

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) PADA PEMBERIAN PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) DAN PUPUK NPK

RESPONSE OF GROWTH AND YIELD OF SHALLOT PLANTS (*Allium ascalonicum* L.) TO THE APPLICATION OF PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) AND NPK FERTILIZER

Rika Nur Iswandari^{1*}, Suhaili², Wiharyanti Nur Lailiyah³

¹²³Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatra No. 101 GKB, Kec. Kebomas, Kab. Gresik, Jawa Timur, Kode Pos: 61121

*Email: rikawanda42@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman bawang merah termasuk dalam famili Liliaceae dan merupakan tanaman sayuran semusim, berumur pendek dan diperbanyak baik secara vegetatif menggunakan umbi, maupun generatif dengan biji. Upaya dalam mengatasi peningkatan produksi bawang merah dengan menggunakan pupuk yang sesuai standar dalam budidaya tanaman bawang merah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil terbaik dan optimal pemberian pupuk PGPR dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2025 sampai April 2025 di desa Manyarejo, Kecamatan Manyar, Gresik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor. Perlakuan satu faktor dengan taraf sebagai berikut P0 = 0 tanpa pemupukan, P1 = 1,2 ml/polybag PGPR, P2 = 1,6 ml/polybag PGPR, P3 = 2,1 ml/polybag PGPR, P4 = 378 g/polybag (150 kg) NPK, P5 = 646 g/polybag (250 kg) NPK, P6 = 904 g/polybag (350 kg) NPK, terdapat 7 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah anakan (rumpun), bobot basah umbi per polybag (g), estimasi bobot umbi basah per hektar (ton/ha), bobot umbi kering per polybag (g), bobot umbi kering per hektar (ton/ha). Analisis data yang digunakan adalah ANOVA, uji BNT 5% dan uji korelasi. Dari hasil penelitian terdapat perbedaan nyata pada pemberian dosis pupuk PGPR dan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot basah umbi per polybag, bobot kering umbi per polybag, estimasi bobot basah umbi per hektar, estimasi bobot kering umbi per hektar, dan diameter umbi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

Kata Kunci: *bawang merah*, *PGPR*, *NPK*

SUMMARY

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) belongs to the Liliaceae family and is a seasonal vegetable crop with a short life cycle. It can be propagated both vegetatively using bulbs and generatively through seeds. Efforts to increase shallot production involve the use of standard-compliant fertilizers in shallot cultivation. This study aims to determine the best and most optimal results of PGPR and NPK fertilizer application on the growth and yield of shallot plants. The research was conducted from January to April 2025 in Manyarejo Village, Manyar Subdistrict, Gresik. The study used a Randomized Complete Block Design (RCBD) with one treatment factor. The single factor consisted of the following levels: P0 = 0 without fertilization, P1 = 1.2 ml/polybag PGPR, P2 = 1.6 ml/polybag PGPR, P3 = 2.1 ml/polybag PGPR, P4 = 378 g/polybag (equivalent to 150 kg/ha) NPK, P5 = 646 g/polybag (250 kg/ha) NPK, P6 = 904 g/polybag (350 kg/ha) NPK. There were 7 treatments, each replicated 4 times. The observed variables included plant

height (cm), number of leaves (leaves), number of tillers (clumps), fresh bulb weight per polybag (g), estimated fresh bulb weight per hectare (ton/ha), dry bulb weight per polybag (g), and dry bulb weight per hectare (ton/ha). Data were analyzed using ANOVA, followed by the 5% LSD (*Least Significant Difference*) test and correlation analysis. The results showed significant differences in plant height, number of leaves, leaf area, fresh bulb weight per polybag, dry bulb weight per polybag, estimated fresh bulb weight per hectare, estimated dry bulb weight per hectare, and bulb diameter of shallot plants (*Allium ascalonicum* L.) due to the application of PGPR and NPK fertilizer doses.

Keywords: shallot, PGPR, NPK

PENDAHULUAN

Tanaman hortikultura bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat dan memiliki nilai ekonomi. Produk ini biasanya digunakan sebagai tambahan untuk berbagai olahan makanan, khususnya untuk memperkaya rasa dan aroma makanan, tanaman ini juga memiliki nilai fungsional di bidang kesehatan. Kandungan vitaminnya yang beragam serta kemampuannya sebagai pengaktif enzim menjadikan bawang merah berpotensi digunakan dalam industri farmasi dan pembuatan obat tradisional. Bawang merah dikategorikan sebagai sayuran yang termasuk ke dalam kelompok komoditas strategis nasional yang membutuhkan dukungan dan perhatian dari semua pihak dalam pengembangannya (Direktorat Sayuran dan Tanaman Obat, 2017).

Salah satu permasalahan utama dalam budidaya bawang merah terletak pada rendahnya keberadaan mikroorganisme di zona perakaran. Keadaan ini berkontribusi terhadap meningkatnya kerentanan tanaman terhadap serangan patogen yang menyerang sistem perakaran. Dampaknya, pertumbuhan tanaman terganggu dan tingkat kesuburannya menurun. Masalah tersebut umumnya terjadi akibat kekurangan unsur hara di dalam tanah serta rendahnya efisiensi akar dalam menyerap nutrisi yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Selain penggunaan pupuk untuk meningkatkan hasil panen bawang merah, memperkaya kandungan hara, dan memperbaiki kesuburan tanah, terdapat alternatif lain berupa pemanfaatan PGPR. PGPR termasuk jenis pupuk hayati, sedangkan pupuk NPK termasuk dalam kategori pupuk anorganik. Dalam budidaya bawang merah, PGPR digunakan untuk meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan di wilayah perakaran

tanaman. Keberhasilan dalam mengoptimalkan pertumbuhan bawang merah sangat dipengaruhi oleh frekuensi aplikasi PGPR selama masa pertumbuhannya.

Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan dalam dosis berlebihan dapat mengakibatkan akumulasi residu kimia dalam tanah. Kondisi ini berpotensi menurunkan kualitas tanah dari ketiga aspek tersebut menyebabkan degradasi struktur tanah, menurunkan aktivitas mikroba tanah, dan menciptakan ketidakseimbangan ionik. Oleh karena itu, penggunaan pupuk hayati menjadi solusi yang relevan. Pupuk ini mengandung mikroorganisme yang mampu melarutkan fosfat, mengikat nitrogen dari udara, serta menghasilkan fitohormon, sehingga dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik. Proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro, sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman (Azizah, Anas dan Widyastuti 2019).

Menggabungkan pupuk hayati dan NPK dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK yang mengandung unsur hara makro dan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme aktif dapat bekerja sama untuk meningkatkan fase pertumbuhan vegetatif. Perhatikan peningkatan kualitas pertumbuhan tanaman, peningkatan jumlah daun, dan peningkatan akumulasi biomassa. Selain itu, keduanya meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, meningkatkan struktur tanah, dan mendukung aktivitas biologis di daerah perakaran dikarenakan rhizobakteri yang terkandung di dalamnya membantu pertumbuhan yang terjadi akibat pemupukan nutrisi seperti unsur N dan P beserta senyawa-senyawa tambahan lainnya. Penggunaan pupuk hayati juga diharapkan dapat mengurangi

kebutuhan akan pupuk anorganik dengan menggantinya menggunakan mikroorganisme yang berperan dalam penyediaan nutrisi dan sebagai pengurai yang dapat menyediakan unsur hara didalam tanah (Kezia, 2020).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis perbedaan nyata pemberian pupuk PGPR dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.), menganalisis respon pemberian pupuk PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.), Untuk menganalisis respon pemberian dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Manyarejo Kecamatan Manyar, pada bulan Januari - April 2025. Bahan yang digunakan: umbi bawang merah varietas Tajuk, pupuk hayati yang mengandung Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), pupuk anorganik jenis NPK, serta media tanam yang ditempatkan pada polybag berukuran 30 × 30 cm dan air. Alat yang digunakan meliputi: gembor, cangkul, meteran gulung (roll meter), penggaris, alat tulis, gelas ukur, cutter, ember, jangka sorong, timbangan analitik, timbangan duduk, serta kamera.

Metode penelitian yang digunakan yakni RAK. Perlakuan yang digunakan yaitu dosis pupuk yang terdiri atas P₀ (tanpa pemberian pupuk), P₁ (1,2 ml/polybag PGPR), P₂ (1,6 ml/polybag PGPR), P₃ (2,1 ml/polybag PGPR), P₄ (378 g/polybag NPK), P₅ (646 g/polybag NPK), P₆ (904 g/polybag NPK). Masing-masing perlakuan diulang empat kali sehingga terdapat 28 petak percobaan. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, bobot basah umbi per polybag, bobot kering umbi per polybag, estimasi bobot basah umbi per hektar, estimasi bobot kering umbi per hektar dan diameter umbi. Analisis data menggunakan ANOVA, jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5% dan uji korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Berdasarkan data yang diperoleh,

aplikasi pupuk hayati PGPR menunjukkan kontribusi positif terhadap fase awal pertumbuhan tanaman, terutama pada pengamatan 14 HST. Pada perlakuan P₀ tinggi tanaman rata-rata hanya mencapai 21,4 cm, yang menjadi indikator terbatasnya pertumbuhan tanpa dukungan pemberian nutrisi tambahan. Perlakuan P₁ sedikit meningkatkan tinggi tanaman menjadi 21,6 cm, sementara P₂ justru sedikit menurun menjadi 21,2 cm. Perlakuan P₃ menunjukkan hasil tertinggi dalam kelompok ini, yaitu 23,2 cm. Perlakuan pupuk anorganik NPK, terdapat kecenderungan penurunan tinggi tanaman dibanding P₀. Pada perlakuan P₄, yakni aplikasi pupuk NPK tinggi tanaman bawang merah tercatat memiliki rata-rata sebesar 19,8 cm. Perlakuan P₅ dan P₆ terjadi penurunan tinggi tanaman yang cukup signifikan, dengan masing-masing nilai sebesar 17,5 cm dan 17,4 cm.

Pengamatan yang dilakukan pada 28 HST menunjukkan bahwa, penggunaan pupuk hayati PGPR meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah secara signifikan. Tinggi tanaman rata-rata adalah 28,2 cm dengan perlakuan P₀. Perlakuan P₁ sedikit meningkatkan tinggi tanaman menjadi 29,2 cm, sedangkan P₂ menunjukkan hasil serupa dengan kontrol, yaitu 28,2 cm. Perlakuan P₃ menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 30,8 cm. Perlakuan P₄ menghasilkan tinggi tanaman bawang merah sebesar 22,9 cm. perlakuan P₅ dan P₆ tinggi tanaman tercatat lebih rendah, masing-masing hanya mencapai 20,8 cm dan 20,7 cm.

Hasil pengamatan yang dilakukan pada umur 42 HST menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah secara signifikan. Pada perlakuan P₀, tinggi tanaman hanya mencapai 30,4 cm. Sebaliknya, pada perlakuan P₁, P₂, dan P₃ tinggi tanaman meningkat menjadi masing-masing 36,3 cm, 35,7 cm, dan 37,9 cm. Perlakuan P₄, P₅, dan P₆ yang masing-masing merupakan aplikasi pupuk NPK menghasilkan tinggi

tanaman berturut-turut sebesar 25,1 cm, 23,1 cm, dan 23,0 cm.

Pada pengamatan umur 56 HST ketika dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa pupuk, penggunaan pupuk hayati PGPR lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Perlakuan P0 hanya mencapai tinggi tanaman sebesar 31,5 cm, sedangkan P1, P2, dan P3 masing-masing mencatatkan hasil 38,5 cm, 37,9 cm, dan 40,1 cm. Sementara itu, perlakuan pupuk NPK kembali menunjukkan performa yang lebih rendah, dengan P4, P5, dan P6 menghasilkan tinggi tanaman sebesar 26,3 cm, 24,2 cm, dan 24,2 cm secara berurutan. Pengaruh pemberian pupuk PGPR dan NPK terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah pada umur 14,28,42, dan 56 HST disajikan pada Tabel 1

Tabel 1 Rata-rata Tinggi Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Umur Pengamatan

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
P0	21,4 c	28,2 c	30,4 c	31,5 c
P1	21,6 c	29,2 d	36,3 d	38,5 e
P2	21,2 c	28,2 c	35,7 d	37,9 d
P3	23,2 d	30,8 d	37,9 e	40,1 f
P4	19,8 b	22,9 b	25,1 b	26,3 b
P5	17,5 a	20,8 a	23,1 a	24,2 a
P6	17,4 a	20,7 a	23,0 a	24,2 a
BNT 5%	0,54	0,48	0,6	0,5

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 g/polybag, P5: pupuk NPK 378 g/polybag, P6: pupuk NPK 646 g/polybag.

Peningkatan tinggi tanaman secara signifikan pada perlakuan P3 menunjukkan bahwa dosis PGPR yang lebih tinggi mampu merangsang pertumbuhan tanaman secara lebih efektif, terutama pada fase awal. Kemungkinan besar, berkaitan dengan kemampuan PGPR dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara

tidak langsung melalui berbagai mekanisme biologis. Mekanisme tersebut mencakup peningkatan ketersediaan unsur hara, produksi senyawa fitohormon, serta peran antagonistik terhadap patogen tanah yang secara keseluruhan mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Hormon-hormon ini mempercepat pembelahan dan pemanjangan sel, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui mekanisme pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen. Namun, peningkatan dosis PGPR perlu dikelola secara tepat agar tidak melebihi kapasitas respon fisiologis tanaman.

Kinerja positif pupuk PGPR terhadap tinggi tanaman berkaitan erat dengan kemampuannya menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin, serta memperkuat ketersediaan unsur hara dalam rhizosfer melalui mekanisme pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen. Aplikasi pupuk PGPR dapat meningkatkan parameter pertumbuhan bawang merah hingga 25% dibandingkan tanaman tanpa perlakuan. Sementara itu, Fitriani dan Sulistiono (2022) menyatakan bahwa pemanfaatan pupuk PGPR mempercepat fase vegetatif tanaman dan memperbesar potensi fotosintesis melalui pertambahan luas dan jumlah daun.

Perlakuan pupuk NPK cenderung menurunkan tinggi tanaman pada fase ini, terutama pada dosis tinggi yang justru dapat menimbulkan stres tanaman. Penurunan tinggi tanaman pada perlakuan pupuk NPK dosis tinggi disebabkan oleh tidak-seimbangan konsentrasi nutrisi di sekitar perakaran tanaman. Dosis berlebih dari unsur nitrogen, fosfor, dan kalium dapat menyebabkan akumulasi garam yang memicu stres osmotik, sehingga menghambat penyerapan air dan nutrisi penting lainnya oleh tanaman.

Pemberian pupuk NPK dalam dosis tinggi berisiko menimbulkan tekanan osmotik berlebih di daerah perakaran, yang pada gilirannya dapat menghambat penyerapan air oleh tanaman dan memicu terjadinya stres fisiologis. Menurut

Puspitasari *et al.*, (2018), pemupukan kimia yang tidak disesuaikan dengan kebutuhan tanaman spesifik dapat menyebabkan gejala seperti gangguan pertumbuhan atau keracunan pada tanaman hortikultura, termasuk bawang merah. Dosis pupuk NPK di atas ambang optimal dapat menurunkan efektivitas fotosintesis dan menghambat perkembangan jaringan tanaman.

Jumlah Daun.

Hasil pengamatan pada umur 14 HST menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jumlah daun tanaman bawang merah antar perlakuan. Perlakuan P0 menghasilkan rata-rata 7,9 helai daun. Pada perlakuan dengan pupuk PGPR, jumlah daun meningkat menjadi 9,8 helai P1, 10,0 helai P2 dan 9,9 helai P3. Sementara itu, pada perlakuan pupuk NPK tercatat jumlah daun sebesar 8,6 helai P4, 10,8 helai P5, dan 8,6 helai P6.

Pengamatan pada umur 28 HST menunjukkan bahwa perbedaan dosis pupuk PGPR dan NPK yang digunakan dipengaruhi secara signifikan oleh variasi jumlah daun tanaman bawang merah. Pada perlakuan P0, yakni tanpa pemberian pupuk, jumlah daun yang terbentuk tercatat paling rendah dengan rata-rata sebesar 18,9 helai per tanaman. Perlakuan dengan pupuk PGPR menghasilkan jumlah daun sebagai berikut: P1 sebanyak 14,4 helai, P2 sebanyak 14,4 helai, dan P3 sebanyak 16,5 helai. Sedangkan pemberian pupuk NPK menghasilkan: P4 sebanyak 13,1 helai, P5 sebanyak 12,6 helai, dan P6 sebanyak 12,0 helai daun.

Pengamatan jumlah daun pada 42 HST perlakuan P3 menghasilkan jumlah daun terbesar, rata-rata 20,5 helai per tanaman. Hasil ini diikuti oleh perlakuan P4 dengan rata-rata 19,9 helai, dan perlakuan P1 sebesar 18,9 helai. Perlakuan P0 menghasilkan jumlah daun sebesar 18,0 helai, sedangkan perlakuan NPK dengan dosis tertinggi P6 justru hanya menghasilkan 14,8 helai daun.

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun pada umur 56 HST menunjukkan

bahwa penggunaan pupuk hayati PGPR dan pupuk anorganik NPK mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah dengan cara yang berbeda. Menurut data yang diperoleh, jumlah daun tertinggi dicapai oleh perlakuan P3 sebesar 23,9 helai daun per tanaman. Sementara itu, jumlah daun terendah ditemukan pada perlakuan P6 yaitu sebesar 18,5 helai. Pengaruh pemberian pupuk PGPR dan NPK terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman bawang merah pada umur 14,28,42, dan 56 HST disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Umur Pengamatan

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
P0	9,8 a	14,4 b	18,0 b	23,5 a
P1	10,0 b	14,4 b	18,9 b	23,8 b
P2	9,7 a	14,4 b	18,1 b	22,6 a
P3	11,7 c	16,5 c	20,5 c	23,9 b
P4	9,6 a	13,1 a	19,9 c	22,9 a
P5	9,0 a	12,6 a	15,5 a	19,3 a
P6	8,9 a	12,0 a	14,8 a	18,5 a
BNT 5%	0,93	0,71	0,94	1,82

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 g/polybag, P5: pupuk NPK 378 g/polybag, P6: pupuk NPK 646 g/polybag.

Peran mikroorganisme dalam PGPR lebih dominan dalam fase pertumbuhan awal tanaman dibandingkan pupuk anorganik. Sementara itu, perlakuan P0 yang tidak diberikan pupuk justru menghasilkan jumlah daun yang hampir sama dengan beberapa perlakuan pupuk, yang mungkin disebabkan oleh kesuburan

media tanam awal atau adanya simpanan unsur hara bawaan. Efektivitas pupuk PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman berkenaan dengan kemampuan untuk menghasilkan fitohormon.

Pupuk PGPR pada dosis rendah hingga sedang lebih efektif dalam merangsang pertumbuhan jumlah daun dibandingkan dengan dosis tinggi pupuk NPK. Efektivitas PGPR dalam meningkatkan jumlah daun dapat dikaitkan dengan kemampuannya sebagai biofertilizer yang mengandung mikro-organisme bermanfaat. Pemberian PGPR pada tanaman bawang merah secara signifikan meningkatkan jumlah daun serta mempercepat pertumbuhan organ vegetatif lainnya. Dosis pupuk PGPR yang moderat diketahui mampu menyeimbangkan aktivitas mikroba di rhizosfer, sehingga mendukung penyerapan nutrisi dan merangsang pertumbuhan sel.

Penurunan jumlah daun pada P1 dan P3 dibandingkan P2 mengindikasikan bahwa efektivitas PGPR sangat bergantung pada konsentrasi aplikasi. Dosis yang terlalu rendah mungkin tidak cukup mendukung aktivitas mikroba, sedangkan dosis berlebih dapat mengganggu keseimbangan mikrobiologis di media tanam. Dosis PGPR yang tepat berperan dalam meningkatkan efisiensi penyerapan hara, sehingga mendukung pembentukan organ vegetatif secara optimal.

Aplikasi PGPR pada tanaman hortikultura dapat meningkatkan jumlah daun secara signifikan karena peran mikroba dalam memperbaiki penyerapan partikel kecil dan besar di dalam tanah. Pupuk PGPR memiliki batas ambang efektivitas, di mana pemberian berlebih dapat menyebabkan penurunan aktivitas mikroorganisme tanah karena kompetisi nutrisi atau akumulasi senyawa metabolit tertentu yang bersifat toksik.

Perlakuan dengan pupuk NPK menunjukkan hasil yang bervariasi. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa respon tanaman terhadap NPK sangat

dipengaruhi oleh keseimbangan dosis unsur hara. Pemberian NPK dalam jumlah berlebih seperti pada P6 bisa menyebabkan akumulasi garam di media tanam yang justru menghambat proses fisiologis tanaman, termasuk pembentukan daun. Kendati pupuk NPK mengandung unsur hara makro esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, efektivitasnya sangat bergantung pada kesesuaian dosis dengan kebutuhan fisiologis tanaman. Harahap *et al.*, (2023) melaporkan bahwa aplikasi pupuk NPK dalam dosis yang tidak proporsional dapat memicu gejala toksisitas ringan atau menyebabkan tidak-seimbangan nutrisi, yang berpotensi menurunkan performa tanaman hortikultura, termasuk bawang merah.

Pupuk NPK juga memberikan hasil yang baik, terlihat bahwa kenaikan dosis tidak selalu diikuti oleh peningkatan jumlah daun. Perlakuan P5 dan P6 justru menghasilkan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan P4. Ini dapat terjadi karena kelebihan unsur hara tertentu seperti nitrogen yang dalam jumlah tinggi bisa mengakibatkan ketidakseimbangan fisiologis tanaman, termasuk penghambatan diferensiasi daun.

Luas Daun

Pengamatan usia 14 HST menunjukkan perubahan yang signifikan dalam dosis pupuk terhadap variabel luas daun, yang mencerminkan bahwa respons fisiologis tanaman terhadap perlakuan berlangsung secara nyata sepanjang fase vegetatif. Dosis yang menunjukkan hasil terbaik, P2 dengan luas daun rata-rata 10,0 cm², diikuti oleh P3 sebesar 9,9 cm², dan P1 sebesar 9,8 cm², semuanya lebih tinggi dibanding P0 yaitu 7,9 cm². Aplikasi pupuk NPK juga memberikan pengaruh terhadap luas daun, dengan dosis P5 menghasilkan luas daun maksimum sebesar 10,8 cm² lebih tinggi dari semua perlakuan.

Berdasarkan hasil pengamatan pada 28 HST, ditemukan bahwa perlakuan P2 menghasilkan luas daun tertinggi, yaitu sebesar 19,5 cm². Angka ini lebih tinggi dibandingkan P0: 18,9 cm² maupun

perlakuan P1: 17,1 cm² dan P3: 16,9 cm². Peningkatan luas daun tertinggi di antara perlakuan NPK diperoleh pada P6 dengan nilai 17,9 cm², disusul oleh P4 sebesar 17,6 cm². Adapun P5 justru memberikan hasil paling rendah yaitu 16,2 cm².

Data pengamatan usia 42 HST menunjukkan bahwa perawatan dengan pupuk hayati PGPR pada dosis yang tepat P2 menghasilkan luas daun tertinggi, yakni mencapai 27,6 cm². Temuan ini mengindikasikan bahwa dosis tersebut memberikan pengaruh optimal terhadap ekspansi daun, yang membantu meningkatkan fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Perlakuan ini unggul dibandingkan seluruh perlakuan lainnya, termasuk P0 yang hanya menghasilkan luas daun sebesar 24,0 cm². Perlakuan pupuk NPK juga menunjukkan pengaruh terhadap luas daun, namun tidak melebihi hasil dari PGPR dosis sedang. Perlakuan P4 tercatat menghasilkan luas daun tertinggi di antara seluruh perlakuan berbasis NPK, yakni sebesar 26,4 cm². Sebaliknya, peningkatan dosis NPK pada perlakuan P5 dan P6 justru menghasilkan luas daun yang lebih rendah, masing-masing sebesar 24,7 cm² dan 24,2 cm². Hasil ini menunjukkan bahwa dosis pupuk anorganik yang lebih tinggi tidak selalu menguntungkan pertumbuhan daun, dan kemungkinan dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi yang menghambat ekspansi daun secara optimal.

Hasil penelitian pada pengamatan usia 56 HST menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa pemupukan, penggunaan pupuk hayati PGPR secara signifikan meningkatkan luas daun tanaman bawang merah. Selain itu, perlakuan PGPR juga menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan sebagian besar perlakuan pupuk anorganik NPK, mengindikasikan bahwa peran biologis mikroorganisme dalam pupuk hayati memberikan kontribusi nyata terhadap perkembangan morfologi daun pada fase akhir pertumbuhan vegetatif. Perlakuan P1 dan P2

menghasilkan luas daun tertinggi dengan nilai yang sama yaitu 40,1 cm². Jumlah ini lebih besar daripada P0 yang hanya sebesar 36,3 cm², serta melampaui hasil dari semua metode pupuk NPK. Hal ini membuktikan bahwa pemberian PGPR pada dosis rendah hingga sedang mampu merangsang pertumbuhan daun lebih optimal. Pengaruh pemberian pupuk PGPR dan NPK terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman bawang merah pada umur 14,28,42, dan 56 HST disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rata-rata Luas Daun Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Umur Pengamatan

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
P0	7,9 a	c	18,9 a	24,0 a
P1	9,8 b	b	17,1 a	23,7 b
P2	10,0 b	c	19,5 b	27,6 b
P3	9,9 b	a	16,9 b	26,2 b
P4	8,6 a	b	17,6 b	26,4 b
P5	10,8 b	a	16,2 a	24,7 a
P6	8,6 a	b	17,9 a	24,2 a
BNT 5%	1,26	0,78	2,16	3,06

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 gram/polybag, P5: pupuk NPK 378 gram/polybag, P6: pupuk NPK 646 gram/polybag.

Peningkatan luas daun dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja PGPR yang mencakup pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, serta produksi fitohormon yang dikenal mampu meningkatkan ekspansi sel daun. Mikroba juga merangsang aktivitas enzim substrat-fitohormon, sehingga mendorong pertumbuhan bawang merah yang sehat. Literatur mikroba hayati

mendukung penggunaan PGPR karena manfaat tambahan seperti pemeliharaan aktivitas mikroba tanah yang sehat dan peningkatan efisiensi biologis yang penting untuk sistem budidaya berkelanjutan.

Respon positif pada perlakuan P2 berperan optimal dalam merangsang pertumbuhan daun pada fase awal pertumbuhan. Mikroorganisme yang terkandung dalam PGPR memiliki kemampuan untuk mensintesis hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin dan giberelin, yang berperan dalam merangsang proses pembelahan dan pemanjangan sel secara alami, termasuk pada jaringan daun. Selain itu, PGPR juga berkontribusi dalam meningkatkan ketersediaan fosfat melalui mekanisme pelarutan senyawa fosfor, serta membantu penyerapan nitrogen, yang keduanya merupakan unsur hara utama dalam pembentukan struktur dan jaringan daun tanaman.

Penurunan luas daun yang diamati pada perlakuan dengan dosis NPK yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk anorganik secara berlebihan justru dapat berdampak kontraproduktif terhadap pertumbuhan tanaman. Kondisi ini menunjukkan bahwa akumulasi unsur hara makro yang tidak seimbang dalam tanah berpotensi menimbulkan stres fisiologis pada tanaman, sehingga menghambat perkembangan optimal organ daun. Ketidakseimbangan hara makro dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan osmotik, menghambat proses fisiologis, serta menyebabkan penurunan efisiensi metabolisme tanaman. Efek tersebut dapat mengganggu pengembangan jaringan daun, bahkan berisiko menyebabkan kerusakan sel daun akibat toksisitas nitrogen atau kalium.

Kondisi tersebut mencerminkan bahwa aplikasi pupuk NPK tidak secara otomatis sejalan dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman. Dengan kata lain, efektivitas pupuk anorganik sangat dipengaruhi oleh kecocokan dosis dan kebutuhan spesifik fisiologis tanaman, sehingga pemberian yang tidak

proporsional justru dapat menghambat pertumbuhan secara optimal. Kelebihan unsur nitrogen dan kalium pada dosis tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme dalam jaringan tanaman, sehingga proses fotosintesis tidak berjalan secara efisien. Penurunan respons P5 dapat terjadi akibat efek akumulatif atau gangguan fisiologis tanaman yang disebabkan oleh kelebihan unsur makro yang tidak terserap optimal (Fajri *et al.*, 2018).

Penurunan ini dapat disebabkan oleh akumulasi ion garam dalam media tanam akibat pemberian pupuk kimia secara berlebih. Hal ini mengganggu keseimbangan osmotik dan menurunkan kemampuan tanaman dalam menyerap air serta hara secara efisien, yang berdampak pada penurunan pertumbuhan daun. Selain itu, kelebihan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif yang tidak seimbang dan memperlambat pembelahan sel daun.

Jumlah Anakan

Pada pengamatan umur 14 HST, jumlah anakan tertinggi tercatat pada perlakuan P0, P1, dan P5 masing-masing dengan rata-rata sebesar 1,6 anakan per tanaman. Hal ini mengindikasikan bahwa pada fase awal pertumbuhan, faktor-faktor lain di luar perlakuan pemupukan kemungkinan lebih dominan memengaruhi pembentukan anakan. Sementara itu, nilai terendah ditemukan pada perlakuan P3 dan P4, yang hanya menghasilkan rata-rata 1,3 anakan per tanaman.

Jumlah anakan pada seluruh perawatan meningkat pada umur 28 HST. Perlakuan P1 mencatatkan jumlah anakan tertinggi dengan rata-rata 5,7 anakan, sedangkan perlakuan P4 menunjukkan jumlah anakan terendah sebesar 5,3 anakan. Meskipun terjadi variasi angka, perbedaan tersebut secara statistik tidak signifikan.

Pada umur 42 HST, terjadi penurunan tren pertumbuhan anakan dibandingkan 42 HST. Penurunan ini diduga karena energi tanaman dialihkan ke pembentukan umbi saat tanaman memasuki fase generatif. Perlakuan P0, P1, dan P5 tetap

menunjukkan nilai tertinggi sebesar 4,6 anakan, sedangkan P3 dan P4 sebesar 4,3. Tidak terjadinya pengaruh nyata dapat pula disebabkan oleh homogenitas media tanam dan kandungan hara awal yang cukup merata, sehingga respons tanaman terhadap perlakuan tidak berbeda jauh satu sama lain. Pengaruh pemberian pupuk PGPR dan NPK terhadap pertumbuhan jumlah anakan tanaman bawang merah pada umur 14 HST, 28 HST dan 42 HST disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Anakan Tanaman Bawang Merah Pada Berbagai Umur Pengamatan

Perlakuan	Jumlah Anakan (anakan)		
	14 HST	28 HST	42 HST
P0	1,6	5,6	4,6
P1	1,6	5,7	4,6
P2	1,4	5,4	4,4
P3	1,3	5,4	4,3
P4	1,3	5,3	4,3
P5	1,6	5,6	4,6
P6	1,4	5,4	4,4
BNT 5%	tn	tn	tn

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 gram/polybag, P5: pupuk NPK 378 gram/polybag, P6: pupuk NPK 646 gram/polybag.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Wibowo *et al.*, (2022), yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk, baik yang bersumber dari PGPR maupun NPK, sangat dipengaruhi oleh respons fisiologis tanaman terhadap fase pertumbuhan tertentu. Dengan kata lain, tidak semua parameter morfologis tanaman menunjukkan respons yang signifikan terhadap pemupukan, terutama pada fase awal pembentukan organ vegetatif seperti anakan, dalam memengaruhi parameter pertumbuhan vegetatif memerlukan waktu tertentu. Hal ini sangat bergantung pada

tingkat penyerapan unsur hara dan respons fisiologis tanaman terhadap perlakuan yang diberikan.

Pupuk hayati PGPR memiliki potensi dalam merangsang pembentukan anakan tanaman melalui produksi hormon-hormon pengatur tumbuh. Namun, pada pengamatan awal ini, respons tersebut belum tampak dominan. Kemungkinan lain adalah bahwa mikroorganisme dalam PGPR memerlukan waktu untuk berkolonisasi dan berinteraksi dengan sistem perakaran tanaman sebelum menimbulkan efek fisiologis yang nyata. Aplikasi PGPR biasanya mulai menunjukkan dampak signifikan terhadap parameter pertumbuhan vegetatif pada minggu ketiga hingga keempat setelah tanam, saat populasi mikroba dalam rizosfer telah cukup stabil dan aktif.

Menurut Simanjuntak dan Harahap (2020), populasi mikroorganisme PGPR membutuhkan waktu adaptasi di lingkungan rizosfer sebelum aktivitas metaboliknya memberikan dampak nyata pada pertumbuhan tanaman. Respon jumlah anakan terhadap pemupukan cenderung terjadi setelah tanaman memasuki fase vegetatif aktif, bukan di awal masa pertumbuhan.

Perlakuan dengan pupuk NPK pada berbagai dosis juga belum menunjukkan keunggulan dalam merangsang pembentukan anakan. Pemberian NPK dalam dosis tinggi pada fase awal pertumbuhan dapat menyebabkan ketidakseimbangan hara yang menghambat aktivitas fisiologis tanaman, termasuk pembentukan tunas lateral. Tanaman pada fase awal belum sepenuhnya memanfaatkan unsur hara dari NPK karena sistem perakaran yang berkembang belum optimal untuk menyerap senyawa kimia dalam jumlah besar. Oleh karena itu, meskipun NPK berfungsi sebagai sumber hara makro utama, efektivitasnya dalam merangsang pertumbuhan awal seperti pembentukan anakan dapat terbatas bila diaplikasikan terlalu dini atau dalam.

Variabel Hasil

Komponen Hasil Variabel Bobot Basah Per Polybag, Bobot Kering Per Polybag, Diameter Umbi

Berdasarkan data yang diperoleh, bobot basah tertinggi diperoleh dari perlakuan P3 dengan rata-rata 44,9 g, diikuti oleh P1 sebesar 41,8 g, dan P2 sebesar 40,7 g. Sementara itu, perlakuan P4, P5, dan P6 justru menunjukkan hasil yang menurun dibandingkan P0. Perlakuan P0 menghasilkan bobot basah sebesar 38,4 g, sedangkan P4 sebesar 37,0 g, P5 sebesar 34,5 g, dan P6 sebesar 33,5 g.

Peningkatan bobot basah umbi yang signifikan pada perlakuan PGPR, P3 mengindikasikan bahwa mikroorganisme rizosfer seperti PGPR memainkan peran penting dalam akumulasi biomassa tanaman. Hal ini terkait dengan kemampuan PGPR untuk menghasilkan fitohormon seperti auksin dan giberelin, yang memiliki kemampuan untuk merangsang pertumbuhan jaringan tanaman. Selain itu, keberadaan PGPR juga meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara melalui mekanisme pelarutan fosfat serta fiksasi nitrogen secara biologis, yang secara sinergis mendukung pertumbuhan dan pembentukan umbi secara optimal. Efek sinergis ini mendorong aktivitas metabolisme tanaman yang berujung pada peningkatan pertumbuhan jaringan dan bobot segar.

Tabel 5 Uji BNT 5% Pada Nilai Rerata Komponen Hasil Tanaman Bawang Merah

Perlakuan	Bobot Basah Per Polybag (g)	Bobot Kering Per Polybag (g)	Diameter Umbi (mm)
P0	38,4 b	28,1 b	0,7
P1	41,8 c	30,9 b	1,0
P2	40,7 c	29,1 b	0,8
P3	44,9 d	32,1 b	1,0
P4	37,0 b	26,3 b	0,9
P5	34,5 a	21,6 a	0,7
P6	33,5 a	20,8 a	0,7
BNT 5%	4,51	3,51	tn

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang

sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 gram/polybag, P5: pupuk NPK 378 gram/polybag, P6: pupuk NPK 646 gram/polybag.

Syamsiah *et al.*, (2019) menyatakan bahwa aplikasi PGPR pada tanaman hortikultura terbukti secara signifikan mampu meningkatkan bobot segar tanaman. Efek ini disebabkan oleh peran aktif mikroorganisme dalam memperbaiki ketersediaan unsur hara serta memproduksi senyawa bioaktif yang merangsang pertumbuhan jaringan tanaman, sehingga terjadi akumulasi biomassa yang lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa perlakuan PGPR, terutama pada sistem budidaya yang menggunakan media terbatas seperti polybag.

Perlakuan NPK menunjukkan hasil yang kurang menggembirakan dalam konteks bobot basah. Ketiga perlakuan P4, P5, dan P6 mencatatkan nilai bobot yang lebih rendah dibandingkan kontrol, yang mengindikasikan bahwa jumlah pupuk anorganik yang digunakan tidak memenuhi kebutuhan tanaman pada fase ini, atau bahkan berpotensi menyebabkan akumulasi garam yang menghambat penyerapan air dan nutrisi. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Kurniawan *et al.*, (2023), yang mengemukakan bahwa aplikasi pupuk NPK dalam dosis tinggi pada media tanam yang terbatas, seperti polybag, cenderung kurang efektif dan bahkan dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh akumulasi garam dalam media tanam, yang berpotensi menurunkan ketersediaan air dan menyebabkan stres fisiologis pada tanaman, sehingga menghambat proses penyerapan hara secara optimal, dapat menurunkan kelembapan substrat. Kondisi tersebut berpotensi menghambat berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk aktivitas fotosintesis dan pembelahan sel.

Terlebih, tanpa dukungan bahan organik atau mikroorganisme tanah, pupuk anorganik rentan mengalami efisiensi rendah karena kehilangan hara akibat pencucian atau pengikatan di dalam media.

Berdasarkan data yang diperoleh, perlakuan P3 menunjukkan hasil tertinggi dengan bobot kering rata-rata 32,1 g, diikuti oleh P1 sebesar 30,9 g, dan P2 sebesar 29,1 g. Sementara itu, P0 menghasilkan bobot kering sebesar 28,1 g. Sebaliknya, perlakuan NPK menunjukkan bobot kering yang cenderung lebih rendah, dengan P4 sebesar 26,3 g, P5 sebesar 21,6 g, dan P6 hanya mencapai 20,8 g.

Tingginya bobot kering pada perlakuan PGPR, khususnya P3, menandakan bahwa pemberian pupuk PGPR dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis dan akumulasi karbohidrat, yang pada akhirnya meningkatkan biomassa struktural tanaman. Pupuk PGPR diketahui mampu mempercepat ketersediaan dan serapan hara esensial melalui mekanisme fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi hormon pertumbuhan. Aktivitas ini berkontribusi pada pertumbuhan jaringan yang lebih padat dan tahan terhadap kehilangan air selama proses pengeringan. Alfiansyah *et al.*, (2021), membuktikan bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan bobot kering tanaman cabai sebesar 20 hingga 30 persen dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan tersebut terjadi melalui peran PGPR dalam memperluas luas daun serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara oleh tanaman.

Penggunaan pupuk NPK dalam dosis tinggi justru menunjukkan penurunan bobot kering yang signifikan. Perlakuan P5 dan P6 menghasilkan bobot kering terendah, yaitu 21,6 g dan 20,8 g. Hal ini dapat disebabkan oleh kelebihan akumulasi garam dalam media tanam yang menurunkan tekanan osmotik, sehingga menyulitkan tanaman menyerap air secara efisien, dan menghambat sintesis biomassa kering. Pemberian pupuk NPK secara berlebihan pada media terbatas seperti

polybag dapat menyebabkan stres fisiologis, menurunkan laju fotosintesis, dan menghambat pertumbuhan jaringan tanaman. Selain itu, pupuk NPK yang tidak disertai bahan organik atau mikroorganisme pendukung rentan tidak terserap optimal dan bahkan bersifat fitotoksin jika kadarnya terlalu tinggi.

Berdasarkan data yang diperoleh, perlakuan P1 dan P3 menunjukkan diameter umbi tertinggi, yaitu 1,0 cm. Sementara itu, P2 menghasilkan diameter sebesar 0,8 mm, yang masih lebih tinggi dibandingkan P0 dan beberapa perlakuan pupuk NPK. Perlakuan P4 menunjukkan hasil tertinggi sebesar 0,9 mm, sedangkan P5 dan P6 justru menghasilkan diameter umbi lebih kecil, yaitu 0,7 mm, sama dengan P0.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dengan dosis yang sesuai mampu mendorong pembentukan umbi yang lebih baik, dengan diameter yang lebih besar. Mekanisme kerja PGPR dalam meningkatkan diameter umbi berkaitan dengan kemampuannya meningkatkan ketersediaan nutrisi mikro dan makro melalui proses biologi seperti pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen. Penelitian oleh Nasution dan Ramadhani (2022) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR pada tanaman bawang merah dapat memperbesar diameter dan bobot umbi secara signifikan dibandingkan perlakuan kontrol, terutama ketika diaplikasikan dalam dosis rendah hingga sedang. Hal ini sejalan dengan hasil perlakuan P1 dan P3 dalam penelitian ini, yang memberikan hasil diameter umbi optimal.

Komponen Hasil Variabel Estimasi Bobot Basah Per Hektar Dan Estimasi Bobot Kering Per Hektar

Berdasarkan data yang diperoleh, perlakuan PGPR dengan dosis P1 dan P3 menunjukkan nilai estimasi tertinggi, yaitu masing-masing 2,7 ton/ha, disusul oleh P2 sebesar 2,6 ton/ha. Perlakuan P0 dan perlakuan P4 menunjukkan hasil yang sama yaitu 2,4 ton/ha, sementara perlakuan NPK P5 dan P6 menghasilkan nilai lebih rendah,

yakni 2,1 ton/ha dan 2,0 ton/ha secara berturut-turut.

Tingginya estimasi bobot basah pada perlakuan dengan aplikasi PGPR mengindikasikan bahwa mikroorganisme yang terkandung di dalamnya berperan aktif dalam merangsang pertumbuhan dan meningkatkan akumulasi biomassa tanaman. Kondisi ini secara keseluruhan sangat mendukung fase pertumbuhan vegetatif maupun generatif pada tanaman bawang merah, sehingga berdampak pada peningkatan estimasi hasil basah yang diperoleh.

Studi oleh Suprpto *et al.*, (2021), menemukan bahwa penggunaan PGPR dapat meningkatkan kualitas umbi bawang merah, terutama ketika dibudidayakan pada lahan dengan keterbatasan ruang tanam. Efektivitas ini menunjukkan bahwa PGPR berpotensi besar dalam mengoptimalkan produktivitas tanaman meskipun dalam kondisi media tanam yang terbatas, seperti polybag atau sistem pertanian intensif skala kecil. Efektivitas tersebut paling terlihat pada penggunaan PGPR dengan dosis rendah hingga menengah, yang mendekati kondisi optimal tanpa menyebabkan efek fisiologis negatif. Hasil dalam penelitian ini konsisten dengan temuan tersebut, di mana P1 dan P3 menghasilkan estimasi bobot basah paling tinggi.

Berbeda halnya dengan pupuk NPK, aplikasi dosis sedang dan tinggi (P5 dan P6) justru menunjukkan penurunan estimasi bobot basah. Hal ini dapat disebabkan oleh kemungkinan terjadinya tidakseimbangan hara atau akumulasi garam berlebih dalam media tanam, yang menghambat penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman. Akibatnya, pertumbuhan dan pembentukan jaringan basah menurun.

Pemberian pupuk NPK secara berlebihan dapat memicu peningkatan salinitas media tanam, terutama pada skala terbatas seperti polybag. Efek ini berkontribusi terhadap penghambatan fotosintesis dan pembentukan biomassa segar, sehingga mengurangi bobot basah tanaman. Temuan ini mempertegas potensi

PGPR sebagai agen biologis yang efektif dalam meningkatkan hasil tanaman secara ramah lingkungan. Aplikasi PGPR dengan dosis yang tepat dapat menjadi alternatif atau pelengkap penggunaan pupuk kimia, dengan hasil estimasi panen basah yang sebanding atau bahkan lebih tinggi. Hal ini menjadi sangat relevan dalam konteks pembangunan pertanian berkelanjutan, yang menuntut efisiensi pemupukan dan pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan.

Tabel 6 Uji BNT 5% Pada Nilai Rerata Komponen Hasil Tanaman Bawang Merah

Perlakuan	Estimasi Bobot Basah Per Hektar (ton/ha)	Estimasi Bobot Kering Per Hektar (ton/ha)
P0	2,4 b	1,6 b
P1	2,7 d	1,9 c
P2	2,6 c	1,8 c
P3	2,7 d	1,9 c
P4	2,4 b	1,6 b
P5	2,1 a	1,3 a
P6	2,0 a	1,3 a
BNT 5%	0,16	0,19

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 g/polybag, P5: pupuk NPK 378 g/polybag, P6: pupuk NPK 646 g/polybag.

Berdasarkan data yang diperoleh, perlakuan P1 dan P3 memberikan nilai estimasi bobot kering tertinggi, masing-masing sebesar 1,9 ton/ha, disusul oleh P2 sebesar 1,8 ton/ha. Sementara itu, P0 dan P4 menghasilkan estimasi bobot kering yang sama, yaitu 1,6 ton/ha. Perlakuan P5 dan P6 menunjukkan hasil terendah, yaitu 1,3 ton/ha.

Peningkatan estimasi bobot kering yang ditunjukkan oleh perlakuan PGPR mengindikasikan bahwa mikroorganisme dalam PGPR berperan aktif dalam memperbaiki proses fisiologis tanaman, seperti penyerapan hara, sintesis hormon tumbuh, serta efisiensi fotosintesis. Hal ini

berdampak langsung pada peningkatan biomassa kering yang mencerminkan hasil panen aktual.

Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh Agustina *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa aplikasi PGPR pada tanaman hortikultura terbukti mampu meningkatkan bobot kering hasil panen secara signifikan. Perlakuan tertentu bahkan menunjukkan peningkatan hingga 20% dibandingkan dengan tanaman yang tidak memperoleh perlakuan, mengindikasikan bahwa pemanfaatan agen hayati seperti PGPR dapat memberikan kontribusi nyata dalam optimalisasi akumulasi biomassa hasil panen. PGPR meningkatkan aktivitas enzim dan produksi klorofil, yang mendukung akumulasi massa kering secara optimal.

Sebaliknya, penurunan signifikan estimasi bobot kering pada perlakuan P5 dan P6 kemungkinan besar disebabkan oleh overdosis pupuk kimia, yang dapat menimbulkan efek negatif terhadap struktur tanah maupun fisiologi tanaman. Akumulasi garam mineral dalam media tanam dapat mengganggu keseimbangan

osmotik akar, menyebabkan stress fisiologis dan menurunkan laju akumulasi biomassa.

Uji Korelasi Variabel Pertumbuhan Dan Hasil

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa variabel tinggi tanaman memiliki hubungan yang erat dan searah dengan diameter umbi. Selain itu, tinggi tanaman juga menunjukkan hubungan yang sangat erat dan searah dengan jumlah daun, luas daun, bobot basah umbi per polybag, estimasi bobot basah umbi per hektar, bobot kering umbi per polybag, serta estimasi bobot kering umbi per hektar. Artinya, peningkatan tinggi tanaman diikuti oleh peningkatan seluruh parameter hasil dan pertumbuhan tersebut.

Selanjutnya, variabel jumlah daun menunjukkan hubungan yang sangat erat dan searah dengan luas daun, bobot basah umbi per polybag, estimasi bobot basah per hektar, bobot kering umbi per polybag, dan estimasi bobot kering umbi per hektar. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak jumlah daun, maka semakin tinggi pula hasil tanaman dalam hal bobot dan ukuran umbi.

Tabel 7 Hasil Uji Korelasi Variabel Pertumbuhan Dan Hasil

	TT	JD	LD	JA	BBPP	EBB PH	BKPP	EBK PH
JD	0,696 0,000 **							
LD	0,593 0,001 **	0,536 0,003 **						
JA	0,220 0,261	0,142 0,471	0,047 0,811 *					
BBPP	0,619 0,000 **	0,745 0,000 **	0,504 0,001 **	0,179 0,361				
EBB PH	0,709 0,000 **	0,795 0,000 **	0,575 0,001 **	0,127 0,519	0,737 0,000 **			
BKPP	0,667 0,000 **	0,812 0,000 **	0,566 0,002 **	0,198 0,311	0,964 0,000 **	0,810 0,000 **		
EBK PH	0,649 0,000 **	0,724 0,000 **	0,510 0,006 **	0,109 0,581	0,662 0,000 **	0,887 0,000 **	0,784 0,000 **	
DUA	0,379 0,047 *	0,232 0,235	0,122 0,537	-0,020 0,913	-0,090 0,637	0,313 0,105	0,009 0,964 **	0,316 0,101

Keterangan: nilai yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNT 5%, tn:tidak nyata, *:berbeda nyata, **:terdapat perbedaan sangat nyata, P0: tanpa perlakuan, P1: pupuk PGPR 1,2 ml/polybag, P2: pupuk PGPR 1,6 ml/polybag, P3: pupuk PGPR 2,1 ml/polybag, P4: pupuk NPK 0 gram/polybag, P5:

pupuk NPK 378 gram/polybag, P6: pupuk NPK 646 gram/polybag.

Variabel luas daun memiliki hubungan yang erat dan searah dengan jumlah anakan, serta hubungan yang sangat erat dan searah dengan bobot basah umbi per polybag, estimasi bobot basah umbi per hektar, bobot kering umbi per polybag, dan estimasi bobot kering umbi per hektar. Dengan kata lain, penambahan luas daun secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas tanaman.

Sementara itu, bobot basah umbi per polybag memiliki hubungan yang sangat erat dan searah dengan estimasi bobot basah umbi per hektar, bobot kering umbi per polybag, dan estimasi bobot kering umbi per hektar. Ini berarti peningkatan bobot basah umbi dalam polybag sebanding dengan peningkatan total hasil panen baik dalam bentuk basah maupun kering.

Estimasi bobot basah umbi per hektar juga memiliki hubungan yang sangat erat dan searah dengan bobot kering umbi per polybag serta estimasi bobot kering umbi per hektar, menandakan adanya konsistensi dalam pola peningkatan hasil. Terakhir, variabel bobot kering umbi per polybag menunjukkan hubungan yang sangat erat dan searah dengan estimasi bobot kering per hektar, yang berarti bahwa penambahan bobot kering per polybag akan diikuti oleh peningkatan estimasi bobot kering total per hektar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aplikasi PGPR dosis P2 dan P3 terbukti paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah. Perlakuan terbaik P3 menghasilkan bobot basah 44,9 g, kering 32,1 g, dengan estimasi hasil mencapai 2,7 ton/ha (basah) dan 1,9 ton/ha (kering). Diameter umbi tertinggi 1,0 cm juga tercatat pada P1 dan P3. Sebaliknya, NPK dosis tinggi P5 & P6 justru menurunkan bobot dan diameter umbi, menunjukkan bahwa pemupukan berlebih dapat menyebabkan stres fisiologis dan menurunkan efisiensi pertumbuhan.

Bahkan, hasil pada P0 dalam beberapa aspek lebih baik dibanding NPK dosis tinggi, menegaskan pentingnya dosis yang tepat dalam pemupukan.

Saran

Penggunaan pupuk hayati PGPR dengan perlakuan P2 dan P3 sangat disarankan dalam budidaya bawang merah, karena terbukti meningkatkan bobot dan diameter umbi secara signifikan. Sebaliknya, pupuk NPK dosis tinggi P5 dan P6 sebaiknya dihindari karena dapat menurunkan hasil dan memicu stres fisiologis. Untuk hasil optimal dan ramah lingkungan, disarankan mengombinasikan PGPR dengan NPK dosis rendah agar efisien dan menjaga kesehatan media tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., Syafruddin, H., & Ningsih, S. (2020). *Pemanfaatan PGPR Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Hortikultura*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 45–52.
- Alfiansyah, R., Mulyani, T., & Hadi, D. (2021). *Peran PGPR Dalam Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Hortikultura*. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(2), 98–104.
- Azizah, Z.U., I. Anas, dan R. Widyastuti. (2019). *Pengurangan Takaran Pupuk Kimia Dan Pupuk Organik Hayati Pada Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*. *Jurnal penelitian. IPB. Bogor*. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/98181>
- Direktorat Sayuran dan Tanaman Obat. (2017). *Panduan Budidaya Bawang Merah Menggunakan Benih Biji*. Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. <https://>

- hortikultura.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2021/03/PEDOMANB-UDIDAYA-BAMER-2017.pdf
- Fajri, F., Suryani, I., & Darmadi, D. (2018). *Pengaruh Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura*. *Jurnal Agrosains*, 20(1), 45–52.
- Fitriani, S., & Sulistiono, A. (2022). *Respons Pertumbuhan Tanaman Hortikultura Terhadap Aplikasi PGPR Pada Berbagai Media Tanam*. *Jurnal Agrovigor*, 15(2), 68–75.
- Harahap, N., Safitri, I., & Damanik, A. (2023). *Respon Tanaman Hortikultura Terhadap Dosis Berlebih Pupuk NPK*. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 9(1), 22–29.
- Kezia S. (2020). *Respon Pertumbuhan Vegetatif Sawi Hijau Akibat Pemberian PGPR Yang Dikombinasikan Dengan Pupuk NPK*. *Jurnal Bios Logos*. Vol 10. No 2. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/bioslogos/article/view/29017>
- Kurniawan, B., Lestari, I., & Wahyudi, A. (2023). *Efisiensi pemberian pupuk NPK pada budidaya tanaman dalam polybag*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(2), 55–61.
- Nasution, R., & Ramadhani, F. (2022). *Efektivitas PGPR Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Umbi Bawang Merah Pada Media Polybag*. *Jurnal Agribisnis dan Pertanian Tropis*, 7(2), 98–105.
- Puspitasari, H., & Ramadhan, F. (2018). *Dampak Akumulasi Garam Dari Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura*. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 7(2), 97–103.
- Simanjuntak, P. D., & Harahap, E. S. (2020). *Pengaruh Pemberian PGPR Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sayuran*. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 10(4), 115–121.
- Suprpto, T., Ramli, A., & Hapsari, E. (2021). *Pengaruh Berbagai Konsentrasi PGPR Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah Di Lahan Terbatas*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 90–97.
- Syamsiah, N., Firdaus, R., & Nurhayati, S. (2019). *Aplikasi PGPR Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Dalam Sistem Pot Terbatas*. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 18(3), 112–119.
- Wibowo, R., Maulida, N., & Hartati, S. (2022). *Efektivitas Kombinasi PGPR Dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Hortikultura*. *Agrovigor*, 15(1), 30–37.