LEBAH
ISSN 1412-8128 (Print), 2964-9056 (Online) | Volume 20, No. 1 September (2026)
Diterbitkan oleh: Institut Hukum Sumberdaya Alam (IHSA Institute)

Implementasi sistem pengusir tikus sawah berbasis ultrasonik dan iot untuk mengurangi kehilangan hasil panen dan peningkatan ketahanan produksi padi

Nurul Afifah Arifuddin[1], Galih Prakoso Rizky A[2], Hengki Tamando Sihotang [3], Fitri Andhika[1], Praffi Ramadhani [1], Dara Ramadhani Aresti [1]
[1] Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia
[2] Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia
[3] Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history

Received : 16 Agustus 2026
Revised : 21 Agustus 2026
Accepted : -

Abstrak

Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan menerapkan Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik-Internet of Things (IoT) sebagai alternatif pengendalian hama non-kimia sekaligus meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan keberdayaan kelompok tani di Desa Kutamukti, Kecamatan Kutawaluya, Kabupaten Karawang. Kegiatan dilaksanakan pada Poktan Ranca Ekek dan Poktan Mukti Jaya I menggunakan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra melalui tahapan sosialisasi, pelatihan dan workshop, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta penguatan keberlanjutan program. Teknologi mengintegrasikan ultrasonik 20–65 kHz, suara predator alami, mikrokontroler ESP32/setara berbasis IoT, panel surya, dan baterai. Evaluasi dilakukan menggunakan pre-test dan post-test terhadap 25 responden dengan delapan indikator keberdayaan dan skor maksimum 40. Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata skor keberdayaan dari 19,12 ± 1,36 (47,80%) menjadi 35,36 ± 1,44 (88,40%), atau meningkat sebesar 16,24 poin dan 40,60 poin persentase. N-gain deskriptif berdasarkan skor rata-rata kelompok mencapai 0,778. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan, pemahaman, kesiapan penggunaan teknologi, dan keterlibatan mitra.

Kata Kunci:

Empowerment;
Farmer groups;
Iot;
Rice field rats;
Ultrasonic

Abstract

This community service activity aimed to implement an Ultrasonic-Internet of Things (IoT)-Based Rice Field Rat Repellent System as a non-chemical pest control alternative while improving the knowledge, skills, and empowerment of farmer groups in Kutamukti Village, Kutawaluya District, Karawang Regency. The activity was conducted with the Ranca Ekek and Mukti Jaya I farmer groups using a participatory, needs-based approach through socialization, training and workshops, technology implementation, mentoring and evaluation, and sustainability activities. The implemented technology integrated 20–65 kHz ultrasonic waves, natural predator sounds, an ESP32-based IoT microcontroller, solar panels, and batteries. Empowerment was evaluated using pre-test and post-test measurements involving 25 respondents across eight indicators with a maximum score of 40. The results showed an increase in the mean empowerment score from 19.12 ± 1.36 (47.80%) before the activity to 35.36 ± 1.44 (88.40%) after the activity, representing an increase of 16.24 points or 40.60 percentage points. The descriptive N-gain based on the group mean score was 0.778. These results indicate improvements in farmers' knowledge, understanding, readiness to use the technology, and participation in technology implementation.

Corresponding Author:

Nurul Afifah Arifuddin,
Informatika, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jl. Pd. Labu Raya, Pd. Labu, Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12450, Indonesia
Email: nurulafifaharifuddin@upnvj.ac.id

This is an open access article under the CC BY-NC license.

PENDAHULUAN

Produktivitas padi merupakan salah satu aspek penting dalam keberlanjutan usaha tani dan ketahanan produksi pangan di tingkat masyarakat(Hasibuan et al., 2022). Namun, keberhasilan produksi padi tidak hanya ditentukan oleh kualitas benih, pemupukan, pengairan, dan teknik budidaya, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh organisme pengganggu tanaman (OPT)(Damayanti et al., 2025). Salah satu OPT yang menjadi permasalahan serius pada ekosistem persawahan adalah tikus sawah (*Rattus argentiventer*). Serangan tikus dapat menyebabkan kerusakan tanaman dan kehilangan hasil, terutama apabila pengendalian dilakukan setelah serangan terjadi. Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks ketika petani masih mengandalkan metode pengendalian konvensional yang bersifat reaktif dan belum didukung oleh teknologi pengendalian non-kimia yang sesuai dengan karakteristik lahan persawahan.

Kondisi tersebut ditemukan pada kelompok tani mitra di Desa Kutamukti, Kecamatan Kutawaluya, Kabupaten Karawang. Desa Kutamukti memiliki sekitar 200 hektar lahan sawah dan sektor pertanian padi menjadi salah satu sumber utama penghidupan masyarakat. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan pada 10 Desember 2025, produktivitas padi di wilayah mitra dalam dua tahun terakhir dilaporkan mengalami penurunan dari rata-rata 9–10 ton/ha menjadi sekitar 3–5 ton/ha. Serangan OPT, terutama hama tikus, menjadi salah satu permasalahan utama yang dihadapi petani, selain hama beluk dan penyakit tanaman lokal yang disebut “plek”. Pada kondisi tersebut, pengendalian hama masih dilakukan secara konvensional dan reaktif, sementara alternatif pengendalian non-kimia berbasis teknologi belum tersedia secara memadai. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak terhadap teknologi pengendalian hama yang dapat diterapkan pada lingkungan persawahan secara praktis, berkelanjutan, dan sesuai dengan kemampuan pengguna.

Permasalahan mitra tidak hanya berkaitan dengan aspek produksi, tetapi juga dengan kapasitas pengelolaan usaha tani. Hasil identifikasi kondisi eksisting menunjukkan bahwa kelompok tani belum memiliki pencatatan yang sistematis mengenai intensitas serangan hama, tingkat kerusakan tanaman, hasil produksi, maupun biaya pengendalian. Pengambilan keputusan pengendalian hama masih banyak didasarkan pada pengalaman petani, sedangkan pemanfaatan teknologi untuk monitoring kondisi lahan masih terbatas. Akibatnya, data yang dapat digunakan untuk membandingkan pola serangan, mengevaluasi efektivitas pengendalian, dan mendukung pengambilan keputusan pada musim tanam berikutnya belum tersedia secara memadai. Permasalahan ini menjadi penting karena penerapan teknologi pertanian tidak cukup hanya menyediakan perangkat, tetapi juga perlu diikuti dengan peningkatan literasi teknologi dan kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan informasi yang dihasilkan oleh teknologi.

Pengembangan teknologi pengendalian tikus berbasis ultrasonik menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab permasalahan tersebut(Hardinata et al., 2026). Penelitian sebelumnya oleh Sihotang et al. menunjukkan bahwa frekuensi ultrasonik memiliki pengaruh terhadap perilaku dan pola migrasi tikus sawah sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem pengusiran tikus berbasis gelombang ultrasonik (Sihotang et al., 2022). Pengembangan berikutnya menghasilkan prototipe pengusir tikus hemat energi yang dirancang untuk lingkungan pertanian terbuka (Sihotang & Simbolon, 2024a). Teknologi tersebut kemudian dikembangkan melalui integrasi Internet of Things (IoT) untuk mendukung pemantauan dan pengendalian frekuensi ultrasonik secara lebih adaptif (Sihotang & Simbolon, 2024b). Pengembangan lebih lanjut dilakukan melalui model penjadwalan frekuensi ultrasonik berdasarkan data lingkungan sehingga stimulus pengusiran dapat disesuaikan dengan kondisi penerapan (Sihotang et al., 2025). Evaluasi terhadap sistem ultrasonik–IoT juga telah diarahkan untuk mengukur kinerja teknologi dalam mengurangi intensitas serangan dan kehilangan hasil tanaman (Sihotang & A, 2025). Rangkaian penelitian tersebut memberikan landasan teknis bagi hilirisasi teknologi kepada masyarakat melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

Meskipun teknologi ultrasonik dan IoT telah dikembangkan pada tingkat penelitian dan prototipe, keberhasilan penerapannya pada masyarakat membutuhkan pendekatan yang lebih komprehensif. Teknologi harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan persawahan, kebutuhan pengguna, ketersediaan sumber energi, kemampuan pengoperasian, serta pola serangan hama yang diketahui oleh petani. Penggunaan perangkat secara mandiri juga memerlukan transfer pengetahuan mengenai prinsip kerja, pengoperasian, perawatan, dan monitoring. Dengan demikian, terdapat kebutuhan untuk menjembatani hasil pengembangan teknologi dengan kemampuan masyarakat sebagai pengguna akhir. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, proses hilirisasi tersebut menjadi penting agar teknologi tidak berhenti sebagai prototipe, tetapi dapat diadopsi dan dimanfaatkan secara

berkelanjutan oleh kelompok tani.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menerapkan Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik–Internet of Things (IoT) pada Poktan Ranca Ekek dan Poktan Mukti Jaya I di Desa Kutamukti. Sistem yang diterapkan mengintegrasikan gelombang ultrasonik, suara predator alami, sistem kendali berbasis mikrokontroler ESP32 atau setara, IoT, panel surya, dan baterai(Zaki & Budiman, 2025). Modul ultrasonik dirancang bekerja pada rentang frekuensi 20–65 kHz dengan pola variatif dan acak serta jangkauan efektif sekitar 15–25 meter. Penggunaan panel surya dan baterai memungkinkan perangkat digunakan pada lingkungan persawahan terbuka tanpa ketergantungan penuh terhadap jaringan listrik (Pratama et al., 2025). Integrasi beberapa stimulus tersebut dirancang sebagai pendekatan multisensorik untuk mengganggu keberadaan tikus sekaligus mendukung pengoperasian perangkat secara otomatis dan adaptif(Wibowo, 2026).

Rasionalisasi kegiatan tidak hanya didasarkan pada ketersediaan teknologi, tetapi juga pada kesesuaian teknologi dengan kebutuhan dan kapasitas mitra. Penerapan dilakukan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan petani sejak tahap identifikasi permasalahan, sosialisasi teknologi, pelatihan dan workshop, diskusi mengenai pola serangan tikus, hingga penentuan lokasi pemasangan perangkat. Pengetahuan lokal petani mengenai titik rawan serangan, kondisi lahan, pola pergerakan tikus, dan akses menuju lokasi menjadi pertimbangan dalam menentukan titik penerapan. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan rasa memiliki terhadap teknologi sekaligus memperkuat kemampuan mitra dalam mengoperasikan dan merawat perangkat secara mandiri.

Rencana pemecahan masalah dalam kegiatan ini dilakukan melalui lima tahapan yang saling berkesinambungan, yaitu sosialisasi, pelatihan dan workshop, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Tahap sosialisasi diarahkan untuk membangun pemahaman bersama mengenai permasalahan hama tikus dan alternatif teknologi yang ditawarkan. Tahap pelatihan dilaksanakan melalui demonstrasi dan praktik langsung agar mitra memahami fungsi komponen, cara pengoperasian, serta perawatan perangkat. Tahap penerapan dilakukan dengan menentukan titik pemasangan berdasarkan kondisi lahan dan pola serangan tikus. Selanjutnya, pendampingan dan evaluasi diarahkan pada pemantauan kondisi perangkat, intensitas serangan, kerusakan tanaman, serta pencatatan hasil produksi. Tahap keberlanjutan diarahkan pada peningkatan kemandirian kelompok tani melalui serah terima perangkat, penyediaan modul, kemampuan perawatan dasar, dan penguatan pemanfaatan teknologi setelah kegiatan pengabdian selesai.

Urgensi pendekatan pemberdayaan tersebut terlihat dari perubahan awal kapasitas mitra setelah memperoleh pengenalan dan pelatihan teknologi. Pengukuran terhadap 25 responden menggunakan delapan indikator keberdayaan menunjukkan bahwa rata-rata skor keberdayaan meningkat dari 19,12 ± 1,36 atau 47,80% pada pre-test menjadi 35,36 ± 1,44 atau 88,40% pada post-test. Dengan demikian, terjadi peningkatan sebesar 16,24 poin atau 40,60 poin persentase. Peningkatan tersebut terutama menggambarkan perubahan pada aspek pengetahuan, pemahaman, kesiapan menggunakan teknologi, dan keterlibatan mitra. Sementara itu, dampak terhadap intensitas serangan tikus, produktivitas gabah, dan pendapatan petani masih memerlukan monitoring setelah perangkat diterapkan secara penuh selama musim tanam.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan sistem pengusir tikus sawah berbasis ultrasonik–IoT sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengendalian hama non-kimia sekaligus meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan keberdayaan kelompok tani dalam pemanfaatan teknologi pertanian. Secara khusus, kegiatan diarahkan untuk (1) menyediakan alternatif teknologi pengendalian tikus yang sesuai dengan kondisi lahan persawahan mitra; (2) meningkatkan kemampuan petani dalam mengoperasikan dan merawat perangkat; (3) meningkatkan keterlibatan petani dalam monitoring dan pencatatan kondisi serangan hama serta produksi; dan (4) membangun dasar pemanfaatan teknologi pertanian yang berkelanjutan dan berpotensi direplikasi pada kelompok tani lain. Dengan pendekatan tersebut, kegiatan ini tidak hanya berorientasi pada pemberian alat kepada masyarakat, tetapi pada proses transfer teknologi dan penguatan kapasitas masyarakat agar mampu memanfaatkan inovasi secara mandiri dan berkelanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini juga berkontribusi terhadap pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia, terutama SDG 2 (Tanpa Kelaparan) melalui dukungan terhadap ketahanan pangan dan keberlanjutan produksi padi, SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) melalui pengenalan alternatif pengendalian hama non-kimia, serta SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) melalui penerapan teknologi ultrasonik berbasis Internet of Things (IoT) yang sesuai dengan kebutuhan kelompok tani. Selain itu, kegiatan ini mendukung SDG 4 (Pendidikan Berkualitas) melalui peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengoperasikan serta merawat teknologi pertanian.

Kontribusi tersebut diwujudkan melalui transfer teknologi, pelatihan partisipatif, dan penguatan kapasitas kelompok tani sebagai upaya mendukung pertanian yang lebih produktif, adaptif, dan berkelanjutan. Meskipun demikian, kontribusi terhadap penurunan serangan tikus dan peningkatan produktivitas padi masih perlu dikonfirmasi melalui pemantauan lapangan selama musim tanam.

METODE PENGABDIAN

Lokasi, Mitra, dan Peserta Kegiatan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan di Desa Kutamukti, Kecamatan Kutawaluya, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, dengan mitra utama Kelompok Tani (Poktan) Ranca Ekek dan Poktan Mukti Jaya I. Kedua kelompok tani tersebut merupakan bagian dari kelompok tani yang aktif dalam kegiatan pertanian padi di Desa Kutamukti. Wilayah mitra memiliki sekitar 200 hektar lahan sawah dan sebagian besar aktivitas ekonomi masyarakat berkaitan dengan sektor pertanian. Identifikasi awal permasalahan dilakukan melalui observasi lapangan, diskusi, dan wawancara dengan kelompok tani serta pemangku kepentingan setempat untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi serangan hama, praktik pengendalian, kebutuhan teknologi, dan kesiapan masyarakat sebagai pengguna teknologi.

Peserta kegiatan terdiri atas anggota dan pengurus Poktan Ranca Ekek dan Poktan Mukti Jaya I sebagai kelompok sasaran utama, dengan keterlibatan perangkat Desa Kutamukti, penyuluh pertanian, tokoh masyarakat, serta unsur pemerintah kecamatan sebagai pemangku kepentingan pendukung. Workshop secara khusus melibatkan kelompok tani, perangkat desa, dan penyuluh pertanian dalam kegiatan pengenalan dan pengoperasian perangkat. Keterlibatan berbagai pihak tersebut dimaksudkan untuk memperkuat penerimaan sosial, memastikan kesesuaian teknologi dengan kondisi lapangan, dan mendukung keberlanjutan pemanfaatan teknologi setelah kegiatan PkM selesai.

Pendekatan dan Desain Pelaksanaan

Metode pelaksanaan PkM menggunakan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan mitra (participatory needs-based approach) dan berorientasi pada transfer teknologi serta peningkatan keberdayaan masyarakat(Harrington et al., 2024). Pendekatan ini dipilih karena permasalahan yang dihadapi mitra tidak hanya berupa keterbatasan teknologi pengendalian tikus, tetapi juga keterbatasan pengetahuan, keterampilan pengoperasian dan perawatan perangkat, serta belum optimalnya kegiatan monitoring dan pencatatan kondisi serangan hama(Blachnicka-Ciacek et al., 2025).

Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan, diskusi, dan wawancara untuk mengidentifikasi permasalahan serta menentukan kebutuhan dan prioritas intervensi. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar dalam merancang bentuk teknologi, materi pelatihan, lokasi penerapan, serta bentuk pendampingan. Dengan demikian, teknologi tidak diberikan secara top-down, tetapi disesuaikan dengan karakteristik lingkungan persawahan dan pengalaman empiris petani.

Intervensi utama berupa penerapan Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik–Internet of Things (IoT). Sistem mengintegrasikan gelombang ultrasonik, suara predator alami, sistem kendali berbasis mikrokontroler ESP32/setara, IoT, panel surya, dan baterai. Modul ultrasonik dirancang pada rentang frekuensi 20–65 kHz dengan pola variatif dan acak serta jangkauan efektif sekitar 15–25 meter. Sumber energi menggunakan panel surya dan baterai agar perangkat dapat digunakan pada lingkungan persawahan terbuka.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dirancang dalam lima tahapan utama, yaitu: (1) sosialisasi; (2) pelatihan dan workshop; (3) penerapan teknologi; (4) pendampingan dan evaluasi; serta (5) keberlanjutan program. Lima tahapan tersebut dilaksanakan secara berurutan dan saling berkaitan, mulai dari identifikasi kebutuhan dan peningkatan pemahaman mitra hingga penguatan kemampuan masyarakat dalam menggunakan teknologi secara mandiri.

Tahap 1. Sosialisasi dan Identifikasi Kebutuhan

Sosialisasi dilakukan kepada pengurus dan anggota kelompok tani serta pemangku kepentingan terkait untuk membangun pemahaman bersama mengenai permasalahan hama tikus dan alternatif solusi teknologi. Pada tahap ini disampaikan tujuan kegiatan, mekanisme pelaksanaan, fungsi teknologi, peran tim pelaksana, dan peran mitra.

Tahap ini juga digunakan untuk menggali pengetahuan lokal petani mengenai pola serangan tikus, titik lahan yang memiliki tingkat kerawanan tinggi, kondisi lingkungan sawah, serta kendala yang

selama ini dihadapi dalam pengendalian hama. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan strategi penerapan dan calon lokasi pemasangan perangkat.

Tahap 2. Pelatihan dan Workshop

Pelatihan dilaksanakan menggunakan pendekatan learning by doing, yaitu kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan diskusi. Materi pelatihan meliputi prinsip kerja sistem ultrasonik, suara predator, sistem IoT, panel surya, baterai, pengoperasian perangkat, pemeriksaan kondisi alat, serta perawatan dasar.

Tim mendemonstrasikan pengaktifan perangkat, fungsi masing-masing komponen, pemeriksaan kondisi sistem, dan tindakan awal apabila terjadi gangguan sederhana. Pendekatan praktik langsung digunakan agar pengetahuan konseptual dapat diikuti dengan kemampuan operasional. Metode tersebut diharapkan meningkatkan kesiapan mitra untuk menggunakan dan merawat perangkat secara mandiri. Selain aspek teknis, pelatihan juga diarahkan untuk meningkatkan pemahaman mengenai pengendalian hama yang lebih aman dan ramah lingkungan. Dengan demikian, transfer teknologi tidak hanya berorientasi pada kemampuan mengoperasikan alat, tetapi juga pada perubahan pemahaman dan kesiapan mitra dalam mengadopsi teknologi pengendalian hama non-kimia.

Tahap 3. Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi dilakukan secara bertahap pada lahan pertanian mitra. Sebelum pemasangan, tim bersama kelompok tani melakukan kunjungan lapangan untuk mengidentifikasi titik yang berpotensi mengalami serangan tikus. Penentuan lokasi mempertimbangkan pengalaman petani mengenai titik rawan serangan, pola pergerakan tikus, kondisi dan batas lahan, keterbukaan terhadap sinar matahari, kestabilan lokasi pemasangan, akses untuk pemeriksaan, serta kebutuhan perawatan perangkat.

Setelah lokasi ditentukan, perangkat dikonfigurasi dan dilakukan pengujian fungsi sebelum digunakan pada kondisi lapangan. Tahap penerapan mencakup penempatan perangkat pada titik strategis, pemeriksaan sistem daya, pengujian keluaran ultrasonik, dan suara, serta pemeriksaan konektivitas sistem IoT.

Pendekatan ini memungkinkan aspek teknis teknologi dikombinasikan dengan pengetahuan lokal masyarakat. Petani tidak hanya berperan sebagai penerima teknologi, tetapi turut menentukan lokasi penerapan berdasarkan pengalaman mereka terhadap karakteristik serangan tikus.

Tahap 4. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan setelah perangkat mulai diterapkan untuk memastikan mitra mampu mengoperasikan, memeriksa, dan melakukan perawatan dasar perangkat. Tim juga mendampingi mitra dalam melakukan monitoring kondisi tanaman dan pencatatan sederhana mengenai intensitas serangan tikus, tingkat kerusakan tanaman, hasil produksi, serta kondisi operasional perangkat.

Evaluasi dilakukan pada dua dimensi, yaitu dimensi pemberdayaan masyarakat dan dimensi kinerja penerapan teknologi. Dimensi pemberdayaan digunakan untuk mengukur perubahan pengetahuan, pemahaman, kesiapan penggunaan teknologi, dan keterlibatan mitra. Dimensi kinerja teknologi diarahkan untuk mengevaluasi perubahan intensitas serangan tikus, tingkat kerusakan tanaman, produktivitas padi, serta kemampuan mitra dalam mengoperasikan dan merawat perangkat. Pada tahap laporan kemajuan, evaluasi kinerja teknologi secara penuh belum dilakukan karena penerapan perangkat dan monitoring selama satu musim tanam masih berlangsung. Oleh karena itu, indikator produktivitas dan penurunan serangan tikus diposisikan sebagai indikator evaluasi lanjutan, bukan sebagai capaian yang telah diperoleh.

Tahap 5. Keberlanjutan Program

Tahap keberlanjutan diarahkan untuk memastikan teknologi tetap dapat digunakan setelah program PkM selesai. Kegiatan meliputi serah terima perangkat, penguatan kemampuan mitra dalam pengoperasian dan perawatan, penyusunan modul perakitan dan pengoperasian, serta penguatan pencatatan kondisi serangan hama dan produksi.

Mitra diarahkan agar mampu melakukan perawatan dasar secara mandiri dan mengintegrasikan penggunaan teknologi ke dalam aktivitas kelompok tani. Dokumentasi teknis dan modul juga disiapkan sebagai instrumen transfer pengetahuan dan memungkinkan teknologi direplikasi pada kelompok tani lain apabila hasil evaluasi menunjukkan efektivitas yang memadai.

Instrumen dan Variabel Pengukuran Keberhasilan

Keberhasilan kegiatan PkM diukur secara kuantitatif menggunakan desain one-group pre-test–post-test pada peserta yang mengikuti rangkaian kegiatan(Kusaka et al., 2016). Pengukuran dilakukan terhadap 25 responden menggunakan instrumen keberdayaan yang terdiri atas delapan indikator dengan skor maksimum 40. Instrumen digunakan sebelum dan setelah intervensi pelatihan/pengenalan teknologi untuk mengetahui perubahan tingkat keberdayaan mitra.

Variabel keberhasilan utama terdiri atas empat aspek, yaitu(Azzouzi & Gantare, 2024):

i. Pengetahuan, yang menggambarkan pemahaman peserta mengenai permasalahan hama tikus dan teknologi pengendaliannya;
ii. Pemahaman teknologi, yang menggambarkan pemahaman terhadap fungsi dan prinsip kerja sistem ultrasonik–IoT;
iii. Kesiapan penggunaan teknologi, yang menggambarkan kesiapan peserta dalam mengoperasikan dan memanfaatkan perangkat; dan
iv. Partisipasi/keterlibatan, yang menggambarkan keterlibatan peserta dalam proses penerapan, penentuan lokasi, pengoperasian, perawatan, monitoring, dan pencatatan.

Pemilihan variabel tersebut disesuaikan dengan karakteristik tujuan PkM, yaitu bukan hanya menyediakan perangkat teknologi, tetapi meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menerima, menggunakan, dan mengelola teknologi secara mandiri. Laporan kegiatan juga menunjukkan bahwa perubahan keberdayaan diarahkan pada aspek pengetahuan, pemahaman, kesiapan penggunaan teknologi, dan keterlibatan mitra.

Analisis Kuantitatif

Analisis keberhasilan dilakukan dengan membandingkan skor pre-test dan post-test dari responden yang sama. Setiap skor individu dijumlahkan berdasarkan delapan indikator sehingga diperoleh skor total keberdayaan dengan rentang 0–40. Skor selanjutnya dikonversi ke dalam persentase menggunakan persamaan(Logan & Ganster, 2007; Moattari et al., 2012):

$$P_i = \frac{X_i}{X_{max}} \times 100\% \quad \text{(i)}$$

dengan (P_i) adalah persentase keberdayaan responden ke-(i), (X_i) adalah skor total responden, dan (X_{max}) adalah skor maksimum instrumen, yaitu 40.

Rata-rata skor kelompok dihitung menggunakan:

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \quad \text{(ii)}$$

dengan (n=25) responden. Penyebaran skor dilaporkan dalam bentuk **mean ± standard deviation (SD)** sehingga perubahan tidak hanya ditampilkan sebagai nilai rata-rata, tetapi juga memperlihatkan variasi respons peserta.

Besarnya perubahan absolut dihitung dengan:

$$\Delta X = \bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre} \quad \text{(iii)}$$

sedangkan peningkatan relatif terhadap kondisi awal dihitung dengan:

$$G = \frac{\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre}}{\bar{X}_{pre}} \times 100\% \quad \text{(iv)}$$

Untuk menginterpretasikan efektivitas intervensi secara lebih informatif, peningkatan juga dapat dinyatakan sebagai normalized gain (N-gain)(Rahman et al., 2024):

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \times 100\% \quad \text{(v)}$$

dengan (S_{pre}) merupakan skor rata-rata sebelum intervensi, (S_{post}) merupakan skor rata-rata setelah intervensi, dan (S_{max}=40). Nilai N-gain digunakan untuk menunjukkan proporsi peningkatan skor yang

berhasil dicapai dibandingkan dengan ruang peningkatan yang masih tersedia.

Selain analisis deskriptif, perubahan skor pre-test dan post-test pada responden yang sama dianalisis menggunakan uji statistik berpasangan. Apabila distribusi selisih skor memenuhi asumsi normalitas, digunakan *paired-samples t-test*. Apabila asumsi normalitas tidak terpenuhi, digunakan Wilcoxon signed-rank test sebagai metode nonparametrik. Tingkat signifikansi ditetapkan pada (α =0,05). Dengan demikian, keberhasilan program tidak hanya dinilai berdasarkan kenaikan rata-rata skor, tetapi juga berdasarkan signifikansi perubahan skor setelah intervensi.

Indikator Keberhasilan Program

Keberhasilan PkM dievaluasi menggunakan indikator pada tiga tingkat, yaitu input/proses, output, dan outcome awal. Indikator proses mencakup terlaksananya sosialisasi, workshop, demonstrasi, perakitan dan pengujian perangkat, serta identifikasi lokasi penerapan. Indikator output mencakup tersedianya perangkat teknologi, meningkatnya pengetahuan dan keterampilan mitra, serta keterlibatan kelompok tani dalam proses penerapan. Outcome awal diukur melalui perubahan skor keberdayaan antara pre-test dan post-test.

Berdasarkan data laporan kemajuan, rata-rata skor keberdayaan meningkat dari 19,12 ± 1,36 (47,80%) menjadi 35,36 ± 1,44 (88,40%), dengan peningkatan absolut sebesar 16,24 poin atau 40,60 poin persentase. Data tersebut digunakan sebagai indikator kuantitatif awal keberhasilan transfer pengetahuan dan peningkatan kapasitas mitra.

Adapun indikator outcome teknis berupa penurunan intensitas serangan tikus, penurunan kerusakan tanaman, peningkatan produktivitas padi, dan perubahan pendapatan petani ditempatkan sebagai indikator evaluasi lanjutan karena pengukuran tersebut memerlukan penerapan perangkat secara penuh dan monitoring selama musim tanam. Pendekatan ini digunakan untuk menghindari klaim keberhasilan yang belum didukung oleh data lapangan yang memadai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem Pengusir Tikus Berbasis Ultrasonik-IoT

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Kutamukti, Kecamatan Kutawaluya, Kabupaten Karawang, menghasilkan tiga capaian utama pada tahap pelaporan, yaitu perakitan perangkat pengusir tikus berbasis ultrasonik dan Internet of Things (IoT), pelaksanaan workshop pengenalan dan pengoperasian perangkat, serta kunjungan lapangan untuk menentukan calon lokasi pemasangan perangkat. Ketiga capaian tersebut merupakan bagian dari proses transfer teknologi dan persiapan implementasi teknologi pada lahan mitra. Pada tahap laporan kemajuan, perangkat telah dirakit dan melalui pengujian awal, sedangkan penerapan penuh pada lahan dan serah terima seluruh perangkat masih menjadi bagian dari tahapan lanjutan.

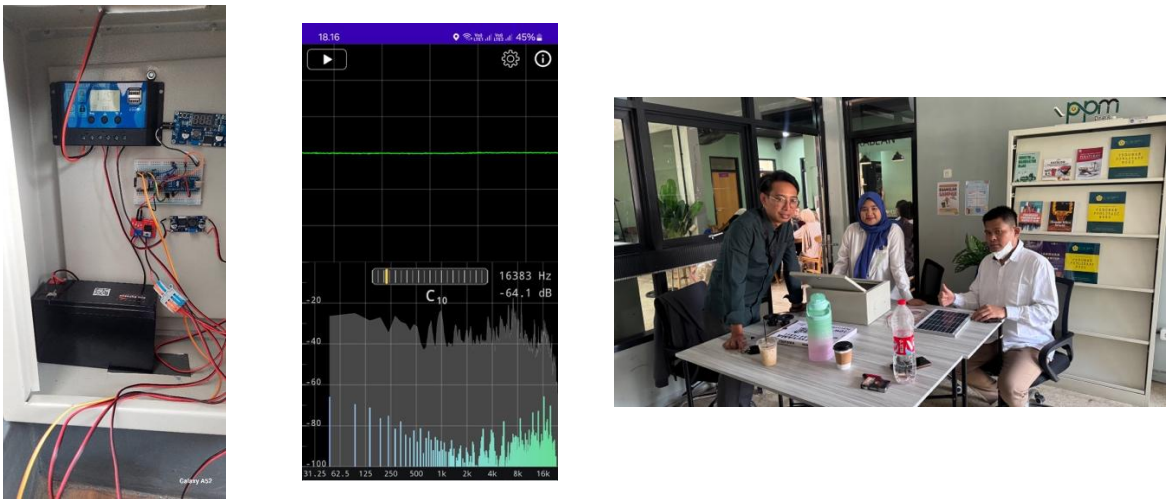
Perangkat yang dikembangkan merupakan Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik-IoT yang dirancang sebagai alternatif pengendalian hama non-kimia. Sistem tidak hanya mengandalkan satu jenis stimulus, tetapi mengintegrasikan gelombang ultrasonik, suara predator alami, sistem kendali berbasis IoT, serta sumber energi panel surya dan baterai. Pendekatan multisensorik tersebut dirancang untuk menghasilkan stimulus yang berbeda terhadap tikus dan memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan adaptif.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik–IoT

Komponen/Parameter	Spesifikasi
Nama produk	Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik–IoT
Metode pengusiran	Ultrasonik, dan suara predator
Sistem kendali	Mikrokontroler ESP32/setara berbasis IoT
Frekuensi ultrasonik	20–65 kHz, variatif dan acak
Jangkauan ultrasonik	±15–25 meter
Suara	Suara predator alami, antara lain burung hantu dan elang
Sumber energi	Panel surya dan baterai
Sistem operasi	Otomatis dan adaptif
Lingkungan penerapan	Lahan persawahan terbuka

Dari aspek teknis, penggunaan mikrokontroler ESP32/setara memberikan basis kendali terhadap beberapa komponen dalam satu sistem, sedangkan penggunaan panel surya dan baterai menjadikan

perangkat lebih sesuai untuk lingkungan persawahan terbuka yang memiliki keterbatasan akses terhadap jaringan listrik. Modul ultrasonik dirancang pada rentang 20–65 kHz dengan jangkauan sekitar 15–25 meter, dan suara predator digunakan sebagai stimulus tambahan. Casing berbahan ABS/PVC juga dirancang untuk mendukung penggunaan pada lingkungan terbuka.



Gambar 3. Proses perakitan perangkat pengusir tikus berbasis ultrasonik dan IoT

Hasil perakitan menunjukkan bahwa perangkat telah dapat dirangkai dan dipersiapkan sebagai media demonstrasi kepada mitra. Pengujian awal dilakukan terhadap sistem daya, fungsi keluaran, dan kestabilan hubungan antarkomponen sebelum perangkat digunakan pada kondisi lapangan. Tahap ini penting dalam konteks pengabdian karena memastikan bahwa teknologi yang diperkenalkan kepada masyarakat tidak berhenti pada konsep, tetapi telah memiliki bentuk fisik yang dapat diperlihatkan dan dipelajari secara langsung oleh pengguna.

Jika dibandingkan dengan kondisi awal mitra yang belum memiliki teknologi pengendalian hama berbasis ultrasonik dan IoT, keberadaan perangkat tersebut menunjukkan adanya peningkatan akses masyarakat terhadap teknologi pertanian digital. Laporan juga menempatkan produk ini sebagai bentuk hilirisasi kepakaran dan hasil riset tim pada bidang pengendalian hama berbasis frekuensi ultrasonik, IoT untuk lingkungan terbuka, dan *smart agriculture*.

Namun demikian, keunggulan teknologi pada tahap ini perlu dibedakan dari efektivitas agronomisnya. Keunggulan yang telah dapat ditunjukkan adalah integrasi beberapa stimulus, penggunaan energi surya, operasi otomatis/adaptif, dan kesesuaian rancangan dengan lingkungan sawah terbuka. Sementara itu, efektivitas aktual dalam menurunkan intensitas serangan tikus belum dapat disimpulkan karena penerapan penuh dan monitoring satu musim tanam belum selesai.

Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Mitra melalui Workshop

Capaian kedua adalah pelaksanaan workshop pengenalan dan pengoperasian perangkat kepada kelompok tani mitra. Workshop dirancang bukan sekadar sebagai kegiatan sosialisasi, tetapi sebagai mekanisme transfer pengetahuan dan keterampilan teknologi. Materi yang diberikan mencakup prinsip kerja sistem ultrasonik, fungsi suara pengganggu, sistem tenaga panel surya, dukungan IoT, prosedur pengoperasian, pemeriksaan kondisi perangkat, dan perawatan dasar.

Metode *learning by doing* digunakan melalui demonstrasi dan praktik langsung. Tim memperlihatkan cara mengaktifkan perangkat, mengenali fungsi setiap komponen, melakukan pemeriksaan kondisi alat, serta menangani gangguan sederhana. Pendekatan ini memberikan pengalaman langsung kepada peserta sehingga proses pembelajaran tidak hanya berlangsung melalui penyampaian informasi secara verbal.



Gambar 2. Workshop pengenalan dan pengoperasian perangkat kepada kelompok tani, perangkat desa, dan penyuluh pertanian.

Hasil workshop menunjukkan bahwa mitra memperoleh pemahaman awal mengenai fungsi dan pengoperasian perangkat. Selain aspek teknis, workshop menjadi ruang interaksi dua arah karena petani memberikan informasi mengenai titik rawan serangan tikus, pola kemunculan tikus, dan karakteristik lingkungan persawahan yang perlu diperhatikan dalam pemasangan perangkat. Dengan demikian, proses transfer teknologi berlangsung secara partisipatif, bukan hanya melalui penyampaian teknologi dari tim perguruan tinggi kepada masyarakat.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa keberhasilan teknologi tepat guna pada masyarakat tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi teknis produk. Kemampuan pengguna memahami fungsi, mengoperasikan, dan merawat perangkat merupakan bagian penting dari proses adopsi teknologi. Dalam konteks kegiatan ini, workshop menjadi penghubung antara teknologi yang dikembangkan oleh tim dengan kemampuan operasional petani sebagai pengguna akhir.

Partisipasi Mitra dalam Penentuan Lokasi Penerapan

Capaian ketiga adalah kunjungan lapangan untuk menentukan calon lokasi pemasangan perangkat. Kegiatan dilakukan bersama perwakilan kelompok tani dengan mempertimbangkan kondisi aktual lahan dan pengalaman petani mengenai lokasi yang sering mengalami serangan tikus.

Penentuan lokasi tidak dilakukan hanya berdasarkan pertimbangan teknis tim, tetapi menggabungkan pengetahuan lokal petani dengan kebutuhan teknis perangkat. Beberapa aspek yang dipertimbangkan meliputi tingkat kerawanan serangan tikus, pola pergerakan tikus, batas lahan, akses menuju lokasi, paparan sinar matahari untuk panel surya, kestabilan lokasi pemasangan, serta kemudahan akses untuk monitoring dan perawatan.



Gambar 3. Kunjungan lapangan dan identifikasi calon lokasi pemasangan perangkat.

Hasil kunjungan menunjukkan bahwa calon titik pemasangan telah berhasil diidentifikasi bersama mitra. Temuan ini memperlihatkan adanya partisipasi aktif petani dalam proses implementasi teknologi. Petani tidak diposisikan sebagai penerima alat secara pasif, tetapi dilibatkan dalam proses pengambilan keputusan terkait penerapan teknologi.

Partisipasi tersebut juga mendapat dukungan dari pemangku kepentingan lokal. Pemerintah Desa Kutamukti memberikan apresiasi terhadap penggunaan teknologi digital untuk membantu pengendalian hama dan menekankan pentingnya pemeliharaan perangkat. Penyuluh pertanian menilai

transfer teknologi kepada petani penting untuk mendukung produktivitas dan ketahanan pangan. Tokoh masyarakat juga menyambut penerapan teknologi, sementara Camat Kutawaluya memberikan respons positif terhadap peluang pengembangan teknologi pada kelompok tani lain.

Keterlibatan berbagai pemangku kepentingan tersebut merupakan modal sosial penting bagi keberlanjutan program. Teknologi yang secara teknis berfungsi belum tentu berkelanjutan apabila tidak memperoleh penerimaan dari pengguna dan lingkungan kelembagaan di sekitarnya. Dalam kegiatan ini, dukungan kelompok tani, pemerintah desa, penyuluh, tokoh masyarakat, dan pemerintah kecamatan memperlihatkan adanya penerimaan awal terhadap inovasi.

Peningkatan Level Keberdayaan Mitra

Salah satu capaian terukur dalam kegiatan PkM adalah peningkatan level keberdayaan mitra setelah pelaksanaan sosialisasi, workshop, demonstrasi, dan diskusi. Pengukuran dilakukan terhadap 25 responden menggunakan instrumen yang terdiri atas delapan indikator keberdayaan dengan skor maksimum 40.

Hasil pengukuran menunjukkan perubahan yang cukup besar antara kondisi sebelum dan setelah intervensi.

Tabel 2. Perubahan Tingkat Keberdayaan Mitra

Parameter	Pre-test	Post-test	Perubahan
Rata-rata skor	19,12 ± 1,36	35,36 ± 1,44	16,24
Persentase skor	47,80%	88,40%	+40,60 poin persentase
Skor maksimum	40	40	—
Jumlah responden	25	25	—

Secara deskriptif, rata-rata skor keberdayaan meningkat dari 19,12 pada pre-test menjadi 35,36 pada post-test. Jika dikonversikan terhadap skor maksimum 40, tingkat keberdayaan meningkat dari 47,80% menjadi 88,40%, atau mengalami peningkatan sebesar 40,60 poin persentase.

Perubahan tersebut menunjukkan bahwa intervensi PkM memberikan dampak awal yang kuat terutama pada aspek pengetahuan, pemahaman, kesiapan penggunaan teknologi, dan keterlibatan mitra. Hal tersebut konsisten dengan temuan kualitatif selama workshop, ketika mitra mulai memahami prinsip kerja perangkat, fungsi komponen, cara pengoperasian, dan perawatan dasar.

Untuk memberikan interpretasi tambahan terhadap perubahan skor, berdasarkan nilai rata-rata yang tersedia dapat dihitung *normalized gain*:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

$$g = \frac{35{,}36 - 19{,}12}{40 - 19{,}12}$$

$$g = \frac{16{,}24}{20{,}88} = 0{,}778$$

Dengan demikian, N-gain deskriptif sebesar 0,778. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar ruang peningkatan skor keberdayaan yang tersedia telah tercapai setelah intervensi. Namun, nilai ini perlu diposisikan sebagai analisis deskriptif berdasarkan rata-rata kelompok, bukan pengganti uji statistik inferensial terhadap data individu.

Peningkatan tersebut secara substantif dapat dijelaskan melalui karakteristik intervensi yang menggabungkan demonstrasi, praktik langsung, diskusi, dan keterlibatan petani dalam proses penerapan. Sebelum program, mitra belum memiliki pengalaman menggunakan teknologi pengendalian hama berbasis ultrasonik dan IoT. Setelah workshop, mereka memperoleh pengalaman langsung mengenai fungsi perangkat dan proses penggunaannya.

Dari perhitungan diatas, peningkatan keberdayaan tidak semata-mata menunjukkan bahwa peserta memperoleh informasi baru, tetapi juga menunjukkan adanya proses transfer teknologi dari perguruan tinggi kepada masyarakat. Hal ini merupakan capaian penting dalam PkM berbasis teknologi karena keberhasilan hilirisasi tidak cukup dinilai dari jumlah perangkat yang berhasil dibuat, tetapi juga dari kemampuan pengguna dalam memahami dan memanfaatkan inovasi.

Relevansi Teknologi terhadap Permasalahan Mitra

Relevansi teknologi terlihat dari kesesuaiannya dengan permasalahan prioritas yang ditemukan di Desa

Kutamukti. Sebelum kegiatan, kelompok tani belum memiliki teknologi pengendalian hama non-kimia berbasis ultrasonik dan IoT. Pengendalian masih banyak dilakukan berdasarkan pengalaman empiris petani. Pada saat yang sama, serangan tikus menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap permasalahan produktivitas padi di wilayah mitra.

Sistem yang diterapkan menawarkan pendekatan yang berbeda karena menggabungkan stimulus ultrasonik, visual, dan audio dalam satu perangkat. Integrasi tersebut juga dilengkapi sumber energi surya sehingga secara desain sesuai dengan karakteristik lahan terbuka. Dari perspektif teknologi tepat guna, kesesuaian antara karakteristik produk dan lingkungan pengguna merupakan salah satu aspek penting karena perangkat harus dapat digunakan pada kondisi nyata, bukan hanya pada lingkungan pengujian.

Produk juga memiliki keunggulan dalam aspek integrasi. Perangkat tidak hanya berfungsi sebagai penghasil stimulus pengusiran, tetapi menggabungkan mikrokontroler, IoT, sistem energi surya, dan beberapa stimulus dalam satu sistem. Dengan demikian, teknologi yang diterapkan merupakan hasil pengembangan yang mengintegrasikan beberapa komponen menjadi sistem yang lebih komprehensif.

Namun, terdapat pula beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, efektivitas aktual terhadap intensitas serangan tikus belum dapat ditentukan pada tahap laporan kemajuan. Kedua, sistem energi surya membuat kinerja operasional perangkat bergantung pada kecukupan sumber energi dan kondisi lingkungan. Ketiga, penerapan perangkat membutuhkan monitoring, perawatan, dan keterlibatan pengguna. Keempat, jangkauan ultrasonik sekitar 15–25 meter membuat penempatan perangkat harus mempertimbangkan luas dan konfigurasi lahan. Keterbatasan tersebut bukan kelemahan konseptual produk, tetapi menjadi aspek yang perlu dimonitor pada tahap implementasi berikutnya.

Dampak Awal terhadap Pengelolaan Usaha Tani

Selain peningkatan literasi teknologi, kegiatan PkM mulai memperkenalkan pendekatan pengelolaan usaha tani berbasis data. Mitra diarahkan untuk melakukan pencatatan sederhana mengenai intensitas serangan tikus, kerusakan tanaman, hasil panen, dan biaya produksi. Data tersebut dirancang untuk menjadi dasar evaluasi pada musim tanam berikutnya.

Pendekatan tersebut penting karena kondisi awal mitra menunjukkan bahwa pengambilan keputusan pengendalian hama masih banyak didasarkan pada pengalaman tanpa dukungan pencatatan sistematis. Dengan adanya pencatatan, petani memiliki peluang untuk membandingkan kondisi sebelum dan setelah penerapan teknologi secara lebih objektif.

Dalam konteks *smart agriculture*, proses digitalisasi tidak harus dimulai dari sistem yang kompleks. Pengenalan monitoring dan pencatatan sederhana dapat menjadi tahap awal untuk membangun budaya pengambilan keputusan berbasis data. Oleh karena itu, kontribusi kegiatan tidak hanya terletak pada perangkat pengusir tikus, tetapi juga pada perubahan awal cara kelompok tani memahami hubungan antara kondisi hama, kondisi tanaman, teknologi pengendalian, dan hasil produksi.

Capaian terhadap Target Program

Capaian program perlu dibedakan antara target yang telah tercapai pada tahap laporan kemajuan dan target yang masih dalam proses evaluasi. Hal ini penting agar interpretasi hasil tidak melebihkan bukti yang tersedia.

Tabel 3. Capaian Program dan Target Lanjutan

Aspek	Capaian pada tahap laporan kemajuan	Target lanjutan
Akses teknologi	Mitra telah diperkenalkan dengan sistem ultrasonik-IoT	Pemanfaatan perangkat secara mandiri
Literasi teknologi	Workshop, demonstrasi, dan pengenalan operasional telah dilakukan	≥80% anggota mampu mengoperasikan alat
Pengendalian hama	Teknologi non-kimia telah diperkenalkan dan dipersiapkan	Penurunan intensitas kerusakan ≥50%
Manajemen usaha tani	Petani diperkenalkan monitoring dan pencatatan berbasis data	Tersedia catatan serangan dan produksi pada 2 Poktan
Produktivitas	Belum dapat dinilai karena monitoring satu musim tanam belum selesai	Produksi gabah 6–8 ton/ha
Ekonomi	Dampak pendapatan belum dapat diukur	Peningkatan pendapatan 25–40%
Keberlanjutan	Terdapat dukungan pemerintah desa, penyuluh, tokoh masyarakat, dan kecamatan	Pemanfaatan mandiri dan peluang replikasi

Tabel 3 menunjukkan bahwa capaian paling kuat pada tahap ini berada pada akses teknologi, transfer pengetahuan, peningkatan literasi, dan keberdayaan masyarakat. Sebaliknya, indikator yang berhubungan langsung dengan dampak produksi dan ekonomi belum dapat dinilai. Laporan secara eksplisit menyatakan bahwa target penurunan kerusakan minimal 50%, produktivitas 6–8 ton/ha,

kemampuan minimal 80% anggota mengoperasikan alat, dan peningkatan pendapatan 25–40% merupakan target evaluasi lanjutan, bukan capaian aktual pada tahap laporan kemajuan.

Pembahasan Dampak dan Keberlanjutan Program

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pendekatan PkM yang menggabungkan teknologi tepat guna dan pemberdayaan masyarakat menghasilkan capaian pada dua level. Level pertama adalah level teknologi, berupa tersedianya sistem pengusir tikus berbasis ultrasonik-IoT yang telah dirakit dan diuji awal. Level kedua adalah level masyarakat, berupa peningkatan pengetahuan, literasi teknologi, keterampilan awal, dan partisipasi mitra.

Temuan ini memperlihatkan bahwa keberhasilan PkM berbasis teknologi sebaiknya tidak hanya diukur dari keberadaan produk. Produk yang tidak dipahami atau tidak dapat dirawat oleh masyarakat berpotensi tidak berkelanjutan. Sebaliknya, peningkatan skor keberdayaan dari 47,80% menjadi 88,40% menunjukkan bahwa intervensi telah menghasilkan perubahan awal pada kapasitas pengguna.

Dukungan dari pemerintah desa, penyuluh pertanian, tokoh masyarakat, dan pemerintah kecamatan juga memperkuat peluang keberlanjutan. Pemerintah desa mendorong pemeliharaan perangkat oleh petani, penyuluh mendukung proses transfer teknologi, sedangkan pemerintah kecamatan membuka peluang pengembangan teknologi pada kelompok tani lain.

Dengan demikian, model PkM yang diterapkan memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi pola hilirisasi teknologi perguruan tinggi → transfer pengetahuan → adopsi masyarakat → monitoring berbasis data → evaluasi → replikasi. Tahapan tersebut penting untuk memastikan bahwa inovasi tidak berhenti sebagai produk demonstrasi, tetapi dapat berkembang menjadi teknologi yang benar-benar digunakan dan dikelola oleh masyarakat.

Dalam perspektif pembangunan berkelanjutan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memiliki relevansi dengan beberapa tujuan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 2 (Tanpa Kelaparan), SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), serta SDG 4 (Pendidikan Berkualitas). Relevansi terhadap SDG 2 tercermin dari orientasi penerapan teknologi untuk mendukung perlindungan produksi padi dan ketahanan pangan, sedangkan SDG 9 diwujudkan melalui pengenalan inovasi pengendalian hama berbasis ultrasonik dan Internet of Things (IoT). Penggunaan alternatif pengendalian hama non-kimia juga sejalan dengan semangat SDG 12, sementara peningkatan kapasitas petani melalui sosialisasi, workshop, dan praktik langsung mendukung aspek pembelajaran dan pengembangan keterampilan dalam SDG 4. Secara kuantitatif, peningkatan rata-rata skor keberdayaan dari 47,80% menjadi 88,40% atau sebesar 40,60 poin persentase menunjukkan adanya capaian awal pada aspek peningkatan kapasitas mitra. Namun, persentase tersebut merupakan indikator keberdayaan peserta, bukan persentase pencapaian target SDGs. Oleh karena itu, kontribusi program terhadap ketahanan pangan dan keberlanjutan produksi perlu dinilai lebih lanjut melalui indikator terukur, seperti perubahan intensitas serangan tikus, persentase kerusakan tanaman, produktivitas gabah per hektar, serta biaya pengendalian sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Pendekatan evaluasi ini memungkinkan kontribusi program terhadap SDGs dinilai secara lebih objektif, transparan, dan berbasis bukti.

Keterbatasan Hasil dan Implikasi Evaluasi Lanjutan

Keterbatasan utama hasil pada tahap ini adalah belum tersedianya data empiris satu musim tanam mengenai perubahan intensitas serangan tikus, tingkat kerusakan tanaman, produktivitas gabah, dan pendapatan petani. Oleh karena itu, peningkatan keberdayaan merupakan indikator outcome yang paling kuat yang dapat dilaporkan pada tahap ini, sedangkan efektivitas agronomis dan ekonomi harus dinilai setelah perangkat diterapkan secara penuh.

Monitoring lanjutan perlu membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan berdasarkan parameter yang sama, yaitu intensitas serangan tikus, persentase kerusakan tanaman, produktivitas gabah per hektar, biaya pengendalian, dan pendapatan petani. Dengan pendekatan tersebut, klaim keberhasilan teknologi dapat didasarkan pada bukti kuantitatif yang lebih kuat.

Hal ini sekaligus menjadi peluang pengembangan kegiatan berikutnya. Apabila data monitoring menunjukkan penurunan serangan tikus dan kerusakan tanaman yang konsisten, teknologi dapat dikembangkan lebih luas pada kelompok tani lain. Sebaliknya, apabila efektivitas belum sesuai target, data monitoring dapat digunakan untuk memperbaiki penempatan perangkat, konfigurasi stimulus, pola pengoperasian, maupun strategi pendampingan.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) melalui penerapan Sistem Pengusir Tikus Sawah Berbasis Ultrasonik-IoT di Poktan Ranca Ekek dan Poktan Mukti Jaya I, Desa Kutamukti, Kecamatan Kutawaluya, Kabupaten Karawang, telah menghasilkan capaian awal berupa tersedianya perangkat teknologi, peningkatan literasi teknologi, serta keterlibatan aktif mitra dalam proses pengenalan, pengoperasian, dan penentuan lokasi penerapan teknologi. Implementasi kegiatan yang meliputi perakitan perangkat, workshop, demonstrasi, dan kunjungan lapangan menunjukkan bahwa teknologi dapat diperkenalkan dan diterima oleh kelompok tani sebagai alternatif pengendalian hama non-kimia. Secara kuantitatif, pengukuran terhadap 25 responden menunjukkan peningkatan rata-rata skor keberdayaan dari 19,12 ± 1,36 (47,80%) pada pre-test menjadi 35,36 ± 1,44 (88,40%) pada post-test, dengan peningkatan sebesar 16,24 poin atau 40,60 poin persentase. Perhitungan berdasarkan skor rata-rata kelompok juga menghasilkan N-gain sebesar 0,778, yang menunjukkan peningkatan keberdayaan yang tinggi setelah pelaksanaan intervensi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan PkM memberikan dampak positif terutama terhadap pengetahuan, pemahaman, kesiapan penggunaan teknologi, dan keterlibatan mitra. Meskipun demikian, efektivitas teknologi terhadap penurunan intensitas serangan tikus, peningkatan produktivitas padi, dan peningkatan pendapatan petani belum dapat disimpulkan pada tahap ini, karena penerapan penuh perangkat dan monitoring selama satu musim tanam masih diperlukan. Untuk kegiatan berikutnya, disarankan dilakukan monitoring dan evaluasi secara longitudinal selama satu musim tanam dengan membandingkan intensitas serangan tikus, tingkat kerusakan tanaman, produktivitas gabah, biaya pengendalian, dan pendapatan petani sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Selain itu, pendampingan perlu diperkuat agar minimal 80% anggota kelompok tani mampu mengoperasikan dan merawat perangkat secara mandiri, serta sistem pencatatan berbasis data dapat diterapkan secara konsisten. Hasil monitoring selanjutnya dapat digunakan untuk mengoptimalkan konfigurasi perangkat dan menjadi dasar replikasi teknologi pada kelompok tani lain di wilayah Kecamatan Kutawaluya.

Referensi

Azzouzi, W., & Gantare, A. (2024). The impact of active learning strategies on nursing students' attitudes towards communication, teamwork, and stress management competency: A single-group pre-and post-intervention study. *Teaching and Learning in Nursing*, *19*(4), e624–e629. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.teln.2024.05.007

Blachnicka-Ciacek, D., Winogrodzka, D., & Trąbka, A. (2025). Enhancing benefits for peer researchers: towards a flexible and needs-based approach to participatory research. *International Journal of Social Research Methodology*, *28*(5), 511–524. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13645579.2024.2417380

Damayanti, T. W., Sazuli, S., Isma, S., Mardila, S. A., & Reflis, R. (2025). Strategi Terpadu Peningkatan Produksi Padi di Indonesia: Suatu Analisis Literatur Komprehensif. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, *2*(3), 1–12. https://doi.org/https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i3.503

Hardinata, J. T., Manalu, D., Munthe, M. V. R., Lumbantobing, G. B., & Nadeak, V. D. B. A. (2026). Penerapan Teknologi Ultrasonik Tenaga Surya (TERAS) Solusi Ramah Lingkungan untuk Mengurangi Serangan Hama Tikus dan Burung di Lahan Persawahan Petani Padi. *JURNAL ABDIMAS MADUMA*, *5*(1), 104–114. https://doi.org/https://doi.org/10.52622/jam.v5i1.609

Harrington, T., Narain, N., Rao, N., Rengalakshmi, R., Sogani, R., Chakraborty, S., & Upadhyay, A. (2024). A needs-based approach to promoting gender equity and inclusivity: insights from participatory research with farmer-producer organisations (FPOs). *Journal of Social and Economic Development*, *26*(2), 409–434. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40847-023-00280-x

Hasibuan, A., Nasution, S. P., Yani, F. A., Hasibuan, H. A., & Firzah, N. (2022). Strategi peningkatan usaha tani padi sawah untuk meningkatkan perekonomian masyarakat desa. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, *1*(4), 477–490. https://doi.org/https://doi.org/10.55123/abdikan.v1i4.1095

Kusaka, M., Matsuzaki, M., Shiraishi, M., & Haruna, M. (2016). Immediate stress reduction effects of yoga during pregnancy: One group pre–post test. *Women and Birth*, *29*(5), e82–e88. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wombi.2016.04.003

Logan, M. S., & Ganster, D. C. (2007). The effects of empowerment on attitudes and performance: The role of social support and empowerment beliefs. *Journal of Management Studies*, *44*(8), 1523–1550. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2007.00711.x

Moattari, M., Ebrahimi, M., Sharifi, N., & Rouzbeh, J. (2012). The effect of empowerment on the self-efficacy, quality of life and clinical and laboratory indicators of patients treated with hemodialysis: a randomized controlled trial. *Health and Quality of Life Outcomes*, *10*(1), 115. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1477-7525-10-115

Pratama, D. H., Sujono, S., Riyanto, D. M., & Galih, M. S. (2025). PENGUSIR HAMA TIKUS MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK DENGAN SISTEM OTOMASI IoT BERBASIS MIKROHIDRO PADA IRIGASI

PERSAWAHAN DESA PABLENGAN KARANGANYAR. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, *5*(1), 275–283. https://doi.org/https://doi.org/10.53026/sntem2025.v5i1.544

Rahman, Y. A., Yeni, F., Apriyanti, F., & Habibah, F. A. F. (2024). Measuring the effectiveness of process writing approach to improve EFL students' writing proficiency via normalized gain. *Scope: Journal of English Language Teaching*, *9*(1), 566. https://doi.org/https://www.journal.lppmunindra.ac.id/index.php/SCOPE/article/view/24410

Sihotang, H. T., & A, G. P. R. (2025). Evaluation of the Performance of an Ultrasonic-IoT Based Rice Field Rat Repellent System in Reducing Attack Intensity and Crop Losses. *International Journal of Mechanical Computational and Manufacturing Research*, *14*(3), 117–124. https://doi.org/https://trigin.pelnus.ac.id/index.php/Computational/article/view/287

Sihotang, H. T., Sihotang, J., & Simbolon, R. (2022). Effectiveness of Ultrasonic Frequencies on the Behavior and Migration Patterns of Rice Field Rats (Rattus argentiventer). *International Journal of Enterprise Modelling*, *16*(3), 168–179. https://doi.org/https://doi.org/10.35335/int.jo.emod.v16i3.163

Sihotang, H. T., Sihotang, J., & Simbolon, R. (2025). Adaptive Scheduling Model of Ultrasonic Frequencies Based on Environmental Data for Rice Field Rat Pest Control. *International Journal of Enterprise Modelling*, *19*(3), 227–240. https://doi.org/https://ieia.ristek.or.id/index.php/ieia/article/view/164

Sihotang, H. T., & Simbolon, R. S. (2024a). *Design and Testing of an Energy-Saving Ultrasonic Rat Repeller Prototype for Open Agricultural Environments*. *15*(3), 126–137. https://doi.org/https://www.medikom.iocspublisher.org/index.php/JTI/article/view/1403/127

Sihotang, H. T., & Simbolon, R. S. (2024b). Integration of the Internet of Things (IoT) into the Field Rat Pest Control System for Adaptive Ultrasonic Frequency Monitoring and Control. *International Journal of Mechanical Computational and Manufacturing Research*, *12*(4), 127–135. https://doi.org/https://trigin.pelnus.ac.id/index.php/Computational/article/view/288

Wibowo, M. C. (2026). Desain yang Bijaksana, berbasis Sensorik Universal Cerdas. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*. https://doi.org/https://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/690/718

Zaki, R. R., & Budiman, A. (2025). Rancang Bangun Sistem IoT Pengendali Hama Tanaman Cabai Bertenaga Surya Tipe Off Grid. *Prosiding Kolokium Riset Mahasiswa*, 34. https://doi.org/https://proceedings.ums.ac.id/korma/article/view/6735