

Pelatihan Pembuatan dan Aplikasi Pestisida Biorasional untuk Pengendalian Hama Ramah Lingkungan (Mendukung *Green Economy* di Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah)

**Burhanuddin Haji Nasir¹, Novalina Serdiati², Dance Tangkesalu³,
Sri Anjar Lasmini⁴, Asgar Taiyeb⁵, dan I Kadek Yudana⁶**

^{1,4} Program Studi Agroteknologi, Universitas Tadulako
Jalan Soekarno-Hatta Km. 9, Palu, Indonesia, 94118

² Program Studi Sumberdaya Akuatik, Universitas Tadulako
Jalan Soekarno-Hatta Km. 9, Palu, Indonesia, 94118

³ Program Studi Agribisnis, Universitas Tadulako
Jalan Soekarno-Hatta Km. 9, Palu, Indonesia, 94118

⁵ Program Studi Kehutanan, Universitas Tadulako
Jalan Soekarno-Hatta Km. 9, Palu, Indonesia, 94118

⁶ Program Studi Agroteknologi, Universitas Azis Lamadjido Palu
Jalan Azis Lamadjido, Palu, Indonesia, 94111

Korespondensi: Burhanuddin Haji Nasir (burhajinasir@gmail.com)

Received: 24 Juli 2024 – *Revised:* 31 Agustus 2024 - *Accepted:* 05 Sept 2024 - *Published:* 10 Sept 2024

Abstrak. Kawasan permukiman transmigrasi Kota Palu terletak di Bulupountu Jaya Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, dihuni transmigran dari berbagai daerah di Indonesia termasuk Pulau Jawa, NTT, NTB dan Sulawesi yang difasilitasi dengan tempat tinggal dan lahan untuk usaha pertanian. Dengan pemberian lahan pertanian tersebut, setiap warga transmigran melakukan budidaya tanaman sayuran sehingga kawasan tersebut menjadi salah satu sentra pertanaman sayuran yang mensuplai kebutuhan sayuran Masyarakat di kota Palu. Namun terdapat beberapa hambatan agronomis dalam mengusahakan tanaman sayur-sayuran yaitu kondisi keterbatasan kesuburan tanah, serta adanya serangan hama dan penyakit. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penerapan beberapa tindakan agronomi yang tepat. Program pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk melatih petani membuat dan mengaplikasikan pestisida biorasional untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman sayuran dalam mendukung *green economy*. Metode yang diterapkan adalah pelatihan dan penerapan teknologi yang dilakukan secara partisipatif. Hasil yang dicapai adalah masyarakat mengetahui teknik pembuatan dan pengaplikasian pestisida biorasional berbahan baku tumbuhan kirinyuh *Choromolaena odorata* L., sehingga produk sayuran yang dihasilkan tidak mengandung residu bahan kimia sintesis sehingga menjadi sehat bila dikonsumsi, serta dalam jangka waktu yang panjang lingkungan pertanian tetap dapat terjaga dalam mendukung *green economy*.

Kata kunci: pengendalian hama dan penyakit, pestisida botani, tanaman sayuran

Citation Format: Nasir, B.H., Serdiati, N., Tangkesalu, D., Lasmini, S.A., Taiyeb, A., & Yudana, I.K. (2024). Pelatihan Pembuatan dan Aplikasi Pestisida Biorasional untuk Pengendalian Hama Ramah Lingkungan: Mendukung *Green Economy* di Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah. *Prosiding SENAM 2024: Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Universitas Ma Chung*. 5, 37-47. Malang: Ma Chung Press.

PENDAHULUAN

Tuntutan penyediaan pangan yang cukup dan berkesinambungan menjadi harapan bagi semua elemen masyarakat, termasuk pemerintah dan sektor swasta, untuk memastikan

ketersediaan sumber daya yang memadai serta mendukung ketahanan dan keamanan pangan nasional. Keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Pangan yang aman serta bermutu dan bergizi tinggi sangat penting peranannya bagi pertumbuhan, pemeliharaan, dan peningkatan derajat kesehatan serta peningkatan kecerdasan Masyarakat (Odoms-Young *et al.*, 2024; Shepherd, 2012).

Ketahanan pangan dapat ditempuh dengan cara: (i). mendorong petani untuk menanam berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman pangan lokal untuk mengurangi ketergantungan pada satu jenis tanaman dan meningkatkan keanekaragaman pangan, (ii). menggunakan teknologi modern seperti irigasi cerdas, pupuk organik, dan teknik budidaya yang efisien untuk meningkatkan produktivitas pertanian, (iii). memberikan edukasi dan pelatihan kepada petani tentang teknik pertanian yang baik, manajemen usaha tani, dan pemanfaatan teknologi, serta (iv). menggalakkan partisipasi aktif dari masyarakat dan sektor swasta dalam upaya menjaga ketahanan pangan melalui program-program kolaboratif dan inisiatif lokal. Ketahanan pangan juga dapat ditempuh dengan menerapkan ekonomi hijau (*green economy*) karena tidak menghasilkan emisi karbondioksida terhadap lingkungan dan hemat sumber daya alam. Penerapan *green economy* dalam pertanian saat ini menjadi penting untuk dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani, menjaga sumber daya alam yang kritis seperti tanah dan air (Panjawa *et al.*, 2023; Ramadhaniah, 2020).

Kawasan Transmigrasi Bulupontu Jaya di Kabupaten Sigi termasuk salah satu wilayah yang dicanangkan oleh pemerintah daerah sebagai sentra pertanian hortikultura di Sulawesi Tengah. Kawasan tersebut dihuni transmigran dari berbagai daerah di Indonesia seperti Pulau Jawa, NTT dan NTB serta Sulawesi yang diberi fasilitas berupa tempat tinggal dan lahan usaha untuk pertanian. Jumlah penduduk di Kawasan Transmigrasi Bulupontu sebanyak 1650 jiwa, sebagian besar melakukan aktivitas usaha tani sayuran yang tergabung dalam 20 kelompok tani. Salah satu kelompok tani yang menjadi mitra dalam pelaksanaan PKM ini adalah kelompok tani ternak “Tani Mandiri” yang memiliki anggota sebanyak 23 orang.

Pengembangan usaha tani hortikultura khususnya komoditi sayuran di Kawasan Transmigrasi Bulupontu, masih mengalami beberapa hambatan agronomis berupa kondisi kesuburan tanah, serangan hama dan penyakit tanaman, serta kompetisi gulma dengan

tanaman pokok. Solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan aplikasi beberapa tindakan agronomi yang tepat (Young *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2024). Tindakan agronomi yang dimaksud adalah perbaikan teknologi budidaya dengan melakukan *good agriculture practice* (Lasmini *et al.*, 2023), pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan penggunaan pestisida biorasional yaitu suatu bahan pengendali hama dan penyakit tanaman yang relatif tidak beracun bagi pengguna dan pemakai dengan sedikit efek samping ekologis (Nasir *et al.*, 2023).

Di kawasan transmigrasi Bulupountu Transmigrasi Bulupountu, banyak ditemukan berbagai jenis tumbuhan yang tumbuh liar dan belum banyak dimanfaatkan. Tumbuhan tersebut memiliki sifat insektisidal karena tidak dimakan serangga herbivora seperti tumbuhan biduri (*Callotropis gigantea* L), babadotan (*Ageratum conyzoides* L.), kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.), dan viteks (*Vitex negundo* L). Tumbuhan tersebut dapat digunakan sebagai pestisida botani untuk mengendalikan berbagai jenis hama dan penyakit (Khasanah *et al.*, 2021; Nasir *et al.*, 2022; Pasaru *et al.*, 2023).

Daun kirinyuh mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tannin, terpenoid dan saponin (Siharis *et al.*, 2018). Flavonoid dapat berfungsi sebagai penolak makan bagi serangga, sedangkan alkaloid dan tannin berperan sebagai racun perut dan *antifeedant* (Brodowska, 2017), serta saponin berperan sebagai racun perut yang bersifat sitotoksit serta sebagai racun kontak (Liem *et al.*, 2018). Dengan kandungan senyawa metabolit tersebut, tumbuhan kirinyuh berpotensi untuk dapat mengendalikan berbagai jenis hama yang menyerang tanaman (Bourgaud *et al.*, 2001), namun penggunaannya sebagai insektisida botani belum banyak dilaporkan. Program pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk memperkenalkan dan mengedukasi petani tentang penggunaan sumberdaya tumbuhan khususnya tumbuhan kirinyuh *C. odorata* sebagai sumber pestisida biorasional yang ramah lingkungan.

MASALAH

Petani di UPT Bulupountu Jaya masih mengandalkan penggunaan bahan kimia sintesis dalam kegiatan usaha tani, khususnya dalam pelaksanaan pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penggunaan insektisida kimia sintesis tersebut seringkali dilakukan secara berjadwal sebagai tindakan antisipasi sehingga tidak sesuai dengan petunjuk penggunaan insektisida kimia sintesis tersebut. Pengendalian hama dan penyakit tanaman

yang dilakukan seperti tersebut menyebabkan biaya pengendalian menjadi mahal karena harga insektisida kimia sintetis semakin mahal.

Pengendali hama dan penyakit tumbuhan yang aman, seperti pestisida biorasional, dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan kimia sintetis. Bahan pengendalian hama dan penyakit tersebut relatif tidak beracun pada pengguna dengan sedikit efek samping ekologis. Penggunaan pestisida biorasional oleh petani masih kurang dilakukan karena dianggap kurang efektif, tidak praktis, dan bahan baku yang diperlukan seringkali tidak tersedia pada saat akan digunakan.

METODE PELAKSANAAN

Pemberdayaan kemitraan masyarakat menggunakan metode pelatihan dan dilanjutkan dengan penerapan teknologi untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam pembuatan dan pengembangan pestisida biorasional khususnya insektisida botani. Kegiatan tersebut dilaksanakan pada kelompok tani “Tani Mandiri” Unit Permukiman Transmigrasi Bulupountu Jaya Kabupaten Sigi, berlangsung sejak Bulan Juni sampai dengan Juli 2024 dan diikuti sebanyak 20 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan penyuluhan

Penyuluhan dilakukan untuk memberikan informasi yang berkenaan dengan kegiatan pengabdian. Hal tersebut sesuai dengan tujuan penyuluhan pertanian yaitu usaha atau upaya untuk mengubah perilaku petani dan keluarganya, agar dapat mengetahui dan mempunyai kemauan serta mampu memecahkan masalahnya sendiri dalam usaha atau kegiatan meningkatkan hasil usahanya dan tingkat kehidupannya.

Penyuluhan dilakukan di salah satu halaman pekarangan warga. Materi yang disampaikan pada pelatihan tersebut adalah: pentingnya penyediaan pangan yang berkualitas dan bebas residu bahan kimia, teknik budidaya sayuran sesuai *standard good agriculture practices*, dan teknologi penyiapan sarana produksi pertanian terutama pestisida rasional. Penyajian materi penyuluhan dilakukan dengan ceramah disertai dengan tanya jawab oleh peserta dan dilanjutkan dengan pemutaran video teknologi. Setelah penyampaian materi penyuluhan dirangkaikan dengan penyerahan bantuan peralatan yang akan digunakan pada saat pelatihan dan demplot teknologi.



Gambar 1. Dokumen pelaksanaan penyuluhan dan penyerahan peralatan kepada peserta serta foto bersama antara peserta dengan tim pelaksana

2. Pelatihan Pembuatan Pestisida Biorasional

Pelatihan pembuatan pestisida biorasional dilaksanakan di salah satu rumah anggota kelompok tani mitra. Pelatihan diawali dengan pengumpulan bahan dan peralatan yang akan digunakan. Selanjutnya diberikan materi singkat tentang tata cara pembuatan pestisida biorasional. Pestisida biorasional yang dibuat pada pelatihan ini adalah insektisida botani yang berbahan baku organ tumbuhan kirinyuh *C. odorata*, yang ditemukan tumbuh subur di sekitar lahan pertanaman sayuran masyarakat dan hanya menjadi gulma,



Gambar 2. Dokumen tumbuhan kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.)

Pembuatan insektisida botani dilakukan dengan mengambil daun dan ranting tanaman kirinyuh, kemudian dibersihkan dan dicuci agar tidak ada kotoran yang melekat, selanjutnya dipotong-potong kecil, kemudian ditumbuk atau diblender untuk dijadikan serbuk (Gambar 4). Serbuk kemudian ditambahkan dengan aquades dan selanjutnya disaring dengan menggunakan penyaring dan air saringan disimpan pada wadah jerigen, pada bagian atas penutup jerigen tersebut dilubangi dan dimasukkan selang aerator pada salah satu ujungnya, sedangkan ujung selang lainnya dimasukkan pada botol aqua yang berfungsi untuk menampung gas selama proses fermentasi berlangsung (Nasir *et al.*, 2022, 2023).



Gambar 3. Dokumen pembuatan ekstrak oleh salah seorang peserta kegiatan

3. Aplikasi insektisida botani pada pertanaman sayuran

Tanaman sayuran termasuk komoditas bernilai ekonomi yang memerlukan pengusahaan intensif. Oleh karena itu, petani percaya bahwa penggunaan pestisida sintetis adalah satu-satunya cara untuk mengendalikan hama dan penyakit dengan sukses. Petani semakin menghadapi berbagai dampak negatif dan ketidakberdayaannya karena biaya produksi yang semakin mahal. Di sisi lain, masalah hama dan penyakit masih belum diselesaikan dan bahkan menjadi lebih kompleks, membuat petani mencari cara lain untuk menurunkan biaya operasional dalam berusaha tani.

Insektisida botani yang telah dibuat dan dikembangkan selama pelaksanaan pelatihan, diaplikasikan pada pertanaman sayuran, dengan dosis 20ml/l air (setara dengan 300 ml/15 liter air) (Nasir *et al.*, 2020). Cara pengaplikasian insektisida botani tersebut adalah dengan mengambil sebanyak 300 ml larutan ekstrak kemudian dimasukkan ke dalam tangki *sprayer* yang sudah diisi air sebanyak 15 liter. Selanjutnya disemprotkan ke pertanaman sayuran. Pengaplikasian insektisida botani tersebut dilakukan pada sore hari.



Gambar 4. Dokumen pengaplikasi ekstrak sebagai insektisida botani oleh salah seorang peserta kegiatan dan didampingi oleh tim pelaksana

Hasil demplot menunjukkan bahwa tanaman sayuran yang diaplikasikan dengan insektisida botani ekstrak tumbuhan kirinyuh mengurangi intensitas serangan hama dan bahkan efektivitas nya menyamai dengan insektisida kimia sintetis. Pengamatan terhadap keberadaan serangga bermanfaat lainnya seperti predator pada lahan yang diaplikasi dengan ekstrak tumbuhan kirinyuh tidak pengaruh bila dibandingkan dengan lahan yang tidak diaplikasi. Dengan demikian penggunaan–ekstrak tumbuhan sebagai insektisida botani juga mendukung *green economy* karena terpeliharanya keanekaragaman hayati.



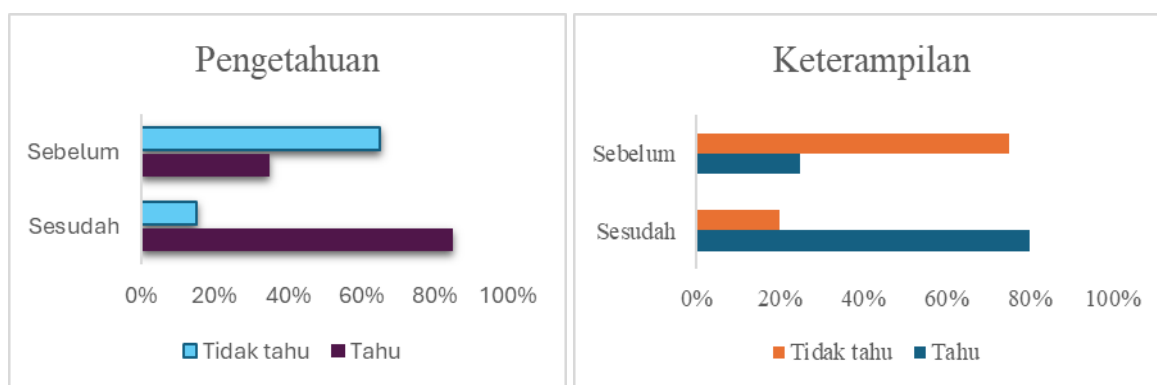
Gambar 5. Dokumen pengamatan tanaman oleh peserta kegiatan, didampingi oleh tim pelaksana

Dengan penggunaan ekstrak tumbuhan sebagai insektisida botani, penggunaan insektisida kimia sintetis dapat dikurangi, sehingga produk pangan yang diperoleh dapat terjamin dan bebas dari residu bahan kimia. Produk pangan yang bebas dari residu bahan

kimia akan menghasilkan pangan yang sehat dan bernilai ekonomi (Bonner & Alavanja, 2017), serta mendukung keberlanjutan pertanian (Fenibo *et al.*, 2022; Lengai *et al.*, 2020). Dengan demikian penggunaan ekstrak tumbuhan sebagai insektisida botani merupakan salah satu teknik pengendalian hama dan penyakit yang ramah lingkungan dalam mendukung *green economy*.

4. Evaluasi dan Tindak Lanjut

Kegiatan pemberdayaan masyarakat dievaluasi untuk mengetahui sejauh mana kegiatan pemberdayaan masyarakat tersebut dapat diterima oleh peserta. Evaluasi dilakukan terhadap 20 orang peserta dengan mengisi kuesioner sebelum dan sesudah kegiatan, yang berkaitan dengan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam pembuatan dan pengaplikasian insektisida botani untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman.



Gambar 6. Diagram hasil evaluasi pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pengetahuan dan keterampilan peserta meningkat. Sebelum kegiatan pengabdian kepada masyarakat, pengetahuan tentang pembuatan dan pengaplikasian insektisida botani untuk pengendalian hama, hanya 35% peserta yang tahu, dan setelah mengikuti kegiatan meningkat menjadi 85%. Keterampilan peserta juga meningkat yakni sebelum kegiatan sebesar 25% dan setelah mengikuti kegiatan menjadi 75%.

KESIMPULAN

Pelaksanaan pelatihan pembuatan dan pengembangan pestisida biorasional pada kelompok “Tani Mandiri” dapat diadopsi oleh peserta karena cara pembuatannya sederhana dan mudah dilakukan. Penggunaan ekstrak tumbuhan kirinyuh *Chromolaena odorata* L. sebagai insektisida botani dapat menurunkan intensitas serangan hama pada tanaman sayuran, sehingga produk sayuran yang dihasilkan tidak mengandung residu

bahan kimia sintetis sehingga menjadi sehat bila dikonsumsi, serta dalam jangka waktu yang panjang lingkungan pertanian tetap dapat terjaga dalam mendukung *green economy*. Penggunaan ekstrak tumbuhan kirinya dengan dosis 300 ml/15 liter air mengurangi intensitas serangan hama pada tanaman sayuran dan bahkan efektivitasnya menyamai dengan insektisida kimia sintetis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur riset dan pengabdian kepada masyarakat Dirjen Dikti Kemdikbud Ristek RI, dan Rektor Universitas Tadulako yang telah membiayai program pengabdian kepada masyarakat skema pemberdayaan kemitraan masyarakat dengan nomor kontrak 116/E5/PG.02.00/PM.BARU/2024 tanggal 11 Juni 2024 dan 1769/UN28.16/AL.04/2024 tanggal 14 Juni 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonner, M. R., & Alavanja, M. C. R. (2017). Pesticides, human health, and food security. *Food and Energy Security*, 6(3), 89–93. <https://doi.org/10.1002/fes3.112>
- Bourgau, F., Gravot, A., Milesi, S., & Gontier, E. (2001). Production of plant secondary metabolites: A historical perspective. *Plant Science*, 161(5), 839–851. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00490-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00490-3)
- Brodowska, K. M. (2017). Natural flavonoids: Classification, potential role, and application of flavonoid analogues. *European Journal of Biological Research*, 7(2), 108–123. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.545778>
- Fenibo, E. O., Ijoma, G. N., & Matambo, T. (2022). Biopesticides in sustainable agriculture: Current status and future prospects. In S. D. Mandal, G. Ramkumar, S. Karthi, & F. Jin (Eds.), *New and future development in biopesticide research: Biotechnological exploration* (pp. 1–53). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3989-0_1
- Khasanah, N., Martono, E., Trisyono, Y. A., & Wijonarko, A. (2021). Toxicity and antifeedant activity of *Calotropis gigantea* L. leaf extract against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 16(6), 677–682. <https://doi.org/10.18280/ijdne.160609>
- Lasmini, S. A., Idham, Pagiu, S., Yusuf, R., Hayati, N., Yunus, M., Pasaru, F., Nasir, B. H., Rosmini, Khasanah, N., & Khayati, L. (2023). Application of mulch and soil microbes to increase growth and yield of chili pepper. *AIP Conference Proceedings*, 040001. <https://doi.org/10.1063/5.0118514>
- Lengai, G. M. W., Muthomi, J. W., & Mbega, E. R. (2020). Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*, 7, e00239. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
- Liem, A. F., Holle, E., Gemnafle, I. Y., & Wakum, S. (2018). Isolasi senyawa saponin dari

- mangrove tanjang (*Bruguiera gymnorrhiza*) dan pemanfaatannya sebagai pestisida nabati pada larva nyamuk. *Jurnal Biologi Papua*, 5(1), 27–34. <https://doi.org/10.31957/jbp.520>
- Nasir, B. H., Edy, N., Khasanah, N., Lasmini, S. A., & Idham, I. (2023). Toxicity of *Vitex negundo* L. and *Calotropis gigantea* L. crude extract on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). In *Proceedings of the 2nd International Interdisciplinary Conference on Environmental Sciences and Sustainable Developments 2022 Environment and Sustainable Development (ICESSD-ESD 2022)* (Vol. 36, pp. 96–101). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-334-4_18
- Nasir, B. H., Khasanah, N., & Idham, I. (2022). Insecticidal activity of leaf extracts of *Calotropis gigantea* L., *Ageratum conyzoides* L., and *Vitex negundo* L. against *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 17(6), 899–905. <https://doi.org/10.18280/ijdne.170610>
- Nasir, B., Najamudin, N., Lakani, I., Lasmini, S. A., & Sabariyah, S. (2020). Pembuatan pupuk organik cair dan biofungisida *Trichoderma* untuk mendukung sistem pertanian organik. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(2), 115–120. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i2.756>
- Odoms-Young, A., Brown, A. G. M., Agurs-Collins, T., & Glanz, K. (2024). Food insecurity, neighborhood food environment, and health disparities: State of the science, research gaps, and opportunities. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 119(3), 850–861. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.12.019>
- Panjawa, J. L., Rahardjo, B., & Wardhani, A. C. K. (2023). Upaya implementasi sistem pertanian terintegrasi bagi kelompok tani Desa Pogalan Kabupaten Magelang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), 150–159. <https://doi.org/10.37567/pkm.v3i3.2336>
- Pasar, F., Khasanah, N., Nasir, B. H., Kasriyanto, & Lasmini, S. A. (2023). Biopesticidal effect of *Widuri* (*Calotropis gigantea* L.) and *Krinyuh* (*Chromolaena odorata* L.) leaves to control corn fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). In *Proceedings of the 2nd International Interdisciplinary Conference on Environmental Sciences and Sustainable Developments 2022 Environment and Sustainable Development (ICESSD-ESD 2022)* (Vol. 36, pp. 3–7). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-334-4_2
- Ramadhaniah, M. A. (2020). The role of tourism in the Indonesian economy. *Jurnal Riset Pembangunan*, 2(2), 98–113. <https://doi.org/10.36087/jrp.v2i2.60>
- Shepherd, B. (2012). Thinking critically about food security. *Security Dialogue*, 43(3), 195–212. <https://doi.org/10.1177/0967010612443724>
- Siharis, F. S., Himaniarwati, H., & Regikal, R. (2018). Uji aktivitas larvasida ekstrak etanol daun *Kirinyuh* (*Chromolaena odorata*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 4(1), 20–27. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v4i1.20>
- Young, M. D., Ros, G. H., & De Vries, W. (2021). Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107551.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107551>

Zhao, J., Yang, J., Xie, H., Qin, X., & Huang, R. (2024). Sustainable management strategies for balancing crop yield, water use efficiency and greenhouse gas emissions. *Agricultural Systems*, 217, 103944. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103944>



© 2024 by authors. Content on this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).