



PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI MELALUI APLIKASI BAKTERI PGPR (PLANT GROWTH PROMTION RHIZOBACTERIA)

Oferlina Harefa¹⁾, Natalia Kristiani Lase²⁾

¹⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: harefaoferlina@gmail.com

²⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: natalialase16@gmail.com

ABSTRACT

One of the main food commodities in the world, including Indonesia, rice requires continuous efforts to increase productivity. The use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), which are microorganisms that function to enhance plant growth through various biological mechanisms, is one approach that is increasingly receiving attention. PGPR can accelerate flowering, increase resistance to abiotic stresses such as drought and salinity, and aid nutrient uptake, especially nitrogen and phosphorus. In addition, PGPR can reduce dependence on pesticides and chemical fertilizers and support more environmentally friendly agricultural practices. Recent studies have shown that the use of PGPR in marginal lands can increase crop yields, improve root structure, and increase water use effectiveness. In addition, the use of PGPR and seed coatings can improve germination and early plant growth. PGPR offers a sustainable solution for national food security as it has great potential to be applied to non-ideal lands such as saline soils. However, there are still problems to apply, mainly due to the growing bacterial population and varying environmental conditions. Therefore, additional research is needed to create ideal PGPR formulations and application methods to support sustainable agriculture in Indonesia.

Keywords: productivity, PGPR, and rice

ABSTRAK

Salah satu komoditas pangan utama di dunia, termasuk Indonesia, padi membutuhkan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas. Penggunaan rhizobakteri yang mendorong pertumbuhan tanaman (PGPR), yaitu mikroorganisme yang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme biologis, adalah salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian. PGPR dapat mempercepat pembungaan, meningkatkan ketahanan terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan dan salinitas, dan membantu penyerapan unsur hara, terutama nitrogen dan fosfor. Selain itu, PGPR dapat mengurangi ketergantungan terhadap pestisida dan pupuk kimia dan mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan. Studi terbaru menunjukkan bahwa penggunaan PGPR di lahan marginal dapat meningkatkan hasil panen, meningkatkan struktur akar, dan meningkatkan efektivitas penggunaan air. Selain itu, penggunaan PGPR dan bahan pelapis benih dapat meningkatkan daya berkecambah dan pertumbuhan awal tanaman. PGPR menawarkan solusi berkelanjutan untuk ketahanan pangan nasional karena memiliki potensi besar untuk diterapkan pada lahan yang tidak ideal seperti tanah salin. Namun, masih ada masalah untuk diterapkan, terutama karena populasi bakteri yang terus berkembang dan berbagai kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian tambahan diperlukan untuk menciptakan formulasi dan metode aplikasi PGPR yang ideal untuk mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci: Produktivitas, PGPR, padi



PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan penting yang menjadi makanan pokok lebih dari setengah penduduk dunia terutama Asia, khususnya di Indonesia. Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduk yang kedepannya akan menghadapi tantangan dalam hal pemenuhan kebutuhan pangan (Hamdayanty et al., 2022). Meningkatnya penghasilan tanaman padi menjadi fokus utama dalam upaya ketahanan pangan global. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan bakteri PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi secara signifikan. Bakteri PGR berinteraksi dengan tanaman melalui berbagai mekanisme, seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi fitohormon, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas tanaman.

Studi yang dilakukan oleh Hadi et al. (2024) menemukan bahwa padi gogo yang ditanam di tanah ultisol menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pertumbuhan dan hasil setelah menggunakan bakteri *Bacillus* sp. dari rizosfer tanaman singkong. Selain kemampuan mereka untuk menambat nitrogen dan pelarut fosfat, bakteri ini juga menghasilkan indole acetic acid (IAA). Kedua kemampuan ini berkontribusi pada peningkatan ketersediaan unsur hara bagi tanaman padi. Jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa inokulasi isolat), penggunaan isolat PGPR secara keseluruhan dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman; namun, hasil belum menunjukkan perbedaan yang signifikan antara isolat. Perlakuan isolat dapat meningkatkan tinggi, luas, kehijauan, panjang akar total, dan berat brangkas tanaman. Ini karena isolat yang digunakan hidup pada tingkat salinitas dan nutrisi yang sama, yang berarti mereka memiliki kemampuan yang sama untuk menghasilkan zat pengatur tumbuh. Sesuai dengan pernyataan (Fauzan, 2018), isolat PGPR yang diperoleh memiliki tingkat salinitas sedang hingga tinggi, yaitu 0,8-5 dSm⁻¹, dan pH seluruh isolate hampir sama, yaitu pH 6,1-6,8.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Erdiansyah et al. (2024) menemukan bahwa penggunaan media alternatif seperti bekatul padi dan beras jagung dapat meningkatkan viabilitas dan kerapatan spora cendawan *Metarhizium anisopliae*, yang bertindak sebagai bioinsektisida untuk melawan hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman padi. Ini menunjukkan bahwa penggunaan produk sampingan pertanian sebagai media untuk memperbanyak mikroorganisme bermanfaat dapat menjadi pendekatan yang efektif untuk menghentikan hama Bakteri kelompok Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) tinggal di sekitar akar tanaman.

Koloni bakteri ini dapat mendorong pertumbuhan tanaman, yang memungkinkan tanaman tumbuh dengan baik. Selain itu, bakteri PGPR meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme yang dapat mengurai bahan organik di dalam tanah dengan lebih cepat, yang menyebabkan tanah menjadi subur sebagai media tanam. Bahan organik ini dapat diperoleh dari pupuk organik, termasuk pupuk kandang, serta penambahan bahan organik yang sesuai. Selain itu, media tanam memiliki pengaruh yang signifikan terhadap bakteri PGPR. Contoh media tanam termasuk arang sekam padi dan coctail. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyelidikan mengenai dampak pemanfaatan Rhizobacteria Plant Growth Promoting (PGPR) dan berbagai media tanam terhadap kesuburan tanah di lahan yang terkontaminasi dengan bahan dan bahan kimia (Restiyah et al., 2023).

Ladiyani (2023) menekankan bahwa pemupukan berimbang sangat penting karena pupuk harus diberikan sesuai dengan kondisi tanah dan kebutuhan tanaman. Pemupukan yang tidak seimbang dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan, integrasi antara aplikasi bakteri PGR dan pemupukan berimbang sangat penting. Sekelompok bakteri yang disebut rizobakteri hidup di sekitar akar tanaman. Mereka unik karena kemampuan mereka untuk mengubah nitrogen dari udara menjadi senyawa amonia yang mudah diserap tanaman. Amonia ini berfungsi sebagai pupuk alami yang mendorong pertumbuhan tanaman. Rizobakteri berasal dari berbagai jenis, sebagian besar gram-negatif. Di antaranya, *Pseudomonas* memiliki strain terbanyak, diikuti oleh *Serratia*. Rizobakteri dari genus lain seperti *Bacillus*, *Burkholderia*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Acetobacter* juga ada (Glick, 1995).

Salah satu sumber perbanyakan PGPR adalah akar bambu. Akar bambu banyak terkolonisasi oleh *Pseudomonas fluorescens*, yang membantu meningkatkan kelarutan fosfor (P) dalam tanaman. Selain itu, penelitian oleh Junaidi dan Supandji (2019) menemukan bahwa pemberian pupuk organik sapi bersama dengan pupuk urea dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi varietas IR 64. Kombinasi ini meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang bertanggung jawab atas ketersediaan nutrisi dan proses dekomposisi, selain memberikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Selain itu, penggunaan pestisida yang semakin meningkat mendorong petani dan perusahaan pertanian untuk mengembangkan teknologi pengendalian OPT yang ramah lingkungan, yaitu teknologi PHT.

Salah satu prinsip teknologi PHT yang saat ini digalakkan secara nasional adalah budidaya tanaman sehat. Tanaman yang sehat dan kuat akan mampu menahan



serangan hama dan penyakit. Pemanfaatan Rhizobacteria Plant Growth Promoting (PGPR) adalah salah satu cara untuk mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih sehat. tanah dan mengendalikan berbagai jenis patogen (Restiyah et al., 2023). Dengan demikian, penerapan bakteri PGPR dalam budidaya padi memiliki kemungkinan besar untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Namun, pemilihan jenis bakteri yang tepat, keadaan lingkungan, dan teknik agronomi lainnya sangat memengaruhi kerjanya. Akibatnya, penelitian dan uji lapang diperlukan untuk memaksimalkan penggunaan bakteri PGPR dalam sistem pertanian yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Untuk menghasilkan kesimpulan yang lebih umum dan komprehensif, penelitian ini menggunakan metode analisis yang menggabungkan data kuantitatif dari berbagai penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian ini menggunakan metode pustaka, yang bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis hasil penelitian sebelumnya tanpa menggunakan analisis statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak negara, termasuk Indonesia, mengandalkan padi sebagai sumber makanan utama. Produksi pertanian harus ditingkatkan secara berkelanjutan karena permintaan akan hasil panen padi yang tinggi. Aplikasi bakteri perakaran Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), sebuah kelompok mikroorganisme yang tumbuh di sekitar perakaran tanaman, memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman melalui berbagai mekanisme biologis, menurut Glick (2019). Penggunaan PGPR dengan konsentrasi dan waktu pemberian pengguna sebelumnya tidak dapat diterapkan begitu saja tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan setempat tempat PGPR diberikan. Oleh karena itu, penelitian diperlukan untuk mengetahui konsentrasi dan waktu pemberian yang tepat untuk mencapai tujuan (Marom et al., 2017).

Ada kemungkinan bahwa pemberian PGPR dapat mempercepat proses pembungaan karena bakteri Rhizobium akan membantu tanaman menyerap dan memenuhi kebutuhan unsur hara mereka. Lindung (2014) menyatakan bahwa bakteri PGPR melakukan dua fungsi: melarutkan dan meningkatkan ketersediaan unsur fosfor (P) dan mangan (Mn) dalam tanah, serta meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur sulfur (S). Pernyataan ini didukung oleh Aiman et al. (2015), yang menyatakan bahwa dengan tersedianya unsur hara fosfor, pembungaan akan lebih cepat. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fauziah Aini Rohmawati (2016), ia menemukan bahwa dengan perlakuan PGPR, umur

berbunga, umur berbuah, umur panen pertama, dan bobot buah per tanaman semuanya berpengaruh. Ini berbeda dengan perlakuan tanpa PGPR (Hamdayanty et al., 2022). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah salah satu mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Bakteri tanah bernama PGPR hidup di sekitar atau di permukaan akar. PGPR mendorong pertumbuhan tanaman secara langsung atau tidak melalui produksi dan sekresi berbagai bahan kimia pengatur di sekitar rizosfer (Purwidyaningrum, 2024). Kelompok bakteri yang menguntungkan termasuk dalam PGPR. Penelitian tahun 2019 oleh Ollo et al. pada tanaman cabai merah menemukan bahwa penggunaan PGPR dapat meningkatkan semua variabilitas vegetatif tanaman, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, berat basah, dan berat kering. Studi yang dilakukan oleh Hamdayanty dkk. (2022) pada tanaman padi menunjukkan bahwa pemberian PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan akar kecambah dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

PGPR memiliki kemampuan untuk menghasilkan fitohormon yang merangsang pertumbuhan tanaman, seperti auksin, sitokinin, dan gibberelin. Studi Singh et al. (2020) menemukan bahwa bakteri seperti *Azospirillum* dan *Pseudomonas fluorescens* dapat meningkatkan panjang akar, luas daun, dan jumlah anakan pada tanaman padi. Akar yang lebih panjang memungkinkan tanaman untuk mendapatkan lebih banyak air dan nutrisi dalam tanah, yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan. Mekanisme kerja PGPR adalah sebagai berikut: PGPR mereduksi N, mengubahnya menjadi nitrat yang diserap tanaman; kemudian, PGPR membawa N dan melepaskannya ke sitoplasma sel tanaman, memicu pembelahan sel. Diketahui bahwa N diperlukan tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman karena membentuk protoplasma, memperbanyak dan memperpanjang sel tanaman, termasuk bagian batang, dan meningkatkan tinggi tanaman. Hasil analisis N dan P pada area rizosfer menunjukkan bahwa tanaman menyerap N dan P dalam jumlah besar, sehingga tersisa sangat rendah.

PGPR juga melindungi tanaman dari patogen. Sebuah penelitian yang dipublikasikan oleh Ahmad et al. (2022) menunjukkan bahwa strain tertentu dari *Trichoderma* dan *Pseudomonas fluorescens* dapat menghasilkan zat antimikroba yang menghentikan perkembangan bakteri patogen dan jamur yang menyebabkan penyakit. Pengurangan tekanan patogen ini dapat menyebabkan tanaman padi lebih sehat dan menghasilkan panen yang lebih tinggi. Metode ini juga mengurangi penggunaan pestisida kimia, mendukung pertanian berkelanjutan. Kemampuan mikroorganisme,



termasuk bakteri dan cendawan, untuk bertahan hidup dapat dikurangi oleh pestisida yang mengandung klorpirifos sebagai bahan aktifnya. Pestisida golongan organofosfat berspektrum luas, klorpirifos memiliki kemampuan untuk menghancurkan makhluk hidup non-target, termasuk mikroorganisme [20]. Karbofuran adalah pestisida golongan karbamat dengan spektrum luas. Sifat toksisitas karbofuran tersebar luas. Paration, pestisida golongan organofosfat, dapat menghambat enzim amonia oksidase pada bakteri jika digunakan dalam jangka panjang dan dalam konsentrasi tinggi [21]. Terhambatnya amonia oksidase menghambat penyediaan nitrit, yang pada gilirannya dapat menghambat penyediaan nitrogen bagi tanaman (Pambudi et al., 2017).

Kemampuan PGPR untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan dan salinitas ditunjukkan dalam penelitian baru oleh Zhang et al. (2023). Bakteri ini menghasilkan senyawa osmoregulator seperti eksopolisakarida, yang membantu tanaman mempertahankan tingkat air dalam jaringan selama kekeringan. Aplikasi PGPR meningkatkan hasil panen hingga 15% dibandingkan kontrol tanpa perlakuan dalam uji coba di lahan marjinal dengan kadar garam tinggi. Penelitian mengenai bakteri yang mendorong pertumbuhan tanaman (PGR) telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Penelitian ini terutama menunjukkan peningkatan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan dan salinitas. Salah satu penelitian terbaru yang dilakukan oleh Zhang et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan PGR dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi masalah dalam budidaya padi di lahan marginal.

1. Peran PGR Dalam Mendukung Toleransi Tanaman Terhadap Kekeringan

Studi menunjukkan bahwa PGR dapat membantu tanaman padi bertahan dalam kekeringan. Proses ini dicapai melalui beberapa mekanisme berikut:

- **Produksi Eksopolisakarida (EPS):** PGR menghasilkan eksopolisakarida yang meningkatkan kelembapan tanah di sekitar akar tanaman, mengurangi tekanan air pada tanaman.
- **Senyawa Osmoregulator:** PGR menghasilkan senyawa seperti prolin dan glisin betain, yang membantu menjaga keseimbangan osmotik dalam jaringan tanaman, sehingga tanaman dapat mempertahankan tingkat air yang cukup selama kekeringan.
- **Pengurangan Stres Etilen:** enzim ACC deaminase dibuat oleh PGR, yang mengurangi akumulasi etilen dalam tanaman. Hormon ini biasanya

meningkat selama stres kekeringan, menyebabkan kerusakan jaringan.

Perlakuan PGPR dengan bahan pelapis bubuk kelor menunjukkan daya berkecambah dan keserempakan tumbuh terbaik. Untuk mendukung pertumbuhan awal benih dan meningkatkan daya berkecambah, kelong mengandung banyak nutrisi, termasuk asam amino esensial, vitamin, dan mineral. Selain itu, kelong mengandung hormon pertumbuhan alami seperti sitokinin (Amriyanti & Ajiningrum, 2019; Sari et al., 2020; Farooq et al., 2023), yang mendorong perkecambahan. Di sisi lain, PGPR dapat menghasilkan fitohormon tambahan seperti auksin, yang dapat meningkatkan daya berkecambah dan pertumbuhan awal yang lebih Kombinasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dengan berbagai jenis bahan pelapis pada benih dapat meningkatkan viabilitas dan mutu benih secara signifikan, yang pada akhirnya akan meningkatkan ketersediaan makanan di seluruh dunia (Sudewi et al., 2024).

2. Meningkatkan Ketahanan Terhadap Salinitas

Salinitas adalah salah satu cekaman abiotik yang dapat mengganggu sebagian besar proses metabolisme tanaman, termasuk serapan dan transportasi air dan mineral ke seluruh organ tanaman, yang menghambat fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Hal ini akan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan tanaman, yang akan menyebabkan berbagai karakteristik vegetatif seperti luas daun yang menyempit, jumlah anakan yang menurun, dan tinggi tanaman yang menurun. Daun, yang memiliki organel sel yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, merupakan organ utama tanaman. Asimilasi yang dihasilkan oleh tanaman akan meningkat karena banyaknya klorofil yang dibutuhkan untuk mengambil proton selama proses fotosintesis. Kondisi klorofil pada tanaman dipengaruhi oleh unsur hara nitrogen dan magnesium yang diserap oleh tanaman (Ai dan Banyo, 2011). Banyaknya klorofil di dalam tanaman menyebabkan tanaman memiliki daun berwarna hijau dibandingkan daun yang berwarna kuning atau hijau pudar. Daun yang berwarna kuning atau hijau pudar akibat degradasi klorofil. Salah satu penyebab degradasi klorofil dan menurunnya warna daun adalah kondisi salinitas (Nasrudin & Fahmi, 2022). Salah satu tantangan utama dalam pertanian padi di lahan marginal adalah tingginya kadar garam yang menghambat pertumbuhan tanaman. Aplikasi PGR pada uji coba di lahan dengan kadar garam tinggi menghasilkan:

- **Perbaikan Penyerapan Nutrisi:** PGR merangsang pertumbuhan akar yang lebih panjang dan bercabang, memungkinkan tanaman



mengeksplorasi area tanah yang lebih luas untuk mendapatkan air dan nutrisi.

- Perbaiki Struktur Akar: PGR menghasilkan siderofor dan enzim pelarut fosfat, yang membantu tanaman menyerap nutrisi esensial meskipun berada di lingkungan yang salinitasnya tinggi.

3. Temuan Dari Uji Coba Lapangan

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2023), PGR digunakan pada tanaman padi yang ditanam di lahan marjinal dengan kadar garam tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan PGR mengalami peningkatan hasil panen sebesar 15% dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa perlakuan. Selain itu, penggunaan PGR menurunkan kebutuhan pupuk kimia hingga 20% dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Hasil penelitian ini mendukung praktik pertanian berkelanjutan.

4. Manfaat Penggunaan PGR Dalam Budidaya Padi

Penggunaan PGR menawarkan solusi berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi karena tantangan perubahan iklim dan degradasi lahan yang meningkat. Beberapa manfaat utama penggunaan PGR meliputi:

- Peningkatan Hasil Panen: PGR membantu tanaman bertahan dalam kondisi stres dan meningkatkan biomassa dan produktivitas gabah.
- Ramah Lingkungan: Mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida, mengurangi dampak negatif pada ekosistem tanah.
- Efisiensi Biaya: Petani dapat menghemat lebih banyak uang dengan menggunakan PGR sebagai pupuk hayati.

5. Potensi Pengembangan Dan Pemanfaatan Di Indonesia

Indonesia, sebagai produsen padi terbesar di dunia, memiliki banyak potensi untuk memanfaatkan teknologi ini, terutama di lahan yang tidak ideal seperti rawa pasang surut atau tanah salin di pesisir. Meningkatkan ketahanan pangan nasional dapat dicapai melalui pengembangan produk berbasis PGR yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Selain itu, adopsi teknologi PGPR dapat meningkatkan efisiensi pupuk anorganik. Menurut Safitri et al. (2024), kombinasi PGPR dengan dosis pupuk nitrogen yang lebih rendah tetap dapat memberikan hasil panen yang sebanding dengan penggunaan pupuk penuh. Ini menunjukkan bahwa PGPR dapat menjadi sarana yang efektif untuk mengurangi biaya produksi sekaligus mengurangi dampak pupuk berlebihan pada lingkungan.

Meskipun ada banyak potensi, Perluasan PGPR di lapangan masih menantang. Salah satunya adalah kemampuan bakteri untuk bertahan hidup di berbagai kondisi.

Analisis oleh Kumar dan Reddy (2023) menemukan bahwa kondisi tanah yang tidak mendukung, seperti pH yang sangat tinggi atau kandungan bahan organik yang rendah, dapat menghambat efektivitas PGPR. Oleh karena itu, formulasi inokulan dan metode aplikasi harus terus dikembangkan untuk memenuhi kondisi lahan tertentu. Aplikasi PGPR adalah metode yang menjanjikan untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi secara berkelanjutan karena berbagai keunggulannya. Untuk mempercepat adopsi teknologi ini ke depan, kolaborasi antara peneliti, petani, dan pembuat kebijakan harus diperkuat. Hal ini tidak hanya membantu memenuhi kebutuhan pangan dunia tetapi juga mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan. panen tetapi juga memberikan manfaat tambahan, seperti lebih efisien dalam penggunaan air, kurang bergantung pada pupuk kimia, dan lebih tahan terhadap kekeringan dan tingkat salinitas di lingkungan.

KESIMPULAN

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) telah terbukti menjadi salah satu inovasi penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman padi secara berkelanjutan. PGPR dapat membantu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon, meningkatkan penyerapan nutrisi, dan melindungi tanaman dari patogen dan cekaman abiotik. Studi menunjukkan bahwa PGPR tidak hanya mampu meningkatkan hasil panen, tetapi juga memberikan manfaat tambahan. Ini termasuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan tingkat salinitas di lingkungan. Di lahan marginal, penerapan PGPR telah menunjukkan hasil yang menguntungkan, terutama dalam hal masalah perubahan iklim dan degradasi lahan. Namun, untuk menggunakan teknologi ini dengan sukses, formulasi inokulan yang tepat, kondisi lingkungan khusus, dan metode aplikasi yang tepat diperlukan. PGPR dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan ketahanan pangan, mendukung pertanian berkelanjutan, dan meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia dengan pengembangan dan kolaborasi lebih lanjut antara peneliti, petani, dan pembuat kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

Andi Safitri Sacita, & Erni Firdamayanti. (2022). Training Pembuatan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Bagi Petani Dalam Mengamankan



- dan Meningkatkan Produksi Tanaman Padi di Desa Bassiang Kec. Ponrang Selatan Kab. Luwu. *Abdimas Langkanae*, 2(1), 78–84. <https://doi.org/10.53769/abdimas.2.1.2022.63>
- Gea et al., (2024). *FEASIBILITY ANALYSIS OF THE MALAGA BEACH TOURISM OBJECT IN SIWALU BANUA II VILLAGE GUNUNGSITOLI IDANOI DISTRICT GUNUNGSITOLI CITY*. *J*(April 2021), 33–40.
- Hamdayanty, Asman, Sari, K. W., & Attahira, S. S. (2022). Pengaruh Pemberian plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) Asal Akar Tanaman Bambu Terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi. *Jurnal Ecosolum*29, 11(1), 29–37. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.V11i1.21144>
- Junianti, E., Proklamasiningsih, E., Biologi, F., Jenderal, U., Purwokerto, S., Pertanian, F., Jenderal, U., & Purwokerto, S. (2020). Efek Inokulasi Pgpr Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Fase Vegetatif Di Media Salinitas Tinggi the Effect of Pgpr Inoculation on the Rice Growth At Vegetative Phase in. 7(2).
- 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>
- Nasrudin, & Fahmi, P. (2022). Analisis Pertumbuhan Tanaman Padi Tercekam Salinitas Dengan Penambahan Bahan Organik Pada Media Tanam Dan Perbedaan Umur Bibit. *Agro Wiralodra*, 5(2), 54–60. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v5i2.76>
- Pambudi, A., Noriko, N., & Sari, E. P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. *JURNAL AI-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 3(4), 187. <https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.233>
- Purwidyaningrum, A. (2024). Pengembangan Pertanian Organik Melalui Pemanfaatan Plant Growth Rhizobacteria (PGPR). *Jurnal Suluh Tani*, 2(1), 34–44. <http://journalsuluhtani.com/index.php/suluhtani/article/view/57>
- Restiyah, D. A., Fauzi, T., Suwardji, & Sudharmawan, A. A. K. (2023). Potential Utilization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Various Growing Media on Soil Fertility in Dry Land. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 1–8. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.5339>
- Sari, I. P., Hijjah, S. D., Muliana, D., Solihat, N. A., Adzka, E. R., & Fatmawati, B. (2023). *Jurnal Wicara Desa*, Volume 1 Nomor 5, Oktober 2023 KERING DI DESA GAPURA KECAMATAN PUJUT KABUPATEN LOMBOK TENGAH Rudi Syahdi Efendi, Yogi Firman Hadi, Lalu Arafath Gymnastiar Rahman, Baiq Jurnal Wicara Desa, Volume 1 Nomor 5, Oktober 2023. 1, 704–712.
- Sudewi, S., Saleh, A. R., Studi, P., Ilmu, M., Barat, P., Palu, K., Riset, P., Pangan, T., Palu, K., Studi, P., Fakultas, A., Universitas, P., Maroso, S., Timor, J. P., Rejo, G., Kota, P., Poso, K., & Benih, C. (2024). PENGARUH COATING BENIH DENGAN PGPR DAN JENIS BAHAN PELAPIS TERHADAP VIABILITAS BENIH PADI EFFECT OF SEED COATING WITH PGPR AND VARIOUS ADHESIVES ON RICE SEED VIABILITY. 9(2), 107–121.
- Tuhuteru, S., Sulistyaningsih, E., & Wibowo, D. A. (2019). Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria dalam Meningkatkan Produktivitas Bawang Merah di Lahan Pasir Pantai. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(1), 53–60. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i1.22271>