

PELATIHAN PEMBUATAN PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA DALAM UPAYA MENJAGA KELESTARIAN SUMBER DAYA ALAM

Yohana Theresia Maria Astuti^{1*}, Retni Mardu Hartati², Santa Monica³,
Khaista Rachmad Aulia⁴, Adinda Candra Buana⁵, Abdul Fatah Al Mubarak⁶

^{1,2}Program Studi Agroteknologi, Institut Pertanian Stiper, Indonesia

³Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Indonesia

^{4,5}Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Institut Pertanian Stiper, Indonesia

⁶Institut Pertanian Stiper, Indonesia

astutimaria2000@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Lahan dalam wilayah Kelompok Wanita Tani (KWT) Wana Puspa merupakan lahan hutan buatan, sehingga tanahnya menjadi subur. Meskipun demikian, masyarakat belum mengenal teknologi pemanfaatan lahan subur sebagai sumber pupuk hayati. KWT Wana Puspa yang beranggotakan 25 orang, memiliki permasalahan berupa belum memiliki pengetahuan yang memadai dalam mengelola dan memanfaatkan potensi lahan sebagai sumber pupuk organik dan pupuk hayati khususnya PGPR. Berdasarkan permasalahan tersebut, program PkM ini bertujuan untuk memperkenalkan teknik pembuatan PGPR dari bahan rhizosfer di lingkungan sekitar. Metode yang digunakan dalam PkM adalah penyuluhan tentang pupuk organik dan PGPR sebagai pupuk hayati serta pelatihan pembuatan PGPR. Hasil yang dicapai adalah anggota KWT Wana Puspa memiliki peningkatan pengetahuan sebesar 94% tentang pupuk organik dan pupuk hayati khususnya PGPR serta memiliki peningkatan skill pembuatan PGPR sebesar 94% sebagai suatu teknologi pelestarian lingkungan dan peningkatan potensi lahan.

Kata Kunci: Pupuk Hayati; PGPR; KWT Wana Puspa.

Abstract: The land in the Wana Puspa Women Farmers Group (WFG) area is artificial forest land, which is fertile. However, people are not familiar with the technology of using fertile land as a source of biological fertilizer. The Wana Puspa WFG consisting of 25 people, has problems in the form of inadequate knowledge in managing and utilizing the potential of land as a source of organic fertilizer and biological fertilizer, especially PGPR. Based on these problems, this Community Service Program aims to introduce techniques for making PGPR from rhizosphere materials in the surrounding environment. The method used in community service includes counseling about organic fertilizer and PGPR as biological fertilizer and training in making PGPR. The results achieved are that WFG members have increased their knowledge by 94% about organic fertilizers and biological fertilizers, especially PGPR, and have increased their skills in making PGPR by 94% as an environmental preservation technology and improving land potential.

Keywords: Biofertilizer; PGPR; Wana Puspa WFG.



Article History:

Received: 16-12-2024

Revised : 23-01-2025

Accepted: 30-01-2025

Online : 13-02-2025



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) merupakan mikro organisme yang hidup pada daerah sekitar perakaran (rhizosfer). Bagian dari lingkungan perakaran merupakan daerah yang kaya mikrobial yang mempunyai fungsi menjaga kesuburan tanah (Basu *et al.*, 2021; Singh *et al.*, 2018). Berbagai mikro organisme yang berada di daerah perakaran antara lain: *Rhizobium*, *Frankia*, *Cyanobacteria*, *Azospirillum*, *Azotobacter sp.*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azomonas*, *Corynebacterium*, *Rhodospirillum*, *Pseudomonas*, dan *Bacillus*. *Bacillus* merupakan genus paling melimpah di *rhizosfer* (Kenneth, 2017; Kenneth *et al.*, 2019; Singh, 2018).

Peran PGPR sebagai koloni bakteri di *rhizosfer* antara lain sebagai penambat unsur hara nitrogen (N₂), pelarut fosfat, mengeluarkan senyawa antagonis terhadap pathogen sehingga mampu mengendalikan pathogen, detoksifikasi logam dan pestisida, produksi siderofor, produksi enzim hidrolitik yang mampu menghancurkan jamur pathogen (Anisa, 2019; Astuti *et al.*, 2023; Januar, 2019; Kumari *et al.*, 2019; Noviana *et al.*, 2023; Pereira *et al.*, 2020; Sukmawati *et al.*, 2020).

Pemberian PGPR bermanfaat untuk perbaikan ketersediaan unsur hara N dan P serta unsur hara lainnya, mengatasi pathogen tanah, termasuk menurunkan viabilitas jamur pathogen, menurunkan dampak racun di dalam tanah serta meningkatkan kelestarian lingkungan dan kesehatan tanah (Hamdayanty *et al.*, 2022; Hardiansyah *et al.*, 2020; Ichwan *et al.*, 2021; Irawan *et al.*, 2022; Kenneth *et al.*, 2019; Maitra *et al.*, 2022; Safriani *et al.*, 2020). Kemelimpahan mikro organisme di daerah perakaran dapat dijadikan sumber daya alam untuk pembuatan pupuk hayati, yaitu pupuk yang memanfaatkan bahan hayati yang berupa mikro organisme.

Permasalahan yang dihadapi oleh KWT Wana Puspa adalah KWT tersebut belum memiliki pengetahuan mengenai rhizosfer dan pemanfaatannya sebagai pupuk hayati, khususnya PGPR. KWT Wana Puspa merupakan KWT yang baru saja disahkan pada bulan Juli 2024, yang pendiriannya termotivasi oleh kegiatan PkM pelatihan anggrek tahun 2023 (Astuti *et al.*, 2024). KWT Wana Puspa terletak di Dusun Jongke Lor yang memiliki lahan hutan buatan. Kesuburan lahan pada area hutan buatan dapat terjadi karena sisa-sisa bahan organik dari daun-daun dan ranting yang jatuh serta dari perakaran. Bahan organik di dalam tanah memperkaya nutrisi bagi mikro organisme di dalam tanah (Kalay *et al.*, 2020). Daerah sekitar perakaran menyimpan banyak mikrobial yang penting dalam proses dekomposisi (Octaprama *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian mengungkapkan pengaruh PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kakao. Pada tanaman kakao dilakukan penelitian mengenai pengaruh aplikasi PGPR pada tanaman kakao untuk menurunkan *cherelle wilt* dan meningkatkan hasil kakao memperlihatkan PGPR dapat mengurangi kejadian *cherelle wilt* (layu buah muda kakao). Selain itu, PGPR juga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas

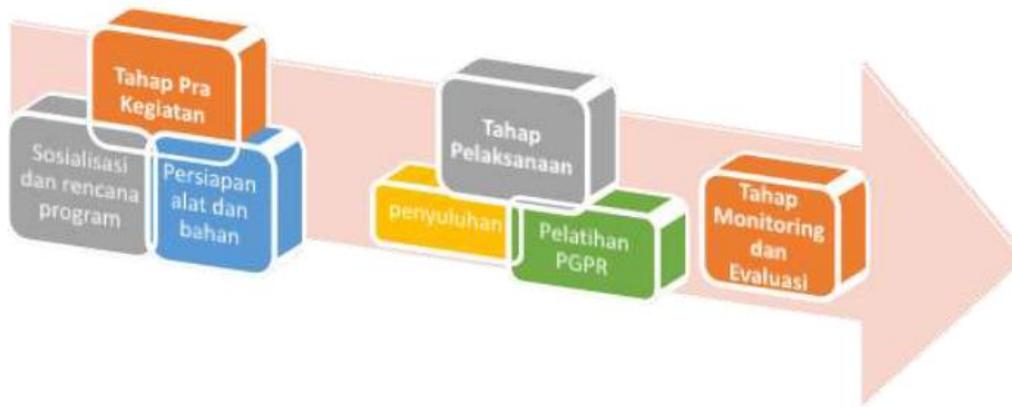
produksi biji kakao (Astuti, 2022). Irawan *et al.* (2022) dalam penelitiannya pada bibit kakao memperlihatkan PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Demikian pula penelitian Rohman *et al.* (2019) pada produksi kakao memperlihatkan PGPR mampu meningkatkan produksi buah kakao (Rohman *et al.*, 2019).

Penelitian lain yang mengkaji pengaruh PGPR terhadap beberapa tanaman semusim menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan. Penelitian aplikasi PGPR dari akar bambu terhadap pertumbuhan kecambah padi memperlihatkan peningkatan pertumbuhan akar kecambah padi, serta meningkatkan pertumbuhan tajuk bibit padi (Hamdayanty *et al.*, 2022). Ichwan *et al.* (2021) dalam penelitiannya pada cabai merah memperlihatkan pertumbuhan dan hasil cabai merah yang meningkat pada aplikasi PGPR (Ichwan *et al.*, 2021). Selain itu, penelitian Nurmayulis *et al.* (2021.) memperlihatkan peningkatan kesuburan di daerah rhizosfer tanaman kakao pada aplikasi PGPR (Nurmayulis *et al.*, 2021) . Berbagai hasil penelitian tersebut di atas memperlihatkan dampak positif pada aplikasi PGPR. Hal ini mendasari solusi permasalahan pada mitra untuk pemanfaatan potensi lahan sebagai sumber daya alam untuk pembuatan pupuk hayati PGPR.

Tujuan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di KWT Wana Puspa adalah untuk memperkenalkan teknik pembuatan PGPR sebagai pupuk hayati dari rhizosfer sebagai upaya pemanfaatan sumber daya alam. Harapannya, setelah PkM tersebut berlangsung, masyarakat mampu membuat PGPR serta mengembangkannya untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati di lahan pertanian dan pekarangan.

B. METODE PELAKSANAAN

Program PkM dilaksanakan oleh Tim pengabdian yang terdiri dari tiga dosen, dua mahasiswa dan satu teknisi. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam program PkM ini, diawali dengan pra kegiatan berupa survey lokasi serta sosialisasi kepada Mitra. Sosialisasi berupa diskusi mengenai topik dan teknis pelaksanaannya. Selanjutnya Tim Pengabdian membuat perencanaan program dan kordinasi/ pembagian tugas serta persiapan alat dan bahan oleh tendik dan mahasiswa. Pelaksanaan kegiatan berupa penyuluhan dan pelatihan dipimpin oleh dosen dengan dibantu teknisi dan mahasiswa. Mitra pada program PkM ini adalah KWT Wana Puspa di Dusun Jongke Lor, Sendangadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta. Peserta pelatihan sebanyak 25 orang yang merupakan anggota KWT Wana Puspa. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan pada bulan September – Desember 2024. Adapun tahapan program digambarkan dalam skema, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap-tahap pelaksanaan PkM di Wana Desa Sendangadi

Gambar 1 merupakan tahap-tahap pelaksanaan PkM sebagai berikut:

1. Tahap Pra Kegiatan

Sosialisasi dilaksanakan di Jongke Lor Kalurahan Sendangadi, Sleman. Sosialisasi dan survey lokasi dilaksanakan pada tanggal 2 September 2024. Tim pengabdian yang terdiri dari tiga dosen, dua mahasiswa dan satu teknisi melakukan koordinasi internal mengenai pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat untuk memperkenalkan teknik pembuatan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dari bahan rhizosfer. Koordinasi Tim Pengabdian dan Mitra dilaksanakan pada tanggal 20 September 2024 di Dusun Jongke Lor untuk pemantapan rencana pengabdian kepada Masyarakat. Tim Pengabdian menyusun prosedur pembuatan PGPR.

Persiapan alat, bahan dan contoh PGPR mulai dilaksanakan pada tanggal 27 September 2024 di Laboratorium Biologi INSTIPER. PGPR diinkubasi selama 3-4 minggu agar nampak hasilnya. Disiapkan alat-alat yang dibutuhkan berupa: gallon, botol, gelas ukur, timbangan, kompor, panci, selang. Bahan yang dibutuhkan berupa: akar Leguminosae, akar bambu dan akar rumput gajah, dedak, molase, terasi, kapur sirih serta air bersih. Tim pengabdian juga membuat satu paket PGPR sebelum kegiatan sebagai contoh bagi peserta kegiatan.

2. Tahap Pelaksanaan

Penyuluhan dilaksanakan sebelum pelatihan pembuatan PGPR. Peserta diberikan pengetahuan mengenai pupuk organik dan pupuk hayati. Penyuluhan dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober 2024. Pelatihan pembuatan PGPR diawali dengan pengenalan alat, pengenalan bahan serta contoh PGPR. Teknik pembuatan PGPR mulai dari awal sampai akhir dengan urutan sebagai berikut:

- a. Dilaksanakan pembuatan media penumbuh PGPR dari bahan dedak, molase, terasi dan kapur sirih.
- b. Media penumbuh PGPR dimasukkan ke dalam gallon.
- c. Larutan yang mengandung biang PGPR dimasukkan ke dalam media penumbuh di dalam gallon.

- d. Galon ditutup dan diberi selang dari tutup gallon menuju air di dalam botol untuk menyalurkan gas sisa respirasi mikro organisme.
- e. PGPR yang sudah jadi sekitar satu bulan setelahnya akan berbau seperti tape hasil fermentasi.

Pelatihan pembuatan PGPR dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober 2024 di Dusun Jongke Lor, Sendangadi.

3. Tahap Monitoring dan Evaluasi

Evaluasi dilaksanakan berupa perbandingan hasil antara *pretest* dan *posttest*. *Pretest* yang diberikan mengenai pemahaman PGPR dan teknik pembuatan PGPR. *Posttest* yang diberikan mengenai pemahaman PGPR, pengetahuan teknik pembuatan PGPR, ketertarikan terhadap pembuatan PGPR, semangat untuk menularkan pengetahuan tersebut kepada warga lain, motivasi untuk mengembangkan PGPR sebagai salah satu pupuk hayati. Monitoring hasil PGPR dilaksanakan pada tanggal 25 November 2024 di Dusun Jongke Lor, Sendangadi yang disertai pendampingan mengenai hasil PGPR.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Pra Kegiatan

Tim pengabdian melakukan sosialisasi pengabdian kepada masyarakat pada tanggal 2 September 2024 kepada pengurus KWT Wana Puspa. Diskusi tersebut memperkaya pemahaman mengenai adanya pupuk hayati yang dapat dibuat sendiri disamping pupuk organik yang berupa kompos. Masyarakat belum mengetahui pemanfaatan sumber daya alam sebagai sumber pupuk hayati. Hasil sosialisasi program adalah diperoleh kesepakatan materi pelatihan, yaitu pelatihan pembuatan PGPR.

Pada tanggal 20 September 2024 dilakukan koordinasi Tim Pengabdian Bersama Mitra KWT Wana Puspa. Dalam koordinasi ini, ketua Tim Pengabdian menyampaikan rencana program, prosedur kerja, alat dan bahan yang dibutuhkan penentuan waktu dan bentuk pelaksanaan. Hasil koordinasi adalah penentuan waktu dan bentuk pelaksanaan program. Program dilaksanakan dalam bentuk penyuluhan pengenalan pupuk organik dan pupuk hayati yang dilanjutkan dengan pelatihan teknik pembuatan PGPR.

Persiapan pertama dilaksanakan pada tanggal 27 September 2024. Alat yang disiapkan adalah gallon, botol, selang, panci, kompor, gelas ukur, alat pengaduk. Bahan yang disiapkan adalah akar rumput gajah, akar bambu, akar Leguminosae, dedak, molase, terasi, kapur sirih, air bersih. Dibuat PGPR sebagai percontohan dalam pelatihan. Persiapan kedua dilaksanakan pada tanggal 14 Oktober 2024 (4 hari sebelum pelatihan). Hasil tahap ini adalah biang PGPR dari bahan akar bambu, akar rumput gajah dan akar Leguminosae sebagai bahan pelatihan. Persiapan ketiga pada hari pelatihan,

yaitu tanggal 18 Oktober 2024 pagi dibuat media nutrisi dari dedak, molase, terasi dan sedikit kapur sirih. Bahan-bahan media direbus hingga mendidih. Hasilnya berupa media yang digunakan sebagai bahan pelatihan pada siang hari.

2. Tahap Pelaksanaan

- a. Penyuluhan tentang pengenalan pupuk organik dan pupuk hayati
Penyuluhan berupa penjelasan mengenai pengertian, bahan, manfaat dan kandungan pupuk organik dan pupuk hayati, terutama PGPR. Kegiatan penyuluhan dilaksanakan pada hari Jumat 18 Oktober 2024. Selama waktu PkM, Bapak Carik kalurahan Sendangadi dan Ibu PPL Kapanewon Mlati selalu setia mendampingi, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyuluhan mengenai Pupuk organik dan PGPR.

Gambar 2 memperlihatkan Tim Pengabdian yang memberikan penyuluhan mengenai pupuk organik dan pupuk hayati dengan contoh PGPR. Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa-sisa organisme. Pupuk organik yang berbentuk padat disebut kompos. Bahan kompos dapat berupa kotoran hewan ternak, limbah pasar, limbah rumah tangga dan sebagainya. Pupuk organik yang berbentuk cair disebut pupuk organik cair (POC). Pupuk hayati adalah pupuk yang di dalamnya terdapat mikro organisme. Pupuk hayati berguna dalam pertumbuhan tanaman karena mampu meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk hayati adalah salah satu teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu jenis pupuk hayati adalah PGPR yang akan menjadi bahan pelatihan.

- b. Pelatihan pembuatan PGPR
Pelatihan pembuatan PGPR dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober 2024. Pembuatan PGPR dalam pelatihan ini, seperti terlihat pada Gambar 3.



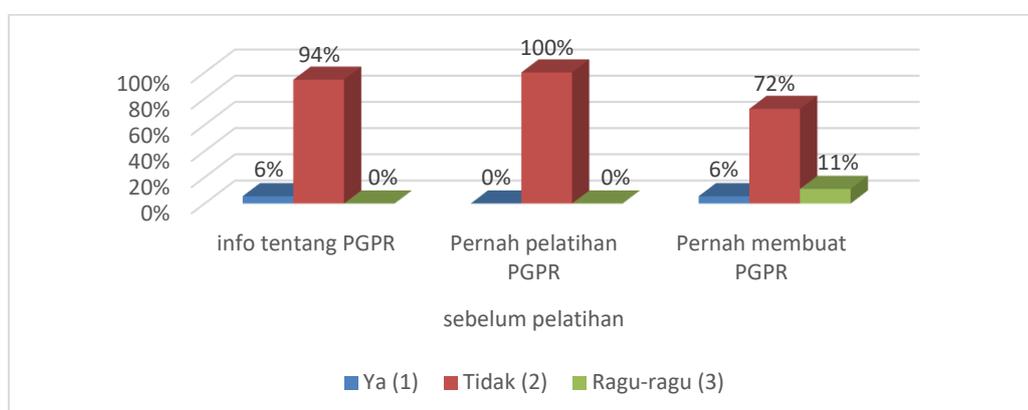
Gambar 3. (a) Biang PGPR; (b) Media nutrisi; (c) Pemasukan media nutrisi ke dalam gallon; dan (d) Galon telah berisi media dan biang PGPR, dengan selang penyalur gas hasil respirasi mikrobial

Gambar 3 memperlihatkan langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan PGPR sebagai berikut. Gambar 3a merupakan biang PGPR yaitu larutan rendaman akar bambu, akar rumput gajah dan akar Leguminosae. Akar yang digunakan seberat 200 gram, direndam dalam 1 L air matang selama 4 hari. Setelah 4 hari, larutan disaring. Hasilnya berupa larutan rendaman akar yang dipergunakan sebagai biang PGPR. Gambar 3b merupakan media penumbuh rhizobacteria. Media penumbuh dibuat dari dedak 1 kg, terasi 200 g, molase 400 g, kapur sirih 50 g direbus dalam 10 liter air hingga mendidih. Setelah mendidih diangkat dan didinginkan. Hasilnya berupa media penumbuh PGPR. Gambar 3c merupakan media penumbuh yang telah dingin yang dimasukkan ke dalam gallon. Untuk menghindari terjadinya tekanan tinggi, dalam satu gallon diisi 5 liter media. Larutan yang berisi biang PGPR (Gambar 3a) dimasukkan ke dalam media penumbuh (Gambar 3c). Hasilnya berupa media penumbuh yang mengandung biang PGPR. Gambar 3d merupakan larutan penumbuh yang mengandung biang PGPR di dalam galon yang tertutup rapat. Pada tutup galon diberi selang sebagai saluran untuk mengeluarkan gas yang terbentuk di dalam gallon. Gas yang terbentuk tersebut disalurkan ke dalam botol berisi air. Setelah 1 bulan, PGPR siap digunakan. PGPR yang sudah jadi akan berbau seperti tape hasil fermentasi. PGPR disaring dan disimpan dalam wadah tertutup. PGPR dapat diaplikasikan pada berbagai tanaman, baik tanaman semusim maupun tanaman tahunan. Aplikasi dilakukan dengan cara 20 ml PGPR dilarutkan dalam 1 liter air, disiramkan pada tanah di sekitar tanaman melingkar dengan jarak sekitar 0,5 m dari batang. Satu tanaman cukup 200 ml larutan PGPR.

3. Monitoring dan Evaluasi

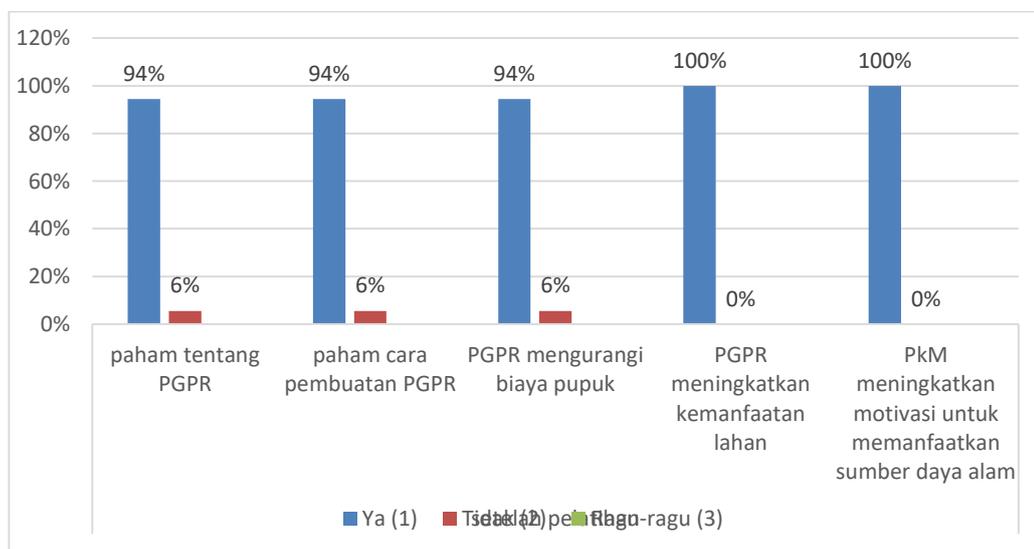
a. Evaluasi hasil pelatihan pembuatan PGPR

Sebelum penyuluhan dilaksanakan *pretest*. Peserta diberi questioner yang berupa beberapa pertanyaan seputar PGPR untuk mengetahui sejauh mana pemahaman dan pengetahuan serta ketrampilan peserta pada teknik pembuatan PGPR. Setelah pelatihan pembuatan PGPR dilaksanakan *posttest*. Peserta diberi questioner mengenai pemahaman PGPR, pengetahuan teknik pembuatan PGPR, ketertarikan terhadap pembuatan PGPR, semangat untuk menularkan pengetahuan tersebut kepada warga lain, motivasi untuk mengembangkan PGPR sebagai salah satu pupuk hayati. Adapun hasil evaluasi seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Questioner sebelum pelatihan

Gambar 4 menunjukkan bahwa sebelum pelatihan pembuatan PGPR, hanya 6% peserta yang pernah mengetahui informasi mengenai PGPR. Selanjutnya untuk pelatihan pembuatan PGPR, tidak ada peserta yang pernah mengikutinya (0%). Meskipun demikian, ada 6% peserta yang pernah membuat PGPR dan 1% merasa ragu-ragu.



Gambar 5. Questioner setelah pelatihan

Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa setelah pelatihan pembuatan PGPR diketahui:

- 1) 94% peserta mengalami peningkatan softskill yaitu memahami pengertian pupuk organik, pupuk hayati dan PGPR. PGPR mengenai definisi PGPR, kandungan PGPR, manfaat PGPR. Jadi ada kenaikan pesat, dari 6% menjadi 94% peserta memahami tentang PGPR.
- 2) 94% peserta mengalami peningkatan hardskill memahami cara pembuatan PGPR sesuai dengan pelatihan yang telah diberikan yaitu teknik pembuatan PGPR.
- 3) 94% peserta berpendapat bahwa PGPR dapat mengurangi biaya pupuk. Hal ini karena PGPR sebagai pupuk hayati dapat membantu proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah khususnya di daerah rhizosfer, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara secara alamiah di dalam tanah.
- 4) 100% peserta berpendapat bahwa PGPR mampu meningkatkan kemanfaatan lahan sekitar yang kaya sumber daya alam.
- 5) 100% peserta termotivasi untuk memanfaatkan sumber daya alam sekitar sebagai bahan untuk membuat pupuk hayati. Hal ini dapat digunakan sebagai awal usaha KWT secara mandiri dan untuk kesejahteraan bersama.

b. Monitoring Hasil PGPR

Monitoring dilaksanakan pada tanggal 25 November 2024. Tim pengabdian berkunjung ke KWT Wana Puspa dan berdiskusi tentang hasil PGPR.

- 1) Anggota KWT telah memanfaatkan hasil PGPR dari pelatihan. PGPR hasil pelatihan dibagikan kepada warga dan dipergunakan sebagai pupuk hayati pada lahan pertanian. Hal ini dapat mengurangi pembelian pupuk anorganik yang berarti berdampak positif dari segi ekonomi.
- 2) Anggota KWT telah membuat PGPR baru dari bahan perakaran tanaman sekitar dan dalam proses fermentasi. Dengan demikian, terjadi peningkatan softskill, hardskill serta ekonomi KWT Wana Puspa dalam hal teknologi pelestarian lingkungan dan peningkatan potensi lahan dan perekonomian.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh pada kegiatan PkM Pengenalan dan pelatihan PGPR adalah 94% anggota KWT Wana Puspa sebagai Mitra mengalami peningkatan softskill berupa tambahan pengetahuan mengenai PGPR. 94% Anggota KWT mengalami peningkatan hardskill berupa kemampuan membuat PGPR dengan memanfaatkan rhizosfer di alam. 94% anggota KWT Wana Puspa berpendapat bahwa dengan memanfaatkan

PGPR sebagai pupuk hayati di lahan pertanian akan mengurangi biaya pembelian pupuk anorganik, sehingga berdampak pada peningkatan perekonomian. 100% anggota KWT Wana Puspa termotivasi untuk meningkatkan pemanfaatan kekayaan sumber daya alam dengan pembuatan pupuk hayati dari alam sekitar. Ada peningkatan sustainability lingkungan yang berupa kemampuan memanfaatkan teknologi pelestarian lingkungan dan peningkatan potensi lahan. Saran setelah kegiatan PkM adalah KWT Wana Puspa membutuhkan pembelajaran mengenai packing produk serta pemasaran produk, sehingga ada peningkatan perekonomian secara nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Institut Pertanian Stiper sebagai sumber pendanaan PkM, Bp Carik Kalurahan Sendangadi yang telah memperlancar kegiatan PkM serta Ibu PPL Kapanewon Mlati yang setia mendampingi.

DAFTAR RUJUKAN

- Anisa, K. (2019). Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Hijau (C . juncea) pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt .) The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Green Manure Fertilizer (*Jurnal Produksi Tanaman*, 7(10), 1893–1901.
- Astuti, Y. T. M. (2022). Pengaruh aplikasi plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) terhadap cherville wilt dan kualitas hasil kakao. *Agromix*, 13(2), 227–234. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.2998>
- Astuti, Y. T. M., Hartati, R. M., & Suparman, S. (2024). Pengenalan Dan Pelatihan Budidaya Angrek Dalam Rangka Pemanfaatan Lahan Wana Desa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(1), 787. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i1.20212>
- Astuti, Y. T. M., Simanjuntak, M. C., Putra, D. P., Iqar, I., & Ekawati, I. (2023). The application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Organic Matters from Black Soldier Fly Larva Culture, Calliandra, Cocopeat in the Pre-nursery Oil Palm Seedling. *E3S Web of Conferences*, 432. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343200038>
- Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., & Enshasy, H. El. (2021). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) as Green Bioinoculants: Recent Developments , Constraints , and Prospects. *Sustainability*, 13, 1–20.
- Hamdayanty, Asman, Sari, K. W., & Attahira, S. S. (2022). Pengaruh Pemberianplant 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>
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., & Jaya, A. M. (2020). Bio-Priming Seeds with PGPR of Bamboo Rhizosphere in Cocoa (Theobroma cacao L.) Seeds Germination. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 7(3), 11–18. www.isroset.org
- Ichwan, B., Novita, T., Eliyanti, E., & Masita, E. (2021). Aplikasi Berbagai Jenis Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah. *Jurnal Media Pertanian*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.33087/jagro.v6i1.111>

- Irawan, T. B., Soelaksini, L. D., & Nuraisyah, A. (2022). Respon pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan pemberian berbagai konsentrasi PGPR (Plant Growth promoting Rhizobacteria) akar kakao. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, *7*(1), 7–17.
- Januar, I. (2019). *Pemanfaatan pemacu pertumbuhan tanaman asal rhizobacteria / pgpr akar bambu terhadap pertumbuhan bibit kakao (theobroma cacao l.) Tugas akhir*. 1–23.
- Kalay, A. M., Hindersah, R., Ngabalin, I. A., & Jamlean, M. (2020). Utilization of biofertilizers and organic materials on growth and yield of sweet corn (*Zea mays saccharata*). *Agric*, *32*(2), 129–138. <https://doi.org/10.24246/agric.2020.v32.i2.p129-138>
- Kenneth, C. (2017). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): A Bioprotectant bioinoculant for Sustainable Agrobiolgy . A Review. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, *4*(5), 123–142. <https://doi.org/10.22192/ijarbs>
- Kenneth, O. C., Nwadike, E. C., Kalu, A. U., & Unah, U. V. (2019). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): A Novel Agent for Sustainable Food Production. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *14*, 35–54. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2019.35.54>
- Kumari, B., Mallick, M. A., Solanki, M. K., & Hora, A. (2019). *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Modern Prospects for Chapter 6 Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Modern Prospects for Sustainable Agriculture. May*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6040-4>
- Maitra, S., Brestic, M., Bhadra, P., Shankar, T., Praharaj, S., Palai, J. B., Shah, M. M. R., Berek, V., Ondrisik, P., Skalický, M., & Hossain, A. (2022). Bioinoculants—natural biological resources for sustainable plant production. *Microorganisms*, *10*(1), 1–35. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010051>
- Noviana, G., Ardiani, F., Astuti, Y. T. M., Krisdiarto, A. W., & Rochmiyati, S. M. (2023). Pelatihan Pembuatan PGPR untuk Pengembangan Perkebunan Kakao Secara Berkelanjutan. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, *3*(1), 167–172. <https://doi.org/10.25008/altifani.v3i1.350>
- Nurmayulis, Eris, F. R., Hastuti, D., Sodq, A. H., Denny, Y. R., & Susilowati, D. N. (2021). Microbial exploration of the origin of the Pandeglang cocoa plant (*Theobroma cacao* L.) rhizosphere as a potential biofertilizer. *J. Degrade. Min. Land Manage*, *8*(2), 2611–2616. <https://doi.org/10.15243/jdmlm>
- Octaprana, L., Susilowati, L. E., & Suwardji. (2020). Kajian Populasi Dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah Di Daerah Perakaran Tanaman Porang Pada Berbagai Umur Yang Berbeda. *Journal Of Soil Quality And Management*, *7*(1), 1–9.
- Pereira, S. I. A., Abreu, D., Moreira, H., Vega, A., & Castro, P. M. L. (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) improves the growth and nutrient use efficiency of maize (*Zea mays* L.) under water deficit conditions. *Heliyon*, *6*(10), e05106. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05106>
- Rohman, F., Wachjar, A., Santosa, E., & Abdoellah, S. (2019). Humic Acid and Biofertilizer Applications Enhanced Pod and Cocoa Bean Production during the Dry Season at Kaliwining Plantation, Jember, East Java, Indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*, *6*(3), 153–163. <https://doi.org/10.29244/jtcs.6.03.153-163>
- Safriani, S. R., Fitri, L., & Ismail, Y. S. (2020). Isolation of Potential Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) from Cassava (*Manihot esculenta*) Rhizosphere Soil. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, *12*(3), 459–468. <http://dx.doi.org/10.15294/biosaintifika.v12i3.25905>
- Singh, I. (2018). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their various mechanisms for plant growth enhancement in stressful conditions : a review.

European Journal of Biological Research, 8(4), 191–213.

- Singh, S. L., Sahoo, U. K., Kenye, A., & Gogoi, A. (2018). Assessment of Growth, Carbon Stock and Sequestration Potential of Oil Palm Plantations in Mizoram, Northeast India. *Journal of Environmental Protection*, 09(09), 912–931. <https://doi.org/10.4236/jep.2018.99057>
- Sukmawati, Ala, A., Patandjengi, B., & Gusli, S. (2020). Exploring promising bacteria from the rhizosphere of maize, cocoa, and lamtoro. *Biodiversitas*, 21(12), 5665–5673. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211224>