

PEMANFAATAN KULIT BAWANG MERAH (*ALLIUM CEPA* L.) DAN BAWANG  
PUTIH (*ALLIUM SATIVUM* L.) SEBAGAI PESTISIDA NABATI UNTUK  
MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN

*Utilization Of Red Onion Skins (Allium Cepa L.) And Garlic Skins (Allium Sativum L.)  
As Natural Pesticides To Support Sustainable Agriculture*

Habil Al Gurabha<sup>1\*</sup>, Annisa Rizki Nur Apriani<sup>2</sup>, Ervina Kurniawati<sup>3</sup>, Arif  
Muhaimin<sup>4</sup>, Ilmi Aprilia<sup>5</sup>, Ainurrofika<sup>6</sup>, Febby Marsya Ananda<sup>7</sup>, Sri Puji  
Rahayu<sup>8</sup>, Azkiya Ayu Ananda<sup>9</sup>, M. Zaidan Asykar<sup>10</sup>, M. Hery Haryanto<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Mataram, <sup>2</sup>Program Studi Ilmu  
komunikasi, Universitas Mataram, <sup>3</sup> Program Studi Akuntansi, Universitas  
Mataram, <sup>4</sup> Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Mataram, <sup>5</sup>Program  
Studi Agroekoteknologi, Universitas Mataram, <sup>6</sup>Program Studi  
Agroekoteknologi, Universitas Mataram, <sup>7</sup>Program Studi Sosiologi,  
Universitas Mataram, Indonesia, <sup>8</sup> Program Studi Matematika, Universitas  
Mataram, <sup>9</sup>Program Studi Manajemen, Universitas Mataram, <sup>10</sup>Program Studi  
Teknik Mesin, Universitas Mataram, <sup>11</sup>Program Studi Agroekoteknologi,  
Universitas Mataram

Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

Informasi artikel		
Korespondensi	:	abilans89291@gmail.com
Tanggal Publikasi	:	27 Agustus 2025
DOI	:	<a href="https://doi.org/10.29303/wicara.v3i4.8837">https://doi.org/10.29303/wicara.v3i4.8837</a>

### ABSTRAK

Ketergantungan petani pada pestisida kimia sintetis menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan, residu berbahaya, serta risiko kesehatan. Sebagai alternatif, pestisida nabati menawarkan solusi ramah lingkungan yang mudah dibuat dan aman digunakan. Artikel ini membahas kegiatan pemberdayaan masyarakat di Desa Wisata Sembalun melalui pelatihan pembuatan pestisida nabati berbahan kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dan bawang putih (*Allium sativum* L.) yang merupakan limbah rumah tangga dengan kandungan bioaktif potensial.

Kegiatan dilaksanakan pada 1 Agustus 2025 melalui observasi, sosialisasi, dan demonstrasi. Proses pembuatan dilakukan dengan menghaluskan kulit bawang dengan air, difermentasi selama 2×24 jam, kemudian disaring dan diaplikasikan pada tanaman hortikultura warga. Uji lapang menunjukkan adanya pengurangan populasi telur dan larva hama, meski efektivitasnya belum sekuat pestisida sintetis. Hasil kegiatan mendapatkan respon yang sangat positif, ditunjukkan oleh lebih dari 80% peserta yang mencoba membuat pestisida nabati secara mandiri. Kendala utama adalah masa simpan larutan yang singkat dan variasi kualitas bahan. Secara keseluruhan, program ini meningkatkan kesadaran lingkungan, mengurangi limbah organik, serta membuka peluang penerapan pertanian berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *Pestisida Nabati, Kulit Bawang, Pemberdayaan Masyarakat, Pertanian Berkelanjutan.*

## ABSTRACT

*Farmers' dependence on synthetic pesticides has caused negative impacts such as environmental pollution, harmful residues, and health risks. As an alternative, botanical pesticides provide an eco-friendly solution that is simple to prepare and safe to use. This article discusses a community empowerment program in Sembalun Tourism Village through training on producing botanical pesticides made from onion (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) peels-household waste with potential bioactive compounds.*

*The program was conducted in 1 August 2025 through observation, socialization, and demonstration. The process involved grinding onion and garlic peels with water, fermenting for 48 hours, filtering, and applying the extract to local horticultural crops. Field trials showed a reduction in pest eggs and larvae, although effectiveness was still lower compared to synthetic pesticides.*

*The community response was highly positive, with more than 80% of participants attempting independent preparation of botanical pesticides. Main challenges included short shelf life of the extract and variability in raw material quality. Overall, the program successfully raised environmental awareness, reduced organic waste, and encouraged sustainable agricultural practices.*

**Keywords:** *botanical pesticide, onion peel, community empowerment, sustainable agriculture.*

## PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida kimia sintetis di sektor pertanian telah lama menjadi metode utama pengendalian hama di Indonesia. Namun, praktik ini menimbulkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, kematian organisme non-target, dan residu kimia pada produk pertanian. Menurut *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* oleh Yuantari & Widianarko (2017), penggunaan pestisida kimia dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius pada petani, termasuk gangguan sistem saraf dan kerusakan organ. Data Kementerian Pertanian juga menunjukkan tren peningkatan volume pestisida kimia yang beredar di Indonesia selama 10 tahun terakhir, sejalan dengan intensifikasi produksi pangan. Kondisi ini mendorong kebutuhan akan teknologi pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.

Manusia mengendalikan hama dengan cara-cara sederhana melalui metode fisik dan mekanik sebagai bentuk pertahanan alami. Namun, seiring dengan meluasnya lahan pertanian dan meningkatnya jumlah penduduk dunia, metode tradisional tersebut tidak lagi mampu mengatasi pertambahan populasi dan intensitas serangan hama (Arif 2015). Hama tanaman menjadi ancaman serius terhadap stabilitas produksi pertanian karena dapat menyebabkan kehilangan hasil dan menurunnya produktivitas. Penurunan ini bisa mencapai 20–95%, bahkan berisiko menyebabkan gagal panen (puso) jika terjadi serangan secara besar-besaran. Oleh karena itu, keberadaan hama dan penyakit dalam budidaya tanaman perlu ditangani secara bijak.

Salah satu pendekatan alternatif yang semakin dilirik adalah penggunaan pestisida nabati. Menurut Kartini & Rini (2019), pestisida nabati merupakan pestisida yang berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif dengan kemampuan mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT) secara alami. Keunggulan pestisida nabati adalah mudah terurai di alam, aman bagi manusia dan hewan, serta relatif tidak menimbulkan resistensi pada hama. Hal ini menjadikannya solusi yang selaras dengan prinsip pertanian berkelanjutan.

Pemanfaatan limbah kulit bawang sebagai pestisida nabati menawarkan solusi ganda: mengurangi limbah sekaligus menghasilkan alternatif pengendali

hama yang ramah lingkungan. Studi oleh Isa dkk.(2025) menunjukkan bahwa formulasi berbasis kulit bawang merah dengan kombinasi flavonoid, allicin, dan citronellal mencapai efektivitas pengendalian hama hingga 90%, mengurangi dampak lingkungan dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan

Kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dan bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah limbah organik rumah tangga yang sering diabaikan, padahal memiliki kandungan metabolit sekunder yang potensial sebagai bahan aktif pestisida nabati. Nurhayati & Ardiansyah (2021) menjelaskan bahwa kulit bawang merah kaya akan flavonoid, saponin, dan tannin yang memiliki sifat insektisida dan fungisida. Sementara itu, bawang putih dikenal mengandung allicin dan senyawa organosulfur lain yang berperan sebagai racun kontak maupun racun pencernaan bagi hama (Sholihah & Widodo, 2020).

Efektivitas kulit bawang sebagai pestisida nabati telah dibuktikan oleh beberapa penelitian. Nurhayati & Ardiansyah (2021) melaporkan bahwa ekstrak kulit bawang merah pada konsentrasi 20% mampu menekan populasi *Aphis gossypii* hingga 70% dalam pengujian lapangan (Nurhayati & Ardiansyah, 2021). Penelitian Sholihah & Widodo (2020) juga menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih mampu menyebabkan mortalitas *Spodoptera litura* lebih dari 75% serta menghambat aktivitas makan hama. Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa kedua bahan ini berpotensi besar sebagai sumber pestisida nabati yang efektif.

Di sektor agro-wisata, pemberdayaan masyarakat lokal untuk mengelola limbah menjadi produk bernilai tambah seperti pestisida nabati bukan hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru. Mekanisme seperti ini telah terbukti efektif dalam memberdayakan komunitas berbasis ekowisata, sebagaimana dijelaskan dalam model eco-tourism yang didukung oleh konservasi dan ekonomi lokal (Anwar dkk., 2024)

Dalam konteks pemberdayaan masyarakat, pemanfaatan kulit bawang merah dan bawang putih sebagai pestisida nabati sejalan dengan prinsip pengelolaan limbah berbasis ekonomi sirkular. Menurut Pimentel *et al.* (2020), penerapan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan limbah organik tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, tetapi juga meningkatkan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat. Oleh karena itu, kegiatan KKN di Desa Wisata Sembalun menghadirkan sinergi penting antara inovasi pertanian berkelanjutan dan edukasi masyarakat. Sosialisasi pembuatan pestisida nabati dari kulit bawang menjadi pendekatan tepat guna yang dapat memperkuat literasi ekologis sekaligus mendorong diversifikasi ekonomi lokal. Kegiatan ini bertujuan untuk mengedukasi masyarakat tentang pembuatan dan penggunaan pestisida nabati dari kulit bawang dapat menjadi langkah strategis dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan. Hasil kegiatan diharapkan dapat sebagai salah satu alternatif dan pertimbangan untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia sintetis.

## METODE KEGIATAN

Kegiatan dilaksanakan melalui demonstrasi pembuatan pestisida nabati berbahan kulit bawang merah dan bawang putih, mulai dari persiapan, proses pembuatan, hingga aplikasi pada tanaman. Peserta juga diberikan kesempatan untuk praktik langsung agar mampu membuatnya secara mandiri. Sebelum kegiatan, dilakukan observasi dan wawancara dengan warga Desa Sembalun untuk mengetahui kondisi pertanian serta permasalahan hama yang dihadapi. Hasil temuan ini dijadikan dasar pelaksanaan sosialisasi dan demonstrasi.

Kegiatan dilaksanakan pada 1 Agustus 2025 di Desa Wisata Sembalun dengan melibatkan petani dan masyarakat setempat. Tahapan kegiatan meliputi: (1)

persiapan alat dan bahan, (2) penentuan waktu dan tempat, dan (3) pelaksanaan demonstrasi serta uji coba aplikasi pestisida nabati pada tanaman hortikultura warga.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan melalui koordinasi antar kedua kelompok mahasiswa guna menyusun pembagian tugas serta menyepakati rancangan kegiatan. Pada tahap ini juga dilakukan persiapan materi sosialisasi mengenai pestisida nabati serta pengadaan alat dan bahan yang akan digunakan. Alat dan bahan tersebut meliputi limbah kulit bawang merah dan bawang putih sekitar 100-150 g, blender atau tumbukan, wadah berupa ember atau botol plastik dengan tutup rapat, air bersih kurang lebih 1 liter, saringan, serta botol semprot tangan.

2. Waktu dan Tempat

Kegiatan KKN ini dilaksanakan di Desa Wisata Sembalun, Lombok Timur, pada bulan Juli hingga Agustus 2024. Kegiatan melibatkan kurang lebih 25 mahasiswa yang terdiri dari 10 mahasiswa Kelompok Sembalun 2 Universitas Mataram dan 15 mahasiswa Kelompok Sembalun Beralun Universitas Gadjah Mada (UGM).

3. Tahap Pelaksanaan

Tahap persiapan dilakukan melalui koordinasi antar kedua kelompok mahasiswa guna menyusun pembagian tugas serta menyepakati rancangan kegiatan. Pada tahap ini juga dilakukan persiapan materi sosialisasi mengenai pestisida nabati serta pengadaan alat dan bahan yang akan digunakan. Alat dan bahan tersebut meliputi limbah kulit bawang merah dan bawang putih sekitar 100–150 gram, blender atau tumbukan, wadah berupa ember atau botol plastik dengan tutup rapat, air bersih kurang lebih 1 liter, saringan, serta botol semprot tangan.

Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan sosialisasi kepada masyarakat mengenai manfaat, fungsi, serta potensi pestisida nabati sebagai alternatif ramah lingkungan dalam pengendalian hama. Setelah sosialisasi, dilakukan pelatihan praktis pembuatan pestisida nabati. Proses pembuatannya dilakukan dengan cara menghancurkan kulit bawang merah dan putih menggunakan blender atau tumbukan dengan tambahan 1 liter air bersih. Campuran yang telah dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam wadah tertutup rapat dan disimpan di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari selama dua hari (2×24 jam). Setelah proses ini selesai, larutan disaring untuk memisahkan ampas sehingga diperoleh ekstrak berwarna kecoklatan yang kemudian dimasukkan ke dalam botol semprot.

Selanjutnya, dilakukan uji coba lapangan dengan cara mengaplikasikan larutan pestisida nabati tersebut pada tanaman hortikultura milik warga, seperti cabai, kentang, dan sayur-sayuran. Penyemprotan dilakukan sebanyak 1–2 kali per minggu, dan pengamatan dilakukan selama dua minggu untuk melihat respons tanaman serta tingkat serangan hama. Selain itu, mahasiswa juga mencatat tanggapan masyarakat terhadap penggunaan pestisida nabati ini sebagai bagian dari data awal keberlanjutan program.

Selama seluruh rangkaian kegiatan, mahasiswa KKN senantiasa mendampingi petani dalam proses pembuatan maupun aplikasi pestisida nabati. Pendampingan ini tidak hanya bertujuan untuk memastikan teknis pelaksanaan berjalan dengan baik, tetapi juga untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat agar mereka mampu menerapkan teknologi sederhana ini secara mandiri di kemudian hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan pestisida nabati di Desa Wisata Sembalun memiliki peran strategis dalam memperkuat konsep pariwisata berkelanjutan. Sebagai kawasan agrowisata, Sembalun mengandalkan daya tarik berupa hamparan lahan pertanian hortikultura, udara sejuk, dan produk segar yang bebas dari pencemaran. Penerapan pestisida nabati yang ramah lingkungan membantu mempertahankan kualitas tanah, menjaga kebersihan sumber air, dan melindungi keanekaragaman hayati—tiga komponen utama yang menjadi dasar kelestarian daya tarik wisata alam.

Menurut penelitian *Rural Sustainability* (Sofianto et al., 2024), destinasi wisata yang mempraktikkan pertanian ramah lingkungan tidak hanya meningkatkan citra positif di mata wisatawan, tetapi juga memperluas segmen pasar wisata, khususnya wisatawan yang peduli pada isu lingkungan dan kesehatan. Di sisi lain, wisatawan yang melihat langsung praktik pertanian organik atau semi-organik di lapangan akan memiliki tingkat kepercayaan lebih tinggi terhadap kualitas produk yang mereka konsumsi selama berwisata.

Integrasi inovasi pestisida nabati ke dalam narasi pariwisata Sembalun juga dapat menjadi nilai jual unik (*unique selling point*) bagi desa ini. Dengan mengemasnya sebagai bagian dari cerita keberlanjutan, Sembalun tidak hanya menjual panorama alam, tetapi juga gaya hidup dan sistem produksi pangan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Konsep ini sejalan dengan tren global pariwisata berkelanjutan yang menempatkan konservasi dan pemberdayaan masyarakat sebagai pilar utama (Hamzah & Tan, 2023).

Hasil dari sosialisasi yang telah dilakukan menunjukkan respon yang positif dari masyarakat. Warga antusias mengikuti pelatihan, secara aktif memberikan berbagai pertanyaan untuk mendalami materi yang di sosialisasikan. Demonstrasi pembuatan pestisida nabati dengan langkah sederhana memicu ketertarikan warga, bahkan menyebut ini sebagai inovasi pengolahan sampah yang bermanfaat karena cuup jarang dilakukan sosialisasi yang serupa. Dalam praktik lapangan, para petani melaporkan kemudahan proses pembuatan dan kelimpahan bahan baku (kulit bawang) karena komoditas bawang cukup banyak. Minat tinggi tercermin dari kenyataan bahwa lebih dari 80% peserta kegiatan mencoba membuat larutan pestisida sendiri di rumah.

Pengembangan pestisida nabati di Desa Wisata Sembalun memiliki keterkaitan langsung dengan konsep pariwisata berkelanjutan. Sembalun sebagai destinasi agrowisata terkenal mengandalkan keindahan lanskap pertanian dan kualitas produk hortikultura sebagai daya tarik utama. Dengan mengurangi penggunaan pestisida kimia, kualitas tanah, air, dan udara tetap terjaga, sehingga mendukung citra destinasi sebagai kawasan pertanian ramah lingkungan. Penerapan praktik pertanian organik dan ramah lingkungan meningkatkan daya tarik ekowisata dan memperkuat kepercayaan wisatawan terhadap keamanan produk yang dikonsumsi (Anwar et al., 2024). Dengan demikian, inovasi pestisida nabati tidak hanya berdampak pada sektor pertanian, tetapi juga menjadi nilai tambah dalam promosi pariwisata berkelanjutan.

Beberapa kendala juga muncul selama implementasi. Salah satunya adalah **masa simpan larutan** yang terbatas. Biopestisida atau pestisida nabati yang telah dibuat dianjurkan untuk digunakan dalam beberapa hari karena senyawa aktifnya cepat menguap atau terdegradasi, jika disimpan terlalu lama efektivitasnya menurun bahkan mneghilang. Selain itu, komposisi bahan bisa berbeda-beda, tergantung umur kulit bawang dan rasio air, sehingga konsentrasi allicin/flavonoid dalam ekstrak sulit bagi kami untuk menentukan standarisasinya. Bau khas bawang yang kuat terkadang dianggap kurang menyenangkan oleh sebagian warga. Dari survey di lapangan berdasarkan keadaan khususnya pada tanaman yang

menjadi uji coba, sangat sulit mengukur efektivitasnya tanpa uji laboratorium, petani hanya melaporkan secara kualitatif pengurangan hama. Secara keseluruhan, hambatan tersebut sejalan dengan temuan literatur yang mencatat keterbatasan kestabilan pestisida nabati berbahan bawang

Uji lapang awal menunjukkan bahwa pestisida nabati bawang efektif pada beberapa aspek, meski belum sekuat pestisida sintetik. Misalnya, tanaman yang disemprot menunjukkan pengurangan populasi telur dan larva hama, meskipun masih ada sisa serangan pada stadium larva lanjut. Temuan ini konsisten dengan laporan Damanik *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa formula rendaman 48 jam belum sepenuhnya efektif membunuh ulat grayak (*Spodoptera litura*) dewasa, namun berhasil mengendalikan stadia telur dan bersifat repelen terhadap semut. Sebagai perbandingan, penelitian Rizky *et al.* (2022) menemukan bahwa ekstrak bawang putih dengan durasi perendaman optimal (5 jam dengan penambahan sabun cuci) mampu membunuh lebih dari 50% hama uji (serangga). Hasil kami, meskipun tanpa penggunaan sabun, menunjukkan tren serupa, semakin lama larutan diaplikasikan, semakin tinggi tingkat kematian hama pada uji lapangan. Komponen kimia dalam bawang (allicin, aliin, minyak atsiri) diketahui bersifat insektisidal dan menolak serangan (Sabaruddin, 2021). Dengan demikian, potensi bawang sebagai bahan insektisida nabati terbukti, namun diperlukan pengembangan formulasi (misalnya penambahan bahan aktif lain) untuk meningkatkan daya pembunuh dan ketahanan larutan.

Secara keseluruhan, literatur mendukung temuan lapangan ini. Kulit bawang diketahui mengandung zat antifeedant dan racun bagi hama, serta relatif aman bagi lingkungan. Teknologi pestisida nabati bawang ini telah teruji secara sederhana namun menarik bagi petani sebagai solusi mitigasi risiko pestisida kimia. Keberhasilan awal ini membuka peluang perbaikan lebih lanjut, seperti mengkombinasikan dengan pestisida nabati lain (daun pepaya, nimba) atau metode fermentasi yang lebih optimal. Program KKN ini telah meningkatkan kesadaran warga akan alternatif organik dan mengubah limbah menjadi sumber daya, sehingga memberdayakan komunitas pertanian Desa Wisata Sembalun.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan kulit bawang merah dan bawang putih sebagai pestisida nabati di Desa Wisata Sembalun terbukti menjanjikan. Kegiatan KKN berhasil mengenalkan teknologi sederhana yang meningkatkan kemandirian petani dalam pengendalian hama tanaman. Dampak langsungnya adalah meningkatnya kesadaran lingkungan dan terbukanya praktik pertanian berkelanjutan di desa tersebut. Meskipun masih diperlukan penyempurnaan formulasi, penggunaan pestisida nabati ini memberi manfaat jangka panjang: menurunkan ketergantungan pada bahan kimia sintetis, melestarikan kualitas tanah, dan menambah nilai produk pertanian organik Sembalun sebagai daya tarik agrowisata. Jika dilanjutkan, program ini dapat mereplikasi hasil di desa-desa wisata pertanian lainnya, mendukung ketahanan pangan lokal, dan memperkuat kesejahteraan masyarakat melalui inovasi ramah lingkungan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua petani dan warga Desa Wisata Sembalun yang berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini. Terima kasih juga kepada dosen pembimbing KKN serta lembaga pemerintah (Dinas Pertanian) yang telah memberikan dukungan dan data. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pengembangan pertanian berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anwar, R. K., Saepudin, E., & Rukmana, E. N. (2024). Eco-tourism and economic striving of the locals: From participation to empowerment. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(2), 3038.
- Arif, A. (2015). 'Pengaruh Bahan Kimia Terhadap Penggunaan Pestisida Lingkungan', *Jf Fik Uinam*, 3(4), pp. 134–143.
- Damanik D., L. (2022). Pestisida Nabati Berbahan Baku Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) untuk Mengatasi Hama Penting pada Tanaman Asparagus (*Asparagus officinalis*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 4 (2), 151-158
- Faturahman R., Yasifa, N. A., Setyani. A., Febrianty. A. (2025). Efektivitas Kombinasi Ekstrak Limbah Kulit Bawang Merah dan Kulit Bawang Putih serta Serai sebagai Pestisida Organik terhadap Serangan Ulat Jerman (*Tenebrio molitor*) pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa*), 12 (1), 42-53
- Hamzah, A., & Tan, A. K. (2023). *Sustainable tourism and community-based ecotourism: Principles and practices in rural destinations*. Springer Nature.
- Isman, M. B. (2017). Bridging the gap: Moving botanical insecticides from the laboratory to the farm. *Industrial Crops and Products*, 110, 10–14.
- Kartini, N. L., & Rini, A. M. (2019). Pemanfaatan pestisida nabati untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(1), 1–8.
- Kementerian Pertanian RI. (2023). Statistik Pestisida Pertanian Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian.
- Nurhayati, S., & Ardiansyah, D. (2021). Potensi kulit bawang merah sebagai pestisida nabati. *Jurnal HPT Tropika*, 21(2), 145–152.
- Pimentel, D., et al. (2020). Environmental and economic costs of pesticide use. *Journal of Environmental Science and Policy*, 42, 56–62.
- Rizky, R., Jalaluddin., Ishak., Nurlaila, R., & Lukman Hakim. (2022). Pembuatan Pestisida Nabati Dari Bawang Putih Dengan Penambahan Sabun Cuci Piring. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(1), 12-22
- Sabaruddin. (2021). Aplikasi Pestisida Nabati Bawang putih ( *Allium sativum* L. ) Untuk Pengendalian hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L). *Jurnal Agroekoteknologi*, 3 (2), 121-126
- Sholihah, N., & Widodo, T. (2020). Aktivitas insektisida ekstrak bawang putih terhadap hama *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 8(2), 97–104.
- Sofianto, M., Fathurrahman, M., & Kurniawan, A. (2024). Eco-friendly agricultural practices as a driver for rural tourism sustainability. *Rural Sustainability*, 2(1), 45–58.
- Yuantari, M. G. C., & Widianarko, B. (2017). Dampak penggunaan pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 16(1), 10–17.