

Uji Berbagai Konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* Akar Bambu dan Dosis Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung

(Testing Various Concentrations of Bamboo Root Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Doses of Cow Manure on the Vegetative Growth of Corn Plants)

Muhammad Yusran*, Munawir, Nur Zaman

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Teknologi Sulawesi

*Corresponding email: yusranmuhammad761@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to optimize the growth of maize plants (*Zea mays* L.) through the application of various concentrations of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and doses of cow manure. PGPR is known to enhance nutrient availability and improve plant resilience to environmental conditions, while cow manure serves as an organic nutrient source that supports plant growth. The research was conducted in the village of Lekopancing, Tanralili district, Maros regency, at an elevation of 0-40 meters above sea level. The study was designed using a factorial randomized block design (RBD). The first factor was the concentration of PGPR with 4 levels: without PGPR (P0), PGPR 10 ml l⁻¹ water (P1), PGPR 20 ml l⁻¹ water (P2), and PGPR 30 ml l⁻¹ water (P3). The second factor was the dose of cow manure, consisting of 4 levels: without manure (K0), cow manure at 15 tons ha⁻¹ (K1), 25 tons ha⁻¹ (K2), and 35 tons ha⁻¹ (K3). The observed parameters included plant height (cm), number of leaves (leaves), flowering time (DAP), leaf area (cm²). The results showed no interaction between the application of PGPR and cow manure for all observed parameters. However, various concentrations of PGPR had a highly significant effect on all measured parameters, with PGPR at a concentration of 20 ml l⁻¹ water yielding the best results for plant height (176.49 cm), number of leaves (15.46 leaves), leaf area (516.99 cm²), and 50% flowering time (52.33 DAP).

Keywords: Cow Manure Fertilizer; Maize; PGPR.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) melalui penerapan berbagai konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan dosis pupuk kandang sapi. PGPR dikenal berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi dan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan, sedangkan pupuk kandang sapi merupakan sumber nutrisi organik yang mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian dilaksanakan di desa Lekopancing, kecamatan Tanralili kabupaten Maros. Ketinggian 0-40 mdpl. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi PGPR dengan 4 tingkatan: tanpa PGPR (P0), PGPR 10 mL L⁻¹ air (P1), PGPR 20 mL L⁻¹ air (P2), dan PGPR 30 mL L⁻¹ air (P3). Faktor kedua adalah dosis pupuk kandang sapi yang terdiri dari 4 tingkatan: tanpa pupuk kandang (K0), pupuk kandang sapi 15 ton ha⁻¹ (K1), 25 ton ha⁻¹ (K2), dan 35 ton ha⁻¹ (K3). Parameter yang diamati meliputi Tinggi tanaman (cm), Jumlah daun (helai), umur berbunga (HST), luas daun (cm²). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara aplikasi PGPR dan pupuk kandang sapi pada semua parameter yang diamati. Namun, aplikasi berbagai konsentrasi PGPR memberikan pengaruh sangat signifikan terhadap semua parameter yang diukur, di mana PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air memberikan hasil terbaik untuk tinggi tanaman (176,49 cm), jumlah daun (15,46 helai), luas daun (516,99 cm²) dan umur berbunga 50% (52,33 HST).

Kata Kunci: Pupuk Kandang Sapi; Jagung; PGPR.

1. PENDAHULUAN

Produksi jagung Sulawesi Selatan pada tahun 2023, mencapai lebih dari 1,38 juta ton, yang menjadikan provinsi ini sebagai salah satu lumbung jagung nasional (Statistik B.P., 2024). Prestasi ini juga membuat provinsi Sulawesi Selatan, menempati peringkat ketiga tertinggi dalam Indeks Ketahanan Pangan (IKP). Sebagaimana dilaporkan Nasional B.P. (2023) lima provinsi yang menempati peringkat tertinggi dalam Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yaitu Bali (85,19), Jawa Tengah (82,95), Sulawesi Selatan (81,38), Kalimantan Selatan (81,05), dan DI Yogyakarta (80,88).

Namun demikian, pertumbuhan produktivitas pangan di Sulawesi Selatan menghadapi berbagai tantangan. Tantangan-tantangan tersebut termasuk penyusutan luas lahan pertanian, degradasi kualitas tanah akibat erosi, penggunaan berlebihan bahan kimia seperti pupuk anorganik, pestisida, dan herbisida, serta pencemaran logam berat dan dampak perubahan iklim. Hal ini berujung pada penurunan kualitas sumber daya lahan yang pada akhirnya menurunkan produksi pangan. Kondisi diatas sesuai pernyataan Direktur Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian (2016), bahwa Penggunaan pupuk anorganik secara intensif dan berlebihan selama lebih dari tiga puluh tahun telah mengakibatkan penurunan kualitas lahan. Hal ini terjadi karena kerusakan struktur tanah, munculnya tanah sakit (*soil sickness*), kelelahan tanah (*soil fatigue*), serta berkurangnya efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

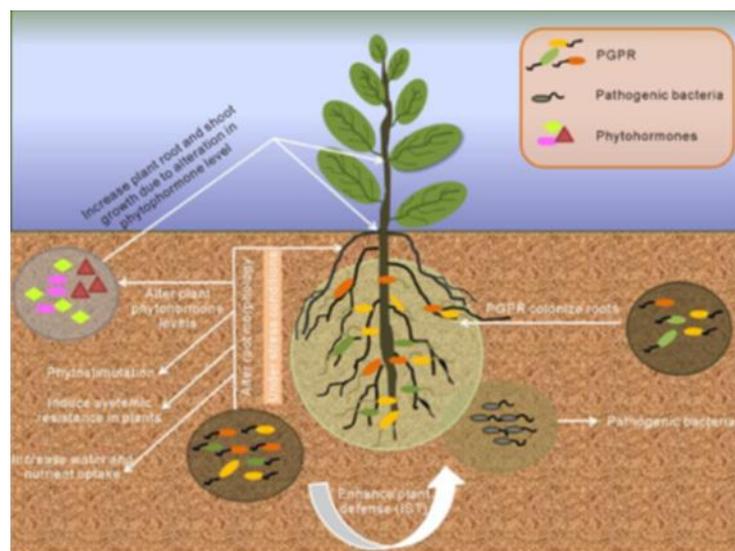
Jagung sebagai salah satu bahan pangan utama setelah beras, memiliki peran penting di Sulawesi Selatan. Provinsi ini merupakan salah satu penghasil jagung terbesar di Indonesia setelah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung. Pada tahun 2022, luas panen dan produksi jagung di Sulawesi Selatan masing-masing mencapai 196.218,71 ha dan 1.152.062,7 ton, dengan produktivitas 58,71 ton ha⁻¹ (Statistik B.P., 2023).

Untuk mempertahankan produktivitas jagung dan mendukung daya dukung lahan, diperlukan inovasi dalam teknologi budidaya tanaman. Teknologi ini harus mampu mengatasi dampak negatif penggunaan pupuk anorganik sambil meningkatkan hasil produksi jagung. Salah satu solusi yang diusulkan adalah optimalisasi penggunaan pupuk organik atau hayati. Hal ini sejalan dengan pandangan Samad (2019), yang menyatakan bahwa sistem budidaya organik dapat meningkatkan kualitas tanah sebagai media tumbuh dan sumber nutrisi bagi tanaman, sehingga kesuburan tanah dan kelestarian lingkungan tetap terjaga.

Limbah kotoran sapi, yang sering kali tidak dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat, dapat diubah menjadi pupuk organik sebagai alternatif media tanam. Pemanfaatan kotoran sapi

sebagai pupuk organik terbukti memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hawayanti *et al.*, (2021), penerapan pupuk organik dengan dosis 15 ton ha⁻¹ mampu meningkatkan tinggi tanaman jagung manis hingga mencapai 144,16 cm dan jumlah daun 10,58 helai. Hasil ini didukung pula penelitian yang dilakukan pada tanaman jagung manis oleh Puspita Sari dan Sudiarso (2019) dimana dalam laporannya menunjukkan bahwa Interaksi perlakuan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dengan dosis 20 mL L⁻¹ air dan pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 20 ton ha⁻¹ menunjukkan peningkatan yang signifikan pada tinggi tanaman hingga 199,96 cm dan luas daun hingga mencapai 5078,06 cm².

Selain menggunakan pupuk kandang sapi, pengembangan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat dijadikan alternatif untuk meningkatkan daya dukung dan keberlanjutan lahan pertanian. PGPR merupakan kelompok bakteri yang aktif mengkolonisasi akar tanaman dan berperan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman, meningkatkan hasil panen, serta memperbaiki kesuburan tanah (Mila Rahni, 2012). Bakteri dalam PGPR berkontribusi pada transfer energi, sintesis protein, koenzim, serta asam nukleat yang membantu meningkatkan penyerapan fosfor oleh tanaman (Lugtenberg dan Kamilova, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Biswas *et al.*, (2000), mengidentifikasi berbagai jenis bakteri yang terdapat dalam PGPR, termasuk bakteri penambat nitrogen seperti *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, serta bakteri pelarut fosfat seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, dan *Mycobacterium*.



Gambar 1. Koloni rhizobacteria (PGPR) pada akar tanaman (Goswami dan Deka, 2020)

Penelitian ini menggunakan PGPR dan pupuk kandang sapi yang merupakan jenis pupuk organik. Pupuk organik terbuat dari bahan alami seperti sisa tumbuhan atau kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi. Kandungan nutrisinya tidak hanya mampu menambah unsur hara bagi tanah, tetapi juga memperbaiki sifat fisik dan biologis tanaman. Pupuk organik mengandung mikronutrien yang lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk anorganik. Selain itu, daya ikat tanah yang tinggi menjadikannya cocok untuk lahan yang rawan erosi. Jenis pupuk ini juga efektif dalam menjaga kelembapan tanah. Keunggulan lainnya adalah tidak meninggalkan residu, sehingga aman digunakan dan mudah diproduksi sendiri (Ma'soem University, 2022).

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Desa Lekopancing, Kecamatan Tanralili, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, pada periode Juli hingga September 2024.

2.2. Alat dan Bahan

Berikut adalah daftar alat yang digunakan dalam penelitian ini: traktor pertanian, cangkul, hand sprayer, parang, meteran, papan nama, timbangan, gembor, ember, gayung, gelas Erlenmeyer, toples, kamera digital, serta perlengkapan tulis-menulis.

Bahan-bahan yang digunakan meliputi bibit jagung, pupuk kandang sapi, bahan untuk pembuatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) akar bambu, dan insektisida.

2.3. Survei Lokasi

Tahap awal yang sangat penting dalam menyusun rencana kerja adalah melakukan survei lokasi. Pada tahap ini, memahami kondisi tanah dan lingkungan di area penelitian menjadi hal yang krusial. Ini membantu peneliti merancang rencana optimal berdasarkan potensi hara dan pH tanah di lokasi tersebut. Selama survei, dilakukan pengambilan sampel tanah pada kedalaman 30 cm menggunakan bor sampel tanah untuk menganalisis sampel tanah sebelum memulai percobaan. Pengujian sampel tanah dilakukan di laboratorium tanah, tanaman, pupuk, air Badan Standarisasi Instrumen Pertanian Sulawesi Selatan. Hasil analisis tanah ditampilkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil analisa tanah

| Parameter | Hasil |
|-------------------------------------|-------|
| pH (1:2,5) | |
| a. H ₂ O | 6,11 |
| b. KCl | 5,02 |
| C-Organik (%) | 2,03 |
| N-Total (%) | 0,20 |
| C/N | 10 |
| P ₂ O ₅ (ppm) | 25 |
| K ₂ O (ppm) | 185 |

Sumber: Laporan Hasil Analisa Tanah No. Lab. 48 T/L-BPSIP/VII/2024, BSIP Sulawesi Selatan

Berikut adalah langkah-langkah pengambilan sampel tanah: (a) tandai kedalaman pengambilan sampel pada bor tanah dengan cat atau spidol secara jelas. (b) bersihkan permukaan tanah dari bahan organik seperti mulsa, sisa tanaman, atau pupuk. (c) masukkan bor tanah secara tegak lurus ke dalam tanah hingga kedalaman yang ditentukan, kemudian tarik perlahan ke atas.

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah aplikasi pupuk organik PGPR dengan empat konsentrasi berbeda, yaitu: tanpa PGPR (P0), 10 mL L⁻¹ air (P1), 20 mL L⁻¹ air (P2), dan 30 mL L⁻¹ air (P3). Faktor kedua adalah aplikasi pupuk kandang sapi yang diterapkan dalam empat dosis, yakni: tanpa pupuk kandang sapi (K0), 15 ton ha⁻¹ (K1), 25 ton ha⁻¹ (K2), dan 35 ton ha⁻¹ (K3).

Dari kedua faktor tersebut, terdapat 16 kombinasi perlakuan yang dihasilkan, yaitu P0K0, P0K1, P0K2, P0K3, P1K0, P1K1, P1K2, P1K3, P2K0, P2K1, P2K2, P2K3, P3K0, P3K1, P3K2, dan P3K3. Berikut adalah bagan skematik rancangan acak kelompok faktorial dari kedua faktor tersebut.

Tabel 2. Bagan Skematik Rancangan Acak Kelompok Faktorial

| Kelompok | Kombinasi Perlakuan |
|----------|--|
| 1 | P0K0, P0K1, P0K2, P0K3, P1K0, P1K1, P1K2, P1K3, P2K0, P2K1, P2K2, P2K3, P3K0, P3K1, P3K2, P3K3 |
| 2 | P0K0, P0K1, P0K2, P0K3, P1K0, P1K1, P1K2, P1K3, P2K0, P2K1, P2K2, P2K3, P3K0, P3K1, P3K2, P3K3 |
| 3 | P0K0, P0K1, P0K2, P0K3, P1K0, P1K1, P1K2, P1K3, P2K0, P2K1, P2K2, P2K3, P3K0, P3K1, P3K2, P3K3 |

Setiap variasi perlakuan mewakili satu unit percobaan yang berbentuk plot dengan dimensi lebar 120 cm dan panjang 300 cm. Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga total

terdapat 48 unit percobaan yang berbeda. Setiap plot perlakuan terdiri dari 30 tanaman, sehingga jumlah total populasi mencapai 1.440 tanaman dengan jarak tanam 50 cm x 30 cm.

2.5. Pembuatan PGPR

Proses pembuatan PGPR terdiri dari tiga tahap, yaitu:

- a) Tahap persiapan biang dimulai dengan merendam akar tanaman dan rizosfer yang diperoleh dari akar jagung, bambu, rumput liar, dan serasah yang terdapat di bawah rumpun bambu. Tanah di sekitar akar dibersihkan secara hati-hati tanpa menghilangkan semua tanah. Setiap 100 g akar tanaman direndam dalam 1 L air bersih selama 2 hingga 4 hari. Air rendaman ini kemudian digunakan sebagai bahan untuk biang bakteri.
- b) Untuk menyiapkan larutan nutrisi biang, campurkan terasi tanpa bahan pengawet sebanyak 100 g, bekatul 0,5 kg atau air leri 1 L, gula 200 g, dan kapur mati atau enjet 1 sendok teh ke dalam 20 L air bersih yang telah direbus. Aduk larutan tersebut hingga merata, lalu biarkan dingin hingga mencapai suhu kamar. Setelah itu, saring larutan untuk mendapatkan larutan nutrisi biang yang siap digunakan.
- c) Proses fermentasi dimulai dengan memasukkan bahan sumber bakteri (biang) ke dalam larutan nutrisi bakteri. Aduk larutan hingga merata dan lakukan pengadukan setiap hari, atau gunakan aerator untuk memastikan sirkulasi udara yang cukup. Tunggu selama 5-7 hari hingga bakteri PGPR siap digunakan. Tanda bahwa fermentasi telah selesai adalah munculnya aroma masam atau busuk, serta cairan yang menjadi lebih keruh.

2.6. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data dikumpulkan pada saat tanaman mencapai usia 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah penanaman (MST). Penelitian ini mengumpulkan dan menganalisis data mengenai: tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), luas daun (cm²), dan umur berbunga 50% (HST).

Untuk mengidentifikasi kombinasi terbaik dari konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang sapi, analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis sidik ragam. Jika hasil menunjukkan pengaruh yang signifikan atau sangat signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada level α 0,05.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi terhadap parameter tinggi tanaman (Tabel 3). Secara terpisah, variasi dosis pupuk kandang sapi juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman. Meskipun demikian, aplikasi PGPR sendiri memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap tinggi tanaman jagung.

Tabel 3. Rekapitulasi sidik ragam interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

| Parameter | F hitung | F tabel (5%) | Koefisien Keragaman (%) | R- square |
|----------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------|
| Tinggi Tanaman 4 MST | 0,94 ^{tn} | 2,21 | 11,83 | 0,57 |
| Tinggi Tanaman 5 MST | 0,92 ^{tn} | 2,21 | 10,39 | 0,65 |
| Tinggi Tanaman 6 MST | 0,86 ^{tn} | 2,21 | 10,78 | 0,69 |
| Tinggi Tanaman 7 MST | 0,82 ^{tn} | 2,21 | 11,91 | 0,70 |
| Tinggi Tanaman 8 MST | 0,80 ^{tn} | 2,21 | 13,21 | 0,70 |

Keterangan: tn: tidak nyata, F hitung < F tabel (5%) menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

Tidak adanya interaksi antara antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi terhadap parameter tinggi tanaman diduga disebabkan terjadi jalur kerja yang berbeda antara keduanya. Dimana PGPR berfungsi melalui proses biologis di tingkat mikroba untuk meningkatkan perkembangan akar dan efisiensi penyerapan nutrisi, sementara pupuk kandang sapi berfungsi sebagai sumber nutrisi langsung. Karena peran dan mekanisme keduanya berbeda, peningkatan konsentrasi PGPR tidak memperkuat efek dari pupuk kandang sapi, demikian pula sebaliknya.

Rata-rata tinggi tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR. disajikan pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR dan dosis pupuk kandang sapi

| Perlakuan | Tinggi Tanaman Minggu Ke- (cm) | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|----------|
| | 4 MST | 5 MST | 6 MST | 7 MST | 8 MST |
| Konsentrasi PGPR | | | | | |
| P0 (0 mL L ⁻¹ air) | 88,84ab | 104,17b | 119,50b | 134,83b | 150,16ab |
| P1 (10 mL L ⁻¹ air) | 79,86a | 92,61a | 105,35a | 118,10a | 130,85a |
| P2 (20 mL L ⁻¹ air) | 102,25c | 120,81c | 139,37c | 157,93c | 176,49c |
| P3 (30 mL L ⁻¹ air) | 94,54bc | 108,34b | 122,13b | 135,93b | 149,73ab |
| NP BNJ α 0,05 | 10,89 | 11,15 | 13,21 | 16,41 | 20,21 |

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 0,05

Hasil dari uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat signifikansi α 0,05, yang ditampilkan dalam Tabel 4, menunjukkan bahwa pada usia 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST), perlakuan dengan konsentrasi PGPR 20 mL L⁻¹ air (P2) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi, yaitu 102,25 cm (4 MST), 120,81 cm (5 MST), 139,37 cm (6 MST), 157,93 cm (7 MST), dan 176,49 cm (8 MST). Rata-rata tinggi tersebut berbeda signifikan dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, dan P3. Namun, pada usia 4 MST, aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air (P2) tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan aplikasi PGPR 30 mL L⁻¹ air (P3) dalam hal tinggi tanaman jagung.

Hasil analisis menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat signifikansi α 0,05, sebagaimana disajikan dalam Tabel 2, menunjukkan bahwa pada usia 4, 5, 6, 7, dan 8 MST, perlakuan aplikasi PGPR dengan konsentrasi 10 mL L⁻¹ air (P1) menghasilkan tinggi tanaman terendah. Rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan P1 masing-masing adalah 79,86 cm (4 MST), 92,61 cm (5 MST), 105,35 cm (6 MST), 118,10 cm (7 MST), dan 130,85 cm (8 MST). nilai ini menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan P0, P2, dan P3. Namun, pada umur tanaman 4 MST, perlakuan P1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kontrol (P0), dan pada umur 8 MST, juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan P0 dan P3.

Pemberian PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air terbukti efektif dalam meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini disebabkan oleh kemampuan PGPR dalam mengoptimalkan penyerapan serta penggunaan unsur hara nitrogen (N), yang

sangat diperlukan oleh tanaman selama fase vegetatif (Marom *et al.*, 2017). Di samping itu, PGPR mengandung empat jenis mikroorganisme, termasuk *Bacillus sp.*, yang berkontribusi dalam produksi hormon pertumbuhan tanaman seperti auksin, sitokinin, dan *Indole Acetic Acid* (IAA) (Tinendung *et al.*, 2014). Hormon-hormon ini berperan penting dalam merangsang pembelahan dan pertumbuhan sel, mempercepat perkembangan akar, serta meningkatkan kemampuan penyerapan air dan nutrisi, yang pada akhirnya mendukung pertumbuhan batang dan tinggi tanaman. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Puspita Sari dan Sudiarso (2019) pada tanaman jagung manis, yang menunjukkan bahwa pada usia 28 HST, kombinasi perlakuan PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air dan pupuk kandang sapi sebanyak 20 ton ha⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman yang lebih optimal dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

3.2. Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang sapi terhadap jumlah daun tanaman (Tabel 5). Namun, penerapan aplikasi PGPR memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap jumlah daun pada tanaman jagung.

Tidak terdapatnya interaksi interaksi antara aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang sapi terhadap jumlah daun tanaman seperti yang tersaji pada Tabel 5 diduga disebabkan efektivitas PGPR sering kali bergantung pada kondisi lingkungan seperti pH tanah, suhu, dan kelembaban. Sementara pupuk kandang memang dapat meningkatkan kualitas tanah secara keseluruhan, perubahan tersebut tidak cukup signifikan untuk meningkatkan efektivitas PGPR. Artinya, PGPR bekerja optimal dalam kondisi tertentu, terlepas dari tambahan pupuk kandang.

Tabel 5. Rekapitulasi sidik ragam interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

| Parameter | F hitung | F tabel (5%) | Koefisien Keragaman (%) | R- square |
|-------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------|
| Jumlah Daun 4 MST | 1,37 ^{tn} | 2,21 | 6,07 | 0,65 |
| Jumlah Daun 5 MST | 1,27 ^{tn} | 2,21 | 5,15 | 0,62 |
| Jumlah Daun 6 MST | 1,20 ^{tn} | 2,21 | 4,81 | 0,58 |
| Jumlah Daun 7 MST | 1,18 ^{tn} | 2,21 | 5,00 | 0,56 |
| Jumlah Daun 8 MST | 1,30 ^{tn} | 2,21 | 4,57 | 0,56 |

Keterangan: tn: tidak nyata, F hitung < F tabel (5%) menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

Rata-rata jumlah daun tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR (helai). disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR

| Konsentrasi PGPR | Jumlah Daun Minggu Ke- (helai) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 4 MST | 5 MST | 6 MST | 7 MST | 8 MST |
| P0 (0 ml l ⁻¹ air) | 8,52ab | 10,09ab | 11,66ab | 13,23ab | 14,66ab |
| P1 (10 m l ⁻¹ air) | 8,03a | 9,72a | 11,40a | 13,08ab | 14,66ab |
| P2 (20 m l ⁻¹ air) | 9,31c | 10,83c | 12,35c | 13,95c | 15,46c |
| P3 (30 m l ⁻¹ air) | 8,57b | 10,00ab | 11,43ab | 12,86a | 14,29a |
| NP BNJ α 0,05 | 0,53 | 0,53 | 0,57 | 0,67 | 0,68 |

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 0,05

Hasil analisis menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat signifikansi α 0,05, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 6, menunjukkan bahwa pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 MST, aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air (P2) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi, yaitu 9,31 helai (4 MST), 10,83 helai (5 MST), 12,35 helai (6 MST), 13,95 helai (7 MST), dan 15,46 helai (8 MST). Nilai ini menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan P0, P1, dan P3.

Selanjutnya, data dalam Tabel 6 menunjukkan bahwa pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 MST, aplikasi PGPR dengan konsentrasi 10 mL L⁻¹ air (P1) menghasilkan jumlah daun terendah pada umur 4 MST, 5 MST, dan 6 MST, dengan rata-rata masing-masing 8,03 helai, 9,72 helai, dan 11,40 helai. Hasil uji BNJ pada α 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan P1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan P0 dan P3, tetapi ada perbedaan signifikan pada tanaman jagung berumur 4 MST.

Peningkatan jumlah daun pada aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air dibandingkan dengan kontrol diduga disebabkan oleh kemampuan PGPR dalam mengkolonisasi bakteri pemfiksasi nitrogen seperti *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum sp.* Bakteri-bakteri ini mampu mengikat nitrogen bebas berkat keberadaan enzim nitrogenase yang berfungsi mengubah N₂ dari udara menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Dighe *et al.*, 2010).

Potensi isolat bakteri PGPR sebagai pemfiksasi nitrogen pada tanaman teridentifikasi di rizosfer lahan jagung dan padi. Penelitian ini berhasil mengisolasi 20 bakteri pemfiksasi nitrogen setelah melakukan uji ekskresi amonium. Dari rizosfer tanaman padi, ditemukan 16

isolat, sedangkan 4 isolat lainnya berasal dari rizosfer jagung. Keanekaragaman bakteri di rizosfer padi lebih tinggi dibandingkan dengan di rizosfer jagung (Hartono dan Jumadi Oslan, 2014). Keberagaman ini dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan serta kondisi fisik dan kimia tanah. Di area pertanaman bawang merah, telah ditemukan 28 isolat bakteri pemfiksasi nitrogen dari beberapa genus, termasuk *Azospirillum*, *Azotobacter*, dan *Rhizobium* (Amalia *et al.*, 2020).

Ketersediaan nitrogen (N) yang memadai untuk tanaman berperan penting dalam mendorong pertumbuhan organ-organ seperti daun, batang dan akar. Penelitian oleh Iswati (2012) mendukung hal ini, menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dengan konsentrasi 7,5 mL L⁻¹ dapat meningkatkan jumlah daun dan akar pada tanaman tomat. Selain itu, Marschner (1986) yang dikutip oleh Wicaksono *et al.* (2016), mengemukakan bahwa kekurangan nitrogen dapat menghambat pembentukan dan pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, termasuk daun, batang, dan akar.

3.3. Luas Daun

Tabel 7. Rekapitulasi sidik ragam interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

| Parameter | F hitung | F tabel (5%) | Koefisien Keragaman (%) | R- square |
|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------|
| Luas Daun 4 MST | 0,73 ^{tn} | 2,21 | 12,73 | 0,53 |
| Luas Daun 5 MST | 0,64 ^{tn} | 2,21 | 11,79 | 0,54 |
| Luas Daun 6 MST | 0,54 ^{tn} | 2,21 | 11,29 | 0,54 |
| Luas Daun 7 MST | 0,46 ^{tn} | 2,21 | 11,09 | 0,55 |
| Luas Daun 8 MST | 0,39 ^{tn} | 2,21 | 11,12 | 0,55 |

Keterangan: tn: tidak nyata, F hitung < F tabel (5%) menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan aplikasi PGPR dengan dosis pupuk kandang sapi

Tabel 8. Rata-rata luas daun tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR

| Konsentrasi PGPR | Luas Daun Minggu Ke- (cm ²) | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|-----------|----------|----------|
| | 4 MST | 5 MST | 6 MST | 7 MST | 8 MST |
| P0 (0 ml l ⁻¹ air) | 324,29ab | 352,07ab | 379,86ab | 407,64ab | 435,43ab |
| P1 (10 ml l ⁻¹ air) | 299,20a | 329,69a | 360,18a | 390,67a | 421,17a |
| P2 (20 ml l ⁻¹ air) | 369,91c | 406,68c | 443,45c | 480,22c | 516,99c |
| P3 (30 ml l ⁻¹ air) | 347,34bc | 373,08abc | 398,81abc | 424,54ab | 450,27ab |
| NP BNJ α 0,05 | 42,98 | 43,40 | 44,98 | 47,59 | 51,08 |

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 0,05

Hasil analisis sidik ragam terhadap luas daun tanaman menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara pemberian aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang sapi (Tabel 7). Namun, pada penerapan aplikasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun tanaman jagung.

Rata-rata luas daun tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR (cm²). disajikan pada Tabel 8.

Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi α 0,05, seperti yang ditampilkan pada Tabel 8, mengungkapkan bahwa pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 MST, perlakuan pemberian aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 ml l⁻¹ air (P2) menghasilkan rata-rata luas daun tertinggi yaitu masing-masing 369,91 cm² (4 MST), 406,68 cm² (5 MST), 443,45 cm² (6 MST), 480,22 cm² (7 MST), dan 516,99 cm² (8 MST), yang berbeda nyata dengan perlakuan P0, P1 dan P3 pada umur 7 MST dan 8 MST. Namun pada umur tanaman 4 MST, 5 MST dan 6 MST berbeda tidak nyata dengan perlakuan P3.

Selanjutnya data pada Tabel 8, mengungkapkan bahwa pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 MST, perlakuan aplikasi PGPR dengan konsentrasi 10 ml L⁻¹ air (P1) menghasilkan rata-rata luas daun terendah pada umur 4 MST, 5 MST, 6 MST, 7 MST dan 8 MST yaitu masing-masing secara berurutan 299,20 cm², 329,69 cm², 360,18 cm², 390,67 cm² dan 421,17 cm². Kemudian dari hasil uji BNJ 0,05 ditemukan bahwa perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0 dan P3, namun berbeda nyata dengan perlakuan P3 pada tanaman jagung yang berumur 4 MST.

Penelitian tentang PGPR yang diisolasi dari rizosfer tanah sawah menunjukkan adanya bakteri non-simbiotik yang dapat memfiksasi nitrogen, salah satunya adalah *Azotobacter sp.* (Ristiati, 2015). Penelitian lain di lahan sawah juga mengidentifikasi bakteri seperti *Azotobacter*

chroococcum dan *Azospirillum irakense* yang memiliki kemampuan serupa dalam memfiksasi nitrogen (Nana Danapriatna, 2016). Inokulasi tanaman dengan PGPR pemfiksasi nitrogen dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen di tanah, yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Hindersah *et al.*, (2017) melaporkan bahwa inokulasi ganda dengan *Azotobacter* dan *Bradyrhizobium japonicum*, dikombinasikan dengan pemberian sulfur sebanyak 30 kg ha⁻¹, dapat meningkatkan penyerapan nitrogen dari tanah dan pupuk, sehingga meningkatkan asupan nitrogen bagi tanaman.

Mekanisme ini diduga berkontribusi pada tanaman jagung yang mendapatkan aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air, sehingga menghasilkan kandungan nitrogen yang cukup untuk mendukung peningkatan luas daun. Mahdiannoor (2014), mengemukakan bahwa ketersediaan nitrogen pada fase awal pertumbuhan memiliki pengaruh signifikan terhadap pembentukan luas daun, yang selanjutnya berperan penting dalam proses penyerbukan dan pengisian biji pada fase-fase berikutnya.

3.4. Umur Berbunga 50%

Hasil analisis sidik ragam terhadap umur berbunga 50% yang tersaji pada Tabel 8 dibawah ini menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara pemberian aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan pupuk kandang sapi (Tabel 9). Namun, pada penerapan aplikasi PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap umur berbunga 50% tanaman jagung.

Tabel 9. Analisis sidik ragam perlakuan PGPR dan dosis pupuk kandang sapi terhadap umur berbunga 50% terhadap tanaman jagung

| SK | DB | JK | KT | F.Hitung | F.Tabel | |
|-----------|-------|-------|-------|---------------------|---------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Kelompok | 2,00 | 5,79 | 2,90 | 3,23 ^{tn} | 3,32 | 5,39 |
| Perlakuan | | | | | | |
| (P) | 3,00 | 31,73 | 10,58 | 11,81 ^{**} | 2,92 | 4,51 |
| (K) | 3,00 | 1,73 | 0,58 | 0,64 ^{tn} | 2,92 | 4,51 |
| (PxK) | 9,00 | 7,85 | 0,87 | 0,97 ^{tn} | 2,21 | 3,07 |
| Acak | 30,00 | 26,88 | 0,90 | | | |
| Total | 47,00 | 73,98 | | | | |

Keterangan: tn= tidak nyata, ** = berpengaruh sangat nyata, KK = 1,78%, R-Square = 0,64

Rata-rata umur berbunga 50% tanaman jagung pada umur 4, 5, 6, 7, dan 8 minggu setelah tanam (MST) diukur pada berbagai konsentrasi PGPR (HST). disajikan pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Rata-rata umur berbunga 50% tanaman jagung diukur pada berbagai konsentrasi PGPR

| Konsentrasi PGPR | Umur Berbunga 50% (HST) | NP BNJ α 0,05 |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| P0 (0 mL L ⁻¹ air) | 54,00b | 0,95 |
| P1 (10 mL L ⁻¹ air) | 53,92b | |
| P2 (20 mL L ⁻¹ air) | 52,33a | |
| P3 (30 mL L ⁻¹ air) | 52,33a | |

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ 0,05

Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi α 0,05, seperti yang ditampilkan pada Tabel 10, mengungkapkan bahwa aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL L⁻¹ air (P2) menghasilkan rata-rata umur berbunga tercepat yaitu 52,33 HST, yang berbeda nyata dengan perlakuan P0 dan P1. Namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan P3.

Selanjutnya pada Tabel 10 hasil uji BNJ α 0,05 mengungkapkan bahwa kontrol (P0) memberikan hasil yang terlama yaitu 54,00 HST, yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1.

Dugaan bahwa aplikasi PGPR dapat mempercepat proses pembungaan didasarkan pada kemampuan bakteri *Rhizobium* dalam membantu tanaman menyerap unsur hara yang diperlukan. Bakteri PGPR berfungsi untuk melarutkan dan meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dan mangan (Mn) di tanah, serta mendukung tanaman dalam penyerapan sulfur (S). Aiman *et al.*, (2015) juga menjelaskan bahwa ketersediaan fosfor dapat mempercepat proses pembungaan. Penelitian yang dilakukan oleh Penelitian Aini Rohmawati *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR memberikan pengaruh signifikan terhadap umur berbunga, umur berbuah, waktu panen pertama, dan bobot buah per tanaman dibandingkan dengan tanaman yang tidak menerima perlakuan PGPR.

4. Kesimpulan

Kesimpulannya, penggunaan PGPR pada konsentrasi 20 mL L⁻¹ terbukti efektif dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman jagung secara signifikan. Konsentrasi ini memberikan hasil optimal dalam meningkatkan aktivitas mikroba di sekitar akar, yang pada gilirannya memperbaiki penyerapan nutrisi, mempercepat pembentukan akar, dan merangsang pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun serta luas daun. Dengan hasil ini, penerapan PGPR pada dosis yang tepat dapat menjadi bagian penting dari strategi peningkatan produksi jagung

yang berkelanjutan di Sulawesi Selatan. Efisiensi penggunaan PGPR tidak hanya berkontribusi pada hasil panen yang lebih tinggi tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang mendukung keseimbangan ekosistem tanah dan keberlanjutan produksi jagung jangka panjang di daerah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, U., Sriwijaya, B., & Ramadani, G. (2015). Pengaruh Saat Pemberian Pgrpm (Plant Growth Promoting Rhizospheric Microorganism) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Buncis Perancis. In *Prosiding Seminar Nasional dan Internasional*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Aini Rohmawati, F., Soelistyono, R., & Koesriharti. (2017). Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Kompos Kotoran Kelinci Terhadap Hasil Tanaman Terung (*solanum melongena* L.) The Effect of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) and Manures Rabbit Fertilizer on Growth and Yield of Eggplant (*solanum melongena* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(8), 1294–1300.
- Amalia, D. A. L., Oedjijono, O., & Purwanto, P. (2020). Eksplorasi Bakteri Diazotrof dari Rizosfer Tanaman Bawah Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 463–477.
- Biswas, J. C., Ladha, J. K., & Dazzo, F. B. (2000). Rhizobia Inoculation Improves Nutrient Uptake and Growth of Lowland Rice. *Soil Science Society of America Journal*, 64(5), 1644–1650. <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451644x>.
- Dighe, N. S., Shukla, D., Kalkotwar, R. S., Laware, R. B., Bhawar, S. B., & Gaikwad, R. W. (2010). Nitrogenase Enzyme: A Review. *Pelagia Research Library*, 1, 77–84. www.pelagiaresearchlibrary.com.
- Direktur Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2016). Pedoman Teknis Pengembangan UPPO 2016. *Direktorat Pupuk Dan Pestisida Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian R.I*.
- Goswami, M., & Deka, S. (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria—alleviators of abiotic stresses in soil: A review. In *Pedosphere*, 30(1), 40–61. Soil Science Society of China. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(19\)60839-8](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(19)60839-8).

- Hartono, & Jumadi Oslan. (2014). Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Pengekskresi Amonium Pada Tanah Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Padi (*Oryza sativa* L.) Asal Selection and Characterization of Non Symbiotic Nitrogen-Fixing Bacteria Excreting Ammonium On Corn Land (*Zea mays* L.) and Rice (*Oryza sativa* L.) Origin Barru, South Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Sainsmat*, III(2), 143–153. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>.
- Hawayanti, E., Palmasari, B., & Ardiansyah, F. (2021). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt.) Pada Pemberian Pupuk Kandang Kotoran Sapi Dan Pupuk Fosfat. *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*, 15(2), 69–73.
- Hindersah, R., Rostini, N., Harsono, A., & Nuryani, D. (2017). Peningkatan Populasi, Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen Tanaman Kedelai dengan Pemberian Azotobacter Penghasil Eksopolisakarida. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 45(1), 30–35. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13801>.
- Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria. In *Annual Review of Microbiology*, 63, 541–556. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>.
- Mahdiannoor. (2014). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*) Dengan Pemberian Pupuk Hayati Pada Lahan Rawa Lebak. *ZIRAA 'AH*, 39(3), 105–113.
- 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>.
- Ma'soem University. (2022, September 23). *Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik, Mana yang Terbaik?* Masoemuniversity.Ac.Id. <https://masoemuniversity.ac.id/berita/pupuk-organik-dan-pupuk-anorganik-mana-yang-terbaik.php>.
- Mila Rahni, N. (2012). Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(2), 27–35.
- Nana Danapriatna, N. (2016). Penjarangan Azotobacter Sp Dan Azospirillum Sp Dari Ekosistem Lahan Sawah Sebagai Sumber Isolat Pupuk Hayati Penambat Nitrogen. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 1(2). <https://doi.org/10.33661/jai.v1i2.342>.
- Nasional B.P. (2023). Indeks Ketahanan Pangan Tahun 2022. In *Badan Pangan Nasional*. <https://badanpangan.go.id/buku-digital>.
- Puspita Sari, R., & Sudiarmo. (2019). Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and

- Cow Manure on the Growth and Yield of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(4), 738–747.
- Ristiati, N. P. (2015). Isolasi, Identifikasi, Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis Dari Dalam Tanah. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA*, V, 230–235.
- Samad, S. (2019). Penerapan Pupuk Organik Cair Dan Jagung Manis. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Iptek*, 1(1), 29–34.
- Statistik B.P. (2023, November 15). *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2022-2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>.
- Tinendung, R., Puspita, F., & Yoseva, S. (2014). Uji Formulasi *Bacillus* sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*oryza sativa* L.). *JOM Faperta*, 1(2).
- Wicaksono, R., Budiyanto, G., & Isnawan, B. H. (2016). Pemanfaatan Zeolit Untuk Peningkatan Efektivitas Kompos Eceng Gondok Pada Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah di Tanah Pasir Pantai Selatan Yogyakarta. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.