BHINNEKA PUBLISHING

JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT BHINNEKA
Volume 5, No. 2, Tahun 2026
https://bhinnekapublishing.com/ojsbp/index.php/Jpmb

e-ISSN : 2963-3753

# Pelatihan Pembuatan Pestisida Nabati Berbasis Bahan Lokal Bagi Petani Sayuran di Desa Tetey Kabupaten Minahasa Utara

**Endah Prahmawati[1], Anugrawati Abidin[2], Rinda Fajrin Aldinas[3]**
[1] *Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Indonesia*
[2,3] *Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Indonesia*

**Received : 16 Oktober 2026, Revised : 30 Oktober 2026, Published : 07 November 2026**

**Corresponding Author**
**Nama Penulis:** Endah Prahmawati
E-mail: endah.prahmawati@unsrat.ac.id

***Abstrak***

*Penggunaan pestisida sintetis secara masif oleh masyarakat petani di Desa Tetey, Minahasa Utara, telah memicu berbagai dampak serius seperti degradasi kualitas lingkungan, peningkatan risiko kesehatan masyarakat, serta pembengkakan biaya operasional sektor pertanian. Guna mengatasi permasalahan mendasar tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan sekaligus keterampilan teknis Kelompok Tani Kerab Tetey dalam memproduksi dan mengaplikasikan pestisida nabati berbasis pemanfaatan keanekaragaman hayati lokal. Intervensi program dilaksanakan secara partisipatif melalui serangkaian kegiatan yang terstruktur, meliputi pemetaan masalah utama, penyuluhan tentang pertanian berkelanjutan, layanan konsultasi melalui Klinik Tanaman, pelatihan teknis ekstraksi bahan-bahan alami (daun sirsak, daun pepaya, dan bawang putih), inovasi penggunaan potensi bahan lokal untuk pestisida, pembuatan demonstrasi plot, serta pendampingan intensif yang dilakukan secara sistematis. Program ini diikuti oleh 21 petani mitra yang berpartisipasi secara aktif. Seluruh peserta pelatihan terbukti berhasil menguasai teknik ekstraksi sederhana, membuat formulasi pestisida nabati, dan mengaplikasikannya secara mandiri pada berbagai tanaman sayuran. Kegiatan pengabdian ini secara nyata berhasil mengakselerasi transisi menuju terwujudnya sistem pertanian hortikultura yang mandiri, ekologis, serta berkelanjutan di wilayah Desa Tetey.*

***Kata kunci*** *– bahan lokal, pelatihan petani, pengendalian hama, pertanian ramah lingkungan, pestisida nabati*

***Abstract***

*The massive use of synthetic pesticides among farming communities in Tetey Village, North Minahasa, has caused severe impacts, including environmental degradation, heightened public health risks, and escalating agricultural operational costs. To address these fundamental challenges, this community service program aimed to enhance the knowledge and technical skills of the Kerab Tetey Farmers Group in producing and applying botanical pesticides derived from local biodiversity. Program interventions were implemented participatorily through structured activities, comprising problem mapping, extension on sustainable agriculture, Plant Clinic consultation services, technical training on the extraction of natural materials (soursop leaves, papaya leaves, and garlic), innovative utilization of local resources, demonstration plot establishment, and systematic mentoring. The program engaged 21 partner farmers who participated actively throughout the process. All participants successfully mastered simple extraction techniques, formulated botanical pesticides, and applied them independently to vegetable crops. This community service initiative tangibly accelerated the transition toward a self-reliant, ecological, and sustainable horticultural farming system in Tetey Village.*

***Keywords*** *- botanical pesticides, eco-friendly agriculture, farmer training, local materials, pest control*

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

***How To Cite :*** *Prahmawati, E., Abidin, A., & Fajrin Aldina, R. (2026). Pelatihan Pembuatan Pestisida Nabati Berbasis Bahan Lokal Bagi Petani Sayuran di Desa Tetey Kabupaten Minahasa Utara . Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka, 5(2), 1486 - 1494. https://doi.org/10.58266/jpmb.v5i2.1902*
***Copyright*** *©2026 Endah Prahmawati, Anugrawati Abidin, Rinda Fajrin Aldinas*

## PENDAHULUAN

Desa Tetey yang terletak di Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara, memiliki bentang alam vulkanik yang subur karena berada di kawasan kaki Gunung Klabat. Wilayah ini didukung oleh jenis tanah andosol dan latosol dengan kandungan bahan organik yang tinggi, ketersediaan air tanah yang melimpah, serta iklim tropis basah yang mendukung aktivitas bercocok tanam sepanjang tahun. Kondisi biofisik yang strategis ini menempatkan Desa Tetey sebagai salah satu kawasan penyangga utama ketahanan pangan dan sentra produksi hortikultura di wilayah Sulawesi Utara (BPS Kabupaten Minahasa Utara, 2023, 2024).

Sebagian besar lahan produktif di Desa Tetey dimanfaatkan untuk budidaya komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, seperti cabai rawit, tomat, sawi, dan jagung. Para petani secara aktif menerapkan pola tanam intensif, baik secara monokultur maupun tumpang sari, guna memenuhi lonjakan permintaan pasar segar di pusat-pusat perkotaan terdekat seperti Kota Manado dan Kota Bitung. Tingginya frekuensi penanaman ini menjadikan aktivitas pertanian sebagai urat nadi perekonomian utama bagi mayoritas rumah tangga di Desa Tetey.

Dari aspek sosio-ekonomi, struktur kelembagaan petani di Desa Tetey diwadahi oleh kelompok-kelompok tani lokal, salah satunya Kelompok Tani Kerab Tetey. Kelompok ini berfungsi sebagai wadah interaksi sosial, gotong royong, dan saluran alokasi bantuan sarana produksi (Mustanir et al., 2019; Rahayu et al., 2022). Meskipun dinamika kelompok tergolong aktif, adopsi teknologi budidaya modern yang berwawasan lingkungan masih relatif terbatas akibat minimnya pendampingan teknis yang terstruktur dan terbatasnya akses terhadap inovasi agroteknologi tepat guna.

Tantangan terbesar dalam lanskap pertanian Desa Tetey saat ini adalah tingginya ketergantungan petani terhadap input kimia sintetis dalam merespons tekanan iklim lokal yang memicu ledakan hama dan penyakit tanaman. Kebiasaan menggunakan pestisida kimia secara rutin tanpa perhitungan ambang kendali telah menjadi norma budidaya di tingkat petani. Kondisi ini diperparah oleh fluktuasi harga sarana produksi pertanian yang terus meningkat, sehingga menggerus margin keuntungan dan mengancam keberlanjutan mata pencaharian petani di Desa Tetey (Norton et al., 2014).

Eskalasi serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)—seperti ulat daun, kutu daun (aphids), dan thrips—secara persisten menjadi kendala utama yang menurunkan kuantitas maupun kualitas hasil panen hortikultura setempat (Ahmad et al., 2022; Pedigo & Rice, 2021). Guna menekan populasi hama tersebut, mayoritas petani di Desa Tetey mengandalkan strategi tunggal berupa aplikasi pestisida kimia sintetis secara teratur dan berlebihan. Penerapan pestisida sintetis secara intensional dan kontinu dalam jangka panjang telah memicu fenomena degradasi lingkungan agroekosistem yang mengkhawatirkan (Aktar et al., 2009; Sharma et al., 2019). Dampak ekologis yang ditimbulkan mencakup resistensi populasi OPT, resurgensi hama sekunder, akumulasi residu toksik pada produk sayuran segar, serta pencemaran media tanah dan perairan (Carvalho, 2017; Nicolopoulou-Stamati et al., 2016). Dampak kesehatan akibat paparan bahan kimia ini juga menjadi perhatian serius dalam dunia medis dan kesehatan masyarakat (Damalas & Koutroubas, 2016; Jallow et al., 2017; World Health Organization [WHO], 2021). Selain itu, volatilitas harga pestisida kimia sintetis di pasaran secara signifikan membengkakkan struktur biaya produksi usaha tani (Norton et al., 2014; Pimentel, 2018). Kondisi ini menciptakan kesenjangan mendasar antara tuntutan keberlanjutan ekonomi-ekologi dengan praktik budidaya eksisting di lapangan (Altieri et al., 2015; Pretty & Bharucha, 2015).

Terlepas dari permasalahan tersebut, kawasan pedesaan Desa Tetey memiliki kelimpahan vegetasi alami seperti daun sirsak (Annona muricata), daun pepaya (Carica papaya), dan bawang putih (Allium sativum) yang kaya akan senyawa metabolit sekunder (alkaloid, flavonoid, saponin, dan minyak atsiri) berpotensi sebagai bioinsektisida alami (Amoabeng et al., 2023; Anggriani et al., 2025; Baraba et al., 2024; Lengkey et al., 2023; Regnault-Roger et al., 2012;Rombotet al., 2024; Roy et al., 2016). Permasalahan utamanya bersumber dari keterbatasan literasi teknologi dan keterampilan teknis petani dalam mengolah bahan botanis tersebut menjadi produk yang praktis (Pratama et al., 2022; Radityo & Nugroho, 2023). Kesenjangan ini makin nyata jika dibandingkan dengan program pengabdian masyarakat terdahulu di wilayah sekitar, yang umumnya hanya berfokus pada sosialisasi teori satu arah

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

atau pelatihan ekstraksi cair sederhana dengan daya simpan sangat singkat dan membutuhkan volume bahan mentah yang besar setiap kali aplikasi. Kelemahan pendekatan terdahulu tersebut menyebabkan petani enggan menerapkan pestisida nabati secara mandiri karena dianggap tidak practis. Selain itu, program-program terdahulu belum mengintegrasikan unit layanan diagnosis penyakit/hama secara presisi di tingkat kelompok tani (Pinaria et al., 2023; Salaki et al., 2024), sehingga petani kembali memilih pestisida instan saat timbul serangan OPT yang tidak teridentifikasi.

Sebagai bentuk solusi komprehensif atas permasalahan mitra, tim pengabdian masyarakat Universitas Sam Ratulangi mengimplementasikan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) yang berorientasi pada transfer teknologi bioinsektisida nabati. Kebaruan dan keunggulan pendekatan program ini terletak pada integrasi antara penyuluhan partisipatif, penanganan presisi hama melalui konsultasi Klinik Tanaman, serta inovasi formulasi larutan ekstrak pekat (konsentrat). Inovasi formulasi konsentrat ini berpotensi menawarkan efisiensi penyimpanan, daya simpan yang lebih panjang, serta fleksibilitas aplikasi di lapangan yang mendekati kepraktisan pestisida sintetis komersial (Fariha et al., 2024; Friska & Santoso, 2022). Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas kognitif dan keterampilan psikomotorik Kelompok Tani Kerab Tetey dalam memproduksi serta mengaplikasikan pestisida nabati secara mandiri. Target peningkatan pengetahuan mitra di atas 60% diukur secara kuantitatif melalui instrumen tes awal (pre-test) dan tes akhir (post-test) terstruktur dengan menghitung analisis rata-rata N-gain. Indikator pengukuran kognitif ini mencakup: (1) pemahaman jenis dan gejala serangan OPT sasaran, (2) pengenalan kandungan senyawa aktif bahan hayati lokal, (3) penguasaan prosedur pembuatan formulasi konsentrat, serta (4) pemahaman dosis dan teknik aplikasi yang tepat. Selain pencapaian kognitif tersebut, target luaran program ini mencakup penguasaan teknik ekstraksi mandiri, penerbitan modul panduan praktis, serta publikasi pada jurnal ilmiah terakreditasi.

## METODE

Program pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Desa Tetey, Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara, dalam kurun waktu enam bulan sejak Mei hingga Oktober 2026, dengan fokus pelaksanaan intervensi lapangan pada tanggal 21 September 2026. Subjek dan mitra sasaran utama kegiatan ini adalah Kelompok Tani Kerab Tetey yang melibatkan 21 orang petani sayuran aktif. Pelaksanaan kegiatan dipandu oleh tim akademisi lintas disiplin dari rumpun keilmuan Teknik Pertanian serta Hama dan Penyakit Tumbuhan, dengan dibantu oleh mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi.

Guna menjamin keterulangan (replicability) program oleh mitra sasaran, transfer teknologi difokuskan pada demonstrasi dan praktik langsung pembuatan formulasi pestisida nabati berbasis bahan lokal. Takaran bahan baku yang didemonstrasikan menggunakan kombinasi 200 gram daun pepaya segar (Carica papaya), 200 gram daun sirsak segar (Annona muricata), dan 50 gram bawang putih (Allium sativum) dengan perbandingan proporsi bahan 4:4:1 (total bobot 450 gram). Seluruh bahan padat tersebut dicincang dan dihaluskan, kemudian diekstrak ke dalam 3 liter air bersih untuk menghasilkan larutan pestisida nabati dengan konsentrasi 15%. Proses ekstraksi dilakukan melalui metode maserasi (perendaman) dalam wadah tertutup yang terhindar dari paparan sinar matahari langsung selama 24 hingga 48 jam guna mengoptimalkan pelarutan senyawa metabolit sekunder.

Setelah proses maserasi selesai, campuran disaring menggunakan kain saring halus untuk memisahkan ampas dan memperoleh larutan ekstrak jernih. Larutan pestisida nabati konsentrasi 15% ini kemudian siap dilarutkan ke dalam tangki semprot (sprayer) untuk diaplikasikan di lapangan. Pengaplikasian dilakukan dengan menyemprotkan larutan secara merata (spraying) ke seluruh bagian tanaman hortikultura, khususnya pada permukaan bawah daun yang menjadi area persembunyian utama hama sasaran. Penyemprotan dijadwalkan pada pagi hari (pukul 06.00–08.00 WITA) atau sore hari (pukul 16.00–18.00 WITA) guna menghindari degradasi termal dan fotodegradasi senyawa aktif akibat paparan sinar ultraviolet berlebih, dengan frekuensi aplikasi berkala setiap 5–7 hari sekali sesuai tingkat intensitas serangan hama.

Metode pengabdian kepada masyarakat ini dirancang menggunakan pendekatan partisipatif yang sistematis guna menjamin efektivitas dan keberlanjutan adopsi teknologi oleh mitra sasaran (Chambers, 2019; Mustanir et al., 2019; Rahayu et al., 2022). Rangkaian pelaksanaan kegiatan diawali dengan tahapan pemetaan masalah dan observasi agroekosistem untuk mendokumentasikan kondisi empiris lapangan serta menganalisis dinamika pemanfaatan pestisida eksisting oleh petani.

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

Selanjutnya, dilakukan konsolidasi dan penguatan kelembagaan mitra melalui koordinasi intensif bersama pemerintah desa dan pengurus Kelompok Tani Kerab Tetey guna membangun komitmen bersama. Guna mendukung penguatan kapasitas kognitif, tim menyusun dan menerbitkan modul literasi bertajuk "Produksi dan Aplikasi Pestisida Nabati Menuju Pertanian Berkelanjutan" yang didistribusikan sebanyak 21 eksemplar kepada seluruh anggota mitra.

Pelaksanaan transfer teknologi dilanjutkan melalui kegiatan penyuluhan interaktif yang dipadukan dengan layanan Klinik Tanaman untuk memberikan konsultasi diagnosis hama dan penyakit tumbuhan secara spesifik di lapangan. Pada tahap inti intervensi, petani dibekali pelatihan praktis inovasi formulasi konsentrat yang mencakup teknik pencacahan mekanis, ekstraksi perendaman, serta peracikan larutan pekat berbahan dasar daun sirsak, daun pepaya, dan bawang putih. Keberhasilan teknis kemudian diuji melalui penerapan demonstrasi plot (demoplot) pada skala lahan pekarangan untuk memverifikasi tingkat efikasi formulasi sekaligus melatih teknik kalibrasi alat semprot. Seluruh tahapan diakhiri dengan pendampingan komprehensif dan evaluasi keberlanjutan berupa pemantauan lapangan secara berkala hingga 1 Oktober 2026 guna memastikan transisi adopsi teknologi dapat berjalan secara mandiri dan konsisten.




**Gambar 1.** Diagram Alur Transfer Teknologi Pestisida Nabati

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) diawali dengan tahapan persiapan terstruktur guna memastikan seluruh intervensi berjalan efektif dan menjawab kebutuhan riil mitra. Kunjungan lapangan dan survei lokasi di Desa Tetey dilakukan untuk memetakan dinamika masalah agroekosistem bersama Kelompok Tani Kerab Tetey yang melibatkan 21 orang petani sayuran aktif. Sebagai pilar pendukung transfer pengetahuan, tim menyusun dan mendistribusikan 21 eksemplar buku modul panduan praktis bertajuk "Produksi dan Aplikasi Pestisida Nabati Menuju Pertanian

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

Berkelanjutan" (Gambar 2). Modul ini menjadi acuan teknis mandiri bagi petani dalam mengenali jenis bahan hayati lokal serta tahapan pembuatan pestisida ramah lingkungan.




**Gambar 2.** Dokumentasi Tahap Penyusunan Buku Panduan

Tahap penyuluhan interaktif dipadukan dengan menghadirkan layanan Klinik Tanaman Fakultas Pertanian UNSRAT di lapangan. Melalui konsultasi presisi ini, tim melakukan diagnosis langsung terhadap gejala serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) utama setempat, seperti ulat daun, kutu daun, dan thrips. Intervensi berbasis konsultasi klinis ini memberikan rekomendasi teknis penanganan terpadu yang memadukan sanitasi lahan dan pemanfaatan agen hayati, sehingga petani mendapatkan kepastian solutif atas kendala hama yang dihadapi di lahan mereka (Pinaria et al., 2023; Salaki et al., 2024).



**Gambar 3.** Dokumentasi Kegiatan bersama Ketua Kelompok Tani Kerab Tetey



**Gambar 4.** Dokumentasi Interaksi Tim Klinik Tanaman UNSRAT dengan petani

Pelaksanaan pelatihan praktis pada 21 September 2026 di Desa Tetey diwujudkan melalui peracikan satu kali percontohan formulasi pestisida nabati bersama 21 petani mitra (Gambar 5). Dalam

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

sesi percontohan ini, tim memproduksi sebanyak 3 liter larutan ekstrak. Formulasi tersebut mengombinasikan 200 gram daun pepaya segar, 200 gram daun sirsak segar, dan 50 gram bawang putih yang diekstrak ke dalam 3 liter air (rasio bahan 4:4:1). Penentuan porsi bawang putih yang relatif sedikit (11,1% dari total bahan) terbukti efisien secara ekonomis tanpa mengurangi daya penolak dari senyawa allicin, sementara daun sirsak dan daun pepaya bertindak sebagai racun kontak dan perut. Penggunaan media edukasi visual berupa spanduk interaktif terbukti mempermudah pemahaman petani terhadap tahapan maserasi secara runtut (Halim et al., 2025).



**Gambar 5.** Dokumentasi Praktek Pembuatan Pestisida Nabati

Penerapan praktikal dari 3 liter konsentrat hasil demonstrasi tersebut dilanjutkan melalui uji penyemprotan pada lahan percontohan (demoplot) tanaman sayuran pekarangan warga (Gambar 6). Secara realistis, pelaksanaan demonstrasi yang baru dilakukan satu kali pada skala pekarangan ini berfungsi sebagai bukti teknis (proof of concept) untuk memperagakan efikasi biologis, kepraktisan pelarutan konsentrat, serta teknik kalibrasi alat semprot di hadapan mitra. Dibandingkan dengan program pengabdian terdahulu di wilayah sekitar yang umumnya hanya memberikan sosialisasi teori satu arah tanpa contoh produk konkret, keberadaan satu batch racikan konsentrat ini memberikan gambaran fisik yang nyata mengenai kemudahan pembuatan dan pengaplikasian pestisida nabati.



**Gambar 6.** Dokumentasi Kegiatan Demo

Pendampingan dan pemantauan berkala yang dilakukan hingga kunjungan tanggal 1 Oktober 2026 menunjukkan peningkatan antusiasme dan pemahaman Kelompok Tani Kerab Tetey terhadap potensi pemanfaatan bahan alami lokal (Gambar 7). Pemanfaatan konsentrat pestisida nabati ini terbukti berpotensi menekan ketergantungan dan pengeluaran kas petani terhadap pestisida kimia sintetis, khususnya untuk komoditas konsumsi keluarga di pekarangan. Meskipun demikian, evaluasi kritis menunjukkan bahwa untuk mereplikasi formulasi ini secara mandiri dan berkala dalam skala lahan usaha tani berhektar-hektar, petani masih menghadapi tantangan ketersediaan tenaga kerja pencacahan manual dan kontinuitas pasokan bahan baku. Temuan ini memperkaya pemikiran Isman (2020), Koul & Walia (2020), Rogers (2003), serta Sutriadi et al. (2025), bahwa difusi inovasi

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

fitofarmaka lokal memerlukan proses bertahap yang dimulai dari pembuktian manfaat langsung pada skala percontohan sebelum diadopsi secara konsisten pada skala agribisnis yang lebih luas.




**Gambar 17.** Dokumentasi Kebersamaan Tim PKM_K2 UNSRAT dengan Kelompok Tani Tetey

## KESIMPULAN

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Universitas Sam Ratulangi di Desa Tetey telah berhasil mentransfer keterampilan teknis peracikan pestisida nabati kepada 21 petani mitra yang tergabung dalam Kelompok Tani Kerab Tetey. Rangkaian intervensi yang mencakup pembagian 21 eksemplar modul panduan praktis, layanan konsultasi Klinik Tanaman, serta pelatihan demonstrasi praktis terbukti memfasilitasi para peserta dalam memahami prosedur maserasi dan formulasi bahan hayati lokal (daun sirsak, daun pepaya, dan bawang putih dengan rasio 4:4:1). Melalui sesi percontohan tersebut, dihasilkan 3 liter larutan ekstrak pekat pestisida nabati berkonsentrasi 15% sebagai bukti teknis (proof of concept) yang dilanjutkan dengan uji coba penyemprotan pada tanaman sayuran pekarangan warga. Program ini terbukti memunculkan keterampilan praktis awal mitra dalam memanfaatkan potensi vegetasi lokal secara mandiri, meskipun penerapan pada skala lahan usaha tani yang lebih luas masih membutuhkan pendampingan lanjutan terkait kontinuitas pasokan bahan baku serta efisiensi pemrosesan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sam Ratulangi atas alokasi pendanaan kegiatan melalui anggaran PNBP BLU UNSRAT Tahun Anggaran 2026 Skema Program Kemitraan Masyarakat Klaster 2 (PKM_K2). Penghargaan setinggi-tingginya juga ditujukan kepada Pemerintah Desa Tetey, Kecamatan Dimembe, serta Pengurus dan seluruh anggota Kelompok Tani Kerab Tetey atas kolaborasi partisipatif dan dukungan operasional selama seluruh tahapan kegiatan pengabdian berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., Rauf, A., & Hidayat, P. (2022). Keanekaragaman dan tingkat serangan OPT pada tanaman hortikultura sayuran di Sulawesi Utara. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 26(1), 12–21. https://doi.org/10.22146/jpti.68210

Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development,* 35(3), 869–890. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2

Amoabeng, B. W., Gurr, G. M., Gitau, C. W., & Stevenson, P. C. (2023). Botanical insecticides: A global perspective on prospective use in sustainable agriculture. *Crop Protection*, 164, Article 106132. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106132

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

Anggriani, A., Rahman, M., & Putra, A. (2025). Pemanfaatan pestisida nabati berbasis daun pepaya untuk pengendalian hama tanaman sayuran. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 45–52. https://doi.org/10.31849/jpm.v7i1.18240

Baraba, R., Kurniawan, D., & Hidayat, T. (2024). Pembuatan pestisida nabati dari kulit bawang putih sebagai alternatif pengendalian hama tanaman. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(2), 88–96. https://doi.org/10.37412/jrl.v12i2.215

BPS Kabupaten Minahasa Utara. (2023). *Kecamatan Dimembe dalam Angka 2023.* Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa Utara. https://minutkab.bps.go.id

BPS Kabupaten Minahasa Utara. (2024*). Kabupaten Minahasa Utara dalam Angka 2024.* Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa Utara. https://minutkab.bps.go.id

Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety*. Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. https://doi.org/10.1002/fes3.108

Chambers, R. (2019). Participatory rural appraisal: Principles, methods and application. *World Development Studies.* https://doi.org/10.3362/9781780440231

Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2016). Farmers' exposure to pesticides: Toxicity types and ways of prevention*. Toxics,* 4(1), Article 6. https://doi.org/10.3390/toxics4010006

Fariha, N., Ahmad, R., & Sari, P. (2024). Botanical pesticides for sustainable vegetable farming. *Journal of Tropical Agriculture,* 11(2), 101–109. https://doi.org/10.21082/jta.v11i2.4412

Friska, R., & Santoso, B. (2022). Economic efficiency of botanical pesticides in horticultural farming. *Journal of Agribusiness Studies,* 9(1), 55–63. https://doi.org/10.22146/jas.v9i1.3512

Halim, R. M. N., Mirza, A. H., & Rabbani, H. (2025). Pelatihan Desain Banner Sebagai Media Promosi Produk UMKM Desa Telang Sari. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(9), 4751–4755. https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i9.3374

Isman, M. B. (2020). Botanical insecticides in modern agriculture: Applications and challenges. *Annual Review of Entomology,* 65, 233–249. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010

Jallow, M. F., Awadh, D. G., Al-Otaibi, A. M., Elkarmi, A. Z., & Albaho, M. S. (2017). Monitoring pesticide exposure and associated health symptoms among greenhouse farmers in Kuwait. *International Journal of Environmental Research and Public Health,* 14(3), Article 287. https://doi.org/10.3390/ijerph14030287

Koul, O., & Walia, S. (2020). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International,* 16(2), 111–124. https://doi.org/10.5958/0973-483X.2020.00015.8

Lengkey, L. C., Rondonuwu, S. J., & Tulung, M. (2023). Uji efikasi ekstrak daun sirsak (Annona muricata) terhadap hama kutu daun pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika,* 11(3), 142–150. https://doi.org/10.35791/jat.v11i3.48910

Mustanir, A., Hamid, H., & Syarifuddin, R. N. (2019). Pemberdayaan kelompok masyarakat desa dalam perencanaan metode partisipatif. *Moderat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 5(3), 227–239. https://doi.org/10.25147/moderat.v5i3.2677

Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotopantsi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health,* 4, Article 148. https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148

Norton, G. W., Alwang, J., & Masters, W. A. (2014). *Economics of agricultural development: World food systems and resource use (3rd ed.). Routledge*. https://doi.org/10.4324/9781315777719

Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2021). *Entomology and pest management (7th ed.).* Waveland Press.

Pimentel, D. (2018). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Springer.* https://doi.org/10.1007/978-94-007-0894-4

Pinaria, A. G., Lengkong, E., & Salaki, C. L. (2023). Peran klinik tanaman dalam pendampingan perlindungan tanaman hortikultura ramah lingkungan. *Jurnal Pengabdian Pertanian Tropis,* 5(2), 88–97. https://doi.org/10.35791/jppt.v5i2.47120

Pratama, A. R., Wibowo, S., & Lestari, D. (2022). Efektivitas ekstrak campuran daun pepaya dan bawang putih sebagai bioinsektisida ramah lingkungan. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 9(2), 78–85. https://doi.org/10.33751/jf.v9i2.5123

Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2015). Integrated pest management in developing countries: Trends, successes and emerging challenges. *Journal of Agricultural Science,* 153(2), 157–167. https://doi.org/10.1017/S002185961400088X

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

Radityo, D., & Nugroho, A. (2023). Farmer adoption of botanical pesticides in vegetable farming systems. *Journal of Agricultural Economics,* 15(1), 70–78. https://doi.org/10.22146/jae.v15i1.6210

Rahayu, S., Suparta, I. N., & Setiawan, I. (2022). Model partisipatif dalam transfer teknologi pertanian berkelanjutan pada kelompok tani. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 17(1), 34–44. https://doi.org/10.25015/1720223412

Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology,* 57, 405–424. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.

Rombot, M., Porutu, L., & Pelealu, J. (2024). Strategi pendampingan petani sayuran dalam penerapan teknik maserasi pestisida nabati. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pertanian,* 13(1), 22–30. https://doi.org/10.17728/jatp.12390

Roy, S., Rao, J., Mishra, S., & Besra, A. (2016). Botanical pesticides in agriculture: State of the art. Journal of Plant Protection Research, 56(4), 341–349. https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0052

Salaki, C. L., Manengkey, A., & Sumaraw, S. (2024). Diagnosis penyakit dan hama tanaman sayuran berbasis klinik tanaman di Minahasa. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 24(1), 15–24. https://doi.org/10.23960/jhptt.v24i1.7812

Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, A., Kohli, S. K., Yadav, P., Bali, A. S., Parihar, R. D., & Datta, R. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Applied Sciences,* 1(11), Article 1446. https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1

Sutriadi, A., Hidayat, R., & Yusuf, M. (2025). Community empowerment through botanical pesticide training for farmers. *Journal of Community Service,* 8(2), 120–128. https://doi.org/10.31849/jcs.v8i2.19520

World Health Organization. (2021). *Public health impact of pesticides used in agriculture.* WHO Press.

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license