

## **Pendampingan Masyarakat Petani di Desa Sea Kabupaten Minahasa Dalam Penggunaan Pupuk Hayati Cair, PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Untuk Peningkatan Hasil Pertanian**

**Parluhutan Siahaan\*, Saroyo Sumarto, Adelfia Papu, Sharon Gabriella Silvana Dumas, Caroline Ruth Naulita Eklesia Panggabean, Gabriel Mananggel**

*Program Studi Biologi, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia*

\*Email Penulis Korespondensi: [luhut.siahaan68@unsrat.ac.id](mailto:luhut.siahaan68@unsrat.ac.id)

**Abstrak.** Ketergantungan petani di Desa Sea, Kabupaten Minahasa, terhadap pupuk kimia berpotensi menyebabkan degradasi lahan dan membebani biaya produksi. Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan program pendampingan dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas petani dalam memanfaatkan dan mengaplikasikan Pupuk Hayati Cair PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) sebagai alternatif input pertanian yang berkelanjutan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang meliputi sosialisasi, pelatihan teori dan praktik pembuatan PGPR, serta pendampingan rutin. Sebagai pembuktian efektivitas, dilakukan Demonstrasi Plot (demplot) dengan membandingkan perlakuan PGPR plus 50% pupuk kimia terhadap kontrol (100% pupuk kimia). Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan petani yang sangat signifikan, dari skor rata-rata pre-test 39,3 menjadi 85,5 pada post-test. Pada demplot, tanaman sawi yang diberi perlakuan PGPR menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih unggul pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan kekokohan. Disimpulkan bahwa pendampingan partisipatif efektif dalam transfer teknologi, dan PGPR terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia hingga 50%. Program ini direkomendasikan untuk didiseminasi secara lebih luas dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** PGPR; Pendampingan Partisipatif; Pupuk Hayati; Pertanian Berkelanjutan; Desa Sea

### **PENDAHULUAN**

#### **Analisis Situasi**

Sektor pertanian memegang peran krusial dalam perekonomian Indonesia, khususnya di Provinsi Sulawesi Utara. Kabupaten Minahasa dikenal sebagai salah satu lumbung pangan dan hortikultura utama di wilayah ini, dengan Desa Sea menjadi salah satu desa yang aktif dalam kegiatan pertanian sayuran dan tanaman pangan. Aktivitas pertanian menjadi sumber penghidupan bagi sebagian besar masyarakat desa tersebut. Namun, dalam praktiknya, petani di Desa Sea masih sangat bergantung pada penggunaan pupuk kimia dan pestisida sintetik secara intensif untuk memacu pertumbuhan dan mengendalikan hama penyakit (BPS Kabupaten Minahasa, 2023).

Ketergantungan yang tinggi terhadap input kimiawi ini dalam jangka panjang telah memunculkan sejumlah kekhawatiran, baik dari aspek ekologi maupun ekonomi. Dari aspek ekologi, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi kesuburan tanah, penurunan bahan organik tanah, pencemaran air tanah, dan gangguan keseimbangan ekosistem mikroorganisme tanah (Arifin *et al.*, 2020). Sementara dari aspek ekonomi, fluktuasi harga pupuk kimia yang seringkali tidak terjangkau dan kelangkaan di tingkat petani menjadi beban biaya produksi yang signifikan (Kusnadi, 2021). Selain itu, residu kimia pada hasil pertanian juga mulai menjadi perhatian konsumen yang semakin sadar akan kesehatan dan keamanan pangan.

Oleh karena itu, diperlukan suatu terobosan inovasi pertanian yang berkelanjutan (*sustainable agriculture*) untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu alternatif yang

menjanjikan adalah dengan memanfaatkan agens hayati, seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR adalah kelompok bakteri menguntungkan yang hidup di sekitar perakaran tanaman (rizosfer) dan berperan dalam mendorong pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme, seperti fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon tumbuh (seperti auksin, giberelin, dan sitokin), serta induksi ketahanan tanaman terhadap patogen (Backer *et al.*, 2018). Penggunaan PGPR dalam bentuk pupuk hayati cair tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia, sehingga biaya produksi dapat ditekan dan kualitas hasil panen meningkat (Santoso *et al.*, 2022).

### Permasalahan Mitra

Berdasarkan hasil observasi dan dialog langsung dengan kelompok tani di Desa Sea, Kabupaten Minahasa, teridentifikasi beberapa permasalahan utama yang dihadapi mitra:

1. Rendahnya Pengetahuan dan Keterampilan tentang PGPR: Mayoritas petani mitra belum mengenal sama sekali atau memiliki pemahaman yang sangat terbatas mengenai teknologi PGPR. Mereka belum mengetahui manfaat, cara pembuatan, serta metode aplikasinya yang tepat di lapangan.
2. Ketergantungan Tinggi pada Pupuk Kimia: Pola budidaya yang telah berlangsung turun-temurun membuat petani enggan beralih ke metode baru. Mereka merasa lebih praktis menggunakan pupuk kimia yang sudah familiar, meskipun harganya mahal dan dampak negatifnya mulai dirasakan. Hal ini sejalan dengan temuan Prasetyo *et al.* (2021) bahwa perubahan perilaku petani memerlukan pendekatan yang tidak hanya melalui penyuluhan tetapi juga melalui pendampingan langsung (*on-farm demonstration*).
3. Kendala Biaya Produksi: Tingginya harga pupuk kimia dan obat-obatan menjadi beban ekonomi yang berat. Petani membutuhkan solusi yang lebih murah namun efektif untuk mempertahankan bahkan meningkatkan produktivitas lahan mereka.
4. Degradasi Kesuburan Lahan: Gejala penurunan kesuburan tanah, seperti tanah yang semakin mengeras dan membutuhkan dosis pupuk yang lebih tinggi untuk hasil yang sama, mulai dirasakan oleh beberapa petani. Hal ini menunjukkan perlunya upaya perbaikan kesehatan tanah, yang dapat diatasi dengan aplikasi mikroorganisme menguntungkan seperti PGPR (Gosal, 2019).

Berdasarkan analisis situasi dan identifikasi permasalahan mitra tersebut, maka program pendampingan ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan pengetahuan dan praktik. Program ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mendampingi masyarakat petani di Desa Sea dalam memanfaatkan dan mengaplikasikan pupuk hayati cair PGPR. Melalui pendampingan yang intensif, diharapkan terjadi peningkatan kapasitas petani, penurunan ketergantungan pada pupuk kimia, perbaikan kesehatan tanah, dan pada akhirnya peningkatan hasil pertanian yang berkelanjutan.

### METODE

Kegiatan pendampingan ini dilaksanakan dengan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang melibatkan partisipasi aktif mitra dalam setiap tahapannya. Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa solusi yang ditawarkan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan dan dapat diterima oleh masyarakat. Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi.

## **Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Kegiatan ini dilaksanakan selama tiga bulan, dari bulan Juli hingga September 2024. Lokasi kegiatan berpusat di Desa Sea, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Kegiatan spesifik seperti demonstrasi dan pelatihan dilakukan di Balai Desa Sea dan pada lahan percontohan milik salah satu kelompok tani mitra.

## **Tahapan Pelaksanaan Kegiatan**

### **a. Tahap Persiapan**

Tahap ini merupakan fondasi dari seluruh kegiatan pendampingan.

1. **Observasi Awal dan FGD (Focus Group Discussion):** Tim melakukan kunjungan awal untuk melakukan observasi kondisi lapangan dan mengidentifikasi permasalahan secara lebih mendalam melalui diskusi terbuka dengan perwakilan petani dan kepala desa.
2. **Identifikasi Kebutuhan Mitra:** Berdasarkan hasil FGD, tim merumuskan secara spesifik kebutuhan mitra terkait materi, metode pelatihan, dan luaran yang diharapkan.
3. **Penyusunan Materi dan Modul Pelatihan:** Tim menyusun materi presentasi dan modul pelatihan praktis tentang PGPR yang mudah dipahami, menggunakan bahasa yang sederhana dan dilengkapi dengan gambar-gambar ilustratif. Modul berisi tentang pengertian PGPR, manfaat, cara isolasi dan pembuatan cairan PGPR, serta teknik aplikasinya pada tanaman.
4. **Persiapan Bahan Demonstrasi:** Tim mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan untuk pelatihan praktik, seperti akar tanaman kacang-kacangan yang sehat (sumber bakteri), media kultur (air kelapa dan tauge), serta peralatan sederhana (blender, panci, kompor, dan botol penyimpanan).

### **b. Tahap Pelaksanaan (Implementasi)**

Tahap ini merupakan inti dari kegiatan pendampingan, yang terdiri dari:

1. **Sosialisasi dan Penyuluhan:** Dilakukan pertemuan dengan seluruh petani mitra untuk memperkenalkan konsep pertanian berkelanjutan, kelemahan pupuk kimia berkelanjutan, serta keunggulan dan prinsip kerja PGPR.
2. **Pelatihan Teori dan Praktik Pembuatan PGPR:** Petani dibagi dalam kelompok-kelompok kecil untuk memudahkan pendampingan. Pelatihan dimulai dengan penjelasan teoritis singkat, kemudian langsung dilanjutkan dengan praktik pembuatan PGPR mulai dari pengumpulan bahan, proses fermentasi, hingga cara penyimpanan yang benar.
3. **Demonstrasi Plot (Demplot):** Untuk membuktikan keefektifan PGPR, dibuatlah lahan percontohan. Lahan dibagi menjadi dua bagian: satu bagian diaplikasikan PGPR bersama dengan pupuk kimia dengan dosis yang dikurangi (50%), dan bagian lain hanya menggunakan pupuk kimia dengan dosis penuh seperti kebiasaan petani (kontrol). Perlakuan ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa dengan PGPR, penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi tanpa menurunkan hasil panen.
4. **Pendampingan dan Monitoring Rutin:** Tim melakukan kunjungan rutin setiap dua minggu sekali untuk memantau perkembangan tanaman di demplot, menjawab pertanyaan petani, memastikan aplikasi PGPR dilakukan dengan benar, serta mencatat setiap kendala yang dihadapi di lapangan.

## **Teknik Pengumpulan Data**

Untuk mengukur keberhasilan kegiatan, data dikumpulkan melalui beberapa teknik:

1. Kuesioner pre-test dan post-test digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan pemahaman petani sebelum dan setelah pelatihan.
2. Observasi langsung terhadap keterampilan petani dalam membuat dan mengaplikasikan PGPR, serta terhadap pertumbuhan tanaman (seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan kesehatan tanaman) pada demplot.
3. Wawancara mendalam dilakukan dengan beberapa perwakilan petani untuk mendapatkan tanggapan dan umpan balik yang mendalam mengenai manfaat dan kendala dalam adopsi teknologi PGPR.

### Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif sederhana.

1. Analisis kualitatif dilakukan terhadap dari observasi dan wawancara kemudian dianalisis untuk mendeskripsikan perubahan perilaku, respons, dan penerimaan petani terhadap teknologi PGPR.
2. Analisis kuantitatif menggunakan data dari kuesioner lalu dianalisis dengan membandingkan skor rata-rata pre-test dan post-test untuk melihat peningkatan pengetahuan. Data pertumbuhan tanaman dari demplot dianalisis secara visual dan komparatif antara tanaman yang diberi perlakuan PGPR dan kontrol.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Petani

Kegiatan pendampingan ini berhasil dilaksanakan dengan melibatkan 25 orang petani mitra di Desa Sea. Untuk mengukur efektivitas pelatihan, dilakukan pre-test dan post-test dengan materi yang sama mengenai dasar-dasar PGPR dan pertanian berkelanjutan. Evaluasi efektivitas program menunjukkan hasil yang menggembirakan, khususnya dalam aspek peningkatan kapasitas petani dan efektivitas teknologi PGPR di lapangan. **Tabel 1** mengungkapkan peningkatan pengetahuan yang signifikan setelah pelatihan, dengan rata-rata skor post-test (85,5) jauh melampaui skor pre-test (39,3). Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek cara pembuatan PGPR (50 poin), yang menunjukkan bahwa pendekatan praktik langsung sangat efektif. Menurut Prasetyo *et al.* (2021), metode pelatihan partisipatif yang melibatkan *learning by doing* tidak hanya meningkatkan pemahaman teoritis tetapi juga membangun kepercayaan diri petani untuk menerapkan teknologi baru. Hal ini terkonfirmasi dari observasi, di mana lebih dari 90% peserta telah mampu mempraktikkan pembuatan PGPR secara mandiri di akhir sesi pelatihan.

**Tabel 1.** Hasil Pre-test dan Post-test Pengetahuan Petani tentang PGPR (n=25)

Aspek Penilaian	Rata-rata Skor Pre-test (0-100)	Rata-rata Skor Post-test (0-100)	Peningkatan
Pengertian dan Manfaat PGPR	45,2	86,4	41,2
Cara Pembuatan PGPR	32,0	82,0	50,0
Teknik Aplikasi pada Tanaman	40,8	88,0	47,2

Aspek Penilaian	Rata-rata Skor Pre-test (0-100)	Rata-rata Skor Post-test (0-100)	Peningkatan
Rata-rata Keseluruhan	39,3	85,5	46,2

Selain peningkatan skor tes, peserta juga secara aktif terlibat dalam sesi praktik pembuatan PGPR. Pada akhir pelatihan, lebih dari 90% peserta mampu menyebutkan bahan-bahan, menjelaskan langkah pembuatan, dan mempraktikkannya secara mandiri dengan bimbingan minimal. Tingkat partisipasi dan keberhasilan praktik yang tinggi ini mengindikasikan bahwa metode pelatihan partisipatif yang diterapkan berhasil menciptakan lingkungan belajar yang efektif. Kemampuan petani untuk mereplikasi proses pembuatan secara mandiri tidak hanya mencerminkan pemahaman teknis yang baik, tetapi juga membangun rasa percaya diri dan kepemilikan (*sense of ownership*) terhadap teknologi yang diperkenalkan. Menurut teori pembelajaran orang dewasa (*andragogy*), keterlibatan langsung dalam proses praktik seperti ini sangat krusial untuk internalisasi pengetahuan dan pembentukan keterampilan yang berkelanjutan (Knowles *et al.*, 2020). Pencapaian ini merupakan fondasi yang penting untuk memastikan keberlanjutan adopsi teknologi PGPR setelah program pendampingan berakhir, karena petani telah memiliki kapasitas dasar untuk memproduksi input pertanian mereka sendiri secara mandiri.

Peningkatan pengetahuan petani yang signifikan (**Tabel 1**) membuktikan bahwa pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang diterapkan efektif dalam mentransfer inovasi teknologi. Kombinasi antara penyuluhan, pelatihan praktik langsung, dan pendampingan rutin berhasil mengubah pengetahuan teoretis menjadi keterampilan yang dapat diaplikasikan. Menurut Chambers (1994), metode pelatihan partisipatif yang melibatkan *learning by doing* dapat meningkatkan daya ingat dan penerapan teknologi oleh petani karena mereka tidak hanya menjadi pendengar pasif tetapi terlibat langsung dalam proses pembuatan solusi. Hal ini terlihat dari antusiasme petani selama praktik dan kemampuan mereka mereplikasi pembuatan PGPR secara mandiri.

### Hasil Demonstrasi Plot (Demplot)

Penerapan PGPR pada demplot tanaman sawi menunjukkan perbedaan visual dan kuantitatif yang jelas dibandingkan dengan plot kontrol setelah 30 Hari Setelah Tanam (HST). Pengamatan difokuskan pada parameter pertumbuhan vegetatif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman pada plot perlakuan yang menggunakan PGPR dengan dosis pupuk kimia setengah dari kebiasaan petani, justru menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih unggul.

Kefektifan teknologi PGPR itu sendiri terbukti secara nyata melalui hasil Demonstrasi Plot (Demplot). Seperti disajikan dalam **Tabel 2**, tanaman sawi pada plot yang menerapkan kombinasi PGPR dan pengurangan 50% pupuk kimia menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih unggul dalam semua parameter dibandingkan dengan plot kontrol yang hanya menggunakan pupuk kimia 100%. Perbedaan visual seperti warna hijau tua dan kekokohan tanaman pada plot perlakuan menjadi bukti nyata yang sangat mempengaruhi persepsi dan keyakinan petani. Keunggulan pertumbuhan ini didukung secara ilmiah oleh mekanisme kerja PGPR. Backer *et al.* (2018) menjelaskan bahwa PGPR menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokin yang secara langsung merangsang pembelahan dan pemanjangan sel. Selain itu, kemampuan PGPR dalam melarutkan fosfat dan membantu fiksasi nitrogen (Santoso *et al.*, 2022) membuat tanaman tetap dapat menyerap nutrisi optimal meski dosis pupuk anorganik dikurangi

setengah. Temuan ini memiliki implikasi ekonomi yang besar, karena sesuai dengan pernyataan Gosal (2019), aplikasi PGPR dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, yang berarti menghemat biaya produksi petani tanpa mengorbankan produktivitas.

Meskipun hasilnya positif, proses adopsi inovasi tidak lepas dari tantangan. Keraguan awal petani, yang merupakan hal wajar dalam perubahan perilaku, menjadi kendala utama. Namun, keraguan ini berhasil diatasi melalui kehadiran bukti visual di demplot yang berfungsi sebagai media pembelajaran paling persuasif. Keberhasilan ini menegaskan pentingnya pendekatan yang tidak hanya mengandalkan penyuluhan, tetapi juga menyajikan demonstrasi yang dapat dilihat langsung oleh petani (Chambers, 1994). Faktor kunci lainnya adalah pendampingan rutin yang menjawab langsung pertanyaan dan memastikan aplikasi dilakukan dengan benar, membangun kepercayaan antara petani dan tim pendamping. Dari aspek keberlanjutan, pengurangan penggunaan pupuk kimia melalui teknologi ini juga berkontribusi terhadap perbaikan kesehatan tanah jangka panjang, mengurangi risiko degradasi lahan seperti yang diungkapkan oleh Arifin *et al.* (2020).

**Tabel 2.** Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Sawi pada Demplot (30 HST)

Parameter Pertumbuhan	Plot Kontrol (Pupuk Kimia 100%)	Plot Perlakuan (PGPR + Pupuk Kimia 50%)
Tinggi Tanaman (cm)	18,3 ± 1,5	23,7 ± 1,8
Jumlah Daun (helai)	8,2 ± 0,8	10,5 ± 1,1
Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	95,6 ± 10,2	128,4 ± 12,5
Warna Daun	Hijau muda	Hijau tua
Kekokohan Tanaman	Kurang kokoh	Sangat kokoh

### Tantangan dan Faktor Pendukung Adopsi Inovasi

Meski hasilnya menjanjikan, dalam proses pendampingan dijumpai beberapa tantangan, di antaranya keraguan awal petani dan kebutuhan akan konsistensi dalam aplikasi. Keraguan ini dapat diatasi melalui bukti nyata di demplot, yang berfungsi sebagai media pembelajaran yang paling persuasif. Faktor kunci pendukung keberhasilan adalah komitmen tim dalam pendampingan rutin untuk memastikan aplikasi dilakukan dengan benar dan menjawab pertanyaan petani secara langsung. Menurut Prasetyo *et al.* (2021), keberadaan pendamping yang dapat dipercaya dan komunikasi yang intensif merupakan faktor penentu utama dalam adopsi inovasi pertanian oleh petani.

### KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh kegiatan pendampingan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) terbukti efektif meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani, dengan rata-rata skor pengetahuan meningkat 46,2 poin serta menumbuhkan rasa kepemilikan terhadap teknologi PGPR. Teknologi PGPR terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi secara signifikan dan memungkinkan pengurangan pupuk kimia

hingga 50% tanpa penurunan produktivitas, sehingga menjadi solusi konkret untuk efisiensi biaya dan pertanian berkelanjutan. Keberhasilan adopsi inovasi ini ditunjang oleh pendampingan yang konsisten dan kehadiran demplot sebagai bukti visual, yang berhasil mengatasi keraguan petani dan membangun kepercayaan terhadap teknologi PGPR.

## SARAN

Berdasarkan hasil dan temuan kegiatan, disarankan:

1. Diperlukan pendampingan lanjutan dan monitoring berkala untuk memastikan keberlanjutan adopsi teknologi PGPR oleh petani.
2. Perlu dibentuk kelompok atau unit produksi PGPR mandiri di desa untuk memastikan ketersediaan pupuk hayati secara berkelanjutan.
3. Perlunya integrasi dengan kebijakan desa dan program penyuluhan pertanian untuk mendukung diseminasi teknologi yang lebih luas.
4. Aplikasi PGPR dapat diujicobakan pada komoditas unggulan lainnya di wilayah tersebut untuk meningkatkan diversifikasi penerapan teknologi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Lembaga Pengabdian pada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado yang telah mendanai kegiatan ini sesuai dengan DIPA Nomor: SP DIPA - 023.17.2.677519/2025

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Hervani, A., & Suryanto, A. (2020). Dampak penggunaan pupuk anorganik terhadap sifat kimia tanah dan lingkungan: Sebuah tinjauan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(1): 49–60.
- Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., & Smith, D. L. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: Context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9:1473.
- BPS Kabupaten Minahasa. (2023). *Kabupaten Minahasa dalam angka 2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa.
- Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World Development*, 22(9): 1253–1268.
- Gosal, S. K. (2019). Soil health: A prerequisite for sustainable agriculture. Dalam R. L. Singh (Ed.), *Advances in soil microbiology: Recent trends and future prospects* (hlm. 1–21). Springer Singapore.
- Knowles, M. S., Holton III, E. F., & Swanson, R. A. (2020). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development* (9th ed.). Routledge.
- Kusnadi, N. (2021). Dinamika kebijakan pupuk bersubsidi dan dampaknya terhadap efisiensi usahatani padi di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, 39(1): 1-18.
- Prasetyo, D., Haryono, A., & Mulyanto, B. (2021). Efektivitas metode demonstrasi cara dalam meningkatkan adopsi inovasi pupuk hayati oleh petani padi. *Jurnal Penyuluhan*, 17(1), 1-12.
- Santoso, A., Nurjaya, N., & Priyatmojo, A. (2022). Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 234-241.