

Implementasi teknologi penyemprot pestisida berbasis panel surya sebagai upaya pemanfaatan energi

Ranisa Oktaviyanti, Izzal Ihsani, Dede Fauzul Iman, Sohiep Romdoni, Repaldi, Eka Nurwahid, Syafa Raihanun Nabila, Siswo Wardoyo

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Penulis korespondensi : Ranisa Oktaviyanti
E-mail : ranisa1234567@gmail.com

Diterima: 30 Januari 2026 | Direvisi: 26 Maret 2026 | Disetujui: 26 Maret 2026 | Online: 12 April 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Desa Cisalam, yang terletak di Kecamatan Baros, merupakan wilayah agraris dengan ketergantungan tinggi pada sektor pertanian sebagai sektor pencaharian. Namun, petani di desa ini menghadapi tantangan dalam efisiensi kerja dan kesehatan akibat metode penyemprotan pestisida manual yang masih digunakan. Kesadaran akan pentingnya energi ramah lingkungan membuka peluang untuk mengadopsi teknologi modern, seperti penyemprotan pestisida berbasis energi surya. Pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mensosialisasikan teknologi penyemprotan pestisida berbasis panel surya sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam pertanian di Desa Cisalam. Kegiatan ini dilaksanakan melalui survei, pengadaan alat, perakitan sistem penyemprotan, dan sosialisasi kepada masyarakat. Metode yang digunakan meliputi pelatihan langsung dan pendampingan kepada kelompok tani untuk memastikan pemahaman dan penerapan teknologi. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan peningkatan pemahaman petani terhadap teknologi penyemprotan pestisida berbasis panel surya. Selain itu, alat yang diserahkan kepada kelompok tani berfungsi dengan baik, meningkatkan efisiensi penyemprotan dan mengurangi ketergantungan pada energi konvensional. Implementasi teknologi penyemprotan pestisida berbasis energi surya di Desa Cisalam tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Temuan ini menunjukkan potensi besar untuk penerapan teknologi ramah lingkungan dalam sektor pertanian, yang dapat menjadi model bagi desa-desa lain di Indonesia.

Kata kunci: penyemprotan pestisida berbasis tenaga surya; keberlanjutan pertanian; adopsi teknologi oleh petani.

Abstract

Cisalam Village, located in Baros District, is an agrarian area highly dependent on the agricultural sector as its primary livelihood. However, farmers in this village face challenges in work efficiency and health due to the continued use of manual pesticide spraying methods. The growing awareness of environmentally friendly energy has opened opportunities to adopt modern technologies, such as solar-powered pesticide spraying systems. This Community service to implement and socialize solar panel-based pesticide spraying technology as a solution to improve agricultural efficiency and sustainability in Cisalam Village. The activities included surveys, equipment procurement, system assembly, and community outreach, using methods such as direct training and assistance to local farmer groups to ensure understanding and practical application of the technology. The results showed increased farmer awareness and knowledge of the solar-powered system, and the equipment provided operated effectively, improving spraying efficiency while reducing dependence on conventional energy sources. The implementation of this technology not only enhances agricultural

productivity but also contributes to environmental sustainability, demonstrating significant potential for eco-friendly innovations in agriculture that could serve as a model for other rural areas in Indonesia.

Keywords: solar-powered pesticide spraying; agricultural sustainability; farmer technology adoption.

PENDAHULUAN

Desa Cisalam, yang berada di wilayah Kecamatan Baros, dikenal sebagai wilayah agraris dengan sebagian besar penduduknya bergantung pada sektor pertanian sebagai mata pencaharian utama. Dengan kondisi alam yang subur dan lahan pertanian yang luas, desa ini telah lama menjadi salah satu penghasil pangan lokal yang penting. Namun, seperti halnya desa-desa pertanian lainnya, Desa Cisalam menghadapi berbagai kendala, terutama dalam hal keterbatasan teknologi, rendahnya efisiensi kerja, serta tantangan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi petani adalah penyemprotan pestisida secara manual yang masih memakan banyak tenaga, waktu, dan berisiko terhadap kesehatan. Sementara itu, berkembangnya kesadaran akan pentingnya energi ramah lingkungan memberikan peluang untuk mengadopsi teknologi modern di bidang pertanian, termasuk penggunaan alat penyemprot pestisida yang berbasis energi terbarukan, seperti tenaga surya.

Salah satu permasalahan utama petani adalah penyemprotan pestisida manual yang memakan tenaga, waktu, dan berisiko kesehatan. Seiring meningkatnya kesadaran penggunaan energi ramah lingkungan dan otomatisasi di pertanian, teknologi tenaga surya muncul sebagai solusi berkelanjutan (Ramesh et al., 2022). Pemanfaatan tenaga surya menjadi alternatif menjanjikan untuk efisiensi dan pengendalian pestisida. Sebagai energi terbarukan, tenaga surya unggul karena ketersediaannya melimpah di Indonesia. Teknologi ini menekan biaya operasional dan mendukung otomatisasi aktivitas pertanian (Ahmad Afandi et al., 2024). Selain solusi energi, program ini mendorong pembangunan ekonomi hijau di pedesaan dengan meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap teknologi modern dan energi terbarukan. Energi terbarukan juga penting dalam pengembangan smart farming (Annafiyah et al., 2021).

Studi oleh (Sarwono et al., 2021) membuktikan bahwa alat semprot bertenaga surya 30W efektif digunakan dalam skala kecil-menengah dengan hasil semprot yang stabil dan konsumsi energi rendah. Sementara itu, rancangan berbasis kebutuhan petani lokal yang dikembangkan oleh (Saputro et al., 2024) menunjukkan bahwa alat penyemprot otomatis tenaga surya dapat meningkatkan akurasi semprot sekaligus menurunkan paparan langsung terhadap bahan kimia. Sehingga menurut (Soeprijanto et al., 2024) dalam penelitiannya menggunakan drone penyemprot pestisida memungkinkan aplikasi pestisida secara lebih merata karena mampu menjangkau area pertanian yang luas, termasuk wilayah yang sulit atau tidak dapat dijangkau secara langsung oleh petani. Dengan demikian, teknologi ini dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus memperbaiki efisiensi kerja petani.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi sprayer berbasis panel surya, yang bertujuan untuk membuat kegiatan penyemprotan pestisida pada tanaman menjadi lebih efektif dan efisien (Andika Aditama et al., 2024). Alat penyemprot (sprayer) pestisida merupakan perangkat yang digunakan untuk mengalirkan cairan pestisida melalui pipa atau selang dan menyemprotkannya dalam bentuk butiran kecil (droplet). Saat ini, terdapat berbagai jenis sprayer, di antaranya sprayer konvensional dan sprayer knapsack, yaitu sprayer yang menggunakan pompa dengan penggerak bertenaga listrik (Dupa et al., 2022).

Penyemprot pestisida yang memanfaatkan tenaga surya lebih mudah dioperasikan. Selain itu, pompa bertenaga surya juga lebih hemat secara ekonomi karena biaya operasional dan perawatannya tergolong rendah. Dibandingkan dengan mesin yang menggunakan bahan bakar fosil, alat ini juga memiliki dampak lingkungan yang lebih minim (Sarwono et al., 2022). Dalam kegiatan ini, akan dilakukan sosialisasi mengenai penggunaan dan pemasangan alat penyemprot pestisida yang berbasis

panel surya. Energi surya dipilih sebagai sumber listrik alternatif karena ketersediaannya yang melimpah, gratis, tidak menimbulkan polusi, serta mudah dalam proses instalasi dan perawatannya (Lubis et al., 2024). Menurut (Abdilah et al., 2024), Panel surya berfungsi sebagai pembangkit listrik mandiri yang lebih ekonomis dan memiliki prospek yang baik untuk penggunaan jangka panjang. Energi listrik yang dihasilkan berbeda dengan listrik konvensional karena bersumber dari energi terbarukan, yaitu cahaya matahari. Sementara itu, listrik konvensional masih bergantung pada bahan bakar fosil yang sifatnya tidak dapat diperbarui.

Pengembangan alat penyemprot pestisida yang menggunakan energi surya merupakan komponen kunci dalam upaya meningkatkan efisiensi dan hasil produksi pertanian. Dengan latar belakang tersebut, penggunaan alat penyemprot pestisida berbasis tenaga surya menjadi bagian penting dari strategi peningkatan produktivitas pertanian sekaligus memperkuat kesejahteraan para petani di Desa Cisalam. Penggunaan teknologi tepat guna di bidang pertanian Desa Cisalam sangat dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses penyemprotan pestisida.

Strategi pelaksanaan kegiatan mencakup beberapa tahapan, dimulai dari survei dan observasi langsung di lokasi. Selanjutnya, dilakukan proses pengadaan alat dan perlengkapan penunjang kegiatan, dilanjutkan dengan perakitan sistem Penyemprot Pestisida yang menggunakan Panel Surya. Tahap akhir berupa sosialisasi kepada masyarakat Desa Cisalam, yang menjelaskan latar belakang permasalahan hingga solusi yang diterapkan melalui teknologi penyemprot pestisida berbasis energi surya sebagai bentuk pemanfaatan energi terbarukan di wilayah tersebut.

METODE

Koordinasi awal dilakukan melalui observasi langsung ke lokasi kelompok tani untuk memperoleh gambaran kondisi lapangan secara aktual. Kegiatan ini merupakan bagian dari program pengabdian kepada masyarakat yang mengusung tema "Implementasi dan Sosialisasi Teknologi Penyemprotan Pestisida Berbasis Panel Surya sebagai Upaya Pemanfaatan Energi Terbarukan". Tema tersebut dipilih sebagai bentuk kontribusi dalam menjawab tantangan penerapan teknologi ramah lingkungan di sektor pertanian, khususnya bagi petani desa yang masih menggunakan metode penyemprotan konvensional. Observasi dilaksanakan di Desa Cisalam, Kecamatan Baros, Kabupaten Serang, Provinsi Banten, dengan meninjau berbagai permasalahan yang dihadapi petani. Hasil dari tahap ini selanjutnya dijadikan acuan dalam merancang solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Berdasarkan hasil observasi, tahap berikutnya adalah perancangan dan pembuatan alat berupa sistem penyemprot pestisida berbasis panel surya. Sistem ini dirakit dari beberapa komponen utama, antara lain panel surya sebagai sumber energi, aki sebagai penyimpan daya, inverter untuk mengonversi arus listrik, pompa DC sebagai penggerak cairan, serta selang dan sprinkler sebagai media penyemprotan. Perancangan alat disesuaikan dengan kondisi petani yang memiliki keterbatasan akses terhadap listrik yang stabil, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi yang efisien dan berkelanjutan.

Setelah alat selesai dibuat, dilakukan kegiatan sosialisasi kepada petani mengenai penggunaan sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya. Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 12 Mei 2024 di Kantor Desa Cisalam dengan melibatkan 9 orang petani sebagai peserta. Sosialisasi dilakukan secara tatap muka dengan memberikan penjelasan terkait prinsip kerja alat, manfaat penggunaan panel surya, serta pentingnya pemanfaatan energi terbarukan dalam pertanian. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman petani terhadap penggunaan teknologi modern guna mendukung efisiensi dan keberlanjutan usaha tani.

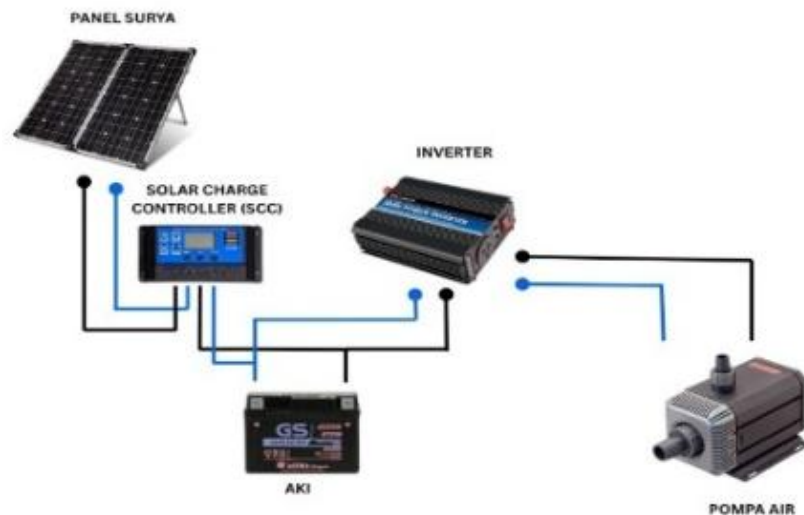
Tahap akhir kegiatan adalah pelaksanaan uji coba alat di lahan pertanian dengan melibatkan petani secara langsung. Selain itu, dilakukan pula pelatihan dan pendampingan dalam proses pemasangan serta pengoperasian alat agar petani dapat memahami penggunaannya secara praktis. Melalui kegiatan ini, diharapkan alat dapat berfungsi dengan optimal serta dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh petani untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja di lapangan.

Tabel 1. Tahap Pelaksanaan Kegiatan

No.	Jenis Kegiatan	Bukti Dokumentasi	Waktu Pelaksanaan
1.	Koordinasi awal observasi ke lokasi kelompok tani dan peninjauan permasalahan yang ada di lapangan		19 Maret 2025
2.	Perancangan dan pembuatan alat dilakukan dengan merakit sistem penyemprot pestisida berbasis panel surya yang terdiri dari panel surya, aki, inverter, pompa DC, selang, dan sprinkler.		16 April 2025
3.	Sosialisasi sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya kepada petani meliputi penjelasan cara kerja, manfaat panel surya, dan pemahaman energi terbarukan untuk efisiensi dan keberlanjutan pertanian.		12 Mei 2025
4.	Uji coba alat penyemprotan pestisida berbasis panel surya dilakukan di lahan pertanian dengan melibatkan petani dan pendampingan pemasangan alat. Tujuannya memastikan alat berfungsi baik dan memberikan arahan teknis kepada petani agar sistem dapat digunakan secara optimal dan berkelanjutan.		12 Mei 2025

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat penyemprotan tanaman otomatis berbasis energi surya ini terdiri dari rangkaian perangkat elektronik dan mekanik yang dirancang terintegrasi untuk mendukung proses penyemprotan air secara efisien tanpa ketergantungan pada listrik PLN. Sistem bekerja secara otomatis menggunakan energi yang disimpan dari panel surya, dan dapat dioperasikan dalam mode otomatis maupun manual sesuai kebutuhan pengguna.



Gambar 1. Wiring Alat

Pada sistem ini, panel surya berperan sebagai sumber energi utama yang mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung dan ramah lingkungan. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya tersebut kemudian dialirkan ke solar charge controller (SCC) yang berfungsi mengatur proses pengisian aki 12V agar tetap optimal, mencegah kelebihan muatan, serta memperpanjang umur baterai. Aki ini berperan sebagai penyimpan daya listrik sementara, sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri bahkan saat intensitas cahaya matahari rendah atau saat malam hari. Daya listrik yang tersimpan dalam aki selanjutnya digunakan untuk menggerakkan pompa DC 12V yang bertugas mengalirkan air dari tandon atau tong penampung ke jalur selang distribusi. Selang ini mengalirkan air secara terarah menuju beberapa titik sprinkler yang berfungsi sebagai alat penyemprot, yang menyemprotkan air secara merata ke tanaman. Dengan sistem ini, penyiraman dapat dilakukan secara otomatis tanpa bergantung pada pasokan listrik konvensional, sehingga sangat efisien dalam penggunaan energi dan cocok diterapkan pada area pertanian terpencil atau yang memiliki keterbatasan akses listrik. Selain itu, integrasi panel surya dengan aki dan pompa memastikan kontinuitas penyemprotan tanaman dapat berlangsung optimal selama siklus siang dan malam, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik dengan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Berikut ini adalah komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem penyempotan pestisida berbasis panel surya:

1. **Panel surya** (20–100 Wp) berfungsi sebagai sumber utama penghasil energi listrik dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik melalui proses fotovoltaiik. Kapasitas panel disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
2. **SCC (Solar Charge Controller)** bertugas mengatur aliran daya dari panel surya ke aki, mencegah overcharging dan overdischarging, serta menjaga kestabilan tegangan yang digunakan oleh sistem.
3. **Inverter DC ke AC**
Digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) dari aki menjadi arus bolak-balik (AC), jika sistem menggunakan pompa atau perangkat lain yang berbasis AC. Penambahan inverter memungkinkan fleksibilitas penggunaan berbagai jenis perangkat, terutama ketika pompa atau komponen lain beroperasi pada tegangan AC 220V.
4. **Pompa DC 12V** sebagai penyimpan daya utama, aki menyimpan energi yang dihasilkan panel surya agar sistem tetap dapat berjalan saat sinar matahari tidak tersedia, seperti malam hari atau cuaca mendung.

5. **Selang** sebagai jalur distribusi air dari pompa ke beberapa titik penyemprotan. Selang digunakan untuk mengalirkan air secara terarah dan efisien ke seluruh area tanaman yang disiram.
6. **Sprinkler** merupakan ujung dari sistem penyemprot yang mengubah aliran air menjadi butiran kabut halus yang tersebar merata ke tanaman. Sprinkler membantu menyebarkan air secara efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Sosialisai dan Pendampingan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di rumah Kepala RW Desa Cisalam, Kecamatan Baros, dengan Bapak Hasanudin selaku tuan rumah yang menyediakan tempat untuk berlangsungnya kegiatan. Kegiatan ini secara aktif didampingi oleh ketua kelompok tani setempat yang berperan dalam mengoordinasikan kehadiran para peserta, yang mayoritas merupakan petani aktif dari wilayah Desa Cisalam. Kegiatan ini dirancang dalam bentuk sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan secara langsung (tatap muka) mengenai sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya. Sosialisasi dimaksudkan untuk memperkenalkan teknologi ramah lingkungan yang mampu meningkatkan efisiensi proses penyemprotan pada lahan pertanian.



Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan teknologi terbaru berupa pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dalam sistem penyemprotan pestisida. Dalam kegiatan ini dijelaskan secara langsung kepada kelompok tani mengenai cara kerja alat, mulai dari proses konversi energi matahari oleh panel surya, pengisian daya melalui solar charge controller (SCC), penyimpanan energi di aki 12V, hingga pengoperasian pompa DC yang menyalurkan cairan pestisida melalui selang menuju sprinkler. Penjelasan disampaikan secara rinci dan dilanjutkan dengan sesi tanya jawab interaktif antara pemateri dan kelompok tani untuk memperdalam pemahaman serta menjawab berbagai pertanyaan seputar penerapan teknologi ini di lahan pertanian. Sebagai bentuk nyata dari kegiatan ini, dilakukan pula penyerahan satu unit alat sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya kepada kelompok tani Desa Cisalam. Penyerahan ini bertujuan untuk mendukung penerapan langsung teknologi tersebut di lapangan serta mendorong kemandirian kelompok tani dalam memanfaatkan energi terbarukan untuk kegiatan pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.



Gambar 3. Sesi Penyerahan Alat

Kegiatan pendampingan pemasangan alat sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya dilaksanakan di ladang milik kelompok tani Desa Cisalam, Kecamatan Baros, setelah kegiatan sosialisasi selesai dilaksanakan. Dalam kegiatan ini, para anggota kelompok tani terlibat langsung mulai dari proses penempatan panel surya di lokasi yang paling optimal untuk menangkap sinar matahari, hingga penyambungan sistem ke Solar Charge Controller (SCC), aki 12V, dan pompa DC. Selanjutnya, dilakukan instalasi jaringan selang dan sprinkler yang berfungsi menyemprotkan cairan pestisida secara merata ke area tanaman. Pendampingan dilakukan secara praktis dan bertahap agar kelompok tani memahami sistem kerja serta alur distribusi daya dan cairan pestisida. Kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk memperkenalkan teknologi pertanian berbasis energi terbarukan, tetapi juga memberikan pengalaman langsung kepada petani agar mampu mengoperasikan dan merawat alat tersebut secara mandiri.



Gambar 4. Pendampingan Pemasangan Alat di Lapangan

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan sosialisasi dan pendampingan sistem penyemprotan pestisida berbasis panel surya di Desa Cisalam, Kecamatan Baros, telah berhasil dilaksanakan dengan baik bersama kelompok tani setempat. Melalui kegiatan ini, para petani diperkenalkan pada teknologi terbarukan yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya alternatif untuk mendukung kegiatan pertanian yang lebih efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan. Pemahaman kelompok tani terhadap cara

Implementasi teknologi penyemprot pestisida berbasis panel surya sebagai upaya pemanfaatan energi

kerja alat, manfaat, serta potensi penerapannya di lapangan semakin meningkat berkat sesi pelatihan dan diskusi interaktif. Penyerahan satu unit alat penyemprot pestisida berbasis panel surya menjadi langkah awal dalam penerapan nyata inovasi ini untuk meningkatkan produktivitas pertanian di wilayah tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Kepala RW Desa Cisalam, Bapak Hasanudin, atas dukungan dan fasilitas tempat yang telah diberikan selama kegiatan berlangsung. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh anggota kelompok tani Desa Cisalam atas partisipasi aktif, antusiasme, dan semangat kolaboratif dalam mengikuti setiap tahapan kegiatan. Semoga kegiatan ini membawa manfaat nyata dan menjadi inspirasi dalam penerapan teknologi terbarukan di sektor pertanian.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdilah, A., Abrianto, H., & Darmawan Sidik, A. (2024). *PERANCANGAN PENERANGAN RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN PANEL SURYA UNTUK ALTERNATIF PENERANGAN DISAAT PEMADAMAN LISTRIK*.
- Ahmad Afandi, R., Ikhwanul Attar, S., Aditia, A., Hendriyawan, M. A., & Alfi, I. (2024). Rancang Bangun Alat Penyemprotan Pestisida Organik Dalam Perkebunan Cabai Menggunakan Tenaga Surya. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika*, 12(4). <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- Andika Aditama, D., Andini, R., Riffai Achmad, M., Punden Sari, T., Harmika, T., & Nindy Sumarno, R. (2024). PENINGKATAN EFISIENSI PENYEMPROTAN PESTISIDA MELALUI PENERAPAN SPRAYER MOTOR DC PADA TANAMAN PADI DI DUSUN KETANON. *SITECHMAS: Jurnal Hilirisasi Technology Pengabdian Masyarakat*, 5(2). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/SITECHMAS>
- Annafiyah, Anam, S., & Fatah, M. (2021). Rancang Bangun Sprayer Pestisida Menggunakan Pompa Air DC 12 V dan Panjang Batang Penyemprot 6 Meter. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 16, Number 1). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Dupa, A., Zoni, M., & Dinata Saputra, G. (2022). *PERANCANGAN ALAT KNAPSACK SPRAYER ELEKTRIK MENGGUNAKAN TENAGA SURYA*.
- Lubis, R. S., Siregar, R. H., Walidainy, H., Putra, T. E., & Masri. (2024). Pelatihan Merencanakan Dan Memasang Panel Surya Di Rumah Hunian. *Kawanad : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 14–21. <https://doi.org/10.56347/kjpkm.v3i1.184>
- Ramesh, D., Chandrasekaran, M., Soundararajan, R. P., Subramanian, P. P., Palled, V., & Kumar, D. P. (2022). Solar-Powered Plant Protection Equipment: Perspective and Prospects. In *Energies* (Vol. 15, Number 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en15197379>
- Saputro, A. R., Cahyono Putra, A., & Kusnanto, H. (2024). Perancangan Alat Penyemprot Hama Pertanian Otomatis Bertenaga Surya dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Studi Kasus: Petani Bangkalan Madura). *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 8(3).
- Sarwono, E., Primadiyono, Y., Defi Mahadji Putri, R., Dwi Prasetio, A., & Iلمي, F. (2022). *Alat Penyemprot Pestisida Tenaga Surya* (Vol. 16, Number 1).
- Sarwono, E., Subiyanto, S., Primadiyono, Y., Putri, R. D. M., Prasetio, A. D., Asriningati, A., & Iلمي, F. (2021). Alat Penyemprot Pestisida Tenaga Surya Menggunakan Panel Surya 30W. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 4(2), 40. <https://doi.org/10.33087/jepca.v4i2.50>
- Soeprijanto, A., Penangsang, O., Wibowo, R. S., Aryani, N. K., & Putra, D. F. U. (2024). Penerapan Teknologi Tepat Guna Menggunakan Drone dilengkapi Sistem Penyemprotan Pestisida dalam Rangka Meningkatkan Produktivitas Kelompok Petani Padi di Desa Krogowan Magelang. *SEWAGATI*, 8(6), 2370–2378. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i6.2197>