

Pendampingan Pembuatan Pestisida Ramah Lingkungan dan Aplikasinya di Training Center Desa Sumberjati, Kecamatan Jatirejo, Kabupaten Mojokerto

Loekas Soesanto^{1*}; Murti Wisnu Ragil Sastyawan²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl dr Suparno, Purwokerto, Jawa Tengah 53123

²Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Raya Mayjen Sungkono No.KM 5, Dusun 2, Blater, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah 53371

E-mail: lukassusanto26@gmail.com

Article History:

Received : 19 Februari 2026

Review : 25 Februari 2026

Revised : 14 Maret 2026

Accepted : 4 April 2026

Keywords: aplikasi, ketrampilan, pelatihan, pembuatan pestisida organik, petani muda

Abstract: Permasalahan dalam budidaya tanaman pertanian adalah adanya serangan hama dan penyakit tanaman. Petani selalu menggunakan pestisida kimia untuk mengendalikannya, namun, penggunaan yang tidak bijaksana dapat menyebabkan dampak negatif. Alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan diperlukan, salah satunya menggunakan pestisida organik berbasis metabolit sekunder mikroba antagonis. Pengetahuan akan pembuatan dan aplikasi pestisida organik masih belum dikenal oleh petani muda dari daerah tertinggal di Provinsi Nusa Tenggara Timur, Pulau Nias, sehingga perlu dilakukan pelatihan pembuatan pestisida organik dan cara aplikasinya. Pelatihan dilakukan selama satu hari dengan pendampingan selama tiga bulan, di training center Desa Sumberjati, Kecamatan Jatiroto, kabupaten Mojokerto, yang diikuti 12 petani muda dari Nusa Tenggara Timur, Pulau Nias, dan Kalimantan Barat. Pelatihan diberikan dalam bentuk pemberian materi terkait pestisida organik dan aplikasinya, pengenalan mikroba antagonis, pembuatan pestisida organik secara praktis, pembuatan alat infus sederhana, dan cara aplikasi pestisida organik ke tanaman buah. Hasil pelatihan menunjukkan adanya peningkatan kuantitatif pengetahuan dan ketrampilan peserta terkait materi yang diberikan. Pemahaman akan hama dan penyakit tanaman, dampak negatif pestisida kimia, peran penting pestisida organik, pembuatan pestisida organik secara mudah dan praktis, dan aplikasinya pada tanaman budidaya dapat diterima dan dipraktikkan. Pelatihan pembuatan alat infus sederhana dapat dipraktikkan dengan mudah. Pengetahuan dan ketrampilan peserta dapat sebagai bekal untuk dipraktikkan dan ditularkan ke petani lainnya ketika peserta Kembali ke daerah masing-masing.

A. Pendahuluan

Pertanian memegang peran penting bagi kehidupan manusia karena pertanian terutama menyediakan kebutuhan manusia, di antaranya kebutuhan pangan, pakan, industri, estetika, dan keamanan lingkungan. Misalnya, luas tanaman padi yang ditanam di hampir seluruh Indonesia di tahun 2025 sebesar 10.046.135,36 Ha, yang mengalami penurunan luas dari 10.411.801,22 di tahun 2021, atau mengalami penurunan sebesar 3.51 % (BPS, 2025). Penurunan produksi tanaman dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yaitu faktor abiotik dan biotik (Darmanti, 2016; Warsito, 2023). Faktor abiotik misalnya curah hujan, kekeringan,

nutrisi, dan polusi. Salah satu faktor biotik adalah hama dan penyakit tanaman yang selalu ada di setiap tanaman budidaya, dan masih sukar untuk dikendalikan (Wagiyanti et al., 2024). Selain itu, keberadaan hama dan penyakit tanaman selalu ada di setiap musim tanam, sehingga membutuhkan perhatian khusus. Penggunaan pestisida kimia selalu digunakan dengan pertimbangan mudah dan praktis, serta hasil mudah dilihat (Situmorang et al., 2021). Akan tetapi, selain kemudahan tersebut, pestisida kimia juga menyebabkan munculnya beberapa pengaruh negatif, tidak saja ke lingkungan (Verdadero et al., 2025), tetapi juga ke produk pertanian (Beyuo et al., 2024), serta kesehatan petani dan konsumen (Zhou et al., 2025). Permasalahan tersebut jika tidak diatasi segera akan menyebabkan rusaknya tanah di masa depan (Yasir et al., 2025).

Alternatif pengendalian hama dan penyebab penyakit tanaman yang ramah lingkungan dan aman adalah dengan menggunakan pengendalian hayati, yaitu memanfaatkan mikroba antagonis. Telah banyak dan umum petani beralih dari penggunaan pestisida kimia ke pestisida hayati. Namun, aplikasi pestisida hayati juga menemui beberapa kendala, seperti kendala iklim khususnya cahaya matahari dan kendala kimia (Kariyanna et al., 2024), serta penyiapannya yang tidak praktis dalam skala besar (Marrone, 2025). Semua kendala tersebut diatasi dengan pestisida berbasis metabolit sekunder mikroba antagonis, yang disebut pestisida organik. Pestisida organik telah terbukti dapat mengendalikan hama dan penyakit tanaman dengan aman dan ramah lingkungan (Petis, 2024; Soesanto et al., 2024).

Training center di Desa Sumberjati, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Mojokerto merupakan tempat dilatihnya para petani muda dari berbagai wilayah tanah air, khususnya dari wilayah yang masih jauh tertinggal dalam hal teknologi budidaya tanaman. Hal ini menyebabkan pertanian yang dilakukan masih secara tradisional. Para petani muda dari daerah tertinggal diundang untuk dibekali dengan ilmu pengetahuan dan teknologi budidaya pertanian maju selama beberapa bulan, sehingga ketika pelatihan selesai dan mereka kembali ke daerah masing-masing, para petani muda dapat mempraktikkan pengetahuan dan pengalaman mereka serta dapat menularkannya ke petani di sekitar mereka.

Berdasarkan hasil pembicaraan dengan mitra pengurus Yayasan Pelita Indonesia, yang mengelola training center di Desa Sumberjati, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Mojokerto, permasalahan utama adalah bahwa pengetahuan dan teknologi budidaya tanaman yang benar belum pernah didapat oleh para petani muda di daerah tertinggal. Salah satunya teknologi pengelolaan hama dan penyakit tanaman yang tidak berbasis pestisida kimia, tetapi berbasis teknologi aman dan ramah lingkungan. Kondisi tersebut menyebabkan produksi tanaman budidaya mereka tidak dapat maksimum dan adanya perubahan tanah menjadi mengeras dan tidak gembur lagi. Juga dampak negatif dari aplikasi pestisida kimia kepada kesehatan petani itu sendiri. Selain itu, permasalahan hama dan penyakit tanaman budidaya belum dikenal dengan benar, dan pengelolaannya masih mengandalkan pestisida kimia. Hasil aplikasi pestisida kimia tidak mampu meningkatkan produk tanaman mereka karena tidak mampu mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Serangan hama ulat pada tanaman mereka masih ditemukan meskipun insektisida kimia telah diaplikasikan. Keberadaan penyakit layu tanaman pisang karena bakteri patogen di wilayah mereka masih belum dapat dikendalikan, meskipun telah diaplikasikan pestisida kimia. Selain itu, adanya kendala biaya untuk pembelian pestisida kimia sehingga menurunkan aplikasinya pada tanaman pertanian. Penggunaan pestisida kimia yang tidak bijaksana, digunakan tersu menerus, dan tidak dilakukan rotasi, dapat menyebabkan dampak negatif, khususnya adanya residu pada produk pertanian mereka. Pengetahuan dan ketrampilan penyiapan dan produksi secara sederhana pestisida organik berbasis metabolit sekunder jamur *Trichoderma* sp. dan bakteri *Pseudomonas* sp. untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman masih belum dikenal.

Oleh karenanya, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberdayakan dengan membekali para petani muda dalam hal pengendalian hama dan penyakit tanaman secara organik, yang dimulai dengan membuat sendiri pestisida organik yang murah, mudah, dan praktis, serta diakhiri dengan cara aplikasi pestisida organik pada tanaman tahunan. Aplikasi pestisida organik diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk tanaman yang dibudidayakan, sehingga para petani muda tidak akan lagi tergantung kepada penggunaan pestisida kimia, yang dapat menyebabkan dampak negatif.

B. Metode

Pengabdian dilakukan di training center di Desa Sumberjati, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Mojokerto selama satu hari dengan pendampingan selama tiga bulan atau sampai pelatihan selesai. Peserta pelatihan adalah para petani muda yang berasal dari Nusa Tenggara Timur, Pulau Nias, dan Kalimantan Barat berjumlah 12 orang (Gambar 1). Sebelum dan setelah pelatihan dilakukan test untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan peserta. Test diberikan dengan menjawab 10 soal. Perhitungan test dilakukan secara sederhana, tidak berdasarkan uji statistik, yaitu menghitung peningkatan setelah diberikan materi. Pelatihan diberikan dalam bentuk teori dan tanya jawab selama sekitar 2 jam, praktik pembuatan pestisida organik selama 3 jam, praktik pembuatan alat infus selama 1 jam, dan praktik aplikasi pestisida organik ke tanaman mangga secara infus akar selama 1 jam.



Gambar 1. Bersama peserta dan pengelola training center (Foto: Benidiktus Mawan, 2026).

Pemberian materi

Materi yang diberikan terkait dengan contoh permasalahan hama dan penyakit pada tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan beserta kerugiannya, dampak negatif pestisida kimia, alternatif pestisida hayati dengan kelebihan dan kekurangannya, pengertian metabolit sekunder agensia hayati, cara penyiapan dan produksi, serta aplikasinya (Gambar 2). Selain itu, disampaikan pengalaman penggunaan pestisida organik pada tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan di seluruh Indonesia.



Gambar 2. Pemberian materi pestisida organik (Foto: Handoyo, 2026).

Pembuatan pestisida organik

Kegiatan ini mempunyai tujuan untuk melatih dan meningkatkan ketrampilan para petani muda dalam menyediakan pestisida organik secara mandiri di daerah masing-masing. Kegiatan ini diawali dengan pengenalan mikroba antagonis mengingat para petani muda belum mengenal jamur dan bakteri antagonis (Gambar 2). Jamur antagonis yang digunakan adalah isolat murni *Trichoderma harzianum*, yang berasal dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya di Mojoagung, Jombang.



Gambar 3. Pengenalan isolat jamur antagonis (Foto: Handoyo, 2026).

Pembuatan pestisida organik berbasis metabolit sekunder mikroba antagonis dilakukan dengan menggunakan jamur *T. harzianum* dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang berasal

dari perakaran tumbuhan putri malu. Secara singkat, pembuatan pestisida organik berbahan jamur *T. harzianum* dilakukan dengan urutan sebagai berikut.

1. Jamur *T. harzianum* di dalam tabung reaksi dipanen dengan cara dimasukkan air isi ulang atau air matang dingin dan dikerok menggunakan kuas kecil yang steril, kemudian dituang ke gelas steril.
2. Media pembawa disiapkan dengan merebus campuran air cucian beras yang keruh dan air kelapa tua dengan perbandingan 4 : 1, ditambah gula 1 sendok makan (sekitar 10 gram) per liter campuran. Campuran tersebut direbus sampai mendidih dengan sesekali diaduk.
3. Menyiapkan wadah berupa jeriken yang disterilkan menggunakan larutan pemutih baju 1% dan dibilas tiga kali dengan air isi ulang atau air matang.
4. Campuran yang sudah mendidih disaring segera dan dimasukkan ke dalam jeriken steril sekitar 2/3 volume jeriken, kemudian ditutup rapat dan direndam air agar cepat dingin (Gambar 4).
5. Setelah larutan di dalam jeriken dingin, air cucian jamur dalam gelas dituang ke dalam jeriken, dan mulai jeriken dikocok; makin lama dan makin sering dikocok, makin baik.

Pembuatan pestisida organik berbahan bakteri *P. fluorescens* diuraikan secara ringkas sebagai berikut.

1. Gulma putri malu perdu dicabut akarnya dengan hati-hati mengingat batangnya berduri, kemudian akar putri malu dicuci dengan air isi ulang atau air matang dingin di dalam baskom plastik steril. Air cucian akar putri malu selanjutnya dituang ke dalam gelas dan didiamkan agar kotoran mengendap.
2. Bahan lain untuk media perbanyakkan menggunakan ikan atau bekicot per liter sebanyak 100 gram dan ditambah terasi 2-3 gram. Bahan dibersihkan dan direbus sampai mendidih dengan sesekali diaduk.
3. Menyiapkan wadah berupa jeriken yang disterilkan menggunakan larutan pemutih baju 1% dan dibilas tiga kali dengan air isi ulang atau air matang.
4. Campuran yang sudah mendidih disaring menggunakan lapisan kapas atau kain halus segera dan dimasukkan ke dalam jeriken steril sekitar 2/3 volume jeriken, kemudian ditutup rapat dan direndam air agar cepat dingin (Gambar 4).
5. Setelah larutan di dalam jeriken dingin, air cucian akar putri malu yang jernih dalam gelas dituang ke dalam jeriken, dan mulai jeriken dikocok; makin lama dan makin sering dikocok, makin baik.



Gambar 4. Pembuatan pestisida organik (Foto: Agus Catur, 2026).

Pembuatan alat infus sederhana

Aplikasi pestisida organik berbasis metabolit sekunder mikroba antagonis dapat dilakukan dengan banyak cara, mulai dari perendaman benih, penyiraman bibit dan tanaman awal, serta penyemprotan ke daun. Akan tetapi, untuk tanaman tahunan yang tidak dapat dijangkau alat semprot, aplikasi dilakukan menggunakan infus batang atau infus akar. Alat infus batang dapat dibuat secara sederhana menggunakan botol bekas air mineral. Cara pembuatannya secara ringkas adalah:

1. Slang plastik diameter 0,5 cm sepanjang 1 m disiapkan dan kedua lubang bekas potongan disumbat dengan filter rokok dengan ketat.
2. Tutup botol bekas air mineral dilepas dan dibuat lubang menggunakan pisau, kemudian dimasukkan salah satu ujung slang plastik, dan sekitarnya ditutup dengan lem lilin atau lem tembak, dari bagian luar dan dalam tutup botol.
3. Tutup botol dipasang kembali ke botol, dan botol infus siap digunakan (Gambar 5).
4. Ujung slang yang lain yang akan dimasukkan ke dalam lubang pada batang tanaman. Lubang dibuat menggunakan bor dengan diameter sesuai diameter slang plastik.



Gambar 5. Pembuatan alat infus sederhana (Foto: Agus Catur, 2026).

Aplikasi pestisida organik

Kegiatan ini ditujukan agar para petani tidak mengalami kesulitan untuk menerapkan pestisida organik pada tanaman tahunan mereka. Aplikasi pestisida organik dilakukan dengan infus akar, dengan cara sebagai berikut.

1. Gali tanah di sekitar batang pohon untuk menemukan akar tanaman yang berukuran sebesar pensil atau jari kelingking (Gambar 6).
2. Ujung akar kemudian dimasukkan ke dalam plastik yang panjang dan tebal, kemudian dalam plastik dimasukkan larutan pestisida organik, dan ujung plastik diikat dengan simpul hidup.
3. Apabila akar terlalu panjang dan sukar menemukan ujung akar, akar dapat dipotong menggunakan pisau tajam dan setril, dipotong miring, dan bekas potongan langsung dimasukkan ke dalam plastik, kemudian diisi larutan pestisida organik dan diikat.
4. Akar dikembalikan ke dalam tanah, dan ditutup dengan seresah agar mudah ditemukan akarnya dan diisi ulang jika larutan sudah habis diserap akar.



Gambar 6. Aplikasi pestisida organik pada tanaman mangga (Foto: Agus Catur, 2026).

C. Hasil

Kegiatan pelatihan pembuatan pestisida organik, baik teori maupun praktiknya, dan aplikasinya diikuti oleh semua peserta dari awal sampai selesai dengan antusias. Pemahaman dan pengetahuan peserta pelatihan bertambah dan meningkat, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penilaian sebelum dan setelah pelatihan

No.	Materi	Pre-test	Post-test	Peningkatan (%)
1.	Apakah dapat dengan mudah mengenali gejala serangan hama tanaman?	20	70	71,43
2.	Apakah dapat dengan mudah membedakan serangan hama dan patogen tanaman?	10	75	86,67
3.	Apakah mengetahui perbedaan serangan hama dan penyebab penyakit tanaman?	5	80	93,75
4.	Apakah tindakan pengendalian kimia sering dilakukan?	80	80	0
5.	Apakah tahu dampak negatif pestisida kimia?	15	75	80,00
6.	Apakah mengenal tindakan pengendalian ramah lingkungan?	10	80	87,50
7.	Apakah tahu nama mikroba antagonis Trichoderma dan Pseudomonas?	5	80	93,75
8.	Apakah mengetahui cara mendapatkan mikroba antagonis secara praktis?	5	75	93,33
9.	Apakah mengetahui cara membuat pestisida organik yang praktis?	5	85	94,11
10.	Apakah mengetahui cara aplikasi pestisida organik?	10	80	87,50

Berdasarkan Tabel 1, pemahaman peserta petani muda akan materi pelatihan meningkat sampai rata-rata di atas 80%. Pengetahuan akan materi sangat penting bagi peserta karena sebagai bekal kelak ketika peserta kembali ke daerah masing-masing. Pembekalan materi sesuai dengan yang mereka butuhkan di dalam budidaya tanaman, yang ditunjukkan nilai peningkatan di atas 80%. Pemahaman akan perbedaan hama dan penyakit tanaman dari peserta

meningkat di atas 80%. Peningkatan pengetahuan peserta akan jenis mikroba antagonis sangat penting dan diperlukan untuk menggunakan mikroba antagonis terhadap hama atau penyakit tanaman budidaya. Selain itu, pengetahuan praktis untuk mendapatkan mikroba antagonis dari alam diperlukan khususnya bagi peserta yang lokasinya jauh dari pusat ilmu pengetahuan, sehingga peserta dapat langsung memanfaatkannya dan tidak tergantung kepada dukungan pemerintah. Pembuatan pestisida organik dan aplikasinya menambah pengetahuan peserta karena materi ini merupakan hal baru buat peserta, yang ditunjukkan peningkatan yang tinggi (Tabel 1). Aplikasi pestisida organik juga tidak akan menjadi kendala ketika diterapkan pada tanaman budidaya, karena banyak ragam pilihan aplikasi yang sesuai yang dapat diterapkan, yang dijelaskan dalam materi dan praktik.

Diskusi

Pelatihan pembuatan pestisida organik berdurasi singkat, meskipun pelatihan sudah dimulai sehari sebelumnya secara daring selama 2 jam, sehingga pertemuan secara luring tidak banyak pertanyaan dan hanya mengulang singkat untuk mengingatkan kembali sebelum praktik dilakukan. Pelatihan diikuti oleh jumlah peserta sedikit dikarenakan agar lebih intens dan fokus ketika diberikan materi, karena materi yang diberikan cukup beragam, tidak saja hanya materi ini (Limmeroth et al., 2024). Pelatihan pembuatan pestisida organik bagi peserta petani muda yang berasal dari daerah tertinggal menunjukkan peningkatan pengetahuan dan ketrampilan. Adanya kemauan tinggi untuk berubah, meskipun para peserta berasal dari daerah yang belum pernah diberikan pengetahuan budidaya tanaman secara benar, dapat menunjukkan perubahan pemahaman dan bertambahnya pengetahuan mereka (Vaja & Bhatt, 2018). Tindakan kimia yang belum berubah diduga dikarenakan teknologi yang diajarkan belum dibuktikan di lahan untuk mengatasi masalah hama dan penyakit tanaman, sehingga penggunaan pestisida kimia diaplikasikan. Oleh karena itu, pemahaman akan materi sangat penting bagi peserta pelatihan karena sebagai bekal kelak ketika peserta kembali ke daerah masing-masing. Pembekalan materi sesuai dengan yang mereka butuhkan di dalam peserta melakukan budidaya tanaman. Peserta diharapkan nantinya dapat sebagai pelatih baru bagi petani muda lainnya di daerah peserta masing-masing (Lei et al., 2024), sehingga dapat menularkan pengetahuan yang diperoleh selama pelatihan di training center.

Pemahaman akan perbedaan hama dan penyakit tanaman sangat penting kaitannya dengan pengambilan keputusan pengendaliannya. Kesalahan penentuan hama atau penyakit, akan menentukan salah dalam keputusan menggunakan insektisida atau fungisida – bakterisida (Ojiambo, 2025). Hal ini dapat menyebabkan tidak berhasilnya mengendalikan hama dan penyakit tanaman, selain bertambahnya biaya produksi tanaman. Selain itu, pengetahuan yang bertambah akan dampak negatif penggunaan pestisida kimia akan dapat menumbuhkan kesadaran untuk memelihara alam dengan baik demi generasi yang akan datang (Zhou et al., 2025).

Peningkatan pengetahuan akan jenis mikroba antagonis sangat penting dan diperlukan untuk membuat pestisida organik. Selain itu, pengetahuan praktis untuk mendapatkan mikroba antagonis dari alam diperlukan khususnya bagi peserta yang lokasinya jauh dari pusat ilmu pengetahuan, sehingga peserta dapat langsung memanfaatkannya dan tidak tergantung kepada dukungan pemerintah. Seperti diketahui, mikroba antagonis dapat ditemukan di semua tempat di dunia, khususnya di wilayah tropika. Sebaran *Trichoderma* sp. dan *Pseudomonas* sp. ada di semua tempat (Kredics et al., 2024; Lv et al., 2025). Isolasi mikroba antagonis jika dilakukan secara laboratorium tidak akan dapat dijangkau peserta, sehingga dibutuhkan trobosan yang praktis dan mudah untuk mendapatkan mikroba antagonis.

Peningkatan pengetahuan dan ketrampilan peserta dalam pembuatan pestisida organik akan banyak manfaatnya mengingat pengetahuan akan pestisida organik sebenarnya sudah diketahui banyak petani di Indonesia (Widiantini et al., 2018; Soesanto et al., 2019), tetapi bagi peserta merupakan hal baru. Kemampuan peserta untuk membuat pestisida organik sendiri akan menjadi bekal dalam mengatasi permasalahan hama dan penyakit tanaman secara organik, sehingga peserta tidak lagi tergantung kepada pestisida kimia. Aplikasi pestisida organik juga tidak akan menjadi kendala ketika diterapkan pada tanaman budidaya, karena banyak ragam pilihan aplikasi yang sesuai yang dapat diterapkan.

Pelatihan sudah berhasil diberikan dan peserta dapat mengerti materi yang disampaikan dan dipraktikkan. Keterbatasan yang ada berupa internal peserta, yaitu motivasi dan sifat kaingin-tahuan peserta yang beragam, hal ini terkait *recruitments* peserta pelatihan, sehingga untuk kelompok selanjutnya perlu diperhatikan. Selain itu, penampungan peserta perlu terus dilakukan di dalam mempraktikkan materi yang diberikan, khususnya setelah pelatihan selesai diberikan. Hal ini untuk lebih dimengerti dan dikuasai serta menjadi *way of farmer's life* setelah peserta kembali ke daerah asal.

D. Kesimpulan

Secara umum, pelatihan yang dilakukan dengan materi pembuatan dan aplikasi pestisida organik dapat meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan peserta, khususnya peserta yang berasal dari wilayah tertinggal teknologi dan informasi. Pengetahuan peserta mengalami peningkatan akan materi pembuatan pestisida organik dan aplikasinya. Hal ini berguna bagi bekal peserta ketika mereka kembali ke tempat masing-masing, untuk diterapkan dan bahkan disebar-luaskan ke sesama petani, sehingga masalah hama dan penyakit tanaman dapat diatasi dengan mudah secara organik

Daftar Referensi

- Badan Pusat Statistik (BPS). "Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi". (Februari 2025). <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/WmpaNk1YbGFjR0pOUjBKYWFIQIBSU3MwVHpOVWR6MDkjMw==/luas-panen--produktivitas--dan-produksi-padi-menurut-provinsi--2024.html?year=2024> [13 Februari 2026].
- Beyuo, J., Sackey, L.N.A., Yeboah, C., Kayoung, P.Y., & Koudadje, D. "The implications of pesticide residue in food crops on human health: A critical review". *Discov Agric* 2 (December 2024): 123. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00141-z>.
- Darmanti, S. "Pengaruh kumulatif cekaman biotik dan abiotik terhadap penurunan pertumbuhan tajuk tanaman kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.] cv. Grobogan". *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 1 no.1 (Agustus 2016): 48-53. ejournal2.undip.ac.id/index.php/baf/index.
- Kariyanna, B., Sushma, R., Panda, S., & Sainath, G. "Formulations of biopesticides: Techniques, applications, challenges and future prospects". *Hexapoda* 30&31 no. 13 (December 2024): 1–17. <https://doi.org/10.55446/hexa.2023-2024.5>.
- Kredics, L., Büchner, R., Balázs, D., Allaga, H., Kedves, O., Racić, G., Varga, A., Nagy, V.D., Vágvölgyi, C., & Sipos, G. "Recent advances in the use of *Trichoderma*-containing multicomponent microbial inoculants for pathogen control and plant growth promotion". *World J Microbiol Biotechnol.* 40 no. 5 (April 2024): 162.

- <https://doi.org/10.1007/s11274-024-03965-5>.
- Lei, L., Dakuan, Q., Jin, T., Lishuang, W., Yuying, L., & Xinhong, Y. "Research on the influence of education and training of farmers' professional cooperatives on the willingness of members to green production—Perspectives based on time, method and content elements". *Environ Dev Sustain* 26 (November 2022): 987–1006. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02744-2>.
- Limmeroth, J., Pauly, H., Schücker, L., Zenko, Z., & Norbert Hagemann, N. "Maintain your mind, maintain your focus: Effects of focused attention and intensity in experienced runners". *Psychology of Sport and Exercise* 73 (July 2024): 102616. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102616>.
- Lv, Y, Zhang, L, Wang, X., & Zhang, Y. "Genomic evidence on the distribution and ecological function of *Pseudomonas* in hadal zone". *BMC Microbiol* 25 (2025): 100. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-03834-7>.
- Marrone, P.G. "Increasing the use of biological pesticides in integrated pest management programs". *Front. Insect Sci.* 5 (October 2025). <https://doi.org/10.3389/finsc.2025.1552361>.
- Ojiambo, P.S. "Insect pest and plant disease management in horticultural crop production: recent insights provide opportunities for improved control". *Front. Hortic.* 4 (July 2025): 1605035. <https://doi.org/10.3389/fhort.2025.1605035>.
- Petis, B. "Organic pesticides: A viable solution for reducing environmental damage from agricultural practices". *J Agri Sci Food Res.* 15 (June 2024): 173.
- Situmorang, H., Noveri, Putrina, M., & Fitri, E.R. "Perilaku petani padi sawah dalam menggunakan pestisida kimia di Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, Indonesia". *Agro Bali: Agricultural Journal* 4 no. 3 (November 2021): 418-424. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.743>.
- Soesanto, L., Manan, A., & Mugiastuti, E. "Sosialisasi dan aplikasi metabolit sekunder mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit dan meningkatkan hasil tanaman jagung di Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas Jawa Tengah". *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2 (Oktober 2019): 13-19. <https://doi.org/10.31970/abditani.v2i0.32>.
- Soesanto, L., Nuraini, I.V., Sastyawan, M.W.R., Mugiastuti, E., Leana, N.W.A., & Rahayuniati, R.F. "Application of Bio P60 and Bio T10 alone or in combination to control Fusarium wilt of hydroponic melon". *J. Trop. Plant Pests Dis* 24 no. 2 (November 2024): 199–211. <https://doi.org/10.23960/j.hppt.242203-215>.
- Vaja, J.R. & Bhatt, J. "Employee engagement and organizational change: A study on the role of employee engagement in successful change management initiatives". *Int. Journal of Management and Development Studies* 7 no. 3 (2018): 52-61.
- Verdadero, F.X.D., Agarap, A.Z., Macatingrao, C.N.E., Ordonez, Jr., I.A., Tavu, L.E.J., Pires, D., & Balendres, M.A.O. "Pesticides in the environment: Benefits, harms, and detection methods". *Sci* 7 no. 4 (November 2025): 171. <https://doi.org/10.3390/sci7040171>.
- Wagiyanti, Hamidson H, & Suwandi. "Intensitas dan insidensi serangan hama penyakit pada tanaman padi di Desa Enggal Rejo, Kecamatan Air Salek". *Journal of Global Sustainable Agriculture* 4 no. 2 (Juli 2024): 144-150. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v4i2.8408>.
- Warsito, K. "Pengaruh faktor biotik dan abiotik terhadap pertumbuhan terong bulat (*Solanum melongena* L.)". *Jurnal Agroplasma* 10 no. 1 (Mei 2023): 351-357.
- Widiantini, F., Yulia, F., & Nasahi, C. "Potensi antagonisme senyawa metabolit sekunder asal bakteri endofit dengan pelarut metanol terhadap jamur *G. boninense* Pat". *Jurnal Agrikultura* 29 no. 1 (April 2018): 55-60.

-
- Yasir, M., Hossain, A., & Pratap-Singh, A. "Pesticide degradation: Impacts on soil fertility and nutrient cycling". *Environments* 12 no. 8 (August 2025): 272. <https://doi.org/10.3390/environments12080272>.
- Zhou, W., Li, M., & Achal, V. "A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage". *Emerging Contaminants* 11 no. 1 (Mart 2025): 100410. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100410>.