

**RESPONS TANAMAN BAWANG MERAH TERHADAP PEMBERIAN *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* DAN PUPUK NPK 15-10-12**

**RESPONSE OF SHALLOT PLANTS TO *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* AND NPK 15-10-12 FERTILIZER**

Ade Sumarna<sup>1\*</sup>, Irianto<sup>2</sup>, Budiwati Ichwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi  
Jl. H. Abdul Manap, Telanipura, Kecamatan Telanaipura Kota Jambi, Indonesia 36122

<sup>2</sup> Jurusan Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi  
Jl. Lintas Jambi - Muara Bulian, Muaro Jambi, Jambi, Indonesia 36611

\*Korespondensi : adefdh3@gmail.com

Diterima: 20 Maret 2024/Direvisi: 06 April 2024/Disetujui: 27 Juni 2024

**ABSTRAK**

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi. Namun, permintaan yang tinggi tidak diiringi dengan produksi yang optimum. Penggunaan pupuk NPK dalam budidaya bawang merah secara terus-menerus dan berlebihan akan berdampak menurunnya produktivitas lahan. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) menjadi alternatif dalam mengurangi dampak tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji respon tanaman bawang merah terhadap pemberian beberapa konsentrasi PGPR dan beberapa taraf dosis pupuk NPK 15-10-12, serta mendapatkan perlakuan terbaiknya. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli hingga September 2023 di Desa Sandaran Galeh Kota Sungai Penuh Provinsi Jambi dengan ketinggian 836 m dpl dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan yang digunakan yaitu beberapa konsentrasi PGPR dan dosis NPK 15-10-12, yaitu tanpa PGPR dan tanpa NPK, NPK 525 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 5 mL L<sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 10 mL L<sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup>, dan PGPR 20 mL L<sup>-1</sup>. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan respon pertumbuhan dan hasil terbaik dalam upaya pengurangan penggunaan pupuk NPK 15-10-12. PGPR dapat diaplikasikan untuk mendukung produktivitas bawang merah yang ramah lingkungan.

Kata kunci : Bawang merah, PGPR, Pupuk NPK 15-10-12

**ABSTRACT**

Shallots are a horticultural commodity with high economic value. The high demand is reversed to the low production. The continuous and excessive use of NPK fertilizer in shallot cultivation will have an impact on decreasing land productivity. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) is an alternative to reduce this impact. The research aimed to examine the response of shallot plants to application of PGPR and several dosage levels of NPK 15-10-12 fertilizer, and to obtain the best treatment. The research was carried out from July to

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/34157)

75

**Cite this as:** Sumarna, A., Irianto. & Ichwan, B. (2024). Respons tanaman bawang merah terhadap pemberian plant growth promoting rhizobacteria dan pupuk NPK 15-10-12. *Jurnal Agro*, 11(1), 75-90. <https://doi.org/10.15575/34157>

September 2023 in Sandaran Goleh Village, Sungai Penuh City, Jambi Province at an altitude of 836 m above sea level using a Randomized Block Design. The experiment used several concentrations of PGPR and doses of NPK 15-10-12 i.e. No PGPR and No NPK, NPK 525 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 5 mL L<sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 10 mL L<sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha<sup>-1</sup>, PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup>, and PGPR 20 mL L<sup>-1</sup>. Data were analyzed using ANOVA and DMRT test at the 5% level. The results showed that PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> produced the best growth response and yield in an effort to reduce the use of NPK 15-10-12 fertilizer. The PGPR can be applied to promote eco-green in shallot productivity.

Keywords: Shallots, PGPR, NPK 15-10-12 Fertilizer

## PENDAHULUAN

Salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan petani adalah bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Bawang merah termasuk ke dalam sembilan tanaman komoditas strategis nasional yang terus diupayakan agar produktivitasnya meningkat. Komoditas ini dimanfaatkan terutama sebagai bahan bumbu masakan. Selain itu, bawang merah banyak mengandung vitamin dan termasuk tanaman obat tradisional (Hendarto *et al.*, 2021).

Produktivitas rata-rata bawang merah Provinsi Jambi pada tahun 2021 sebesar 7,43 t ha<sup>-1</sup> (Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2023). Produktivitas tersebut masih di bawah produktivitas rata-rata nasional bawang merah nasional 9,71 t ha<sup>-1</sup> (Kementerian Pertanian, 2020). Rata-rata produktivitas tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan potensi produktivitas bawang merah varietas Bima Brebes sebesar 9,9 t ha<sup>-1</sup>. Kondisi tanah yang kekurangan bahan organik dan rendahnya tingkat kesuburan tanah menjadi salah satu penyebab kondisi tersebut. Hasil analisis tanah sebelum penelitian dilakukan menunjukkan bahwa tanah memiliki pH 5,75 (agak masam), N total 0,17% (rendah), dan C organik 1,74% (rendah)

(Laboratorium Analisa PT. Binasawit Makmur, 2023).

Upaya dalam menciptakan kondisi tanah yang subur dan meningkatkan produktivitas tanaman adalah dengan pemberian dan penambahan pupuk. Pupuk anorganik lebih diminati petani karena dianggap lebih praktis, mudah diaplikasikan dan cepat dalam menyediakan unsur hara sehingga efek pemupukan akan segera terlihat. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dan tidak berimbang akan menyisakan residu kimia sehingga tanah menjadi padat, matinya mikroba tanah, dan degradasi lahan (Jannah *et al.*, 2022, Islam *et al.*, 2017). Pupuk anorganik juga cenderung mudah mengalami pencucian (Firmansyah & Sumarni, 2013), harganya mahal (Wu & Ge, 2019), tidak lestari bagi lingkungan (Liu *et al.*, 2021), dan sering terjadinya kelangkaan pupuk.

Pupuk anorganik yang sering digunakan saat ini adalah pupuk NPK Phonska 15-10-12 yang merupakan pupuk bersubsidi dari pemerintah yang mengandung unsur Nitrogen, Fosfor, Kalium dan Sulfur dengan komposisi N 15%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10%, K<sub>2</sub>O 12% dan S 10%, pupuk ini memiliki keunggulan dalam meningkatkan hasil panen, menjadikan tanaman menjadi lebih hijau dan segar, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap Organisme Pengganggu

Tumbuhan dan kekeringan (Petrokimia Gresik, 2022).

Upaya untuk mengurangi input pupuk anorganik pada lahan dapat dilakukan dengan mengkombinasikan penggunaannya dengan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi penggunaannya dengan mengkombinasikan penggunaannya dengan pupuk hayati (Varvel & Wilhelm, 2008). PGPR dapat meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk anorganik dengan beberapa mekanisme yaitu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan menghasilkan hormon IAA (Jannah *et al.*, 2022). Mikroorganisme yang terdapat pada pupuk hayati memiliki fungsi untuk penyediaan hara bagi tanaman dan menambah hara tertentu (Marom *et al.*, 2017).

Siagian *et al.* (2019) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri *Bacillus sp* dan *Pseudomonas sp* dapat meningkatkan pertambahan bobot umbi dan mengurangi penggunaan pupuk NPK pada tanaman bawang merah dengan perlakuan terbaik 75% NPK (1,37 g NPK per polybag) + pupuk hayati 100% (10 g pupuk hayati per polibag). Hilman (2013) menyatakan penggunaan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan hasil bawang merah dan menghemat pemakaian pupuk N, P, dan K sebesar 50%.

Jenis pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme dari jenis bakteri adalah PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). PGPR adalah kumpulan bakteri yang hidup mengkoloni akar tanaman. Bakteri-bakteri ini mampu memacu pertumbuhan tanaman (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009). PGPR bersifat

memacu pertumbuhan tanaman dengan cara menghasilkan zat pengatur tumbuh (biostimulan), menyediakan unsur hara penting (biofertilizer), dan berperan untuk memproteksi akar dari serangan patogen (Marom *et al.*, 2017).

Perbanyakan bakteri PGPR dapat bersumber dari akar bambu. Walida *et al.* (2018) menemukan 8 isolat bakteri dari rendaman akar bambu dengan karakteristik tergolong dalam kelompok rizobakteri (PGPR). Menurut Irfanti *et al.* (2021) penyakit layu bakteri pada tanaman tomat mampu ditekan oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus sp* yang bersumber dari perakaran bambu.

PGPR akar bambu dalam penelitian ini menggunakan PGPR *indigenous* produk Klinik Agen Hayati Setia Tani Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci di bawah pembinaan BTPH Provinsi Jambi. Pengujian terhadap kandungan bakteri PGPR yang digunakan pada penelitian ini belum sempat dilakukan, tetapi untuk mengetahui kandungannya bisa mengacu kepada data hasil pengujian Laboratorium Agens Hayati BBPOPT terhadap sampel PGPR kiriman LPHP Sungai Tiga BTPH Provinsi Jambi pada tahun 2022. Berdasarkan hasil uji maka sampel PGPR mengandung koloni bakteri *Bacillus sp* dengan kerapatan  $1,4 \times 10^6$  cfu mL<sup>-1</sup>.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PGPR akar bambu belum mampu menghasilkan pertumbuhan dan hasil bawang merah secara maksimal. Patading & Ai (2021) menyatakan bahwa penyiraman PGPR akar bambu tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi, lebar dan jumlah daun bawang merah. Penelitian Mahdiannoor *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penggunaan PGPR akar bambu tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah, diameter dan berat umbi

bawang merah. Belum maksimalnya respon pertumbuhan dan hasil bawang merah terhadap pemberian PGPR akar bambu pada beberapa penelitian sebelumnya disebabkan oleh kondisi media tumbuh dan berkembang tanaman yang tidak mendukung, misalnya karena rendahnya pH tanah, sehingga bakteri PGPR kurang berkembang dan unsur P kurang tersedia untuk tanaman (Mahdiannoor *et al.*, 2020).

Penggunaan PGPR akar bambu pada penelitian ini akan dimaksimalkan pengaruh dan perannya dengan menciptakan kondisi media tumbuh yang mendukung untuk aktivitas bakteri PGPR. Penelitian ini akan menggunakan lahan yang memiliki pH netral (5,7-7) dan penggunaan pupuk kandang sehingga diharapkan bakteri PGPR akar bambu akan berperan maksimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah. Pupuk anorganik yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk NPK 15-10-12. Pupuk tersebut dipilih karena merupakan pupuk yang mendapatkan subsidi dari pemerintah pada tahun 2023 sehingga dengan harganya yang terjangkau maka pupuk ini merupakan pupuk yang paling banyak dipilih dan digunakan oleh mayoritas petani bawang merah.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji respons tanaman bawang merah terhadap pemberian beberapa konsentrasi PGPR akar bambu dan pupuk NPK berbagai dosis serta mendapatkan perlakuan yang terbaik dalam upaya mengurangi penggunaan pupuk NPK 15-10-12.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian berada di Desa Sandaran Galeh Kota Sungai Penuh Provinsi Jambi yang memiliki ketinggian medium yaitu 836 m dpl. Penelitian dilakukan dari

bulan Juli hingga bulan September 2023. Lahan penelitian sebelumnya adalah bekas sawah dan pernah ditanami padi, cabai, sawi, dan lain-lain. Jenis tanah lahan penelitian adalah Kambisol distrik (*Andic Dystrudepts*)/*Inceptisols* (Peta Tanah, 2023). Hasil analisis Laboratorium Analisa PT. Binasawit Makmur terhadap tanah sebelum penelitian dengan memperhatikan kriteria Balittanah 2005. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki pH 5,75 (agak masam), N total 0,17% (rendah), C organik 1,74% (rendah), K-dd 1,14 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup> (sangat tinggi), P tersedia 15,29 ppm (sangat tinggi), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 219,01 mg/100 g (sangat tinggi), K<sub>2</sub>O 333,78 mg/100 g (sangat tinggi).

Bahan yang digunakan antara lain pupuk NPK Phonska 15-10-12, bibit bawang merah (varietas Bima Brebes), PGPR akar bambu, pupuk kandang, air, pupuk ZA, pestisida nabati, pestisida kimia, dan lain-lain. Alat yang digunakan antara lain mulsa plastik, meteran, cangkul, ember, timbangan digital, gelas ukur, dan lainnya.

PGPR akar bambu dalam penelitian ini menggunakan PGPR *indigenous* produk Klinik Agen Hayati Setia Tani Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci di bawah pembinaan BPTPH Provinsi Jambi. Pengujian terhadap kandungan bakteri PGPR yang digunakan pada penelitian ini belum sempat dilakukan, tetapi untuk mengetahui kandungannya bisa mengacu kepada data hasil pengujian Laboratorium Agens Hayati BBPOPT terhadap sampel PGPR kiriman LPHP Sungai Tiga BPTPH Provinsi Jambi pada tahun 2022. Berdasarkan hasil uji maka sampel PGPR mengandung koloni bakteri *Bacillus* sp dengan kerapatan 1,4 x 10<sup>6</sup> cfu mL<sup>-1</sup>.

Penelitian menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dan 4 kelompok. Perlakuan merupakan kombinasi

dan non kombinasi beberapa konsentrasi PGPR dan dosis NPK yang terdiri dari : P<sub>0</sub> (tanpa PGPR dan tanpa NPK); P<sub>1</sub> (NPK 525 kg ha<sup>-1</sup>); P<sub>2</sub> (PGPR 5 mL L<sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha<sup>-1</sup>); P<sub>3</sub> (PGPR 10 mL L<sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha<sup>-1</sup>); P<sub>4</sub> (PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup>); P<sub>5</sub> (PGPR 20 mL L<sup>-1</sup>). Data dianalisis menggunakan aplikasi DSAASTAT versi 1.514 pada taraf p = 5%.

Bibit yang digunakan telah disimpan sebelumnya selama 2-4 bulan. Bibit dipilih yang sehat, bulat, warnanya mengkilat, tidak kempes serta kulitnya tidak luka. Bibit bawang merah dikelompokkan berdasarkan diameter umbi untuk masing-masing kelompok/ulangan, yaitu kelompok 1 (berdiameter >2,5 cm), kelompok 2 (berdiameter 2,5-2,1 cm), kelompok 3 (berdiameter 2-1,5 cm) dan kelompok 4 (berdiameter <1,5 cm).

Lahan penelitian disiapkan dengan cara dibersihkan dan dicangkul saat 3 minggu sebelum tanam. Petak percobaan berukuran 100 cm x 160 cm, tinggi petakan 30 cm. Jumlah petak percobaan yang dibuat sebanyak 6 petak per kelompok. Karena ada 4 kelompok maka total petak percobaan sebanyak 24 petak. Jarak antar petak dan antar kelompok adalah 40 cm dan 50 cm. Pengapuran lahan tidak dilakukan karena lahan penelitian memiliki pH 5,7.

Pupuk kandang diberikan pada setiap petak percobaan dengan dosis 25 t ha<sup>-1</sup> (Latarang & Syakur, 2006) atau 4 kg untuk semua petak percobaan secara merata pada saat 1-2 minggu sebelum tanam. Pupuk kandang digunakan karena hasil analisis tanah sebelum penelitian menunjukkan bahwa tanah memiliki N total 0,17% (rendah), dan C organik 1,74% (rendah) (Laboratorium Analisa PT. Binasawit Makmur, 2023).

Mulsa plastik dipasang pada saat 3 hari sebelum tanam yang bertujuan menjaga tanah tetap lembab dan menekan tumbuhnya gulma. Mulsa plastik dilubangi untuk penanaman bibit dengan jarak 20 cm x 20 cm. Setiap petak percobaan akan berisi 30 tanaman bawang merah dan 6 tanaman sampel ditetapkan secara acak.

Pupuk NPK Phonska 15-10-12 diberikan sekali sebagai pupuk dasar yaitu umur 7 hari sebelum tanam (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2021). Pupuk NPK Phonska 15-10-12 diberikan sesuai dosis perlakuan dengan cara ditebar merata di atas tiap petak percobaan lalu diaduk secara merata. Dosis NPK phonska 15-10-12 yang digunakan terdiri dari: 525 kg ha<sup>-1</sup> atau 84 g untuk setiap petak (dosis rekomendasi Balai Penelitian Tanah); 400 kg ha<sup>-1</sup> atau 64 g untuk setiap petak; 275 kg ha<sup>-1</sup> atau 44 g untuk setiap petak; dan 150 kg ha<sup>-1</sup> atau 24 g untuk setiap petak.

PGPR akar bambu diaplikasikan sebanyak 3 kali (pada saat umur 0, umur 7 HST dan umur 14 HST sesuai dengan taraf konsentrasi perlakuan). PGPR akar bambu yang digunakan terdiri dari konsentrasi 20, 15, 10, dan 5 mL L<sup>-1</sup>. Banyaknya larutan PGPR akar bambu yang diberikan ke tanaman sebanyak 100 mL ke tiap lubang tanam pada permukaan tanah sekitar perakaran tanaman (Ichwan *et al.*, 2021).

Pupuk ZA diberikan pada saat 15 dan 35 hari setelah tanam. Setiap petak diberikan dosis pupuk ZA yang sama yaitu 185 kg ha<sup>-1</sup> (Balai Penelitian Tanah, 2021) atau 0,5 g per tanaman. Pupuk ZA diberikan dengan cara dibenamkan pada lubang yang ditugal sedalam 3-5 cm berjarak 5 cm di samping tanaman.

Sebelum dilakukan penanaman, dilakukan pemotongan 1/3 ujung umbi bibit agar tunas dapat tumbuh dengan cepat dan

seragam. Setiap lubang tanam diisi 1 umbi. Tanaman sakit, abnormal dan mati segera diganti dengan menanam umbi baru yang sehat paling lambat 1 minggu setelah tanam agar pertumbuhan seragam.

Bawang merah rentan terhadap serangan hama ulat grayak (*Spodoptera sp*) dan penyakit busuk ujung daun (*Phytophthora porri*). Upaya awal pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dilakukan secara ramah lingkungan, dimulai dengan menggunakan bibit unggul dan sehat, sanitasi dan pembuangan tanaman sakit, aplikasi insektisida dan fungisida nabati, dan penggunaan pestisida kimia secara selektif jika serangan OPT semakin meningkat.

Panen dilakukan pada umur 60 HST dengan penampakan 60% daun menguning dan tanaman rebah. Panen dilaksanakan saat cuaca yang cerah dan kondisi lahan yang kering untuk memudahkan pengambilan data penelitian dan mencegah serangan penyakit busuk umbi saat penyimpanan di gudang.

Pengamatan parameter pertumbuhan dilakukan pada tinggi tanaman saat 5 MST, jumlah daun saat 5 MST, kandungan klorofil daun saat 35 HST. Parameter hasil yang diamati adalah jumlah umbi, bobot segar

umbi, bobot per umbi, bobot kering umbi. Analisis varians data menggunakan software DSAASTAT versi 1.514 dengan uji lanjut DMRT taraf 5% jika perlakuan memberikan pengaruh nyata dan untuk melihat perbedaan setiap perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Analisis ragam memperlihatkan perlakuan PGPR dan pupuk NPK memberi pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun maupun tinggi tanaman bawang merah pada 5 MST (Tabel 1). Perlakuan  $P_1$  menghasilkan tanaman bawang merah tertinggi (43,06 cm). Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan  $P_0$  dan  $P_1$  memiliki pengaruh yang berbeda nyata. Perlakuan  $P_0$  tidak menggunakan pupuk NPK dan PGPR dan menghasilkan tinggi tanaman 36,97 cm. Berdasarkan uji lanjut perlakuan  $P_1$  menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yaitu perlakuan  $P_4$  (42,06 cm), perlakuan  $P_2$  (40,48 cm), perlakuan  $P_3$  (39,71 cm) dan perlakuan  $P_5$  (39,01 cm). Perlakuan  $P_0$  menghasilkan tinggi tanaman terendah (36,97 cm).

Tabel 1. Pengaruh aplikasi PGPR dan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman bawang merah umur 5 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
	--cm--	--helai--
$P_0$ (tanpa PGPR dan tanpa NPK)	36,97 b	28,17 b
$P_1$ (NPK 525 kg ha <sup>-1</sup> )	43,06 a	35,88 a
$P_2$ (PGPR 5 mL L <sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha <sup>-1</sup> )	40,48 ab	34,96 a
$P_3$ (PGPR 10 mL L <sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha <sup>-1</sup> )	39,71 ab	36,67 a
$P_4$ (PGPR 15 mL L <sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha <sup>-1</sup> )	42,60 a	35,50 a
$P_5$ (PGPR 20 mL L <sup>-1</sup> )	39,01 ab	33,50 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5 %.

Tanaman bawang merah tertinggi (43,06 cm) diperoleh pada perlakuan P<sub>1</sub>, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>4</sub> (42,60 cm) (Tabel 1). Data penelitian ini memperlihatkan bahwa pada kedua perlakuan tersebut tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan karena tersedianya hara yang cukup. Pupuk NPK dosis rekomendasi telah mencukupi kebutuhan tanaman untuk meningkatkan tinggi tanaman (Saragih *et al.*, 2014 dan Lehar *et al.*, 2012).

Penelitian Jumiaty & Rosmini (2021) memperlihatkan bahwa penggunaan pupuk NPK 100% memberi pengaruh yang nyata pada fase perkembangan vegetatif bawang merah (jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah anakan). Penelitian yang lain memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK pada tanaman bawang merah meningkatkan tinggi tanaman saat 4 MST dan jumlah anakan saat 6 MST (Mehran *et al.*, 2016).

Perlakuan P<sub>4</sub> yang menggunakan PGPR konsentrasi 15 mL L<sup>-1</sup> mampu meningkatkan tinggi tanaman meskipun hanya dikombinasikan dengan 150 kg ha<sup>-1</sup> pupuk NPK (28,6% dari rekomendasi). Pada kombinasi tersebut PGPR mampu berperan memacu pertumbuhan karena adanya hormon pertumbuhan yang dihasilkan (biostimulan), membantu tanaman dalam memperoleh unsur hara penting (biofertilizer) serta berperan mengendalikan patogen tanah (Marom *et al.*, 2017). PGPR mampu berperan memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon auksin, sitokinin, asam giberelat dan meningkatkan perkecambahan biji dan perkembangan akar (Deepali & Gangwar, 2010).

Berdasarkan hasil analisis kandungan PGPR akar bambu produk BPTPH Provinsi

Jambi yang pernah dilakukan di Laboratorium Agens Hayati BBPOPT, maka diketahui PGPR akar bambu memiliki kandungan bakteri *Bacillus* dengan kerapatan 1,4 x 10<sup>6</sup> cfu mL<sup>-1</sup>. Mekanisme *Bacillus* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terjadi di antaranya melalui pelarutan P organik, fiksasi N<sub>2</sub>, produksi siderofor, serta produksi dan atau stimulasi fitohormon (Lugtenberg & Kamilova, 2009; Kumar & Prakash, 2011).

Sekitar 80% bakteri yang mengkoloni rizosfer memproduksi *Indole Acetic Acid* (IAA) (Kumar & Prakash, 2011) dan *Bacillus* diketahui mampu menghasilkan fitohormon berupa *Indole Acetic Acid* (IAA) atau hormon auksin (Istiqomah *et al.*, 2017). *Bacillus* juga diketahui menghasilkan hormon giberelin dari strain *B. pumilus* dan *B. licheniformis* (Gutiérrez-Mañero *et al.*, 2001), sedangkan hormon sitokinin lebih banyak dihasilkan oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* (De Salamone *et al.*, 2001 dalam Yanti, 2019).

IAA dan giberelin yang dihasilkan oleh *Bacillus* akan berperan dalam memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang merah. IAA adalah fitohormon yang terlibat dalam inisiasi akar, pembelahan sel dan pembesaran sel, meningkatkan pertumbuhan akar dan panjang akar, sehingga luas permukaan akar yang lebih besar memungkinkan tanaman untuk menyerap lebih banyak nutrisi dari tanah (Yanti, 2019). Giberelin berperan memodifikasi morfologi tumbuhan dengan perpanjangan jaringan tanaman, terutama jaringan batang (Salisbury, 1994). Peran IAA dan giberelin tersebut akan memacu peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi dan bobot umbi bawang merah pada penelitian ini.

Hasil pengamatan jumlah daun pada umur 5 MST memperlihatkan perlakuan P<sub>3</sub>

menghasilkan jumlah daun terbanyak (36,67 helai) (Tabel 1). Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan  $P_0$  dan  $P_3$  menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata. Perlakuan  $P_0$  menghasilkan jumlah daun paling sedikit yaitu 28,17 helai. Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan  $P_3$  menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yaitu  $P_1$  (35,88 helai),  $P_4$  (35,5 helai),  $P_2$  (34,96 helai) dan  $P_5$  (33,5 helai).

Tabel 1 memperlihatkan jumlah daun terbanyak diperoleh pada perlakuan  $P_3$ . Ernita *et al.* (2016) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa penggunaan rizobakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* dapat meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman bawang merah. Penggunaan PGPR konsentrasi 10 mL L<sup>-1</sup> pada perlakuan  $P_3$  mampu meningkatkan jumlah daun. Penggunaan konsentrasi PGPR 10 mL L<sup>-1</sup> mampu meningkatkan panjang, jumlah dan luas daun bawang merah dibandingkan dengan tanpa pemberian PGPR (Kania & Maghfoer, 2018).

Efisiensi pemakaian pupuk anorganik dan kebutuhan hormon tanaman dapat ditingkatkan dengan aplikasi PGPR, sehingga akan meningkatkan panjang akar dan pertumbuhan tanaman (Ningrum *et al.*, 2017).

#### **Jumlah, Bobot Segar dan Bobot Kering Umbi**

Analisis ragam memperlihatkan perlakuan beberapa konsentrasi PGPR dan pupuk NPK beberapa dosis memberi pengaruh yang nyata terhadap jumlah, bobot segar dan bobot kering umbi (Tabel 2). Jumlah umbi setiap rumpun terbanyak diperoleh pada perlakuan  $P_3$  (7,25 umbi). Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan  $P_0$  dan  $P_3$  menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata. Perlakuan  $P_0$  menghasilkan

5,79 umbi. Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan  $P_3$  menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan  $P_4$  (7,08 umbi), perlakuan  $P_1$  (6,75 umbi), perlakuan  $P_2$  (6,42 umbi), dan perlakuan  $P_5$  (6,42 umbi). Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan terhadap jumlah daun (Tabel 1) dimana perlakuan  $P_3$  memiliki rata-rata jumlah daun terbanyak.

Jumlah daun akan berpengaruh pada jumlah umbi yang akan terbentuk. Umbi bawang merah terbentuk dari penyatuan dan pembesaran lembaran daun. Jumlah daun akan meningkatkan proses fotosintesis yang terjadi, sehingga akan semakin besar pula fotosintat yang disalurkan ke umbi (Ramadhan & Maghfoer, 2018).

Sumarni *et al.* (2012) menyatakan bahwa proses penyatuan dan pembesaran lapisan daun menjadi umbi bawang merah tidak terlepas dari peran unsur Nitrogen (N). Nitrogen merupakan unsur yang memproduksi asam nukleat di inti sel serta berperan dalam pembentukan sel tanaman. Unsur N akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Hasil fotosintat akan digunakan tanaman pada proses pembentukan dan pembesaran umbi. Ketersediaan unsur N dapat ditingkatkan dengan fiksasi non simbiosis N<sub>2</sub> oleh bakteri *Bacillus* yang mampu mengikat N<sub>2</sub> dari atmosfer dan dari dalam tanah (Riggs *et al.*, 2001).

Jumlah dan bobot umbi bawang merah juga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur P. Bakteri PGPR berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur P untuk tanaman. Unsur P tersedia bagi tanaman dengan mekanisme bakteri PGPR dalam melakukan transformasi P organik yang tidak tersedia untuk tanaman menjadi P anorganik yang dapat diserap oleh tanaman melalui mekanisme pembentukan khelat dan produksi asam-asam organik seperti asam

asetat, format, laktat, glikolat dan lainnya (Suliasih *et al.*, 2010).

Perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan bobot segar umbi paling tinggi (64,5 g). Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata dengan

perlakuan P<sub>0</sub> (50,25 g). Berdasarkan uji lanjut maka perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan P<sub>4</sub> (62,17 g), perlakuan P<sub>2</sub> (58,96 g) dan perlakuan P<sub>3</sub> (56,42 g).

Tabel 2. Pengaruh aplikasi PGPR dan pupuk NPK terhadap jumlah umbi, bobot segar umbi dan bobot kering umbi bawang merah

Perlakuan	Jumlah Umbi per Rumpun	Bobot Segar Umbi per Rumpun	Bobot Kering Umbi per Rumpun
	--satuan--	--g--	--g--
P <sub>0</sub> (tanpa PGPR dan tanpa NPK)	5,79 b	50,25 c	46,46 c
P <sub>1</sub> (NPK 525 kg ha <sup>-1</sup> )	6,75 ab	64,5 a	59,79 a
P <sub>2</sub> (PGPR 5 mL L <sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha <sup>-1</sup> )	6,42 ab	58,96 abc	54,92 abc
P <sub>3</sub> (PGPR 10 mL L <sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha <sup>-1</sup> )	7,25 a	56,42 abc	52,29 abc
P <sub>4</sub> (PGPR 15 mL L <sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha <sup>-1</sup> )	7,08 a	62,17 ab	57,50 ab
P <sub>5</sub> (PGPR 20 mL L <sup>-1</sup> )	6,42 ab	53,42 bc	49,63 bc

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5 %.

Perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan bobot segar dan bobot kering umbi tertinggi (64,5 g dan 59,79 g) walaupun rata-rata jumlah umbi lebih sedikit dari perlakuan P<sub>3</sub> dan perlakuan P<sub>4</sub>, hal ini disebabkan karena perlakuan P<sub>1</sub> memiliki bobot segar per umbi paling tinggi (9,41 g) dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3).

Dosis rekomendasi NPK (525 kg ha<sup>-1</sup>) telah menyediakan hara yang cukup untuk peningkatan bobot umbi. Penelitian Mehran *et al.* (2016) memperlihatkan bahwa aplikasi pupuk NPK pada tanaman bawang merah berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot segar dan kering umbi per rumpun, per plot dan per ha.

Perlakuan P<sub>4</sub> menghasilkan bobot segar dan kering umbi pada urutan kedua dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>1</sub> (Tabel 2). Penggunaan PGPR konsentrasi 15 mL L<sup>-1</sup> pada perlakuan P<sub>4</sub> yang dikombinasikan dengan pupuk NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan bobot segar

umbi. Hal ini sejalan dengan penelitian Maghfoer&Maskur (2019) yang menyatakan penggunaan konsentrasi PGPR 15 mL memberikan hasil produksi bawang merah tertinggi dibandingkan perlakuan PGPR lainnya.

PGPR akar bambu yang digunakan pada penelitian ini berperan dalam meningkatkan bobot segar umbi dan bobot kering umbi bawang merah, hal ini karena adanya peran hormon IAA dan giberelin yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus* pada PGPR akar bambu. Hormon IAA dan giberelin berperan dalam pembelahan sel dan pembesaran sel, meningkatkan pertumbuhan akar dan panjang akar sehingga akan meningkatkan bobot umbi bawang merah (Yanti, 2019). Menurut Gardner *et al.* (1991) hormon auksin pada konsentrasi tertentu mampu mendorong pembentukan akar adventif. Akar adventif pada tanaman bawang merah mampu mempercepat penyerapan air dan unsur hara dari dalam tanah sehingga

mempercepat proses metabolisme tanaman dan sejalan dengan hasil penelitian dari Herani *et al.* (2023), Pramukyana *et al.* (2018), Katrin *et al.* (2021) dan Cokrosudibyo *et al.* (2023).

Bobot umbi juga dipengaruhi oleh unsur fosfat. Bakteri *Bacillus* mampu memproduksi enzim *fosfomonoesterase* (PMEase) yang berfungsi untuk melarutkan fosfat yang terikat dalam permukaan oksida-oksida besi dan aluminium dalam bentuk senyawa Fe-P dan Al-P (Widawati *et al.*, 2015) sehingga fosfat dapat diserap tanaman untuk digunakan pada perkembangan umbi bawang merah. Sutedjo (2008) menjelaskan bahwa unsur P berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan akar dan mempercepat pembentukan umbi maupun biji dan berperan dalam meningkatkan hasil umbi-umbian.

**Bobot Segar per Umbi dan Kandungan Klorofil Daun**

Analisis ragam memperlihatkan perlakuan beberapa konsentrasi PGPR dan

pupuk NPK beberapa dosis memberi pengaruh yang tidak nyata terhadap bobot segar per umbi. Perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan bobot tertinggi yaitu sebesar 9,41 g dan perlakuan P<sub>3</sub> menghasilkan bobot per umbi terendah sebesar 7,62 g (Tabel 3). Dosis rekomendasi NPK (525 kg ha<sup>-1</sup>) telah menyediakan hara yang cukup untuk peningkatan bobot per umbi.

Analisis kandungan klorofil daun dilakukan pada sampel daun masing-masing perlakuan yang diambil pada saat 35 HST dimana perkembangan vegetatif tanaman dalam keadaan maksimal. Hasil analisis terhadap kandungan klorofil daun dari masing-masing perlakuan (Tabel 3) menunjukkan perlakuan P<sub>2</sub> menghasilkan daun dengan kandungan klorofil tertinggi sebesar 5,84 mg L<sup>-1</sup> dan yang terendah di perlakuan P<sub>0</sub> sebesar 4,96 mg L<sup>-1</sup>. Kandungan klorofil pada urutan berikutnya yaitu perlakuan P<sub>5</sub> (5,81 mg L<sup>-1</sup>), perlakuan P<sub>4</sub> (5,33 mg L<sup>-1</sup>), perlakuan P<sub>1</sub> (5,22 mg L<sup>-1</sup>) dan perlakuan P<sub>3</sub> (5,22 mg L<sup>-1</sup>). Penggunaan PGPR membantu penyediaan unsur hara yang berguna dalam pembentukan klorofil.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi PGPR dan pupuk NPK terhadap bobot segar per umbi dan kandungan klorofil daun bawang merah

Perlakuan	Bobot Segar per Umbi	Kandungan Klorofil Daun*
	--g--	--mg L <sup>-1</sup> --
P <sub>0</sub> (tanpa PGPR dan tanpa NPK)	8,42	4,96
P <sub>1</sub> (NPK 525 kg ha <sup>-1</sup> )	9,41	5,22
P <sub>2</sub> (PGPR 5 mL L <sup>-1</sup> + NPK 400 kg ha <sup>-1</sup> )	9,07	5,84
P <sub>3</sub> (PGPR 10 mL L <sup>-1</sup> + NPK 275 kg ha <sup>-1</sup> )	7,62	5,22
P <sub>4</sub> (PGPR 15 mL L <sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha <sup>-1</sup> )	8,80	5,33
P <sub>5</sub> (PGPR 20 mL L <sup>-1</sup> )	8,10	5,81

Keterangan : \* Hasil analisis Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Jambi

PGPR berperan memfiksasi dan mengubah N<sub>2</sub> bebas menjadi tersedia dan terserap oleh tanaman dalam bentuk NO<sup>3-</sup> (Ningrum *et al.*, 2017). Siagian *et al.* (2019) dalam penelitiannya menyimpulkan

perlakuan kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik menghasilkan lebih banyak penyerapan unsur hara N. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil tanaman. Kandungan klorofil akan

meningkatkan proses fotosintesis (Priasmoro *et al.*, 2021).

Perlakuan P<sub>1</sub> memiliki kandungan klorofil di bawah perlakuan P<sub>2</sub> yaitu sebesar 5,22 mg L<sup>-1</sup>, padahal perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan rata-rata bobot segar umbi tertinggi, hal ini karena bobot segar umbi bawang merah tidak hanya ditentukan semata-mata oleh kandungan klorofil daun saja, namun juga akan dipengaruhi faktor lainnya seperti tinggi tanaman, jumlah daun, ketersediaan unsur hara, air dan lain-lain.

Perlakuan P<sub>0</sub> menghasilkan kandungan klorofil terendah sebesar 4,96 mg L<sup>-1</sup>. Hal ini disebabkan karena tanaman tidak diberikan pupuk NPK dan PGPR sehingga tanaman tidak mendapatkan asupan hara esensial dan mekanisme menguntungkan bakteri PGPR untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perlakuan P<sub>1</sub> yang menggunakan pupuk NPK dosis rekomendasi Balai Penelitian Tanah

(2021) yaitu 525 kg ha<sup>-1</sup> tanpa penggunaan PGPR menghasilkan pertumbuhan tanaman dan hasil yang terbaik, namun hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P<sub>1</sub> menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan P<sub>4</sub> (PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup>) yang hanya menggunakan pupuk NPK 28,6% dari dosis rekomendasi, atau dapat dinyatakan bahwa penggunaan PGPR konsentrasi 15 mL dapat menghemat dosis rekomendasi penggunaan pupuk NPK menjadi 150 kg ha<sup>-1</sup> atau dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK sebesar 71,4%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maghfoer&Maskur (2019).

Penggunaan pupuk NPK pada masing-masing dosis perlakuan dapat dihitung tingkat efisiensinya dengan perhitungan Efisiensi Agronomis (EA) menggunakan metode Singh *et al.* (1998) untuk melihat besaran produksi yang dipengaruhi oleh besaran input pupuk NPK. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi agronomis pemupukan NPK

Dosis Pupuk NPK --kg ha <sup>-1</sup> --	Estimasi Produksi --kg ha <sup>-1</sup> --	Kenaikan Hasil dari Tanpa Pupuk --kg--	Efisiensi Agronomi --kg kg <sup>-1</sup> --
0	10,050		
525	12,900	2,850	6,31
400	11,792	1,742	5,06
275	11,284	1,234	5,22
150	12,434	2,384	18,48

Keterangan : Estimasi produksi diperoleh dari bobot umbi per rumpun (kg) dikalikan dengan 200.000 rumpun (populasi tanaman bawang merah luasan 1 ha dengan jarak tanam 20x20 cm)

Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan dosis pupuk NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> menghasilkan Efisiensi Agronomis tertinggi (18,48 kg kg<sup>-1</sup>) lebih tinggi dari penggunaan dosis pupuk NPK rekomendasi 525 kg ha<sup>-1</sup> (6,31 kg kg<sup>-1</sup>), hal ini menunjukkan bahwa penggunaan 15 mL PGPR mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK.

Pada perhitungan Efektivitas Agronomis Relatif (RAE) menggunakan metode Machay *et al.* 1984 diperoleh nilai RAE sebesar 83,65%, hal ini berarti pupuk NPK dengan dosis rekomendasi (525 kg ha<sup>-1</sup>) masih lebih efektif dibandingkan dengan dosis pupuk NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> yang dikombinasikan dengan PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> dalam menghasilkan bobot umbi bawang merah per hektar.

Dalam upaya mewujudkan budidaya bawang merah secara ramah lingkungan dan menjaga produktivitas lahan agar tetap berkelanjutan maka perlakuan PGPR konsentrasi 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK dosis 150 kg ha<sup>-1</sup> menjadi pilihan yang tepat.

### SIMPULAN

1. Kombinasi PGPR 15 mL L<sup>-1</sup> + NPK 150 kg ha<sup>-1</sup> menunjukkan pertumbuhan dan hasil bawang merah terbaik dibandingkan seluruh perlakuan.
2. Pemberian 15 mL L<sup>-1</sup> PGPR mampu mengurangi penggunaan pupuk NPK sebesar 71,4% dari dosis rekomendasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ashrafuzzaman, M., Hossen, F. A., M. Razi Ismail, 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.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2021). *Budidaya cabai merah dan bawang merah*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian dan Sekolah Vokasi IPB.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi. (2023). *Luas panen dan produksi sayuran dan buah semusim ( SBS ) Provinsi Jambi*. <https://jambi.bps.go.id/indicator/55/1913/1/luas-panen-dan-produksi-sayuran-dan-buah-semusim-sbs-.html> Access Time: February 19, 2023, 1:27 am
- Balai Penelitian Tanah. (2021). *Rekomendasi pupuk N, P, dan K untuk tanaman hortikultura (per Kabupaten)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Cokrosudibyo, F. M., Dinarti, D., & Aisyah, S. I. (2023). Pengaruh giberelin (GA3) terhadap pertumbuhan dan komponen hasil bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) Varietas Bima Brebes. *Bul. Agrohorti*, 11(2), 277–285. <https://doi.org/10.14341/diaconfiii25-26.05.23-62>
- Deepali, G. K., & Gangwar, K. (2010). Biofertilizers: an ecofriendly way to replace chemical fertilizers. In P. Duhan & R. Kataria (Eds). *Biofertilizers for sustainable agriculture*. pp 1 -13. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4921-9\\_237-1](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4921-9_237-1)
- Ernita, M., Zahanis, & Jamilah. (2016). Aplikasi rizobakteri dalam meningkatkan pertumbuhan, hasil dan ketahanan pada tanaman bawang merah. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 22(3), 131–134. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v22i3.4779>
- Firmansyah, I., & Sumarni, N. (2013). Pengaruh dosis pupuk N dan varietas terhadap pH tanah, N-total tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura*, 23(4), 358–364. <https://doi.org/10.21082/jhort.v23n4.2013.p358-364>
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants*. Diterjemahkan oleh H. Susilo. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Gutiérrez-Mañero, F. J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, F. R., & Talon, M. (2001). The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of

- physiologically active gibberellins. *Physiologia Plantarum*, 111(2), 206–211. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1110211.x>
- Hendarto, K., Widagdo, S., Ramadiana, S., & Meliana, F. S. (2021). Pengaruh pemberian dosis pupuk NPK dan jenis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 110–119.
- Herani, A., Anggorowati, D., & Gusmayanti, E. (2023). Respon pertumbuhan dan hasil bawang merah terhadap pemberian zat pengatur tumbuh dan pupuk NPK pada media gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(2), 237. <https://doi.org/10.26418/jspe.v12i2.61302>
- Hilman, Y. (2013). *Teknologi inovatif budidaya sayuran lahan kering berbasis pengelolaan hara terpadu menuju terwujudnya ekonomi biru (pertanian ramah lingkungan)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, IAARD Press.
- Ichwan, B., Rinaldi, R., & Malini, H. (2021). Pengaruh *plant growth promoting rhizobacteria* alami dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil cabai merah. *Jurnal Agroecotania : Publikasi nasional ilmu budidaya pertanian*, 4(2), 1–10. <https://doi.org/10.22437/agroecotania.v4i2.20436>
- Irfanti, D. Y., Marsuni, Y., & Liestiany, E. (2021). Uji antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* berfluorescens dari rhizosfer bambu, rumput gajah dan putri malu dalam menekan bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(1), 292–298.
- Islam, M. M., Islam, M. K., Proshad, R., Islam, M. S., Kormoker, T., & Masum Billah, K. M. M. (2017). Effect of inorganic and organic fertilizers on soil properties with vegetative growth and yield quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) in Bangladesh. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*, 11(5), 37–46. <http://www.inns.pub.net>
- Istiqomah, Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2017). Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam melarutkan fosfat dan memproduksi hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. *Buana Sains*, 17(1), 75–84.
- Jannah, M., Jannah, R., & Fahrumsyah. (2022). Kajian Literatur : Penggunaan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi pemakaian pupuk anorganik pada tanaman pertanian, Literature Review. *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 41–49.
- Jumiati, S., & Rosmini. (2021). Pengaruh dosis pupuk NPK dan PGPR akar bambu terhadap kejadian penyakit moler serta produksi pada bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki). *E-J. Agrotekbis*, 9(2), 461–469.
- Kania, S. R., & Maghfoer, M. D. (2018). Pengaruh dosis pupuk kandang kambing dan waktu aplikasi PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3), 407–414.
- Katrin, N., Nurbaiti, & Murniati. (2021). Pengaruh pemberian giberelin dan pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Dinamika Pertanian*, 37(1), 37–46.

- [https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37\(1\).7717](https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37(1).7717)
- Kementerian Pertanian. (2020). *Outlook Bawang merah komoditas pertanian subsektor hortikultura (Issues 1907–1507)*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Kumar, A., & Prakash, A. (2011). Bacteria in Agrobiology: Crop Ecosystems. *Bacteria in agrobiology: Crop Ecosystems*, May. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-18357-7>
- Laboratorium Analisa PT. Binasawit Makmur. (2023). *Hasil uji tanah Palembang ROA 113-SL-2023.pdf*.
- Latarang, B., & Syakur, A. (2006). Pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada berbagai dosis pupuk kandang. *J. Agroland*, 13(3), 265–269.
- Lehar, L., Arifin, Z., Sine, H. M. C., Lengkong, E. F., & Sumayku, B. R. A. (2012). pemanfaatan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dalam meningkatkan pola pertumbuhan bawang merah lokal (*Allium ascalonicum* L.) Sabu Raijua NTT. *Partner*, 23(1), 646–656.
- Liu, J., Shu, A., Song, W., Shi, W., Li, M., Zhang, W., Li, Z., Liu, G., Yuan, F., Zhang, S., & others. (2021). Long-term organic fertilizer substitution increases rice yield by improving soil properties and regulating soil bacteria. *Geoderma*, 404, 115287.
- 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>
- Maghfoer, M. D., & Maskur, A. (2019). Pengaruh komposisi pupuk organik-anorganik dan konsentrasi pemberian PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*) Varietas Bauji. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(3).
- Mahdiannoor, Murjani, & Isma. (2020). Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada pemberian berbagai dosis pupuk kandang kotoran sapi dan PGPR akar bambu. *Rawa Sains: Jurnal Sains Stiper Amuntai*, 9(2), 763–771. <https://doi.org/10.36589/rs.v9i2.103>
- Marom, N., Rizal, F., & Bintoro, M. (2017). Uji efektivitas saat pemberian dan konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap produksi dan mutu benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(2), 174–184. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i2.43>
- Mehran, M., Kesumawaty, E., & Sufardi, S. (2016). Pertumbuhan dan hasil beberapa varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L) pada tanah aluvial akibat pemberian berbagai dosis pupuk NPK. *Jurnal Floratek*, 11, 117–133. <http://e-repository.unsyiah.ac.id/floratek/article/view/7457>
- Ningrum, W. A., Wicaksono, Karuniawan, P., & Tyasmoro, Setyono, Y. (2017). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and rabbit compost on growth and production of sweet corn (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 433–440.
- Patading, G. F., & Ai, N. S. (2021). Efektifitas penyiraman PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) terhadap tinggi, lebar daun dan jumlah daun bawang merah (*Allium cepa* L.). *Biofaal Journal*, 2(1), 35–41. <https://>

- doi.org/10.30598/biofaal.v2i1pp35-41
- Peta Tanah. (2023). *Peta tanah dan lokasi sampel tanah di kawasan perkebunan kota Sungai Penuh*. Dokumen Deskripsi Pendaftaran Geografis Kopi Robusta Sungai Penuh Provinsi Jambi.
- Petrokimia Gresik. (2022). *Pupuk NPK Phonska*. <https://petrokimia-gresik.com/product/pupuk-spesifikasi-komoditi>
- Pramukyana, L., Kendarini, N., & Respatijarti, R. (2018). Respon pemberian konsentrasi GA3 terhadap pembungaan dua varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(7), 1433–1441.
- Priasmoro, Pangestu, Y., Tyasmoro, Yudo, S., Barunawati, & Nunun. (2021). Pengaruh pemberian *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 9(4), 243–250.
- Ramadhan, M. P., & Maghfoer, M. D. (2018). Respon dua varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(5), 700–707.
- Riggs, P. J., Chelius, M. K., Iniguez, A. L., Kaeppler, S. M., & Triplett, E. W. (2001). Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. *Functional Plant Biology*, 28(9), 829–836. <https://doi.org/10.1071/PP01045>
- Salisbury, F. B. (1994). The role of plant hormones. In R. E. Wilkinson (Ed). *Plant-Environment Interactions*. pp 39–81. Marcel Dekker, New York, USA.
- Saragih, R., Sengli, B., Damanik, J., & Siagian, B. (2014). Pertumbuhan dan produksi bawang merah dengan pengolahan tanah yang berbeda dan pemberian pupuk NPK. *Agroekoteknologi*, 2(2), 712–725. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i2.7078>
- Siagian, T. V., Fandy, H., & Tyasmoro, S. Y. (2019). Pengaruh Pemberian dosis pupuk NPK dan hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(11), 2151–2160.
- Suliasih, Widawati, S., & Muharam, A. (2010). Aplikasi pupuk organik dan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dan aktivitas mikroba tanah. *Jurnal Hortikultura*, 20(3), 241–246. <https://doi.org/10.21082/jhort.v20n3.2010.p%p>
- Sumarni, N., Rosliani, R., & Suwandi. (2012). Optimasi jarak tanam dan dosis pupuk NPK untuk produksi bawang merah dari benih umbi mini di dataran tinggi. *Jurnal Hortikultura*, 22(2), 147–154. <https://doi.org/10.21082/jhort.v22n2.2012.p148-155>
- Sutedjo, M. M. (2008). *Pupuk dan cara pemupukan tanah pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Varvel, G. E., & Wilhelm, W. W. (2008). Soil carbon levels in irrigated Western Corn belt rotations. *Agronomy Journal*, 100(4), 1180–1184. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0383>
- Walida, H., Siregar, A. A., & Prawanda, A. (2018). Isolasi bakteri dari rendaman akar bambu dan respon pemberiannya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L.). *Agroplasma (STIPER)*

- Labuhan Batu*, 5(1), 1–8.  
<https://doi.org/10.36987/agr.v5i1.173>
- Widawati, S., Suliasih, & Saefuddin. (2015). Isolasi dan uji efektivitas *plant growth promoting rhizobacteria* di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) var. Wilis. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversifikasi Indonesia*, 1(1), 59–65.  
<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010109>
- Wu, H., & Ge, Y. (2019). Excessive application of fertilizer, agricultural non-point source pollution, and farmers' policy choice. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041165>
- Yanti, Y. (2019). Peranan rizobakteri dalam menunjang pertanian yang berkelanjutan. *Pokok-Pokok Pikiran Dosen Fakultas Pertanian Universitas Andalas*, 289–324.