

PENGGUNAAN PESTISIDA ALAMI BERBASIS DAUN PEPAYA DAN SERAI SEBAGAI UPAYA MENGURANGI SERANGAN WALANG SANGIT PADA TANAMAN PADI DI DESA ANTUTAN

Hayyinul Mufidah¹, Tati Hariyati², Marlan Usmani Putra³, Sabarudin⁴
(^{1,2,3,4}) Universitas Kalimantan Utara, Indonesia
Email : Hayyinulmufiidah23@gmail.com

Abstract

*The brown planthopper (*Leptocorisa oratorius*) poses a major threat to rice cultivation in Antutan Village, Tanjung Palas District, Bulungan Regency. This pest attacks rice during its generative phase, damaging the rice grains and consequently reducing both the quantity and quality of the harvest. As a safer and more sustainable control effort, this Field Work Practice (KKP) activity aimed to introduce a natural pesticide made from papaya leaves (*Carica papaya*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*) to local farmers. The activity was carried out on February 26, 2025, through a combination of educational outreach and hands-on demonstrations. The pesticide was prepared using papaya leaves, lemongrass, soursop leaves, EM4, detergent, and water, with a simple fermentation process. The results showed a positive response from farmers, as evidenced by their enthusiasm and interest in adopting this locally sourced, natural technology. Although the pesticide has not yet been directly applied to the fields, this activity serves as an initial step toward reducing reliance on chemical pesticides and promoting environmentally friendly agricultural practices using local resources.*

Keywords: *Botanical Pesticide, Papaya Leaves, Lemongrass, Brown Planthopper, Community Engagement*

Abstrak

Serangan hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) menjadi salah satu ancaman utama dalam budidaya tanaman padi di Desa Antutan, Kecamatan Tanjung Palas, Kabupaten Bulungan. Hama ini menyerang pada fase generatif tanaman dan menyebabkan kerusakan bulir padi, sehingga berdampak pada penurunan kuantitas dan kualitas hasil panen. Sebagai upaya pengendalian yang lebih aman dan berkelanjutan, kegiatan Kuliah Kerja Praktik (KKP) ini bertujuan untuk memperkenalkan pestisida alami berbahan dasar daun pepaya (*Carica papaya*) dan serai (*Cymbopogon citratus*) kepada petani setempat. Kegiatan dilaksanakan pada 26 Februari 2025 melalui pendekatan sosialisasi dan demonstrasi langsung di lapangan. Bahan yang digunakan terdiri atas daun pepaya, serai, daun sirsak, EM4, deterjen, dan air, dengan proses pembuatan pestisida dilakukan secara fermentasi sederhana. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa metode ini mendapat respons positif dari petani, ditandai dengan tingginya partisipasi dan minat terhadap teknologi lokal berbasis bahan alam. Meskipun aplikasi lapangan belum dilakukan secara langsung, kegiatan ini menjadi langkah awal dalam mendorong transisi dari penggunaan pestisida kimia menuju praktik pertanian ramah lingkungan berbasis sumber daya lokal.

Kata Kunci: Pestisida Nabati, Daun Pepaya, Serai, Walang Sangit, Pengabdian Masyarakat.

A. Pendahuluan

Desa Antutan merupakan salah satu desa yang terletak di wilayah barat Kecamatan Tanjung Palas, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Posisi geografisnya menjadikan desa ini sebagai wilayah yang cukup terpencil karena letaknya yang jauh dari pusat pemerintahan kecamatan. Akses menuju desa ini sebagian besar masih mengandalkan transportasi air melalui Sungai Kayan serta jalan darat yang belum sepenuhnya teraspal. Desa Antutan membentang sepanjang pesisir Sungai Kayan dengan panjang kurang lebih 10 kilometer dan memiliki luas wilayah sekitar 40.750 hektar. Dari sisi administratif, desa ini berbatasan dengan Desa Pejalin di utara, Desa Gunung Seriang di selatan, kawasan hutan di bagian barat, serta Desa Mara Hilir di bagian timur (Anonim, 2022). Kondisi geografis yang demikian memberikan keunikan tersendiri terhadap struktur sosial dan ekonomi masyarakat, tetapi juga menyisakan tantangan dalam pengembangan infrastruktur, akses pendidikan, layanan kesehatan, dan pendampingan pertanian yang berkelanjutan.

Secara sosial budaya, masyarakat Desa Antutan merupakan gabungan dari tiga kelompok sub-suku utama, yaitu Bulungan, Kayan, dan Kenyah. Ketiga kelompok etnis ini memiliki latar belakang sejarah dan budaya yang berbeda, termasuk dalam praktik pertanian dan pola tanam yang mereka anut. Namun seiring waktu, terjadi proses pembauran sosial yang harmonis, ditandai dengan pertukaran pengetahuan dan pengalaman antar kelompok. Misalnya, masyarakat Bulungan yang secara historis terbiasa menanam padi sawah mulai mengadopsi sistem tanam padi ladang atau padi gunung, sedangkan masyarakat Kayan dan Kenyah yang awalnya bertumpu pada padi gunung mulai mencoba menerapkan teknik padi sawah. Perubahan ini menunjukkan adanya keterbukaan dalam menerima teknologi dan metode pertanian baru yang disesuaikan dengan kondisi agroekologi serta kebutuhan pangan masyarakat lokal (Sartohadi et al., 2019).

Pertanian menjadi tulang punggung ekonomi masyarakat, khususnya pada komoditas padi dan kakao. Padi merupakan sumber pangan utama dan ditanam baik secara tradisional di lahan kering (ladang) maupun di sawah irigasi terbatas. Namun, aktivitas pertanian ini tidak lepas dari berbagai permasalahan teknis yang cukup kompleks. Salah satu kendala utama yang sering dihadapi oleh petani adalah gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti tikus dan walang sangit (*Leptocorisa oratorius*). Hama walang sangit dikenal karena menyerang bagian tangkai dan bulir padi pada fase generatif hingga panen, menghisap cairan dari bulir padi sehingga menyebabkan bulir menjadi kosong atau berwarna coklat dan menghasilkan aroma tidak sedap (Rachmawati & Hasanah, 2020). Hama ini juga memiliki kemampuan untuk bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga mempersulit upaya pengendalian.

Dampak dari serangan walang sangit sangat signifikan, karena dapat menurunkan hasil produksi padi hingga 50%–80% apabila tidak dikendalikan secara efektif (Sumantri, 2021). Tak hanya menurunkan kuantitas panen, kualitas gabah juga menurun karena bulir yang tersisa menjadi ringan, mengapur, dan berubah warna. Dalam skala ekonomi, hal ini

menyebabkan kerugian besar bagi petani, terutama mereka yang bergantung penuh pada hasil panen untuk mencukupi kebutuhan rumah tangga.

Upaya pengendalian hama selama ini masih sangat tergantung pada penggunaan pestisida kimia. Meskipun efektif dalam jangka pendek, pestisida kimia menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan, keracunan pada manusia dan hewan, serta munculnya resistensi hama yang membuat pengendalian menjadi semakin sulit (Arif, 2015). Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati atau pestisida alami menjadi alternatif yang perlu dikembangkan secara serius, terutama di wilayah-wilayah pedesaan yang memiliki kekayaan sumber daya hayati.

Pestisida nabati merupakan bahan pengendali hama yang berasal dari tumbuhan dan memiliki kandungan senyawa bioaktif tertentu yang bersifat racun bagi serangga sasaran, namun relatif aman bagi organisme non-sasaran dan lingkungan. Menurut Kardinan (2002), pestisida nabati tidak meninggalkan residu berbahaya, mudah terurai di alam, serta dapat dibuat dari bahan-bahan lokal yang murah dan mudah diperoleh. Jenis pestisida ini sangat cocok diterapkan dalam sistem pertanian berkelanjutan atau organik, karena tidak merusak keseimbangan ekosistem dan justru dapat memperkaya keanekaragaman hayati di lahan pertanian.

Salah satu tanaman lokal yang dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati adalah daun pepaya (*Carica papaya*). Daun pepaya mengandung senyawa papain, flavonoid, dan alkaloid yang bersifat toksik bagi serangga penghisap, seperti walang sangit. Senyawa-senyawa ini bekerja dengan mengganggu sistem pencernaan serangga, menyebabkan gangguan metabolisme hingga kematian (Astuti & Widyastuti, 2017; Julaily et al., 2013). Selain pepaya, serai atau *Cymbopogon citratus* juga menjadi bahan penting dalam pembuatan pestisida nabati. Tanaman aromatik ini mengandung senyawa citronellal, geraniol, dan limonene yang berfungsi sebagai repelan atau pengusir serangga. Serai bekerja dengan mempengaruhi sistem saraf serangga, sehingga membuatnya enggan mendekati tanaman yang disemprot dengan larutan berbahan dasar serai (Hasyim et al., 2018; Nurhasanah et al., 2020).

Selain pepaya dan serai, beberapa tanaman lain juga dikenal memiliki potensi sebagai bahan dasar pestisida nabati, di antaranya adalah daun sirsak (*Annona muricata*). Daun sirsak mengandung senyawa annonain dan resin yang mampu bekerja sebagai racun lambung dan racun kontak terhadap berbagai jenis serangga hama seperti wereng, walang sangit, dan penggerek batang (Sumantri, 2021). Ketiga tanaman tersebut—pepaya, serai, dan sirsak—dapat ditemukan dengan mudah di lingkungan sekitar masyarakat pedesaan, sehingga sangat ideal untuk dijadikan bahan dasar pestisida alami yang murah dan efektif.

Pembuatan pestisida nabati biasanya melibatkan proses ekstraksi senyawa aktif dari bahan tumbuhan dengan cara sederhana, seperti perendaman, fermentasi, atau perebusan. Salah satu bahan tambahan yang umum digunakan dalam proses ini adalah larutan deterjen. Meskipun bukan bahan alami, deterjen digunakan dalam jumlah kecil sebagai surfaktan dan perekat. Sebagai surfaktan, deterjen membantu proses pencampuran larutan dengan senyawa aktif agar larut dan tersebar merata dalam air. Sebagai perekat, deterjen membantu agar larutan pestisida dapat menempel lebih lama di permukaan daun tanaman, meningkatkan efektivitasnya dalam mengusir atau membunuh hama (Rizky et al., 2022). Penggunaan deterjen dalam batas wajar tidak menimbulkan dampak negatif yang berarti terhadap lingkungan, sehingga aman digunakan dalam skala kecil oleh petani.

Selain bahan aktif pestisida nabati, penggunaan Effective Microorganisms 4 (EM4) juga memiliki kontribusi penting dalam praktik pertanian ramah lingkungan. EM4 merupakan campuran mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, jamur fermentasi, dan ragi yang bekerja secara sinergis dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Dalam bidang pertanian, EM4 digunakan untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta mengendalikan mikroorganisme patogen yang menyebabkan penyakit tanaman (Suryati, 2015). Aplikasi EM4 secara berkala mampu meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman, serta mendukung pertanian yang lebih alami dan berkelanjutan.

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek di atas, maka penggunaan pestisida nabati berbasis daun pepaya dan serai menjadi solusi inovatif dalam pengendalian walang sangit di Desa Antutan. Kegiatan sosialisasi dan demonstrasi pembuatan pestisida alami kepada masyarakat desa menjadi salah satu bagian penting dari program Kuliah Kerja Praktik (KKP) yang bertujuan untuk menghubungkan ilmu pengetahuan dengan praktik langsung di lapangan. Melalui pendekatan ini, diharapkan masyarakat dapat beralih secara bertahap dari penggunaan pestisida kimia menuju pendekatan pengendalian hayati yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

B. Metode

Waktu dan Tempat

Kegiatan dilaksanakan pada hari Rabu, 26 Februari 2025, di Pondok Persawahan Bira, Jl. Bandung, RT 10 RW 03, Desa Antutan, Kecamatan Tanjung Palas, Kabupaten Bulungan. Lokasi ini dipilih karena menjadi salah satu area aktif pertanaman padi di desa tersebut.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi pisau, talenan, timbangan, ember, galon, serta alat tulis. Adapun bahan-bahan untuk pembuatan pestisida alami terdiri dari:

1. Daun pepaya (*Carica papaya*) sebanyak 1 kg
2. Serai (*Cymbopogon citratus*) sebanyak 1 kg
3. Daun sirsak (*Annona muricata*) sebanyak 1 kg
4. Effective Microorganisms 4 (EM4) sebanyak 10 ml
5. Deterjen cair sebanyak 50 gram
6. Air bersih sebanyak 5 liter

Tahapan Pelaksanaan

Metode pelaksanaan dilakukan melalui pendekatan sosialisasi dan demonstrasi langsung. Rangkaian kegiatan terdiri dari:

A. Sosialisasi Materi

Dilakukan dalam bentuk penyuluhan interaktif kepada petani, dengan penyampaian materi mengenai dampak hama walang sangit, bahaya pestisida kimia, serta manfaat penggunaan pestisida nabati. Materi disampaikan menggunakan media sederhana, dilanjutkan dengan sesi tanya jawab.

B. Demonstrasi Pembuatan Pestisida Nabati

Peserta diajak langsung mempraktikkan proses pembuatan pestisida alami. Bahan-bahan seperti daun pepaya, daun sirsak, dan serai dicacah, lalu dicampurkan dalam ember berisi air, EM4, dan deterjen. Campuran difermentasi selama 3 hari sebelum siap disaring dan digunakan.

C. Evaluasi dan Diskusi

Setelah praktik, dilakukan evaluasi melalui diskusi terbuka untuk menggali pemahaman peserta serta respon terhadap kemungkinan adopsi teknologi ini. Observasi partisipasi dan antusiasme peserta menjadi indikator awal keberhasilan kegiatan.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Kegiatan

Kegiatan Kuliah Kerja Praktik (KKP) yang dilaksanakan selama satu bulan di Desa Antutan memberikan kesempatan yang luas bagi mahasiswa untuk terlibat langsung dalam proses pertanian yang dijalankan oleh masyarakat lokal, terutama dalam budidaya tanaman padi. Melalui kegiatan ini, mahasiswa memperoleh pengalaman empiris dalam mengamati pola pertanian yang dilakukan petani serta strategi yang mereka terapkan dalam menghadapi permasalahan hama tanaman. Salah satu fokus utama dari kegiatan observasi ini adalah memahami bagaimana petani di Desa Antutan mengelola serangan hama, khususnya walang sangit yang merupakan salah satu hama utama pada tanaman padi. Namun, dalam proses observasi ditemukan bahwa petani justru lebih mengkhawatirkan keberadaan hama wereng yang juga kerap menyerang tanaman mereka, sehingga pendekatan pengendalian hama yang dilakukan lebih banyak ditujukan untuk mengatasi hama tersebut.

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petani di desa ini masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida sintetis berbahan kimia dalam menghadapi serangan hama. Penggunaan pestisida dilakukan secara rutin mengikuti fase pertumbuhan tanaman, dengan intensifikasi pemakaian saat tanaman memasuki fase rentan terhadap serangan hama. Jenis pestisida yang digunakan berasal dari produk-produk yang tersedia di toko pertanian lokal, umumnya bermerek dan telah lama digunakan serta dianggap efektif oleh petani berdasarkan pengalaman.

Informasi ini kemudian diperkuat melalui wawancara langsung dengan petani setempat. Dari hasil wawancara, diketahui bahwa sebagian besar petani memang menyadari risiko dari penggunaan pestisida kimia, baik terhadap kesehatan maupun lingkungan. Namun, keterbatasan informasi, akses terhadap alternatif yang lebih ramah lingkungan, serta pengalaman positif mereka terhadap efektivitas pestisida kimia membuat para petani tetap menjadikan metode tersebut sebagai pilihan utama. Mereka menganggap pestisida nabati masih belum familiar dan belum terbukti efektif dalam skala lahan yang mereka kelola. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan pengetahuan dan teknologi yang perlu dijangkiti melalui edukasi dan demonstrasi lapangan.



Gambar 1. Suasana Sosialisasi

Gambar 2. Demonstrasi Pembuatan Biopestisida

Selama berlangsungnya kegiatan penyampaian materi, anggota kelompok tani tampak menunjukkan tingkat antusiasme yang tinggi. Mereka mengikuti penjelasan yang disampaikan oleh mahasiswa dengan seksama dan penuh perhatian. Materi yang disampaikan meliputi pemahaman dasar mengenai pestisida alami, manfaat penggunaan pestisida berbahan nabati dalam sistem pertanian, serta penjelasan rinci mengenai prosedur pembuatan pestisida tersebut. Setelah sesi penyampaian materi, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi pembuatan pestisida alami secara langsung.



Gambar 3. Bahan-bahan Pestisida Nabati

Sebelum memulai kegiatan praktik pembuatan pestisida nabati, mahasiswa terlebih dahulu menyiapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan. Bahan utama yang digunakan meliputi daun pepaya segar sebanyak 1 kg yang dipilih dari daun berwarna hijau dan tidak terlalu tua agar kandungan enzim papain di dalamnya tetap tinggi. Selain itu, digunakan pula daun sirsak sebanyak 1 kg yang diketahui mengandung senyawa annonain dan resin, yang bersifat toksik terhadap hama pengisap. Bahan lainnya adalah serai sebanyak 1 kg yang telah dicuci dan dipotong kecil-kecil untuk memaksimalkan keluarnya kandungan citronellal dan geraniol yang berfungsi sebagai zat penolak serangga. Untuk menunjang proses fermentasi, ditambahkan larutan EM4 sebanyak 100 ml yang berfungsi mempercepat dekomposisi bahan organik sekaligus mendukung pembentukan senyawa bioaktif. Sebagai surfaktan dan perekat, deterjen sebanyak 50 gram digunakan agar larutan pestisida dapat menempel lebih baik pada permukaan tanaman serta membantu pelarutan senyawa aktif. Air mineral sebanyak 5 liter digunakan sebagai pelarut utama dalam proses pencampuran seluruh bahan. Seluruh proses pembuatan dilakukan dalam wadah berupa ember plastik yang memiliki penutup rapat untuk mendukung proses fermentasi tertutup selama beberapa hari.



Gambar 3. Proses Pencacahan bahan-bahan

Proses pencacahan dilakukan agar bahan-bahan seperti daun pepaya, daun sirih, dan serai menjadi berukuran lebih kecil dan mudah tercampur secara merata saat proses fermentasi berlangsung. Pencacahan juga bertujuan untuk memperluas permukaan bahan, sehingga ekstraksi senyawa aktif yang bersifat insektisida dapat berlangsung lebih optimal. Potongan kecil akan mempermudah mikroorganisme dari EM4 dalam mendegradasi bahan organik serta mempercepat proses pembentukan pestisida nabati yang efektif. Proses ini dilakukan secara manual menggunakan pisau atau alat pemotong sederhana, dengan memastikan bahwa setiap jenis bahan tercacah dengan baik dan tidak menggumpal.



Gambar 4 & 5. Keadaan bahan-bahan setelah dicacah kecil-kecil

Tujuan utama dari pencacahan adalah untuk memperkecil ukuran bahan sehingga mempermudah proses pelarutan dan pencampuran dengan air serta bahan tambahan lain seperti EM4 dan deterjen. Pencacahan juga berfungsi untuk memperluas permukaan bahan, yang memungkinkan senyawa aktif seperti papain, saponin, alkaloid, citronellal, dan senyawa bioaktif lainnya dapat terekstraksi lebih cepat dan lebih merata selama proses fermentasi.

Selain itu, ukuran bahan yang lebih kecil akan mempercepat kerja mikroorganisme dari EM4 dalam menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang bersifat insektisida alami. Hal ini sangat penting untuk memastikan efektivitas pestisida yang dihasilkan, baik dari segi daya kerja maupun kestabilan senyawa aktif di dalamnya. Dengan pencacahan

yang optimal, proses fermentasi menjadi lebih efisien dan kualitas larutan pestisida alami yang dihasilkan pun meningkat. Tahapan ini juga membantu meminimalkan risiko pembusukan yang tidak merata selama fermentasi berlangsung.



Gambar 6. Pencampuran bahan-bahan

Dalam tahap ini, seluruh bahan tumbuhan yang telah dicacah – yaitu daun pepaya, daun sirsak, dan serai – dimasukkan ke dalam wadah berupa ember plastik yang bersih dan memiliki tutup. Selanjutnya, ditambahkan air mineral sebanyak 5 liter sebagai pelarut utama, lalu larutan EM4 sebanyak 100 ml dan deterjen sebanyak 50 gram.

Proses pencampuran dilakukan secara manual dengan cara mengaduk seluruh bahan menggunakan alat pengaduk hingga tercampur secara merata. Pengadukan ini bertujuan untuk memastikan distribusi senyawa aktif dari masing-masing bahan tanaman dapat tersebar secara homogen di dalam larutan. Selain itu, pencampuran yang merata juga penting untuk mendukung kerja mikroorganisme dalam EM4 yang akan menguraikan bahan organik selama fermentasi.

EM4 berperan sebagai inokulum yang mengandung mikroorganisme fermentatif seperti bakteri asam laktat, ragi, dan fotosintetik. Mikroorganisme ini membantu memecah senyawa-senyawa kompleks dalam bahan tanaman menjadi senyawa bioaktif yang memiliki sifat sebagai insektisida alami. Sementara itu, deterjen berfungsi sebagai surfaktan dan perekat, yang membantu senyawa aktif lebih mudah larut dan mampu menempel secara efektif pada permukaan daun tanaman saat aplikasi nantinya.

Pengadukan dilakukan selama beberapa menit hingga seluruh bahan benar-benar terendam dan tercampur sempurna. Tahap ini sangat menentukan keberhasilan fermentasi, karena pencampuran yang kurang optimal dapat menyebabkan fermentasi berjalan tidak merata dan menurunkan kualitas larutan pestisida yang dihasilkan.



Gambar 7. Fermentasi Pestisida

Tahap fermentasi merupakan proses inti dalam pembuatan pestisida nabati, yang berfungsi untuk mengaktifkan dan mengoptimalkan senyawa bioaktif dari bahan-bahan alami melalui bantuan mikroorganisme. Setelah proses pencampuran selesai, ember yang berisi larutan campuran bahan dicakup rapat menggunakan penutup agar proses fermentasi berlangsung dalam kondisi semi anaerob (minim oksigen), yang ideal bagi mikroorganisme dari EM4 untuk berkembang biak dan bekerja secara maksimal.

Fermentasi dilakukan selama tiga hari di tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari langsung. Suhu lingkungan yang stabil dan tidak terlalu panas sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses ini. Selama fermentasi, mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 seperti bakteri asam laktat, ragi, dan bakteri fotosintetik akan menguraikan senyawa kompleks dari daun pepaya, daun sirsak, dan serai menjadi senyawa sederhana yang bersifat insektisida dan antimikroba.

Fermentasi ini tidak hanya menghasilkan cairan yang mengandung senyawa aktif seperti papain, alkaloid, saponin, citronellal, dan flavonoid, tetapi juga memperkuat aktivitas antifeedant dan repelen terhadap serangga pengganggu seperti walang sangit. Proses ini juga membantu menurunkan pH larutan, yang dapat meningkatkan efektivitas pestisida nabati saat diaplikasikan ke tanaman.

Selama proses fermentasi, penting untuk menjaga agar ember tetap tertutup dan tidak terguncang, guna menghindari kontaminasi dan memastikan proses berlangsung stabil. Jika fermentasi dilakukan dengan benar, larutan akan mengeluarkan aroma khas fermentasi yang tidak menyengat dan berwarna coklat keemasan, menandakan bahwa pestisida alami siap untuk digunakan setelah disaring.

2. Pembahasan

Penggunaan pestisida kimia masih menjadi metode utama petani di Desa Antutan dalam mengendalikan hama walang sangit, meskipun mereka menyadari risiko kesehatan dan lingkungan dari penggunaan jangka panjang. Kegiatan KKP ini memberikan alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan melalui pemanfaatan bahan nabati yang bersifat biodegradable dan tidak menimbulkan residu.

Daun pepaya mengandung senyawa seperti papain dan alkaloid karpain yang bersifat toksik terhadap serangga pengisap, sedangkan serai mengandung minyak atsiri seperti sitronelal dan geraniol yang berfungsi sebagai pengusir hama. Kombinasi keduanya dapat menghasilkan pestisida nabati yang efektif sebagai insektisida kontak atau repelen terhadap walang sangit (Julaily et al., 2013; Zahro et al., 2016).

Meskipun belum dilakukan uji efektivitas secara langsung di lahan pertanian, kegiatan ini menjadi langkah awal dalam mengedukasi petani terhadap pentingnya transisi ke pertanian ramah lingkungan. Sosialisasi ini juga membuka ruang dialog antara mahasiswa dan petani dalam mengembangkan solusi lokal berbasis sumber daya yang tersedia di desa.

Dukungan terhadap pestisida alami juga didasari oleh pertimbangan ekologis. Menurut Grdisa dan Grsic (2013), pestisida nabati lebih aman bagi manusia dan hewan non-target, serta lebih cepat terurai dalam lingkungan dibandingkan pestisida kimia. Oleh karena itu, adopsi teknologi ini berpotensi menekan ketergantungan petani terhadap bahan kimia sintetis yang cenderung mahal dan merusak ekosistem.

Pestisida alami merupakan jenis pestisida yang berasal dari bahan-bahan organik, khususnya tumbuhan, dan dimanfaatkan untuk menanggulangi serangan hama pada tanaman budidaya. Grdisa dan Grsic (2013) menjelaskan bahwa pestisida nabati bersumber dari senyawa aktif yang terdapat dalam tanaman, dapat diramu dengan peralatan sederhana, serta memiliki kemampuan untuk terdegradasi secara cepat di lingkungan. Sebaliknya, sebagian besar pestisida sintetis mengandung senyawa kimia kompleks yang bersifat toksik. Penggunaan pestisida kimia secara terus-menerus dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan kerusakan ekologis dan kesehatan, sehingga diperlukan alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan pestisida nabati sebagai pengganti pestisida kimia (Efrida et al., 2021).

Karakteristik pestisida alami yang mudah terurai secara hayati menjadikannya tidak mencemari lingkungan serta tidak meninggalkan residu berbahaya pada produk tanaman. Oleh karena itu, hasil panen yang menggunakan pestisida alami lebih aman dikonsumsi oleh manusia dan hewan ternak. Meskipun demikian, pestisida alami juga memiliki sejumlah keterbatasan, di antaranya adalah daya simpannya yang relatif singkat. Hal ini berkaitan dengan sifat alami dari bahan dasarnya yang mudah terdegradasi dan mengalami penurunan efektivitas jika disimpan dalam jangka waktu lama.

Penggunaan bahan-bahan nabati sebagai alternatif pengendali hama dapat mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia yang selama ini menjadi andalan petani. Sanjaya et al. (2017) menyatakan bahwa penerapan pestisida kimia secara tidak tepat dalam pengendalian serangga hama dapat memicu resistensi, mencemari ekosistem, serta merugikan organisme bukan sasaran. Sementara itu, pestisida nabati terbukti mampu menekan populasi hama tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan (Sulainsyah et al., 2019). Selain menekan biaya produksi, penggunaan pestisida nabati juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem pertanian dengan tidak membunuh musuh alami. Hal ini kontras dengan efek insektisida sintetis dari golongan organofosfat, karbamat, dan piretroid, yang telah terbukti berdampak buruk terhadap keberlangsungan populasi predator alami tanaman.

Penelitian mengenai efektivitas pestisida nabati dari daun pepaya juga diperkuat oleh studi Sukamto (2019) yang menyoroti peran ekstrak daun pepaya dalam mengendalikan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith atau Fall Armyworm (FAW), salah satu hama invasif yang menyerang tanaman jagung dan telah menyebar secara global dalam waktu relatif singkat. Berbeda dengan *Spodoptera litura* F., hama lokal yang dikenal sebagai ulat grayak biasa, *S. frugiperda* memiliki sifat lebih rakus dan destruktif, bahkan mampu menunjukkan perilaku kanibalisme apabila sumber makanan telah habis.

Pengendalian *S. frugiperda* menggunakan pestisida sintetis secara masif memiliki potensi menimbulkan residu dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak daun pepaya sebagai biopestisida alami menjadi salah satu alternatif yang sangat potensial. Berdasarkan penelitian Kotaro Konno et al. (2004), getah pepaya (*Carica*

papaya) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti enzim sistein protease (papain dan kimopapain), flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan asam amino non-protein. Senyawa-senyawa ini bersifat racun terhadap serangga, baik melalui mekanisme racun kontak, racun pernapasan, maupun racun perut.

Papain sebagai senyawa proteolitik berperan mengganggu sistem pencernaan dan saraf serangga setelah masuk ke dalam tubuhnya melalui pori-pori atau lubang alami. Sementara itu, flavonoid dalam daun pepaya berfungsi sebagai inhibitor respirasi yang menyebabkan ketidakseimbangan antara kadar oksigen dan karbon dioksida, sehingga larva menjadi gelisah dan mengalami gangguan fisiologis (Robinson, 1991). Selain itu, senyawa alkaloid dan terpenoid bersifat antifeedant, yang menekan nafsu makan serangga serta menimbulkan efek toksik hingga menyebabkan kematian. Kandungan saponin pun ikut berperan dalam menurunkan tegangan permukaan kulit larva serta mengganggu sistem pencernaannya dengan cara mengikat sterol bebas (Gershenzon & Croteau, 1991).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukamto (2019) menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya mampu membunuh larva *S. frugiperda* secara efektif, dengan konsentrasi terbaik pada P4 (70%) yang menghasilkan tingkat mortalitas 100% dalam 96 jam perlakuan. Nilai LC_{50} (konsentrasi letal yang membunuh 50% populasi) diperoleh sebesar 35,457%, yang menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya memiliki efektivitas yang tinggi terhadap hama invasif tersebut.

Temuan ini mendukung penggunaan daun pepaya sebagai bahan utama dalam formulasi pestisida nabati, sebagaimana yang diperkenalkan dalam kegiatan KKP di Desa Antutan. Senyawa-senyawa tersebut juga diyakini memberikan kontribusi penting dalam pengendalian hama walang sangit, yang memiliki mekanisme serangan serupa terhadap tanaman padi. Dengan demikian, pemanfaatan daun pepaya dalam kombinasi dengan tanaman aromatik lain seperti serai dapat menjadi solusi pengendalian hama yang efektif, murah, dan ramah lingkungan di tingkat petani.

Selain daun pepaya, bahan alami lain yang berperan penting dalam pembuatan pestisida nabati adalah serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Serai wangi dikenal mengandung senyawa minyak atsiri dengan komponen aktif seperti citronella, sitronelol, nerol, geranyl acetat, elemol, limonene, dan citronellyl acetat (Setiawati et al., 2010). Kandungan senyawa tersebut berfungsi sebagai senyawa bioaktif yang bersifat sebagai insect repellent sekaligus racun kontak dan racun perut, yang sangat efektif dalam mengendalikan hama serangga penghisap seperti *Aphis gossypii* (kutu daun) maupun serangga lain seperti walang sangit yang menjadi sasaran dalam praktik KKP ini.

Senyawa citronella, yang merupakan komponen dominan dalam minyak atsiri serai wangi, bekerja dengan mengganggu sistem syaraf serangga. Mekanisme kerjanya dimulai saat senyawa ini masuk ke tubuh serangga melalui kontak langsung pada permukaan tubuh atau melalui lubang-lubang alami. Setelah masuk, citronella menyebar melalui sistem sirkulasi internal serangga dan mengakibatkan gangguan pada fungsi syaraf serta aktivitas gerak, hingga akhirnya menyebabkan kematian (Setyaningrum, 2007). Selain sebagai racun kontak, citronella juga berfungsi sebagai racun perut. Ketika hama menghisap cairan daun yang telah disemprot dengan larutan ekstrak serai, senyawa ini masuk ke dalam sistem pencernaan serangga melalui kerongkongan dan menyebabkan gangguan fungsi pencernaan serta menurunkan aktivitas makan secara signifikan. Akibatnya, serangga akan melemah dan akhirnya mati (Nechiyana et al., 2011).

Efektivitas ini semakin diperkuat oleh aroma khas dari metabolit sekunder dalam serai wangi yang tidak disukai oleh indera penciuman serangga. Efek repellent ini membuat hama enggan mendekat atau bertahan di area yang telah disemprot dengan larutan pestisida alami berbahan serai wangi. Oleh karena itu, keberadaan serai dalam

formulasi pestisida nabati tidak hanya memberikan efek mematikan bagi serangga sasaran, tetapi juga berperan dalam mencegah kedatangan hama baru.

Dalam konteks kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Antutan, penggunaan serai sebagai salah satu bahan utama dalam pembuatan pestisida alami terbukti cukup strategis. Selain karena ketersediaannya yang melimpah di lingkungan sekitar, tanaman ini juga memiliki kandungan senyawa aktif yang ampuh dan aman. Penggabungan serai wangi dengan daun pepaya dalam satu formula diharapkan mampu memberikan efek sinergis dalam menekan populasi hama, khususnya walang sangit, tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar.

Penggunaan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama semakin penting dalam konteks pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pestisida nabati memanfaatkan senyawa metabolit sekunder dari tanaman yang memiliki efek toksik terhadap hama, namun relatif aman bagi manusia, hewan peliharaan, dan lingkungan (Sutriadi et al., 2019; Haritha et al., 2021). Daun pepaya (*Carica papaya*) dan serai wangi (*Cymbopogon nardus*) adalah dua jenis tanaman yang terbukti efektif digunakan sebagai bahan baku pestisida alami.

Dalam pembahasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa daun pepaya mengandung senyawa seperti papain, kimopapain, alkaloid, terpenoid, flavonoid, serta asam amino non-protein. Papain, sebagai enzim proteolitik, bekerja sebagai racun kontak yang masuk melalui pori-pori alami tubuh serangga dan menyerang sistem sarafnya, menyebabkan disfungsi dan kematian (Konno et al., 2004; Robinson, 1991). Senyawa flavonoid dan tanin juga bertindak sebagai penghambat sistem pernapasan dan pencernaan hama, sehingga larva mengalami gangguan metabolisme dan aktivitas makan yang pada akhirnya menyebabkan kematian (Ambarningrum, 1998; Gershenzon & Croteau, 1991).

Penelitian oleh Sukanto (2019) dan Anonim (2019) menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya efektif membunuh larva hama *Spodoptera frugiperda*, yang dikenal sebagai ulat grayak asal Amerika Tengah dan menjadi ancaman baru di Indonesia sejak 2019. Pada konsentrasi 70%, ekstrak daun pepaya mampu menyebabkan tingkat kematian (mortalitas) larva sebesar 100%, dengan nilai LC50 sebesar 35,457% selama 96 jam, membuktikan kekuatan insektisida dari kandungan aktif dalam daun pepaya.

Sementara itu, serai wangi sebagai bahan pestisida nabati memiliki kandungan senyawa citronella, sitronelol, nerol, geranyl acetat, elemol, limonene, dan citronellyl acetate (Setiawati et al., 2010; Zahro et al., 2016). Citronella bekerja sebagai racun kontak dan racun perut yang mempengaruhi sistem saraf dan sistem pencernaan serangga. Senyawa ini memasuki tubuh serangga baik melalui permukaan tubuh maupun mulut, menyebar melalui sistem internal, dan menghambat aktivitas makan serta gerak hama. Efek ini sangat penting dalam mengendalikan populasi hama pengisap seperti walang sangit (*Leptocorisa acuta*), yang merupakan salah satu target utama dalam kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Antutan (Setyaningrum, 2007; Nechiyana et al., 2011).

Aroma khas dari citronella juga berperan sebagai repellent, atau penolak alami bagi serangga, sehingga keberadaan serai dalam formulasi pestisida alami tidak hanya memberikan efek toksik tetapi juga mencegah hama baru datang. Dalam konteks ini, penggabungan antara daun pepaya dan serai wangi dalam satu formulasi memberikan sinergi yang saling melengkapi—pepaya sebagai racun kontak dan pencernaan, serta serai sebagai racun, penolak, dan perekat alami—sehingga mampu menekan populasi hama seperti walang sangit secara lebih efektif.

Penelitian dan praktik pengabdian masyarakat di berbagai daerah, seperti yang dilakukan oleh Fakultas Pertanian Universitas Palembang di Desa Babatan, juga mendukung efektivitas ekstrak serai sebagai pestisida nabati. Kegiatan penyuluhan dan demonstrasi menunjukkan bahwa penggunaan serai sebagai bahan utama pestisida nabati

mampu mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida kimiawi serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya pertanian yang ramah lingkungan (Altifani Journal, 2020).

Dengan demikian, pembahasan ini menegaskan bahwa penggunaan pestisida alami berbahan dasar daun pepaya dan serai tidak hanya terbukti efektif dalam mengendalikan hama, tetapi juga selaras dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Kegiatan KKP di Desa Antutan yang memperkenalkan formulasi pestisida ini kepada petani lokal diharapkan mampu menjadi solusi praktis dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif dari pestisida kimia, sekaligus meningkatkan kesadaran petani terhadap pentingnya perlindungan tanaman yang ramah lingkungan.

D. Kesimpulan

Kegiatan Kuliah Kerja Praktik (KKP) yang dilaksanakan di Desa Antutan, Kecamatan Tanjung Palas, Kabupaten Bulungan, memberikan gambaran yang jelas bahwa serangan hama walang sangit (*Leptocorisa acuta*) masih menjadi persoalan utama yang mengancam produktivitas tanaman padi. Hama ini tidak hanya menurunkan hasil panen secara kuantitas, tetapi juga memengaruhi kualitas gabah yang dihasilkan. Selama ini, sebagian besar petani di wilayah tersebut masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida kimia sebagai solusi pengendalian hama. Padahal, penggunaan pestisida kimia dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, mengganggu keseimbangan ekosistem pertanian, menurunkan kesuburan tanah, dan berisiko terhadap kesehatan petani serta konsumen. Oleh karena itu, melalui kegiatan KKP ini diperkenalkan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan, yaitu dengan memanfaatkan pestisida nabati berbahan dasar daun pepaya dan serai. Formulasi pestisida alami ini menawarkan keunggulan dalam hal biaya, ketersediaan bahan, kemudahan pembuatan, serta keamanannya terhadap lingkungan dan kesehatan. Meskipun dalam pelaksanaannya belum dilakukan uji coba langsung di lahan pertanian, demonstrasi pembuatan pestisida nabati yang dilakukan dalam kegiatan ini menjadi langkah awal yang penting dalam menyosialisasikan pendekatan pertanian berkelanjutan kepada petani.

Agar manfaat dari inovasi ini dapat diterapkan secara nyata dan berdampak luas, sangat disarankan untuk melanjutkan kegiatan ke tahap uji coba lapangan guna mengetahui sejauh mana efektivitas pestisida nabati dari daun pepaya dan serai dalam mengendalikan hama walang sangit secara langsung di tanaman padi. Kegiatan lanjutan ini juga diharapkan dapat melibatkan petani secara aktif, baik dalam proses pengujian, evaluasi, maupun pelatihan aplikatif. Selain itu, dukungan dari berbagai pihak seperti instansi pemerintah, penyuluh pertanian, serta institusi pendidikan tinggi sangat diperlukan dalam bentuk pelatihan, penyuluhan, dan pendampingan berkelanjutan. Hal ini bertujuan untuk membekali petani dengan keterampilan dan pengetahuan yang memadai agar mampu secara mandiri memproduksi dan mengaplikasikan pestisida nabati. Lebih lanjut, keberlanjutan program seperti KKP sangat penting untuk terus dikembangkan sebagai jembatan antara inovasi akademik dan kebutuhan masyarakat di lapangan. Melalui kolaborasi yang kuat antara mahasiswa, dosen, dan masyarakat, diharapkan akan tercipta sistem pertanian yang lebih adaptif, sehat, dan ramah lingkungan untuk jangka panjang...

Daftar Pustaka

- Afrianto, R., Sari, D., & Susanti, N. (2022). Tinjauan Tumbuhan Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya dalam Pengendalian OPT. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 5(1), 12–20.
- Agassi, M., & Lizarmi, S. (2022). Penggunaan Pestisida Nabati dalam Konsep Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Agronomi Ekologi*, 10(2), 55–62.

- Ambarningrum, D. A. (1998). Peranan Tanin dalam Aktivitas Enzim Pencernaan Serangga. *Buletin Biologi*, 7(2), 34–40.
- Anonim. (2019). Getah Pepaya Sebagai Pestisida Alami. Diakses dari https://example.com
- Arif, A. (2015). Pengaruh Bahan Kimia terhadap Pestisida Lingkungan. *JF FIK UINAM*, 3(4), 134–143.
- Astuti, W., & Widyastuti, C. R. (2017). Pestisida Organik Ramah Lingkungan Pembasmi Hama Tanaman Sayur. *Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 14(2), 115–120.
- Divekar, R. (2023). Role of Botanical Pesticides in Sustainable Crop Protection. *Asian Journal of Agriculture*, 8(2), 21–30.
- Efrida, R., Sari, R. P., & Harahap, F. (2021). Pengaruh Pestisida Nabati terhadap Hama Tanaman dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Pertanian Tropis*, 9(1), 45–52.
- Gardisa, R. (2013). Pestisida Nabati sebagai Alternatif Pengendalian Hama. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(1), 45–52.
- Hadiyanti, N., Probojati, R. T., & Saputra, R. E. (2021). Aplikasi Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama pada Tanaman Bawang Merah dalam Sistem Pertanian Organik. *Jatimas: Jurnal Pertanian dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 89–97.
- Juuaningsih, K., Rizal, Y., Triyanto, W., Lestari, D. A., & Harahap, D. A. (2021). Penggunaan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) untuk Mengurangi Dampak Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3), 1–4.
- Julaily, D., Widyastuti, Y., & Mulyaningsih, E. (2013). Pemanfaatan Daun Pepaya sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama pada Tanaman Padi. *Jurnal Pertanian Tropika*, 4(2), 112–119.
- Kardinan, A. (2002). *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Konno, K., Hirayama, C., Yasui, H., & Nakamura, M. (2004). Enzymatic Mechanism of Papain Toxicity in Insect Herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, 30(10), 1841–1850.
- Lengai, C. V., Muthomi, J. W., & Mbega, E. R. (2020). Phytochemical Basis of Plant-Derived Pesticides. *Journal of Crop Protection*, 39(1), 1–12.
- Mumba, A. S., & Rante, C. S. (2020). Pemanfaatan ekstrak serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) untuk pengendalian kutu daun (*Aphis gossypii*) pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) [Pest control of aphids (*Aphis gossypii*) on pepper plants using an extract of citronella (*Cymbopogon nardus* L.)]. *Jurnal Agroteknika*, 1(2), 35–38.
- Mumba, A. S., & Rante, C. S. (2020). Pengendalian Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii*) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) dengan Menggunakan Ekstrak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.). *Mumba*, 1(2), 35–38.
- Nechiyana, D. R., Setyawan, A., & Wulandari, S. (2011). Efektivitas Minyak Atsiri Serai sebagai Pestisida Nabati. *Jurnal Biologi Tropika*, 9(1), 45–53.
- Nunilahwati, H., Purwanti, Y., Marlina, N., Suyitno, Zairani, F. Y., Hasani, B., & Marlina. (2023). Pembuatan ekstrak serai mengendalikan walang sangit (*Leptocorisa acuta* L.) di Desa Babatan Kecamatan Lintang Kanan [Production of lemongrass extract to control the stink bugs (*Leptocorisa acuta* L.) in Babatan Village, Lintang Kanan District]. *Altifani Journal: International Journal of Community Engagement*, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.32502/altifani.v3i2.6040>

- Nurhasanah, S., Sari, M., & Hidayat, T. (2020). Efektivitas Ekstrak Serai terhadap Pengendalian Hama Daun pada Tanaman Hortikultura. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Berkelanjutan*.
- Rizky, A. M., Sari, R. N., & Wibowo, H. (2022). Peran Deterjen dalam Formulasi Pestisida Nabati Berbasis Ekstrak Tumbuhan. *Jurnal Agroindustri Ramah Lingkungan*, 8(1), 55–62.
- Robert, A., & Bryony, B. (2010). *Plant-Derived Insecticides: Mechanisms and Applications*. Cambridge: CABI.
- Robinson, J. (1991). Flavonoid as Respiratory Inhibitors in Insects. *Journal of Natural Pesticide Research*, 6(1), 12–19.
- Rumende, C. F. A., Salaki, C. L., & Kaligis, J. B. (2025). Pemanfaatan ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap hama Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) [Utilization of papaya leaf extract against Spodoptera frugiperda]. *Jurnal – Program Studi Agroteknologi & Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi*. Penulis korespondensi: christianrumende@gmail.com.
- Rustam, R., & Tarigan, A. C. (2021). Uji Konsentrasi Ekstrak Serai Wangi terhadap Mortalitas Ulat Grayak Jagung. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 37(3), 199–208.
- Sanjaya, A. A., Yaku, A., & Lindongi, L. E. (2017). Penggunaan Ekstrak Daun Sirsak, Daun Babadotan, Serai, Daun Pepaya, dan Buah Mengkudu sebagai Insektisida Nabati dalam Pengendalian *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. *Jurnal Agrotek*, 5(6), 51–57.
- Saraswati, I., & Sardjono, N. S. (2022). Pestisida Nabati sebagai Solusi Pengendalian OPT Tanaman Perkebunan Ramah Lingkungan. Diakses dari [<https://ditjenbun.pertanian.go.id/pestisida-nabati-sebagai-solusi-pengendalian-opttanaman-perkebunan-ramah-lingkungan/>](https://ditjenbun.pertanian.go.id/pestisida-nabati-sebagai-solusi-pengendalian-opttanaman-perkebunan-ramah-lingkungan/) (18 April 2025).
- Siregar, D. R., Sari, D. M., & Putri, E. (2021). Kandungan Senyawa Aktif dalam Daun Pepaya sebagai Bahan Pestisida Nabati. *Jurnal Biotek Pertanian*, 8(2), 77–83.
- Sulainsyah, I., Ekawati, F., Hariandi, D., Obel, O., Ramadhan, N., & Martinsyah, R. H. (2019). Pembuatan Pestisida Nabati sebagai Pionir pada Kelompok Tani Harapan Baru di Kenagarian Alahan Panjang Kabupaten Solok. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 2(3b), 254–263.
- Sumantri, B. (2021). *Hama Tanaman Padi dan Pengendaliannya*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Suryati, N. (2015). Pemanfaatan EM4 dalam Bidang Pertanian dan Lingkungan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(2), 88–94.
- Sutriadi, D., Fitria, M., & Lubis, R. (2019). Strategi Pengendalian Hama Ramah Lingkungan melalui Penggunaan Pestisida Nabati. *Jurnal Agroekologi*, 7(1), 65–72.
- Zahro, N., Safitri, H., & Rachmawati, S. (2016). Minyak Atsiri Serai Wangi sebagai Insektisida Nabati. *Jurnal Agro*, 9(2), 44–50.