis isolat bakteri, varietas padi, media tanam, serta metode aplikasi PGPR, sehingga belum diperoleh rekomendasi konsentrasi yang bersifat umum. Konsentrasi PGPR yang terlalu rendah diduga belum mampu menyediakan populasi bakteri yang cukup untuk mengolonisasi daerah perakaran, sehingga efektivitasnya menjadi rendah. Sebaliknya, konsentrasi yang terlalu tinggi belum tentu memberikan hasil terbaik karena dapat menyebabkan kompetisi antarmikroorganisme maupun pemborosan penggunaan bahan. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi PGPR yang tepat menjadi penting agar pertumbuhan bibit padi dapat berlangsung secara optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi PGPR terhadap pertumbuhan bibit padi varietas IPB 3S (F1) pada fase pembibitan. Varietas padi sawah IPB 3S memiliki bobot gabah per malai, panjang malai, dan bobot gabah bernas lebih tinggi daripada varietas Ciherang (Anisa

et al. 2019). Selain itu, padi varietas IPB 3S juga memiliki beberapa kelebihan lain, misalnya tidak membutuhkan banyak air dan pupuk urea. Benih padi IPB 3S (F1) membawa perbaikan signifikan dalam beberapa aspek kritis seperti bobot gabah per malai, panjang malai, dan bobot gabah bernas (Kurniawan et al. 2021). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi PGPR yang tepat dalam mendukung pertumbuhan bibit padi, meningkatkan kualitas bibit pada fase persemaian, serta menjadi salah satu upaya dalam mendukung peningkatan produktivitas padi, pengembangan pertanian berkelanjutan, dan kemandirian pangan Indonesia.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada 27 Mei s/d 5 Juli 2024 di desa Nyalabu Daya, Pamekasan. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Nyalabu Daya, Kecamatan Pamekasan, Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa Timur. Desa Nyalabu Daya berada pada ketinggian ± 15 meter di atas permukaan laut (mdpl). Suhu udara rata-rata tahunan berkisar 26,9–27,0°C, dengan suhu maksimum bulanan dapat mencapai 34°C pada musim kemarau dan suhu minimum sekitar 23–24°C. Curah hujan tertinggi umumnya terjadi pada bulan Januari–Maret, sedangkan musim kemarau berlangsung pada bulan Juni–Oktober. Kondisi iklim tersebut cukup mendukung pertumbuhan tanaman padi apabila didukung oleh pengelolaan air yang baik. Desa Nyalabu Daya merupakan salah satu desa yang berada di wilayah administratif Kecamatan Pamekasan dan memiliki karakteristik wilayah yang mendukung kegiatan budidaya tanaman pangan, termasuk padi.

Alat pendukung penelitian meliputi toples, timbangan, alat semprot, papan nama, *polybag*, gunting, saringan, alat ukur (penggaris), alat tulis menulis dan alat dokumentasi (hp). Bahan yang digunakan terdiri dari benih padi varietas IPB 3S (F1) dan PGPR. Adapun proses pembuatan PGPR dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu proses pembuatan biang, pembuatan PGPR, dan proses aplikasi. Proses pembuatan biang digunakan untuk mendapatkan sediaan bakteri yang terlarut dari perendaman akar bambu. Proses pembuatan PGPR nantinya difokuskan untuk memperbanyak koloni bakteri yang didapatkan melalui proses pembuatan biang. Setiap tahap proses pembuatan PGPR memiliki tujuan dan fungsi yang berbeda. Tujuan utama dari proses

pembuatan adalah mendapatkan bakteri-bakteri yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pertumbuhan tanaman (Kuspianto et al. 2017). Persiapan PGPR dari akar bambu, pertama-tama, siapkan akar bambu yang telah dicuci hingga bersih. Dalam pembuatan PGPR, terlebih dahulu dibuat biang PGPR, di mana langkah awal dalam pembuatan biang PGPR yaitu menumbuk akar bambu yang telah dicuci bersih, kemudian dimasukkan ke dalam toples dan diisi dengan air matang yang sudah dingin. Tutup toples dengan plastik yang diikat dengan karet lalu diamkan selama 3 x 24 jam.

Setelah membuat biang PGPR, langkah selanjutnya yaitu menyiapkan bahan untuk pembuatan PGPR antara lain, dedak halus 0,5 kg, kapur sirih 0,5 sdt, terasi sejung ibu jari, gula pasir 3 sdm dan air bersih 10 liter. Dalam pembuatan PGPR, langkah awal yang dilakukan adalah memasukkan bahan-bahan (dedak, gula pasir, terasi, kapur sirih) ke dalam air yang telah disiapkan, lalu diaduk hingga merata. Setelah itu, nyalakan kompor dan rebus air yang telah dimasukkan bahan-bahan PGPR hingga mendidih. Setelah mendidih, biarkan hingga dingin. Saring biang PGPR, kemudian masukkan PGPR kedalam ember yang telah disiapkan, lalu tambahkan biang PGPR sebanyak 1 gelas, masukkan ke dalam ember dan lakukan fermentasi selama 1 minggu.

2.2. Metode

Metode dalam penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap), dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga diperoleh 24 kombinasi perlakuan. Konsentrasi pemberian PGPR menggunakan kontrol (0 ml/l, 25 ml/l, 50 ml/l, 75 ml/l, 100 ml/l, 125 ml/l). Menggunakan konsentrasi tersebut karena pada penelitian lain terkait penggunaan konsentrasi PGPR terhadap beberapa tanaman menggunakan konsentrasi di bawah 25 ml/l, tidak berpengaruh nyata terutama terhadap tinggi tanaman (Rohaeni 2022).

1. Tanpa PGPR (Kontrol) (P1)
2. Dengan PGPR 25 ml/l (P2)
3. Dengan PGPR 50 ml/l (P3)
4. Dengan PGPR 75 ml/l (P4)
5. Dengan PGPR 100 ml/l (P5)
6. Dengan PGPR 125 ml/l (P6)

Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hss, 11 hss, 15 hss, 19 hss, dan 23 hss pada saat pembibitan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah karakter pertumbuhan tanaman, yaitu: tinggi tanaman (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), jumlah daun (cm), panjang akar (cm), berat basah (gr). Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil 2 atau 3 tanaman contoh untuk setiap pengamatan. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hss, 11 hss, 15 hss, 19 hss, dan 23 hss pada saat pembibitan, bibit padi mulai tumbuh pada usia tanaman 4 hari, namun masih belum bisa diukur. Sehingga pengamatan pertama dilakukan pada usia tanaman 7 hss. Analisis data yang digunakan adalah ANOVA (*Analysis of Varians*) RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan menggunakan aplikasi SPSS 16. Apabila terjadi pengaruh nyata maka akan dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dan parameter yang diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tinggi tanaman (cm)

Hasil analisis (**Tabel 1**) menunjukkan bahwa pemberian PGPR pada berbagai konsentrasi belum memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 7 dan 11 HSS. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, bibit padi masih memanfaatkan cadangan makanan yang terdapat pada endosperma sebagai sumber utama energi untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan awal, sehingga aktivitas bakteri PGPR di daerah perakaran belum memberikan pengaruh yang nyata. Selain itu, proses kolonisasi bakteri pada rizosfer membutuhkan waktu sebelum populasi bakteri mampu berkembang dan berinteraksi secara optimal dengan sistem perakaran tanaman. Oleh karena itu, efek fisiologis PGPR pada fase awal pertumbuhan umumnya belum terlihat secara signifikan (Purwanto, 2022). Memasuki umur 15 HSS, perlakuan PGPR mulai menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Perlakuan PGPR 25 ml L⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 49,85 cm, berbeda nyata dibandingkan kontrol (42,30 cm) maupun perlakuan PGPR 125 ml L⁻¹ (39,80 cm). Kondisi ini menunjukkan bahwa konsentrasi 25 ml L⁻¹ merupakan konsentrasi yang mampu menyediakan populasi bakteri optimum untuk mengkolonisasi daerah rizosfer sehingga aktivitas biologis bakteri berlangsung lebih efektif. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi PGPR hingga 100-125 ml L⁻¹ tidak lagi meningkatkan tinggi tanaman, bahkan cenderung menurunkannya. Hal tersebut

mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah inokulum tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan pertumbuhan tanaman karena adanya kompetisi antarmikroorganisme terhadap ruang kolonisasi dan sumber karbon dari eksudat akar sehingga efisiensi kolonisasi menjadi menurun (Panci 2023).

Tabel 1. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata tinggi tanaman

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)				
	Usia Tanaman (HSS)				
	7	11	15	19	23
Kontrol (P1)	21.90	35.63	42.30 a	49.48 a	62.93 a
PGPR 25ml (P2)	19.30	39.60	49.85 c	54.55 c	70.28 c
PGPR 50ml (P3)	17.08	36.65	44.98 c	52.65 c	58.53 bc
PGPR 75ml (P4)	17.15	35.85	42.43 c	56.13 c	62.08 bc
PGPR 100ml (P5)	19.40	32.38	40.93 bc	54.33 bc	57.10 bc
PGPR 125ml (P6)	18.2	33.3	39.8 b	48.0 b	57.1 b
BNT 5%			6.44	5.18	8.81

Peningkatan tinggi tanaman juga erat kaitannya dengan perkembangan sistem perakaran. PGPR mampu merangsang pembentukan akar lateral dan rambut akar sehingga luas permukaan penyerapan meningkat. Sistem perakaran yang lebih berkembang memungkinkan tanaman menyerap air dan unsur hara dalam jumlah lebih besar. Kondisi tersebut meningkatkan konduktivitas hidrolik akar, memperbaiki keseimbangan air tanaman, serta meningkatkan translokasi hasil fotosintesis menuju titik tumbuh. Akibatnya, laju pertumbuhan vegetatif terutama tinggi tanaman berlangsung lebih cepat dibandingkan tanaman tanpa aplikasi PGPR.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ashrafuzzaman et al. (2009) yang melaporkan bahwa inokulasi PGPR secara nyata meningkatkan tinggi tanaman padi melalui produksi IAA dan kemampuan melarutkan fosfat. Penelitian Wang et al. (2023) juga menunjukkan bahwa kolonisasi PGPR pada akar padi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perbaikan arsitektur akar, peningkatan efisiensi penyerapan unsur hara, serta aktivasi metabolisme tanaman. Penelitian terbaru pada tanaman padi oleh Romadhona et al. (2025) juga membuktikan bahwa aplikasi PGPR memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan berbagai komponen pertumbuhan lainnya, meskipun respons optimum dipengaruhi oleh konsentrasi yang diberikan.

3.2. Panjang daun (cm)

Hasil penelitian (**Tabel 2**) menunjukkan bahwa pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang daun bibit padi pada umur 7 HSS dan 11 HSS, namun mulai memberikan pengaruh nyata pada umur 15 HSS, 19 HSS, dan 23 HSS. Pada fase awal pertumbuhan, daun pertama yang terbentuk masih sangat dipengaruhi oleh cadangan makanan (endosperma) di dalam benih sehingga aktivitas fisiologis bakteri PGPR belum mampu memberikan respons yang signifikan. Selain itu, bakteri PGPR memerlukan waktu untuk melakukan kolonisasi pada daerah rizosfer, membentuk populasi yang stabil, dan menghasilkan metabolit yang dapat dimanfaatkan tanaman. Oleh karena itu, efek PGPR terhadap pertumbuhan daun umumnya baru terlihat setelah sistem perakaran berkembang dengan baik dan terjadi interaksi yang intensif antara akar tanaman dengan mikroorganisme di rizosfer (Vessey 2003; Lugtenberg & Kamilova 2009).

Pada umur 15 HSS, perlakuan PGPR mulai memberikan pengaruh nyata terhadap panjang daun. Perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan panjang daun tertinggi, yaitu 60,03 cm, berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (42,88 cm) dan perlakuan PGPR 125 ml (42,50 cm). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR sebesar 25 ml merupakan konsentrasi yang mampu mengoptimalkan aktivitas bakteri dalam menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan. Konsentrasi tersebut diduga mampu menghasilkan populasi bakteri yang cukup untuk mengkolonisasi akar tanpa menimbulkan kompetisi antarmikroba, sehingga proses penyerapan unsur hara dan produksi fitohormon berlangsung secara optimal. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi hingga 100-125 ml tidak meningkatkan panjang daun, yang mengindikasikan bahwa konsentrasi inokulum yang terlalu tinggi belum tentu menghasilkan respons fisiologis yang lebih baik (Glick 2012).

Pengaruh tersebut semakin jelas pada umur 19 HSS, di mana perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan panjang daun sebesar 81,73 cm, lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (75,30 cm) dan perlakuan lainnya. Meskipun secara statistik beberapa perlakuan berada dalam kelompok huruf yang sama, kecenderungan peningkatan panjang daun tetap terlihat pada perlakuan PGPR 25 ml. Pada umur 23 HSS, perbedaan antarperlakuan menjadi semakin nyata. Perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan panjang daun tertinggi yaitu 123,38 cm, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol (80,75 cm)

maupun perlakuan PGPR 50 ml (82,83 cm), PGPR 75 ml (81,48 cm), PGPR 100 ml (80,15 cm), dan PGPR 125 ml (79,90 cm). Peningkatan panjang daun sebesar sekitar 52,8% dibandingkan dengan kontrol menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR 25 ml merupakan konsentrasi optimum untuk mendukung pertumbuhan daun bibit padi pada penelitian ini.

Secara fisiologis, peningkatan panjang daun sangat erat kaitannya dengan kemampuan PGPR menghasilkan hormon pertumbuhan, terutama *Indole-3-Acetic Acid* (IAA) dan giberelin (GA). IAA berperan dalam meningkatkan aktivitas pompa proton (H^+ -ATPase) pada membran sel yang menyebabkan penurunan pH dinding sel (*acid growth theory*). Penurunan pH tersebut mengaktifkan enzim ekspansin yang melonggarkan ikatan mikrofibril selulosa sehingga dinding sel menjadi lebih elastis. Selanjutnya, tekanan turgor menyebabkan sel mengalami pemanjangan sehingga daun bertambah panjang. Sementara itu, giberelin merangsang pembelahan dan pemanjangan sel melalui peningkatan ekspresi gen yang mengatur pertumbuhan jaringan daun, sehingga laju ekspansi daun berlangsung lebih cepat (Glick 2012; Taiz et al. 2018). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ashrafuzzaman et al. (2009) yang melaporkan bahwa aplikasi PGPR pada tanaman padi mampu meningkatkan panjang daun melalui peningkatan produksi IAA dan efisiensi penyerapan unsur hara.

Tabel 2. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata pertambahan panjang daun berdasarkan umur (cm)

Perlakuan	Rata-rata Panjang Daun (cm)				
	Pertambahan Panjang Daun Umur Ke- (HSS)				
	7	11	15	19	23
Kontrol 0ml/l	14.13	32.08	42.88 a	75.30 a	80.75 a
PGPR 25ml/l	14.23	33.68	60.03 b	81.73 b	123.38 d
PGPR 50ml/l	11.23	31.45	51.30 b	71.13 b	82.83 cd
PGPR 75ml/l	10.05	31.90	44.73 b	69.50 b	81.48 cd
PGPR 100ml/l	13.88	26.83	43.85 b	68.33 b	80.15 bc
PGPR 125ml/l	12.0	26.7	42.5 ab	64.6 ab	79.9 b
Nilai BNT 5%			10.89	10.55	4.70

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

3.3. Lebar daun (cm)

Hasil penelitian (**Tabel 3**) menunjukkan bahwa pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap lebar daun bibit padi pada umur 7 HSS dan 11 HSS, namun mulai memberikan pengaruh nyata pada umur 15 HSS, 19 HSS, dan 23 HSS. Pada fase awal pertumbuhan,

perkembangan daun masih sangat bergantung pada cadangan makanan yang tersimpan dalam endosperma benih, sehingga aktivitas bakteri PGPR di daerah rizosfer belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembentukan jaringan daun. Selain itu, bakteri PGPR membutuhkan waktu untuk beradaptasi dan mengkolonisasi sistem perakaran sebelum mampu menghasilkan metabolit yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, respons pertumbuhan daun akibat aplikasi PGPR umumnya baru terlihat setelah sistem perakaran berkembang secara optimal (Vessey 2003; Lugtenberg & Kamilova 2009).

Kecenderungan tersebut semakin jelas pada umur 19 HSS, di mana perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan lebar daun sebesar 3,13 cm, lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (2,65 cm) maupun perlakuan PGPR 125 ml (2,50 cm). Pada umur 23 HSS, perbedaan antarperlakuan menjadi semakin nyata. Perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan lebar daun tertinggi, yaitu 3,90 cm, sedangkan kontrol hanya mencapai 2,68 cm. Dibandingkan dengan kontrol, terjadi peningkatan lebar daun sekitar 45,5% yang menunjukkan bahwa aplikasi PGPR pada konsentrasi optimum mampu mempercepat ekspansi daun selama fase pembibitan. Perlakuan PGPR 50 ml (3,25 cm), 75 ml (3,23 cm), dan 100 ml (3,18 cm) masih menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan kontrol, namun responsnya lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 25 ml. Sementara itu, perlakuan PGPR 125 ml menghasilkan lebar daun paling rendah di antara perlakuan PGPR, yaitu 2,60 cm, bahkan lebih rendah daripada kontrol.

Secara fisiologis, peningkatan lebar daun erat kaitannya dengan kemampuan PGPR menghasilkan fitohormon seperti *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), sitokinin, dan giberelin. IAA berfungsi merangsang pembelahan dan pemanjangan sel, sedangkan sitokinin berperan meningkatkan aktivitas pembelahan sel pada jaringan meristem daun sehingga mempercepat pembentukan helaian daun yang lebih luas. Giberelin berperan dalam meningkatkan ekspansi sel melalui aktivasi enzim yang melonggarkan dinding sel, sehingga proses pembesaran jaringan berlangsung lebih cepat. Kombinasi aktivitas ketiga hormon tersebut menyebabkan luas permukaan daun meningkat, sehingga daun mampu menangkap cahaya matahari dalam jumlah lebih besar untuk mendukung proses fotosintesis (Glick 2012; Taiz et al. 2018).

Selain melalui produksi hormon pertumbuhan, PGPR juga meningkatkan lebar daun melalui peningkatan ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen (N), fosfor (P),

dan kalium (K). Nitrogen merupakan unsur utama penyusun klorofil dan protein yang diperlukan dalam pembentukan jaringan daun. Fosfor berperan dalam pembentukan ATP yang menjadi sumber energi bagi berbagai proses metabolisme, sedangkan kalium berfungsi mengatur tekanan osmotik sel, membuka dan menutup stomata, serta menjaga tekanan turgor yang diperlukan dalam proses ekspansi daun. Bakteri PGPR seperti *Azospirillum spp.*, *Azotobacter spp.*, *Bacillus spp.*, dan *Pseudomonas spp.* Mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat yang tidak tersedia, serta meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara melalui perkembangan sistem perakaran. Meningkatnya ketersediaan unsur hara tersebut menyebabkan aktivitas fotosintesis berlangsung lebih baik sehingga fotosintat yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk memperluas helaian daun (Richardson et al. 2009; Vessey 2003).

Tabel 3. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata pertambahan lebar daun berdasarkan umur (cm)

Perlakuan	Rata-rata Lebar Daun (cm)				
	Pertambahan Lebar Daun Umur Ke- (HSS)				
	7	11	15	19	23
Kontrol 0ml/l	1.15	1.40	1.93 a	2.65 a	2.68 a
PGPR 25ml/l	1.15	1.45	2.45 f	3.13 f	3.90 f
PGPR 50ml/l	0.95	1.43	1.98 e	2.75 e	3.25 e
PGPR 75ml/l	0.95	1.43	1.85 d	2.65 d	3.23 d
PGPR 100ml/l	0.95	1.40	1.78 c	2.63 c	3.18 c
PGPR 125ml/l	0.9	1.3	1.7 b	2.5 b	2.6 b
Nilai BNT 5%			0.39	0.36	0.42

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Lebar daun merupakan salah satu indikator penting yang berkaitan langsung dengan kapasitas fotosintesis tanaman. Daun yang lebih lebar memiliki luas bidang penangkapan cahaya yang lebih besar sehingga meningkatkan penyerapan energi Matahari untuk proses fotosintesis. Meningkatnya aktivitas fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak karbohidrat yang selanjutnya digunakan sebagai sumber energi dalam pembentukan jaringan vegetatif, termasuk batang, akar, dan daun baru. Oleh karena itu, peningkatan lebar daun pada perlakuan PGPR 25 ml L⁻¹ menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu meningkatkan efisiensi fisiologis tanaman selama fase pembibitan sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Taiz et al. 2018). Penelitian Romadhona et al. (2025) menunjukkan bahwa pemberian PGPR pada konsentrasi optimum menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik, termasuk peningkatan ukuran daun, tinggi tanaman, dan biomassa tanaman padi.

3.4. Jumlah daun (helai)

Berdasarkan hasil penelitian (**Tabel 4**), pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) pada berbagai konsentrasi menunjukkan kecenderungan untuk meningkatkan jumlah daun bibit padi selama masa pengamatan. Namun demikian, hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan PGPR tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap jumlah daun pada seluruh umur pengamatan (7, 11, 15, 19, dan 23 HSS). Hal ini terlihat dari tidak adanya nilai BNT 5% yang menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata jumlah daun antarperlakuan belum cukup besar untuk dinyatakan berbeda secara statistik. Meskipun demikian, secara deskriptif terdapat kecenderungan bahwa perlakuan PGPR, khususnya pada konsentrasi 25 ml, menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya maupun kontrol.

Pada umur 7 HSS, seluruh perlakuan menunjukkan jumlah daun yang relatif sama, yaitu sekitar 2 helai, sedangkan perlakuan PGPR 125 ml memiliki rata-rata sedikit lebih rendah, yaitu 1,90 helai. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, pembentukan daun masih bergantung pada cadangan makanan yang terdapat dalam endosperma benih. Pada tahap ini, aktivitas bakteri PGPR di daerah perakaran belum berkembang secara optimal sehingga belum mampu memengaruhi pembentukan organ vegetatif secara nyata. Menurut Vessey (2003), efektivitas PGPR baru mulai terlihat setelah bakteri berhasil mengkolonisasi permukaan akar dan membentuk hubungan yang stabil dengan tanaman.

Pada umur 11 HSS hingga 15 HSS, jumlah daun mulai mengalami peningkatan pada seluruh perlakuan. Perlakuan PGPR 25 ml menunjukkan jumlah daun tertinggi, yaitu 2,93 helai pada umur 11 HSS dan 3,68 helai pada umur 15 HSS, sedangkan kontrol hanya menghasilkan 2,78 helai dan 3,25 helai. Walaupun secara statistik belum berbeda nyata, kecenderungan tersebut menunjukkan bahwa aplikasi PGPR mulai memberikan respons positif terhadap pembentukan daun. Hal ini diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas bakteri dalam menghasilkan fitohormon serta memperbaiki penyerapan unsur hara setelah kolonisasi akar berlangsung lebih sempurna (Lugtenberg & Kamilova 2009).

Pada umur 19 HSS, seluruh perlakuan menghasilkan jumlah daun berkisar antara 3,83-4,00 helai, sedangkan pada umur 23 HSS jumlah daun meningkat menjadi 4,08-

4,85 helai. Perlakuan PGPR 25 ml L⁻¹ kembali menunjukkan rata-rata tertinggi, yaitu 4,85 helai, diikuti PGPR 75 ml L⁻¹ sebesar 4,68 helai, sedangkan kontrol hanya mencapai 4,08 helai. Secara deskriptif, peningkatan jumlah daun pada perlakuan PGPR 25 ml L⁻¹ mencapai sekitar 18,9% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Walaupun peningkatan tersebut belum berbeda nyata secara statistik, kecenderungan ini menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR 25 ml L⁻¹ mampu memberikan respons pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan konsentrasi lainnya. Tidak signifikannya pengaruh PGPR terhadap jumlah daun diduga disebabkan oleh karakter pembentukan daun pada tanaman padi yang lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik dibandingkan dengan faktor lingkungan atau perlakuan budidaya. Jumlah daun berkembang mengikuti pembentukan buku (nodus) pada batang utama yang relatif stabil sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, meskipun PGPR mampu meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman, pengaruhnya terhadap jumlah daun umumnya lebih kecil dibandingkan pengaruhnya terhadap ukuran daun, tinggi tanaman, atau perkembangan sistem perakaran (Taiz et al. 2018).

Secara fisiologis, PGPR sebenarnya memiliki potensi untuk meningkatkan jumlah daun melalui produksi hormon pertumbuhan seperti *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), sitokinin, dan giberelin. Sitokinin berperan penting dalam merangsang pembelahan sel pada jaringan meristem pucuk sehingga mempercepat pembentukan primordia daun baru. Selain itu, sitokinin juga mampu memperlambat proses senesens daun dengan mempertahankan kandungan klorofil sehingga daun tetap aktif melakukan fotosintesis dalam waktu yang lebih lama. IAA dan giberelin berperan mendukung pertumbuhan titik tumbuh sehingga pembentukan organ vegetatif berlangsung lebih cepat (Glick 2012; Taiz et al. 2018). Namun demikian, apabila konsentrasi hormon yang dihasilkan belum mencapai tingkat yang mampu mengubah laju pembentukan daun secara signifikan, maka peningkatan jumlah daun hanya terlihat sebagai kecenderungan tanpa menghasilkan perbedaan statistik.

Tabel 4. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata pertambahan jumlah daun berdasarkan umur (cm)

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun (helai)				
	Pertambahan Jumlah Daun Umur Ke- (HSS)				
	7	11	15	19	23
Kontrol 0ml/l	2.00	2.78	3.25	3.83	4.08
PGPR 25ml/l	2.00	2.93	3.68	3.93	4.85

Perlakuan	7	11	15	19	23
PGPR 50ml/l	2.00	2.78	3.33	4.00	4.33
PGPR 75ml/l	2.00	2.65	3.40	4.00	4.68
PGPR 100ml/l	2.00	2.68	3.40	3.93	4.33
PGPR 125ml/l	1.9	2.6	3.3	3.9	4.4
Nilai BNT 5%					

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Vejan et al. (2016) yang melaporkan bahwa respons jumlah daun terhadap aplikasi PGPR sering kali tidak berbeda nyata, meskipun parameter tinggi tanaman, panjang akar, dan biomassa menunjukkan peningkatan yang signifikan. Penelitian Lugtenberg & Kamilova (2009) juga menjelaskan bahwa pengaruh PGPR terhadap jumlah daun sangat bergantung pada jenis bakteri, konsentrasi inokulum, varietas tanaman, serta kondisi lingkungan. Oleh karena itu, tidak signifikannya pengaruh PGPR terhadap jumlah daun dalam penelitian ini bukan berarti PGPR tidak efektif, melainkan menunjukkan bahwa respons fisiologis tanaman lebih diarahkan pada peningkatan ukuran dan kualitas organ vegetatif dibandingkan pembentukan jumlah daun.

3.5. Panjang akar (cm)

Hasil penelitian (**Tabel 5**) menunjukkan bahwa pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) memberikan pengaruh nyata terhadap pertambahan panjang akar bibit padi. Berdasarkan hasil uji BNT 5%, perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan rata-rata panjang akar tertinggi, yaitu 42,60 cm, berbeda nyata dibandingkan kontrol yang hanya mencapai 27,48 cm. Peningkatan panjang akar pada perlakuan tersebut mencapai sekitar 55,02% dibandingkan dengan kontrol. Sementara itu, perlakuan PGPR 50 ml, 75 ml, dan 100 ml menghasilkan panjang akar berturut-turut sebesar 28,70 cm, 33,38 cm, dan 32,60 cm, yang secara statistik berada pada kelompok bc. Perlakuan PGPR 125 ml menghasilkan rata-rata panjang akar sebesar 30,00 cm dan berada pada kelompok b. Hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR 25 ml merupakan konsentrasi optimum dalam meningkatkan pertumbuhan akar bibit padi, sedangkan peningkatan konsentrasi di atas 25 ml tidak memberikan peningkatan pertumbuhan akar yang lebih baik.

Tabel 5. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata pertambahan panjang akar berdasarkan umur (cm)

Perlakuan (kode)	Ulangan				Jumlah	Rata-rata	Nilai BNT 5%
	1	2	3	4			
Kontrol 0ml/l	26.3	25.6	33.3	24.7	109.90	27.48 a	8.43
PGPR 25ml/l	41.8	35.1	47.2	46.3	170.40	42.60 c	
PGPR 50ml/l	26.3	22.8	25.6	40.1	114.80	28.70 bc	
PGPR 75ml/l	31.3	37.9	29.4	34.9	133.50	33.38 bc	
PGPR 100ml/l	31.3	30.7	36.6	31.8	130.40	32.60 bc	
PGPR 125ml/l	27.2	33.9	20.1	38.7	119.9	30.0 b	
Jumlah	184.2	186.0	192.2	216.5	778.9	32.5	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Panjang akar merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan vigor bibit padi karena sistem perakaran berfungsi sebagai organ utama dalam menyerap air dan unsur hara dari media tanam. Bibit dengan sistem perakaran yang lebih panjang memiliki kemampuan eksplorasi media yang lebih luas sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih efisien. Kondisi tersebut akan mendukung pertumbuhan bagian atas tanaman karena akar menjadi pemasok utama air, mineral, serta hormon pertumbuhan menuju jaringan tanaman. Oleh karena itu, peningkatan panjang akar akibat aplikasi PGPR menjadi salah satu indikator bahwa bakteri tersebut mampu meningkatkan kualitas bibit sejak fase awal pertumbuhan (Taiz *et al.* 2018).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PGPR hingga 50-125 ml tidak menghasilkan pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi 25 ml. Fenomena tersebut menunjukkan adanya efek dosis optimum (*optimum dose response*). Pada konsentrasi inokulum yang terlalu tinggi, populasi bakteri di daerah rizosfer dapat mengalami kompetisi dalam memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber karbon dan energi. Kompetisi tersebut menyebabkan efektivitas kolonisasi akar menurun, sehingga produksi fitohormon maupun senyawa pelarut hara menjadi kurang optimal. Selain itu, konsentrasi metabolit tertentu yang terlalu tinggi dapat mengganggu keseimbangan fisiologis tanaman sehingga respons pertumbuhan akar menjadi lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi optimum. Oleh karena itu, penggunaan PGPR dalam jumlah berlebihan tidak selalu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik (Bashan & de-Bashan 2010).

Pertumbuhan akar yang lebih baik pada perlakuan PGPR 25 ml. juga berkontribusi terhadap peningkatan parameter pertumbuhan lainnya yang diamati dalam penelitian ini, yaitu tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun. Sistem perakaran yang lebih panjang meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara, sehingga suplai nutrisi menuju daun dan batang menjadi lebih besar. Akibatnya, proses fotosintesis berlangsung lebih efisien, produksi fotosintat meningkat, dan pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi lebih optimal. Dengan demikian, perkembangan sistem perakaran merupakan dasar utama yang mendukung peningkatan seluruh komponen pertumbuhan bibit padi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ashrafuzzaman et al. (2009) yang melaporkan bahwa aplikasi PGPR secara nyata meningkatkan panjang akar tanaman padi melalui produksi IAA dan peningkatan penyerapan unsur hara.

3.6. Berat basah tanaman (g)

Hasil penelitian (**Tabel 6**) menunjukkan bahwa pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah tanaman bibit padi. Berdasarkan hasil uji BNT 5% (0,39), perlakuan PGPR 25 ml menghasilkan berat basah tanaman tertinggi, yaitu 1,88 g, berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (0,85 g) maupun perlakuan PGPR dengan konsentrasi lainnya. Dibandingkan dengan kontrol, aplikasi PGPR 25 ml meningkatkan berat basah tanaman sekitar 121,18%. Sementara itu, perlakuan PGPR 50 ml, 75 ml, 100 ml, dan 125 ml masing-masing menghasilkan berat basah sebesar 0,93 g, 1,25 g, 1,03 g, dan 1,00 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 25 ml merupakan konsentrasi optimum untuk meningkatkan akumulasi biomassa segar bibit padi, sedangkan peningkatan konsentrasi PGPR di atas dosis tersebut tidak memberikan peningkatan berat basah yang lebih tinggi.

Berat basah tanaman merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi pertumbuhan vegetatif karena mencerminkan hasil akumulasi biomassa tanaman yang terdiri atas kandungan air dan bahan organik hasil fotosintesis. Semakin tinggi berat basah tanaman menunjukkan bahwa proses fisiologis tanaman, seperti penyerapan air, penyerapan unsur hara, pembentukan jaringan baru, dan fotosintesis, berlangsung secara optimal. Oleh karena itu, peningkatan berat basah pada perlakuan

PGPR 25 ml mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut mampu meningkatkan efisiensi metabolisme tanaman selama fase pembibitan (Taiz et al. 2018).

Secara fisiologis, peningkatan berat basah tanaman pada perlakuan PGPR erat kaitannya dengan kemampuan bakteri rizosfer menghasilkan berbagai fitohormon, terutama *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), giberelin, dan sitokinin. IAA berperan dalam merangsang pembelahan dan pemanjangan sel sehingga mempercepat pembentukan jaringan vegetatif. Giberelin meningkatkan pemanjangan batang dan perkembangan daun, sedangkan sitokinin merangsang pembelahan sel serta memperlambat proses senesens daun. Kombinasi aktivitas hormon-hormon tersebut menyebabkan peningkatan ukuran organ tanaman, sehingga biomassa segar tanaman meningkat. Selain itu, pembentukan daun yang lebih panjang dan lebih lebar pada penelitian ini turut meningkatkan luas bidang fotosintesis sehingga produksi fotosintat menjadi lebih besar dan berkontribusi terhadap peningkatan berat basah tanaman (Glick 2012).

Sebaliknya, pemberian PGPR pada konsentrasi 50-125 ml tidak menghasilkan berat basah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 25 ml L⁻¹. Bahkan, berat basah cenderung menurun seiring meningkatnya konsentrasi PGPR. Fenomena ini menunjukkan adanya respon dosis optimum (*optimum dose response*). Pada konsentrasi inokulum yang terlalu tinggi, populasi bakteri di daerah rizosfer dapat mengalami kompetisi dalam memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber energi. Kompetisi tersebut menyebabkan efektivitas kolonisasi akar menurun, sehingga produksi fitohormon, pelarutan unsur hara, dan aktivitas biologis lainnya menjadi kurang optimal.

Tabel 6. Perlakuan konsentrasi PGPR terhadap rerata pertambahan berat basah tanaman berdasarkan umur (cm)

Perlakuan (kode)	Ulangan				Jumlah	Rata-rata	Nilai BNT 5%
	1	2	3	4			
Kontrol 0ml/l	0.8	1.1	0.6	0.9	3.40	0.85 a	0.39
PGPR 25ml/l	2.2	1.7	2.0	1.6	7.50	1.88 f	
PGPR 50ml/l	0.9	1.0	0.8	1.0	3.70	0.93 e	
PGPR 75ml/l	1.7	1.3	1.1	0.9	5.00	1.25 d	
PGPR 100ml/l	0.9	0.9	1.5	0.8	4.10	1.03 c	
PGPR 125ml/l	0.9	0.8	1.0	1.3	4.0	1.0 b	
Jumlah	7.4	6.8	7.0	6.5	27.7	1.2	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5.

Penelitian Vessey (2003) juga menjelaskan bahwa peningkatan berat segar tanaman merupakan salah satu indikator keberhasilan aplikasi PGPR sebagai pupuk hayati karena berkaitan langsung dengan meningkatnya aktivitas metabolisme tanaman. Selain itu, Glick (2012) menyatakan bahwa peningkatan biomassa tanaman setelah aplikasi PGPR merupakan hasil sinergi antara produksi fitohormon, peningkatan perkembangan akar, serta meningkatnya efisiensi penyerapan air dan nutrisi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR 25 ml merupakan konsentrasi paling efektif dalam meningkatkan berat basah bibit padi, sehingga berpotensi digunakan sebagai rekomendasi pada fase persemaian. Peningkatan berat basah tanaman menunjukkan bahwa bibit memiliki vigor yang lebih baik, kandungan air yang cukup, serta akumulasi biomassa yang lebih tinggi sehingga diperkirakan memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik setelah dipindahkan ke lahan tanam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu fisiologi tanaman dan mikrobiologi pertanian, khususnya mengenai interaksi antara *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dengan tanaman padi pada fase pembibitan. Penelitian ini memperkuat teori bahwa efektivitas PGPR tidak hanya ditentukan oleh keberadaan mikroorganisme, tetapi juga dipengaruhi oleh konsentrasi inokulum yang diberikan. Temuan bahwa konsentrasi 25 ml memberikan respons pertumbuhan terbaik menunjukkan adanya optimum dose response, yaitu kondisi ketika populasi bakteri berada pada tingkat yang mampu mengkolonisasi akar secara efektif tanpa menimbulkan kompetisi antarmikroorganisme. Hasil ini memperkuat konsep bahwa hubungan antara PGPR dan tanaman merupakan interaksi biologis yang memerlukan keseimbangan populasi mikroba di daerah rizosfer. Penelitian ini menunjukkan bahwa respons fisiologis tanaman akibat aplikasi PGPR lebih dominan dalam meningkatkan ekspansi jaringan vegetatif (tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun) dibandingkan dengan pembentukan organ baru (jumlah daun). Temuan ini memberikan informasi ilmiah mengenai mekanisme kerja PGPR pada fase awal pertumbuhan padi dan dapat menjadi dasar bagi penelitian

lanjutan mengenai dinamika kolonisasi bakteri rizosfer. Pemanfaatan PGPR juga berpotensi mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia pada fase persemaian. Dengan meningkatnya efisiensi penyerapan unsur hara, penggunaan pupuk anorganik dapat ditekan sehingga biaya produksi menjadi lebih efisien sekaligus mendukung penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai salah satu referensi teknis dalam penyusunan rekomendasi penggunaan pupuk hayati pada budidaya padi, khususnya pada fase pembibitan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal, M., Safitri, T., Ayu, R. D., Salvara, D. A., & Soesanto, L. (2026). Pendekatan biological control berbasis *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam mengurangi ketergantungan pestisida kimia pada sistem produksi padi: A review article. *Gontor Agrotech Science Journal*, 12(1), 41–50. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v12i01.10>
- Asfar, A. M. I. A., Mukhsen, M. I., Rifai, A., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. H., Kurnia, A., & Syaifullah, A. (2022). Pemanfaatan akar bambu sebagai biang bakteri perakaran PGPR di Desa Latellang. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(5), 3954–3963. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i5.10464>
- Ashrafuzzaman, M., Hossen, F. A., Ismail, M. R., Hoque, M. A., Islam, M. Z., Shahidullah, S. M., & Meon, S. (2009). Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *African Journal of Biotechnology*, 8(7), 1247–1252. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Bashan, Y., & de-Bashan, L. E. (2010). How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth—A critical assessment. *Advances in Agronomy*, 108, 77–136. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08002-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08002-8)
- Constantia, J., & Ferniah, R. S. (2020). Vegetative growth of rainbow chili (*Capsicum annum* L.) in the treatment of PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), PGPR–NPK fertilizer, and PGPR–compost combination. *AGRIC*, 32(2), 95–104. <https://doi.org/10.24246/agric.2020.v32.i2.p95-104>
- Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012, Article 963401. <https://doi.org/10.6064/2012/963401>

- Handoyo, G. C., Yusuf, F. H., Sugiarta, E. P., Shalom, F. H., Hidayat, N., Lestari, E. F., ... & Khorunisa, A. N. (2024). Pembuatan pupuk hayati PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dengan bahan dasar akar bambu di Desa Glagahwangi, Polanharjo, Klaten. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat & CSR Fakultas Pertanian UNS* (Vol. 4, No. 1, pp. 51–59). <https://proceeding.uns.ac.id/pengabdianfp/article/view/592>
- Kirani, C. (2023). *Peran beberapa bioaktivator sebagai pemacu viabilitas dan vigoritas benih padi serta ketahanannya terhadap patogen benih* (Disertasi doktor, Universitas Hasanuddin). <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/31748>
- Kokalis-Burelle, N., Vavrina, C. S., Roskopf, E. N., & Shelby, R. A. (2002). Field evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant and Soil*, 238(2), 257–266. <https://doi.org/10.1023/A:1014464716261>
- Komansilan, O., Paulus, J. M., & Rogi, J. E. (2022). Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan produksi padi gogo dan jagung dalam sistem tumpang sari. *Jurnal MIPA*, 12(1), 1–10.
- Kurniawan, I., et al. (2021). Pengaruh model jarak tanam jajar legowo terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa*) varietas IPB 3S. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*, 8(2), 98–109. <https://doi.org/10.33084/daun.v8i2.2865>
- Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, 63, 541–556. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>
- Muslim, I. A., & Suwandi, I. (2023). Pengendalian hayati patogen tanaman dengan mikroorganisme antagonis (Edisi revisi). *UPT Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya*.
- Pan, J. Y., Wang, C. B., Nong, J. L., Xie, Q. L., & Shen, T. M. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria are important contributors to rice yield in karst soils. *3 Biotech*, 13(5), Article 158. <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03578-0>

- Purwanto, P., Oktaviani, E., & Leana, N. W. A. (2022). Seed bio-priming to enhance seed germination and seed vigor of rice using rhizobacteria from the northern coast of Pemalang, Central Java, Indonesia. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 10(2), 152–159. <https://doi.org/10.18196/pt.v10i2.14934>
- Richardson, A. E., Barea, J. M., McNeill, A. M., & Prigent-Combaret, C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1–2), 305–339. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9895-2>
- Romadhona, F. N., Mariati, N. D., Laksamana, B., & Dukat, D. (2025). Effect of *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) on the growth and yield of rice plants (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrosai*, 3(1), 54–67. <https://doi.org/10.62885/agrosai.v3i1.896>
- Sandiase, I. K., Widiyanti, N. L. P. M., & Warpala, I. W. S. (2023). Variasi konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) rendaman akar bambu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 120–130. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i2.6075>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2014). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates Sunderland. MA, USA.
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571–586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Wang, Y., Chen, Z., Wu, F., & Sui, N. (2026). From rhizosphere to endosphere: Conserved and specialised mechanisms of plant growth-promoting bacteria in mediating salt tolerance. *Plant, Cell & Environment*. <https://doi.org/10.1111/pce.70616>
- Wang, Y., Pei, Y., Wang, X., Dai, X., & Zhu, M. (2024). Antimicrobial metabolites produced by the plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus* and *Pseudomonas*. *Advanced Agrochem*. <https://doi.org/10.1016/j.aac.2024.100088>
- Wati, T. A. P., Aswidinnoor, H., Surahman, M., & Nugroho, D. A. (2019). Demonstrasi plot padi IPB 3S dan IPB 9G sebagai upaya peningkatan pengetahuan petani

Desa Mekarharja, Kecamatan Purwaharja, Kota Banjar.

<https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/28421>