

Pemberdayaan Kelompok Tani ‘Qila Tani’ melalui Hibah *Trolley Sprayer* Pesticida di Kabupaten Kampar

Rahmatsyah Maksum Ramsi¹, Sunny Ineza Putri^{2*}, Efi Afrizal³, Azridjal Aziz⁴, Warman Fatra⁵, Asral⁶, Yohanes⁷, Nazaruddin⁸, Dedi Rosa Putra Cupu⁹, Musthafa Akbar¹⁰, Hanif Nugroho Aji¹¹, Ari Andriyas Puji¹², Jheri Hermanto¹³, Brian Agung Cahyo P¹⁴, Mintarto¹⁵, Fransiskus Faisal Simatupang¹⁶, Syafrinaldi Zuhrimansyah¹⁷

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau

*Corresponding author

E-mail: sunnyinezap@lecturer.unri.ac.id*

Article History:

Received:

Revised:

Accepted:

Abstract: *This community service program aimed to empower the “Qila Tani” Farmers Group in Karya Indah Village, Kampar, through the implementation of appropriate agricultural technology in the form of a mechanical pesticide trolley sprayer. The program addressed the low efficiency of conventional 16-liter manual knapsack sprayers, which caused heavy physical workloads and slow pest control processes. Activities included problem identification, technical training on operational procedures and maintenance, and the provision of trolley sprayer equipment. The training involved seven active participants, representing 70% of the farmer group members. Quantitative evaluation results showed a significant increase in participant competency, with an average improvement of 72%. Operational skills increased by 92%, understanding of maintenance and SOPs by 74%, and knowledge of machine working principles by 53%. Technically, the equipment increased pesticide carrying capacity to 70 liters and accelerated spraying time. Overall, the program effectively improved farmer competencies, reduced physical workload, and supported agricultural mechanization and productivity in Karya Indah Village.*

Keywords:

Trolley sprayer; agricultural mechanization; work efficiency; farmer empowerment; appropriate technology

Pendahuluan

Desa Karya Indah di Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, merupakan Desa Swakarya dengan luas 11.468,16 hektar yang tengah bertransisi menuju kemandirian ekonomi (Pemerintah Kabupaten Kampar, 2019; Pemerintah Kabupaten Kampar, 2021). Sektor pertanian menjadi penopang utama wilayah ini, terbukti

dengan keberadaan 491 kelompok tani aktif di tingkat kecamatan (Kementerian Pertanian RI, 2025) dan 83% penduduk desa yang berprofesi sebagai petani (Dinas PUPR Kampar, 2023). Salah satu kelompok tani yang aktif di desa ini adalah Kelompok Tani "Qila Tani", yang beranggotakan sepuluh orang dengan fokus budidaya komoditas hortikultura seperti semangka, kacang panjang, timun, pare, dan pepaya.

Meskipun memiliki potensi agraris yang besar, produktivitas pertanian di desa ini terhambat oleh rendahnya adopsi teknologi, yang padahal berkorelasi positif terhadap hasil panen (Khaliq et al., 2023). Pada Kelompok Tani "Qila Tani", permasalahan utama yang dihadapi adalah tingginya ketergantungan pada alat penyemprot pestisida manual. Keterbatasan akses, biaya, dan kemampuan teknis ini menyebabkan efisiensi waktu serta tenaga menjadi sangat rendah, sekaligus memberikan beban fisik yang berat dan melelahkan bagi para petani saat mengelola lahan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan pemberdayaan yang tidak sekadar memberikan bantuan fisik, melainkan juga menguatkan wawasan, keterampilan, dan kemandirian masyarakat (Pakpahan et al., 2024). Kesinambungan partisipasi aktif petani dalam setiap tahap program sangat penting untuk menciptakan rasa memiliki (*sense of ownership*) guna menjaga keberlanjutan alat (Ledjab et al., 2025). Dalam konteks ini, perguruan tinggi mengambil peran strategis sebagai fasilitator eksternal yang mempercepat proses transfer inovasi dan teknologi untuk menyelesaikan persoalan teknis di pedesaan (Holmén et al., 2025).

Berdasarkan landasan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan memberdayakan Kelompok Tani "Qila Tani" melalui penerapan teknologi tepat guna berupa *trolley sprayer* mekanis guna menggantikan metode penyemprotan manual. Solusi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi kerja dan produktivitas pertanian secara signifikan. Implementasi kegiatan dirancang secara komprehensif, diawali dengan identifikasi masalah, pelatihan teknis operasional dan perawatan mesin sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP), serta diakhiri dengan hibah alat beserta pendampingan praktik langsung di lapangan agar adopsi teknologi berjalan efektif.

Penerapan teknologi pertanian, seperti alat semprot pestisida, berperan penting dalam mengurangi pengeluaran operasional, menghemat tenaga, dan memajukan kesejahteraan ekonomi masyarakat pedesaan (Kuntariningsih & Mariyono, 2014; Syafi'i & Mertayasa, 2024). Sebagai sarana vital dalam perlindungan tanaman (Xiongkui He, 2024), penggunaan sprayer bervariasi sesuai skala lahan. Selama ini, petani umum menggunakan *knapsack sprayer* yang disandang di punggung untuk lahan skala menengah (Nasution, 2022). Namun, alat ini menimbulkan kendala teknis berupa kapasitas tangki yang kecil (sekitar 16 liter) sehingga mengharuskan pengisian ulang secara terus-menerus, serta memberikan

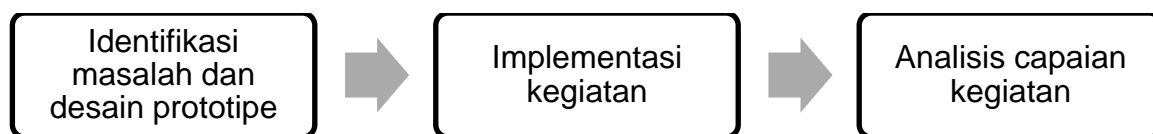
beban fisik yang berat dan melelahkan bagi tubuh petani.

Sebagai alternatif untuk lahan yang lebih luas, *tractor sprayer* memang menawarkan efisiensi penyemprotan dalam waktu singkat, namun terhambat oleh kebutuhan akses jalur yang lebar dan biaya operasional yang mahal, sehingga tidak ekonomis untuk pertanian skala menengah (Jalu et al., 2023). Oleh karena itu, *trolley sprayer* dipilih sebagai solusi teknologi tepat guna untuk menjembatani keterbatasan kapasitas *knapsack sprayer* dan ketidakpraktisan *tractor sprayer*. Dirancang dengan kapasitas tangki mencapai 70 liter dan dilengkapi sistem troli beroda, alat ini berhasil menyelesaikan masalah efisiensi waktu sekaligus menghilangkan beban statis di punggung, sehingga secara signifikan meningkatkan kenyamanan serta efisiensi kerja petani.

Penerapan *trolley sprayer* di Desa Karya Indah ini tidak hanya sekadar bantuan teknis, melainkan instrumen pemberdayaan yang diimplementasikan melalui penguatan Kelompok Tani “Qila Tani”. Pemberdayaan berbasis komunitas sangat penting karena berfungsi memperkuat kerja sama dan kemandirian petani (Santi et al., 2024). Selain itu, kepercayaan yang kuat di dalam kelompok tani terbukti secara signifikan dapat meningkatkan keberlanjutan organisasi dan adopsi program (Ermawati et al., 2021). Dengan pendekatan ini, diharapkan petani mampu mengadopsi teknologi tepat guna secara mandiri demi peningkatan produktivitas yang berkelanjutan.

Metode

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu identifikasi masalah dan desain prototipe, serta implementasi kegiatan yang berupa penyuluhan tentang pengoperasian alat dan perawatan. Adapun tahapan kegiatan terangkum pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan kegiatan pengabdian masyarakat

1. Identifikasi masalah dan Desain Prototipe

Tahap awal kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan melalui identifikasi masalah di Desa Karya Indah, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar. Identifikasi masalah ini bertujuan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi sosial ekonomi masyarakat, potensi sumber daya lokal, serta permasalahan yang dihadapi oleh petani di wilayah tersebut.

Dari hasil identifikasi, diketahui bahwa Desa Karya Indah memiliki potensi ekonomi yang besar dalam sektor pertanian. Faktor geografis yang strategis, yaitu

berdekatan dengan Kota Pekanbaru, memberikan keuntungan bagi petani dalam memasarkan hasil pertanian mereka ke pasar yang lebih luas. Selain itu, wilayah ini juga memiliki lahan pertanian yang cukup luas dan produktif sehingga dapat dikembangkan untuk berbagai komoditas pertanian. Informasi yang diperoleh dari hasil identifikasi menjadi dasar bagi tim pengabdian dalam menentukan arah kegiatan dan pendekatan yang akan dilakukan. Dengan memahami potensi dan kendala yang ada, tim dapat merancang kegiatan yang relevan dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

Setelah pelaksanaan identifikasi awal, kegiatan dilanjutkan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) bersama Kelompok Tani “Qila Tani” sebagai mitra utama dalam program pengabdian. FGD bertujuan untuk mengidentifikasi lebih mendalam permasalahan yang dihadapi oleh petani serta menggali kebutuhan dan harapan mereka terhadap solusi yang akan diterapkan.

Diskusi dilakukan dengan melibatkan Ketua dan beberapa anggota kelompok tani. Melalui FGD ini diperoleh berbagai informasi penting, di antaranya keterbatasan petani dalam penggunaan alat mesin pertanian, tingginya beban kerja saat penyemprotan pestisida, serta rendahnya efisiensi waktu dan tenaga dalam melakukan pekerjaan tersebut. Hasil diskusi juga menunjukkan bahwa petani membutuhkan inovasi teknologi yang sederhana, terjangkau, namun mampu meningkatkan efektivitas kerja di lapangan.

Temuan dari FGD ini kemudian menjadi landasan bagi tim pengabdian dalam merumuskan solusi yang tepat guna, yaitu penerapan alat sprayer berbasis troli (*trolley sprayer*) sebagai inovasi teknologi yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat tani di Desa Karya Indah.

Alat *trolley sprayer* pestisida yang dirancang dengan rangka besi beroda dan tangki biru berkapasitas 70 liter ditampilkan pada Gambar 2. Alat ini ditenagai motor 2-tak 26 cc, berfungsi menghilangkan beban panggul pada tubuh petani, mempercepat proses penyemprotan, serta meningkatkan efisiensi dan ergonomi kerja di lahan pertanian.



Gambar 2. Alat *Trolley Sprayer* Pestisida

2. Implementasi Kegiatan

Berdasarkan hasil identifikasi dan perancangan alat *trolley sprayer* pestisida, metode penerapan pengabdian dilanjutkan dengan pelaksanaan *workshop* dan hibah alat *trolley sprayer* kepada kelompok tani mitra. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pemahaman menyeluruh kepada petani terkait prinsip kerja, komponen-komponen utama, manfaat penggunaan, serta cara perawatan alat agar dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang.

Workshop diawali dengan sesi penyuluhan yang menjelaskan teori dasar mengenai sistem kerja alat *sprayer* berbasis troli, termasuk mekanisme pompa, sistem semprot, dan pengaturan tekanan. Setelah itu, dilaksanakan pelatihan praktik langsung di lapangan untuk melatih petani dalam mengoperasikan alat secara benar dan aman. Pendekatan ini bertujuan agar peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki keterampilan teknis dalam penggunaan alat.

Setelah kegiatan *workshop* selesai, tim pengabdian melakukan hibah alat *trolley sprayer* kepada Kelompok Tani "Qila Tani" sebagai bentuk dukungan nyata dalam penyelesaian permasalahan yang telah teridentifikasi sebelumnya. Hibah ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja petani dalam penyemprotan pestisida serta mengurangi beban fisik selama proses pengendalian hama.

3. Metode Pengukuran Capaian Kegiatan

Untuk mengukur efektivitas kegiatan pengabdian masyarakat ini, dilakukan evaluasi komprehensif yang mencakup dua indikator utama, yaitu indikator keberhasilan alat (kuantitatif) dan indikator keberdayaan mitra (kualitatif).

Uji kinerja alat difokuskan pada perbandingan efisiensi teknis antara metode lama (*knapsack sprayer* manual) dengan teknologi introduksi (*trolley sprayer*) melalui pengukuran langsung di lahan pertanian menggunakan tiga parameter utama. Parameter tersebut meliputi kapasitas kerja untuk mengukur volume cairan pestisida (liter) yang dapat diangkut dalam satu kali operasional guna menghitung frekuensi pengisian ulang, efisiensi waktu untuk mengukur durasi (jam/menit) yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penyemprotan pada luasan lahan yang sama (1 hektar) menggunakan *stopwatch*, serta beban ergonomi untuk mengukur berat beban fisik (kg) yang harus ditanggung tubuh petani saat bekerja guna menganalisis tingkat kelelahan dan risiko cedera otot.

Dalam kegiatan ini, evaluasi aspek pengetahuan (*cognitive*) mitra tidak dilakukan melalui tes tertulis konvensional, melainkan dinilai secara terintegrasi dan objektif melalui praktik langsung di lapangan berbasis prinsip *learning by doing*. Penilaian ini diukur secara konkret melalui pengamatan terhadap ketepatan langkah kerja mitra sesuai SOP, yang meliputi pemahaman fungsi mesin saat menyalakan dan mengoperasikan *trolley sprayer*, pengetahuan mengenai fungsi dan karakteristik komponen vital saat simulasi perawatan, serta tingkat kesadaran keselamatan kerja

yang dilihat langsung dari kepatuhan penggunaan alat pelindung diri dan posisi tubuh yang aman selama pengoperasian alat.

Dengan metode ini, hasil evaluasi bersifat faktual dan terukur, karena didasarkan pada bukti visual (unjuk kerja) yang terjadi di hadapan tim pengabdian, sehingga menghilangkan bias subjektivitas atau kemungkinan jawaban teoritis yang tidak aplikatif.

Hasil

Workshop dilaksanakan bersama 7 orang anggota kelompok tani pada hari Jumat, 10 Oktober 2025. Sebelum kegiatan, pemahaman mitra mengenai teknologi alat mesin pertanian (alsintan) sangat terbatas. Melalui metode penyuluhan, terjadi peningkatan kognitif di mana mitra kini memahami prinsip kerja mesin, fungsi komponen vital (seperti busi, piston, dan karburator), serta mekanisme sistem pompa.

Kelompok Tani "Qila Tani" adalah kelompok mitra yang spesifik dan homogen dengan total anggota hanya 10 orang. Kehadiran 7 orang berarti tingkat partisipasi mencapai 70%, yang sudah sangat representatif untuk kelompok tersebut. Jumlah peserta yang terbatas sengaja diatur agar sesi praktik langsung (*hands-on*) lebih intensif dan berkualitas. Dengan kelompok kecil, setiap petani mendapatkan kesempatan lebih banyak untuk mencoba mengoperasikan alat secara mandiri di bawah pengawasan tim.

Capaian kegiatan pengabdian ini diukur menggunakan instrumen Lembar Observasi Unjuk Kerja dengan pendekatan *pre-test* dan *post-test*. Data diambil melalui observasi langsung terhadap 7 peserta sebelum dan sesudah intervensi pelatihan. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert 1–5, di mana skor 1 merepresentasikan kondisi "Sangat Rendah" dan skor 5 merepresentasikan "Sangat Tinggi".

Data hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh indikator kompetensi peserta. Ringkasan perbandingan data tersebut disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, secara kuantitatif, rata-rata global kompetensi peserta meningkat sebesar 72%, dari kategori "Cukup" (2,75) menjadi kategori "Sangat Tinggi" (4,75). Lonjakan tertinggi terlihat pada indikator Keterampilan Operasional Alat sebesar 92%. Skor awal yang rendah (2,5) pada indikator ini mengonfirmasi bahwa sebelum kegiatan, petani masih merasa asing dengan operasional alat mekanis berbasis *trolley*. Namun, setelah pendampingan, skor akhir mencapai 4,8, yang menunjukkan bahwa hampir seluruh peserta kini mampu mengoperasikan alat secara mandiri dan presisi.

Tabel 1. Analisis Peningkatan Kapasitas SDM Berbasis Praktik

Indikator Penilaian	Skor <i>Pre-Test</i>	Skor <i>Post-Test</i>	Peningkatan (%)
Pemahaman Prinsip Kerja Mesin	3,0	4,6	53%
Keterampilan Operasional Alat	2,5	4,8	92%
Pemahaman Perawatan & SOP	2,7	4,7	74%
Sikap dan Antusiasme	2,8	4,9	75%
Rata-Rata Global	2,75	4,75	72%

Analisis kualitatif terhadap data kuantitatif tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman prinsip kerja (naik 53%) dan SOP perawatan (naik 74%) menjadi dasar penting bagi keberlanjutan alat. Dengan skor sikap dan antusiasme mencapai 4,9, dapat disimpulkan bahwa penerimaan teknologi ini sangat positif. Hal ini sesuai dengan peningkatan keterampilan teknis petani secara langsung mengurangi beban fisik dan waktu kerja, sehingga teknologi *Trolley Sprayer* ini tidak hanya dipahami secara teori, tetapi juga diadopsi sebagai solusi praktis dalam rutinitas pertanian mereka.

Diskusi

Penggunaan *trolley sprayer* memberikan peningkatan kapasitas angkut cairan yang signifikan. Alat konvensional hanya mampu menampung 16 liter cairan, yang memaksa petani untuk sering melakukan pengisian ulang, terutama mengingat jarak sumber air yang jauh dari lahan. Sebaliknya, *trolley sprayer* memiliki tangki berkapasitas 70 liter. Peningkatan kapasitas sebesar lebih dari empat kali lipat ini secara drastis mengurangi frekuensi *downtime* (waktu henti) untuk pengisian ulang, sehingga kontinuitas penyemprotan lebih terjaga.

Dengan kapasitas yang lebih besar dan dukungan mesin motor 2-tak 26 cc, proses penyemprotan menjadi jauh lebih cepat dan jangkauan semprotan lebih luas dibandingkan metode pompa manual. Hal ini menjawab permasalahan efisiensi waktu yang sebelumnya menjadi kendala utama petani dalam mengelola lahan yang luas.

Analisis ergonomi menunjukkan eliminasi beban statis pada tubuh petani. Pada metode lama, beban seberat ±16-20 kg bertumpu sepenuhnya pada punggung dan bahu, yang berisiko menyebabkan kelelahan otot dan cedera jangka panjang. Dengan desain *trolley* beroda, beban tersebut dipindahkan ke rangka alat, sehingga petani hanya perlu mendorong tanpa menanggung berat beban cairan. Hal ini menciptakan kondisi kerja yang lebih manusiawi dan nyaman.



Gambar 3. Sesi Penyuluhan *Workshop* Teknik Mesin Universitas Riau dengan Kelompok Mitra



Gambar 4. Praktik Pengoperasian Alat *Trolley Sprayer*

Sesi penyuluhan oleh tim pengabdian Universitas Riau kepada Kelompok Tani "Qila Tani" ditampilkan pada Gambar 3. Dalam kegiatan ini, narasumber menjelaskan prinsip kerja mesin dan SOP perawatan *trolley sprayer* guna memastikan pemahaman teoritis petani sebelum dilanjutkan dengan praktik pengoperasian alat secara langsung.

Sesi praktik lapangan di mana tim pengabdian mendampingi petani mengoperasikan *trolley sprayer* secara langsung ditampilkan pada Gambar 4. Kegiatan ini mencakup demonstrasi pengisian bahan bakar, pengaturan tekanan mesin, dan teknik penyemprotan agar petani memiliki keterampilan teknis yang benar untuk penggunaan mandiri yang aman.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menyimpulkan bahwa implementasi teknologi tepat guna *trolley sprayer* berhasil meningkatkan produktivitas

pertanian melalui modernisasi alat kerja. Secara kuantitatif, alat ini terbukti meningkatkan efisiensi operasional dengan kapasitas tangki 70 liter yang jauh lebih besar dari metode manual serta mereduksi beban angkut fisik pada tubuh petani hingga nol kilogram. Secara kualitatif, program ini sukses meningkatkan kompetensi teknis mitra dalam pengoperasian dan perawatan mesin secara mandiri, sekaligus mengubah perilaku kerja menjadi lebih ergonomis dan nyaman. Dampak positif yang dihasilkan meliputi efisiensi waktu dan biaya tenaga kerja, serta percepatan transisi menuju mekanisasi pertanian di Desa Karya Indah. Ke depannya, direkomendasikan adanya pendampingan berkala untuk memantau keberlanjutan fungsi alat dan inisiasi unit usaha bengkel alsintan di tingkat kelompok tani guna mendukung kemandirian ekonomi jangka panjang.

Daftar Referensi

- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kampar. (2023). *Potensi Desa Karya Indah Tahun 2023*. Diperoleh dari <https://pupr.kamparkab.go.id/public/dokumen/2023/04/915b9db6466bacf6533c88e1627edf0a.pdf>
- Ermawati, T., Dalmyatun, T., & Prayoga, K. (2021). Pengaruh modal sosial terhadap keberlanjutan Gapoktan Ngudi Rukun di Kabupaten Wonogiri. *Jambura Agribusiness Journal*, 3(1), 1–14.
- Holmén, M., Sanchez-Preciado, D. J., & Ljungberg, D. (2025). How does technology transfer evolve in rural regions? Transferors, recipients, and the role of absorptive capacity in developing economies. *Journal of Rural Studies*, 118. doi:10.1016/j.jrurstud.2025.103688
- Jalu, M. V., Yadav, R., & Ambaliya, P. S. (2023). A comprehensive review of various types of sprayers used in modern agriculture. *The Pharma Innovation Journal*, 12(4), 143-149.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2025). *Sistem Informasi Manajemen Penyuluhan Pertanian*. Diperoleh dari <https://simluh.pertanian.go.id/guestreport/>
- Khaliq, M., Daud, A., & Hidayat, M. (2023). Pengaruh motivasi petani, adopsi teknologi pertanian dan intensitas penyuluhan terhadap produktivitas petani pada Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene. *Jurnal Magister Manajemen Nobel Indonesia*, 4(3), 491–502.
- Kuntariningsih, A., & Mariyono, J. (2014). Adopsi teknologi pertanian untuk pembangunan pedesaan: Sebuah kajian sosiologis. *Agriekonomika*, 3(2), 180–191.
- Ledjab, M. M., Kamariyah, S., Sholicah, N., & W, D. P. (2025). Efektivitas program

pemberdayaan petani berbasis partisipasi masyarakat di Desa Torok Golo, Kecamatan Rana Mese Manggarai Timur. *Studi Administrasi Publik dan Ilmu Komunikasi*, 2(2), 130–140.

Nasution, L. (2022). *Buku ajar: Pestisida dan teknik aplikasi*. Medan: UMSU Press.

Pakpahan, H. T., Kurniasih, S., Heryadi, Y., & Fauziah, A. (2024). *Konsep pemberdayaan masyarakat*. Padang: HEI Publishing Indonesia.

Pemerintah Kabupaten Kampar. (2019). *Penetapan Klasifikasi Jenis Desa* (Surat Keputusan Bupati Kampar Nomor 140-223/I/2019).

Pemerintah Kabupaten Kampar. (2021). *Penetapan dan Penegasan Batas Desa Karya Indah, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar* (Peraturan Bupati Kampar Nomor 34 Tahun 2021).

Santi, W. O., Hamzah, A., & Jayadisastra, Y. (2024). Pemberdayaan petani melalui peran kelompok tani padi sawah di Kelurahan Baruga Kecamatan Baruga. *JIPPM (Jurnal Ilmiah Penyuluhan dan Pengembangan Masyarakat)*, 4(3), 228–237.

Syafi'i, A., & Mertayasa, A. (2024). Penggunaan teknologi tepat guna dalam upaya pengembangan ekonomi pedesaan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. *CAKRAWALA*, 7(2), 475–481.

Xiongkui, H. (2024). Agricultural environment and intelligent plant protection equipment. *Agronomy*, 14(5), 937. doi:10.3390/agronomy14050937