



APLIKASI PGPR DAN FLY ASH TERHADAP PERTUMBUHA DAN HASIL BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

Vera Murdi¹, Milda Ernita², Sunadi³, M Zulman Harja Utama⁴, Widodo Haryoko⁵, Jamilah⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tamansiswa Padang

*Corresponding author: veramurdi@gmail.com

ABSTRAK

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan bahan sayuran yang banyak dibutuhkan oleh asyarakat. Produksi bawang merah Sumatera Barat meningkat 1.928 ton dari 5.168 ton pada 2019 menjadi 7.096 ton 2020 Rendahnya produksi bawang merah di Sumatera Barat khususnya di Alahan Panjang, disebabkan karena tingginya menurunnya kesuburan tanah, serangan hama dan penyakit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan PGPR dan Fly Ash. Penelitian ini bertujuan yaitu Mendapatkan interaksi PGPR dan Fly Ash terhadap pertumbuhan, hasil dan ketahanan tanaman bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada lahan kering di Alahan Panjang. Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat yang dilaksanakan dari bulan Juni sampai Agustus 2025. Percobaan ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan. Perlakuan pertama yaitu PGPR terdiri 4 taraf: tanpa PGPR, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, dan *Sternotrophomoas* sp. Faktor kedua yaitu dosis Fly Ash dengan 3 taraf yaitu 0 t/ha, 2 t/ha, dan 4 t/ha. Setiap satuan percobaan terdiri dari 3 ulangan sehingga didapat 36 plot percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5% Berdasarkan hasil penelitian terdapat interaksi antara PGPR dan *fly ash* terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Kombinasi *Stenotrophomonas* sp. dengan *fly ash* dosis 2 ton ha⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 31,56 cm, sedangkan kombinasi *Pseudomonas* sp. dengan *fly ash* dosis 2 ton ha⁻¹ menghasilkan jumlah daun terbanyak sebesar 16,22 helai. Nilai Laju Tumbuh Relatif tertinggi sebesar 0,065 g cm⁻² hari⁻¹ diperoleh pada kombinasi *Bacillus* sp. dengan *fly ash* dosis 4 ton ha⁻¹, sedangkan Laju Asimilasi Bersih tertinggi sebesar 0,0031 g cm⁻² hari⁻¹ diperoleh pada kombinasi *Stenotrophomonas* sp. dengan *fly ash* dosis 4 ton ha⁻¹.

Kata kunci: Bawang Merah; PGPR; Fly Ash.

ABSTRACT

APPLICATION OF PGPR AND FLY ASH ON THE GROWTH AND YIELD OF SHALLOT (*Allium ascalonicum* L.). Shallots (*Allium ascalonicum* L.) are a vegetable that is widely needed by the community. West Sumatra's shallot production increased by 1,928 tons from 5,168 tons in 2019 to 7,096 tons in 2020. The low production of shallots in West Sumatra, especially in Alahan Panjang, is caused by the high decline in soil fertility, pest and disease attacks. To overcome these problems, PGPR and Fly Ash can be used [FF1.1]. This study aims to obtain the interaction of PGPR and Fly Ash on the growth, yield and resistance of shallot plants. The study was conducted on dry land in Alahan Panjang. Solok Regency, West Sumatra Province, which was carried out from June to August 2025. This experiment was designed using a Completely Randomized Design (CRD) with 2 treatments. The first treatment, namely PGPR, consisted of 4 levels: without PGPR, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, and *Sternotrophomoas* sp. The second factor is the Fly Ash dosage with 3 levels, namely 0 t/ha, 2 t/ha, and 4 t/ha. Each experimental unit consists of 3 replications, resulting in 36 experimental plots. The data obtained were analyzed using the F test and continued with the DMRT test at the 5% level. Based on the results of the study, there is an interaction between PGPR and fly ash on the growth of shallots. The combination of *Stenotrophomonas* sp. with fly ash at a dose of 2 tons ha⁻¹ produced the highest plant height of 31.56 cm, while the combination of *Pseudomonas* sp. with fly ash at a dose of 2 tons ha⁻¹ produced the highest number of leaves at 16.22 strands. The highest Relative Growth Rate value of 0.065 g cm⁻² day⁻¹ was obtained in the combination of *Bacillus* sp. with a fly ash dose of 4 tons ha⁻¹, while the highest Net Assimilation Rate of 0.0031 g cm⁻² day⁻¹ was obtained in the combination of *Stenotrophomonas* sp. with a fly ash dose of 4 tons ha⁻¹.

Keyword: Shallots; PGPR; Fly Ash.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum*L.) merupakan bahan sayuran yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Bawang merah digunakan untuk bumbu dan rempah-rempah yang mengandung gizi tinggi dan komposisinya lengkap. Dalam setiap 100 g bawang merah mengandung :kalori 39 – 67 ka, protein 1,5 – 1,9 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 0,2 – 15,4 g, kalsium 30 – 36 mg, fosfor 40 – 45 mg, zat besi 0,5 – 0,8 mg, natrium 12 mg kalium 34 g, vitamin B1 0,03 - 0,04 mg, vitamin B2 0,2 mg, vitamin C 2 mg dan masih banyak lagi kandungan yang lainnya (Rahayu dan Berlian, 2022).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2025), produksi bawang merah di Indonesia pada tahun 2024 tercatat sebesar 2.307.184,11 ton. Jika dibandingkan dengan tahun 2023 yang sebesar 2.209.117,56 ton, terjadi peningkatan produksi sekitar 98.066,55 ton atau sekitar 4,44%. Namun untuk memenuhi kebutuhan bawang merah perlu peningkatan produksi ramah lingkungan,

Dalam menghadapi tantangan ini, pendekatan ramah lingkungan melalui pemanfaatan agens hayati seperti Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) menjadi alternatif yang menjanjikan. PGPR adalah kelompok bakteri yang hidup di sekitar

rizosfer tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan serta ketahanan tanaman melalui berbagai mekanisme. PGPR dapat membantu tanaman melalui fiksasi nitrogen, PGPR juga diketahui mampu melarutkan fosfat dan meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah, yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan hasil panen (Hau et al, 2025), produksi hormon pertumbuhan (seperti auksin dan sitokinin), serta induksi ketahanan sistemik terhadap pathogen (Fitriani et al., 2021).

Salah satu inovasi dalam aplikasi PGPR adalah kombinasinya dengan Fly Ash (Fly Ash and Bottom Ash), limbah padat dari pembakaran batubara yang banyak dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Fly Ash yang diolah dengan benar memiliki potensi sebagai amelioran tanah karena mengandung unsur hara mikro seperti silika, kalsium, magnesium, dan zat besi. Menurut Rahman *et al.* (2018) aplikasi Fly Ash dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan pH tanah masam, serta mendukung pertumbuhan mikroba tanah termasuk PGPR. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan interaksi PGPR dan Fly Ash terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada lahan kering di Alahan Panjang. Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Ketinggian 970,50 m dpl yang dilaksanakan dari bulan Juni sampai Agustus 2025.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bibit bawang merah Varietas SS Sakato, bambu, kertas label, kertas koran, tali raffia, selotip, tisu, kotak plastik, dan kantong plastik, Isolat PGPR. Alat yang digunakan adalah cangkul, parang, toples, timbangan, pisau, hand sprayer, gunting, meteran, kamera dan alat tulis.

Percobaan ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan. Perakuan pertama yaitu PGPR terdiri 4 taraf : tanpa PGPR (P0), *Pseudomonas* sp (P1), *Bacillus* sp (P2), dan *Sternotrophomoas* sp (P3). Faktor kedua yaitu dosis Fly Ash (Fly Ash) (F) dengan 3 taraf yaitu 0 t/ha (F0), 2 t/ha (F1), dan, 4 t/ha (F2). Setiap satuan percobaan terdiri dari 3 ulangan sehingga didapat 36 plot percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F pada taraf 1 % dan 5%, bila F hitung lebih besar dari F tabel, maka di uji lanjut dengan menggunakan uji DMRT pada taraf 5% dan 1%.

Perbanyakan dilakukan dengan menggunakan umbi bawang merah varietas ss sakato berasal dari Alahan Panjang. Umbi yang digunakan dengan kriteria ; sehat, berwarna cerah, bebas hama dan penyakit, dan ukuran umbi adalah sedang dengan diameter 1,5-1,8 cm.

Lahan yang akan digunakan tempat penelitian dibersihkan dari tumbuhan, batu, sisa tanaman dengan parang dan diratakan dengan cangkul, dan pemberian pupuk dasar yaitu pupuk kandang, Selanjutnya dibuat petakan (plot) dengan ukuran 100 cm x 200 cm, dengan jarak antar petak percobaan 50 cm,dan tinggi bedengan 30 cm.

Isolat PGPR yang telah diperbanyak pada media Nutrien Agar Cair di tambahkan sebanyak 10 ml pada media air kelapa steril yang telah ditambahkan dengan gula pasir 10 g/L. Dan diinkubasi selama 5 hari dan selanjutnya siap digunakan.

Fly Ash (Fly Ash) yang di ambil dari pabrik batu bara ombilin di berikan seminggu sebelum tanam sesuai dengan perlakuan yaitu 0 t/ha setara dengan 0kg/plot, 2 t/ha setara dengan 0,4 kg/plot, 4t/ha setara dengan 0,8 kg/plot.

Perlakuan PGPR diberikan sesuai rancangan dengan cara di semprotkan sekali seminggu, dengan konsentrasi 100 ml/L. Penyemprotan dilakukan ke daun tanaman dan dilakukan pada sore hari. Sedangkan Fly Ash diberikan 1 minggu sebelum tanam sesuai perlakuan dan diratakan dengan tanah.

Benih yang telah diseleksi, dipotong 1/3 bagian atas umbi secara horizontal agar mempercepat munculnya daun. Penanaman dilakukan dengan memasukkan 2/3 bagian umbi ke dalam tanah hingga bagian ujung bawang merah yang dipotong sama datar dengan tanah. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 20 cmx 20 cm. sehingga satu plot terdiridari 50 populasi tanaman dan 4 tanaman sebagai sampel.

Pengamatan dalam penelitian ini meliputi beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, laju tumbuh relatif (LTR), dan laju asimilasi bersih (LAB) sebagai parameter pertumbuhan, serta jumlah umbi per rumpun, diameter umbi, bobot basah umbi per rumpun, bobot kering umbi per rumpun, dan hasil umbi kering per plot serta per hektar sebagai parameter hasil tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Laju Pertumbuhan Relatif Dan Laju Asimilasi Bersih

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara PGPR dan Fly Ash berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, laju tumbuh relatif dan laju asimilasi bersih bawang merah. Data tinggi tanaman bawang merah disajikan pada Tabel 1. Secara umum, pemberian PGPR yang dikombinasikan dengan fly ash mampu meningkatkan

pertumbuhan vegetatif tanaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa keduanya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas bawang merah melalui peningkatan ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme di daerah perakaran tanaman (Iswandari *et al.*, 2025) .,

Tabel 1. Tinggi Tanaman, jumlah daun, laju tumbuh relatif dan laju asimilasi bersih Bawang Merah dengan perlakuan PGPR dan Fly Ash

Tinggi Tanaman				
Fly Ash (ton/ha)	PGPR			
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp
				cm.....
0	21,21Bb	30,71Ab	31,08Ab	30,77Ab
2	30,52Ba	30,54Bb	30,93Bb	31,56Aa
4	31,23Ba	31,39Ba	31,52Aa	31,36Ba
KK (%)	0,93			
Jumlah Daun				
Fly Ash (ton/ha)	PGPR			
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp
				helai.....
0	10,67Bb	15,00Aa	15,55Aa	15,67Aa
2	14,44Ba	16,22Aa	13,89Bb	14,11Bb
4	13,89Ba	14,11Bb	15,89Aa	15,33Aa
KK (%)	7,47			
Laju Tumbuh Relatif (LTR)				
Fly Ash (ton/ha)	PGPR			
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp
				 g/cm ² /hari
0	0,031Bb	0,042Ab	0,037Bb	0,050Ab
2	0,060Aa	0,049Bb	0,045Bb	0,059Aab
4	0,056Ba	0,057Ba	0,065Aa	0,062Aa
KK (%)	12,61			
Laju Asimilasi Bersih (LAB)				
Fly Ash (ton/ha)	PGPR			
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp
				 g/cm ² /hari
0	0,0013Bb	0,0017Ab	0,0014Bb	0,0015ABc
2	0,0021Aa	0,0020Ca	0,0021Ba	0,0022Ab
4	0,0023Ba	0,0028Aa	0,0029Aa	0,0031Aa
KK (%)	8,24			

Pada parameter tinggi tanaman, hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nyata pada interaksi antar perlakuan. Interaksi dengan tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan fly ash 2 ton/ha + *Stenothropomonas* sp yaitu 31,56 cm, sedangkan tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan tanpa fly ash dan tanpa PGPR yaitu 21,21 cm. Peningkatan tinggi tanaman ini diduga berkaitan dengan kemampuan PGPR dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang dapat merangsang pembelahan serta pemanjangan sel tanaman. Selain itu, bakteri rizosfer seperti *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. diketahui mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui proses pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen

sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi lebih optimal (Rachmawati *et al.*, 2024) . Pada parameter jumlah daun, perlakuan kombinasi PGPR dan fly ash juga menunjukkan pengaruh yang cukup nyata. Jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan fly ash 4 ton/ha dengan *Bacillus* sp yaitu 15,89 helai, sedangkan jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan tanpa fly ash dan tanpa PGPR yaitu 10,67 helai. Peningkatan jumlah daun berkaitan erat dengan meningkatnya aktivitas fotosintesis tanaman serta ketersediaan unsur nitrogen yang berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi PGPR pada tanaman hortikultura mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti tinggi

tanaman dan jumlah daun karena meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh akar tanaman (Sumarna *et al.*, 2024).

Pada parameter laju tumbuh relatif (LTR), nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan fly ash 4 ton/ha dengan *Bacillus* sp yaitu 0,065 g/cm²/hari, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa fly ash dan tanpa PGPR yaitu 0,031 g/cm²/hari. Laju tumbuh relatif mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi biomassa selama periode pertumbuhan tertentu. Nilai LTR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tanaman mampu memanfaatkan unsur hara yang tersedia secara lebih efisien untuk pertumbuhan. Hal ini diduga karena

Tabel 2. Jumlah Umbi Tanaman Bawang Merah dengan perlakuan PGPR dan Fly Ash

Fly Ash	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
				Umbi.....	
0	6,26	7,01	5,59	6,93	6,45
2	7,26	6,68	8,09	7,18	7,30
4	6,93	6,34	6,68	7,84	6,95
Rata-rata	6,82	6,68	6,79	7,32	
KK (%)	14,52				

aktivitas mikroorganisme PGPR yang mampu meningkatkan perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan air dan unsur hara menjadi lebih optimal (Farida *et al.*, 2023).

Pada parameter laju asimilasi bersih (LAB), perlakuan kombinasi PGPR dan fly ash juga menunjukkan pengaruh yang berbeda. Nilai LAB tertinggi diperoleh pada perlakuan fly ash 4 ton/ha dengan *Stenothropomonas* sp yaitu sebesar 0,0031 g/cm²/hari, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa fly ash dan tanpa PGPR yaitu sebesar 0,0013 g/cm²/hari. Laju asimilasi bersih menggambarkan efisiensi daun dalam melakukan fotosintesis dan mengubah hasil fotosintesis menjadi biomassa tanaman. Peningkatan nilai LAB pada perlakuan tertentu menunjukkan bahwa tanaman memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memanfaatkan energi cahaya dan unsur hara untuk pertumbuhan, yang berkaitan dengan meningkatnya aktivitas fisiologis tanaman akibat peran mikroorganisme PGPR di daerah perakaran (Hau *et al.*, 2025)

Jumlah Umbi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara PGPR dan Fly Ash serta perlakuan secara tunggal memberikan pengaruh tidak nyata terhadap jumlah umbi bawang merah. Data Jumlah umbi tanaman bawang merah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah umbi berkisar antara 6,45–7,30 umbi per rumpun. Meskipun tidak berbeda nyata secara statistik, terlihat adanya kecenderungan peningkatan jumlah umbi pada perlakuan fly ash 2 ton/ha dengan rata-rata 7,30 umbi per rumpun dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian fly ash pada dosis tertentu berpotensi memperbaiki kondisi tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman bawang merah.

Tidak adanya pengaruh nyata pada jumlah umbi diduga karena pembentukan umbi bawang merah lebih dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman serta kondisi lingkungan seperti ketersediaan air, unsur hara, dan intensitas cahaya selama fase pembentukan umbi. Selain itu, jumlah umbi pada bawang merah umumnya telah ditentukan oleh jumlah anakan yang terbentuk selama fase vegetatif sehingga perlakuan pemupukan atau pemberian mikroorganisme lebih banyak mempengaruhi ukuran atau bobot umbi dibandingkan jumlahnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR lebih berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan

perkembangan akar dibandingkan secara langsung mempengaruhi jumlah umbi yang terbentuk (Rachmawati *et al.*, 2024).

Selain itu, respon tanaman terhadap aplikasi PGPR dan bahan amelioran seperti fly ash sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah serta kemampuan mikroorganisme dalam beradaptasi di daerah perakaran tanaman. PGPR diketahui dapat meningkatkan penyerapan unsur hara melalui aktivitas biologis seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi hormon pertumbuhan tanaman. Namun pengaruh tersebut tidak selalu secara langsung meningkatkan jumlah umbi karena proses pembentukan umbi juga dipengaruhi oleh faktor fisiologis tanaman selama fase generatif (Sumarna *et al.*, 2024).

Diameter Umbi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara PGPR dan Fly Ash pengaruh nyata terhadap diameter umbi bawang merah. Data diameter umbi tanaman bawang merah disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa diameter umbi berkisar antara 1,09–1,41 cm. Diameter umbi terbesar diperoleh pada perlakuan fly ash 4 ton/ha yang dikombinasikan dengan *Stenothropomonas* sp yaitu 1,41 cm, sedangkan diameter umbi terkecil terdapat pada perlakuan tanpa fly ash dan tanpa PGPR yaitu 1,09 cm. Peningkatan diameter umbi pada beberapa kombinasi perlakuan diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara di dalam tanah akibat pemberian fly ash serta aktivitas mikroorganisme PGPR di daerah perakaran tanaman.

Tabel 3. Diameter umbi tanaman bawang merah dengan perlakuan PGPR dan Fly Ash

Fly Ash (ton/ha)	PGPR			
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp
		 cm.....		
0	1,09Ab	1,28Ab	1,31Ab	1,31Ab
2	1,29Ba	1,31Ba	1,40Aa	1,30Bb
4	1,36Ba	1,36Ba	1,34Bb	1,41Aa

Keterangan : Angka sebaris diikuti huruf besar dan angka sekolom diikuti huruf kecil sama berbeda tidak nyata menurut DMRT 0.05

Fly ash diketahui mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro seperti kalsium, kalium, magnesium, dan silikon yang dapat meningkatkan kesuburan tanah serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga mendukung pertumbuhan tanaman (Putri *et al.*, 2023). Selain itu, bakteri PGPR seperti *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Stenothropomonas* sp. diketahui mampu meningkatkan penyerapan unsur hara melalui aktivitas biologis seperti pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, serta produksi hormon pertumbuhan tanaman yang berperan dalam perkembangan akar dan pembentukan umbi (Rachmawati *et al.*, 2024; Novatriana dan Hariyono 2020).. Diameter umbi merupakan salah satu indikator penting yang menentukan kualitas dan hasil produksi bawang merah. Semakin besar diameter umbi menunjukkan semakin optimalnya akumulasi fotosintat pada organ penyimpanan. Peningkatan diameter umbi pada penelitian ini diduga disebabkan oleh kombinasi PGPR dan *fly ash* yang mampu meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara sehingga mendukung proses pembentukan dan pembesaran umbi (Iswandari *et al.*, 2025). Selain meningkatkan ketersediaan hara, PGPR juga merangsang perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan air dan unsur hara menjadi lebih efektif. Kondisi tersebut meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman dan mendukung pembentukan umbi yang lebih besar, sebagaimana dilaporkan oleh Sumarna *et al.* (2024) bahwa aplikasi PGPR pada tanaman hortikultura dapat meningkatkan ukuran dan bobot umbi.

Bobot Umbi Basah Per Rumpun, Bobot Umbi Kering Per Rumpun, Bobot Umbi Basah Per Plot, Bobot Umbi Kering Per Plot dan Per Hektar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara PGPR dan Fly Ash serta perlakuan secara tunggal memberikan pengaruh tidak nyata terhadap bobot tumbi basah per rumpun, bobot kering per rumpun, bobot basah per plot, bobot kering per plot dan per hektar bawang merah. Data bobot umbi tanaman bawang merah disajikan pada Tabel 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PGPR dan fly ash, baik secara tunggal maupun interaksi, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot umbi bawang merah, baik bobot

basah maupun bobot kering, per rumpun, per plot, maupun per hektar. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan fisiologi tanaman dan kondisi lingkungan. Pertama, jumlah umbi bawang merah sangat dipengaruhi oleh faktor genetik serta jumlah anakan yang terbentuk selama fase vegetatif, sehingga meskipun pertumbuhan vegetatif tanaman meningkat akibat pemberian PGPR atau fly ash, akumulasi hasil fotosintesis ke umbi tersebar merata di seluruh anakan sehingga bobot tiap umbi tidak berubah secara signifikan (Sumarna *et al.*, 2024).

Selanjutnya pembentukan dan pembesaran umbi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama ketersediaan air, intensitas cahaya, dan suhu selama fase generatif; oleh karena itu, peningkatan penyerapan hara dan pertumbuhan akar akibat perlakuan belum tentu langsung berdampak pada pertambahan bobot umbi (Farida *et al.*, 2023). Serta efek PGPR dan fly ash cenderung lebih dominan pada peningkatan pertumbuhan vegetatif dan efisiensi fisiologis tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, serta laju asimilasi bersih, sementara akumulasi biomassa pada umbi memerlukan waktu lebih lama untuk menampakkan perbedaan yang signifikan (Hau *et al.*, 2025). Keempat, variabilitas individu tanaman juga dapat memengaruhi hasil akhir, di mana koefisien variasi (KK) yang cukup tinggi menunjukkan adanya perbedaan respons tanaman yang cukup besar, sehingga efek perlakuan tertutupi oleh variasi alami antar tanaman. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan bobot umbi pada beberapa perlakuan, khususnya pada dosis fly ash 4 ton/ha, yang menunjukkan potensi perlakuan tersebut dalam meningkatkan pertumbuhan dan kualitas umbi bawang merah apabila diaplikasikan secara optimal dan dalam kondisi lingkungan yang sesuai.

Tabel 4. Bobot Umби Basah Per Rumpun Tanaman Bawang Merah dengan perlakuan PGPR dan *Fly Ash*

Bobot Umби Basah Per Rumpun					
FLY ASH	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
	gram.....				
0	20,10	22,33	18,20	19,93	20,14
2	22,17	19,77	23,97	18,33	21,06
4	24,17	23,73	24,00	19,43	22,83
Rata-rata	22,14	21,94	22,06	19,23	
KK (%)	12,77				
Bobot Umби Kering Per Rumpun					
FLY ASH	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
	gram.....				
0	16,37	18,47	14,47	16,80	16,53
2	18,87	16,47	20,67	15,30	17,83
4	20,60	20,13	20,43	15,90	19,27
Rata-rata	18,61	18,36	18,52	16,00	
KK (%)	15,01				
Bobot Umби Basah Per Plot					
<i>Fly Ash</i>	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
	kg.....				
0	1,51	1,68	1,37	1,50	1,51
2	1,66	1,48	1,80	1,37	1,58
4	1,81	1,78	1,80	1,46	1,71
Rata-rata	1,66	1,65	1,66	1,44	
KK (%)	12,79				
Bobot Umби Kering Per Plot					
<i>Fly Ash</i>	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
	ton.....				
0	6,40	7,25	5,70	6,35	6,40
2	7,15	6,25	7,85	5,70	6,75
4	7,90	7,75	7,85	6,15	7,40
Rata-rata	7,15	7,10	7,15	6,05	
KK (%)	14,93				
Bobot Umби Kering Per Hektar					
<i>Fly Ash</i>	PGPR				Rata-rata
	Tanpa	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Stenothropomonas</i> sp	
	kg.....				
0	1,28	1,45	1,14	1,27	1,28
2	1,43	1,25	1,57	1,14	1,35
4	1,58	1,55	1,57	1,23	1,48
Rata-rata	1,43	1,42	1,43	1,21	
KK (%)	14,93				

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi PGPR dan Fly Ash terhadap pertumbuhan, hasil dan ketahanan tanaman bawang merah terhadap parameter tinggi tanaman pada perlakuan *Stenothropomonas* sp. dengan dosis 2

ton/ha Fly Ash. Jumlah daun pada perlakuan *Pseudomonas* sp dengan dosis 2 ton/ha Fly Ash. Laju Tumbuh Relatif , Laju Asimilasi Besih dan diameter umbi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. K. (2025). *RESPON PEMBERIAN PGPR (PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTER) Akar Putri Malu Terhadap Cekaman Air Pada Bawang Merah (Allium ascalonicum L.) Varietas Bima Brebes* (Doctoral dissertation, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).
- Farida, N., Rahmawati, S., & Hidayat, T. (2023). Pengaruh plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura. *Agroscrip Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(2), 85–92.
- Fitriani, Y.A., Bahri, S., & Nadilla, F. (2021). Respon Bio-invigoration Benih dengan Rhizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Padi Gogo
- Glick, B. R. (2014). Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiological Research*, 169(1), 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.009>
- Hau, R., Kurniawan, D., & Lestari, M. (2025). Peran rhizobacteria dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman bawang merah. *Humanisa: Journal of Agriculture Science*, 4(1), 45–53.
- Putri, L., Santoso, A., & Fauzi, R. (2023). Pemanfaatan fly ash sebagai bahan amelioran untuk peningkatan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 15(2), 101–110.
- Rachmawati, D., Suryanto, A., & Prasetyo, B. (2024). Pemanfaatan bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. sebagai PGPR untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura. *Mediagro Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(2), 115–123.
- Hau, W. D., Kerihi, E. C. G., Manu, C. M., & Bunyani, N. A. (2025). Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *HUMANITIS: Jurnal Homaniora, Sosial dan Bisnis*, 3(1), 305-313.
- Iswandari, R., Putra, A., & Wibowo, S. (2025). Aplikasi plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Tropical Crop Journal*, 8(1), 12–20.
- Novatriana, C., & Hariyono, D. (2020). Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan pengaruhnya pada pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Plantropica: Journal of Agricultural Science*, 5(1), 1-8.
- Patading, G. F., & Ai, N. S. (2021). Efektivitas penyiraman pgpr (plant growth promoting rhizobacteria) terhadap tinggi, lebar daun dan jumlah daun bawang merah (*allium cepa* l.). *Biofaal Journal*, 2(1), 35-41.
- Sumarna, E., Nurhayati, S., & Wulandari, D. (2024). Pengaruh aplikasi PGPR terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah. *Jurnal Agroekoteknologi*, 16(1), 33–41.
- Tuhuteru, S., Sulistyaningsih, E., & Wibowo, A. (2019). Aplikasi plant growth promoting rhizobacteria dalam meningkatkan produktivitas bawang merah di lahan pasir pantai. *J. Agron. Indonesia*, 47(1), 53-60.