**JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)**
http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm
**Vol. 9, No. 5, Oktober 2025, Hal. 4726-4737**
e-ISSN 2614-5758 | p-ISSN 2598-8158
Crossref :https://doi.org/10.31764/jmm.v9i5.33756

# PEMBERDAYAAN PETANI MELALUI SMART FARMING BERBASIS IOT UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

**Arnita[1*], Fanny Ramadhani[2], Nurul Maulida Surbakti[3], Dian Septiana[4], Nadrah Afiati Nasution[5]**
[1,4]Statistika, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[2]Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[3]Matematika, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[5]Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Medan, Indonesia
arnita@unimed.ac.id

**ABSTRAK**

**Abstrak**: Kawasan pertanian organik di Paloh Naga, Desa Denai Lama, masih menghadapi kendala dalam pengendalian hama secara ramah lingkungan dan terbatasnya pemanfaatan teknologi pertanian berbasis data. Tujuan kegiatan ini adalah memberdayakan kelompok tani melalui penerapan sistem Smart Farming berbasis Internet of Things (IoT), yang mencakup alat pengendali hama otomatis, sensor Automatic Weather Station (AWS), dan platform Teman Tani Menanam (TTM). Metode kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan lapangan kepada lima kelompok tani yang diwakili 25 orang petani. Evaluasi dilakukan melalui angket, observasi, dan wawancara. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman teknologi sebesar 87%, serta efektivitas alat dalam menurunkan serangan hama hingga 60% pada lahan uji. Sistem AWS juga membantu petani mengatur waktu pemupukan dan menekan biaya produksi. Kegiatan ini membuktikan bahwa adopsi teknologi presisi dapat diterapkan secara adaptif di kawasan pertanian edukatif dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** *Smart Farming; Internet of Things;* Pengendalian Hama; *Automatic Weather Station;* Teman Tani Menanam.

***Abstract:*** *Organic farming areas in Paloh Naga, Denai Lama Village, still face challenges in implementing environmentally friendly pest control and utilizing data-driven agricultural technology. This community engagement program aims to empower farmer groups through the application of Smart Farming systems based on the Internet of Things (IoT), including an automatic pest control device, an Automatic Weather Station (AWS), and the Teman Tani Menanam (TTM) platform. The activities included socialization, training, and on-site assistance for five farmer groups, represented by 25 farmers. Evaluation was conducted through questionnaires, observations, and interviews. The results showed an 87% increase in technological understanding and up to 60% reduction in pest attacks on test plots. The AWS system also helped farmers optimize fertilization timing and reduce production costs. This initiative demonstrates that precision technology adoption can be effectively applied in educational and sustainable farming areas.*

***Keywords:*** *Smart Farming; Internet of Things; Pest Control; Automatic Weather Station; Teman Tani Menanam.*

**Article History:**
Received: 05-08-2025
Revised : 22-08-2025
Accepted: 25-08-2025
Online : 01-10-2025

*This is an open access article under the CC–BY-SA license*

## A. LATAR BELAKANG

Pertanian memegang peranan penting dalam menjaga ketersediaan pangan nasional. Namun, sektor ini menghadapi berbagai tantangan seperti perubahan iklim, penurunan kualitas tanah, dan serangan hama yang terjadi berulang sepanjang musim tanam (Gosnell et al., 2019). Selama ini, petani masih sangat bergantung pada pestisida kimia untuk mengatasi gangguan hama. Cara ini menimbulkan risiko terhadap kesehatan, mencemari lingkungan, dan menurunkan efisiensi usaha tani dalam jangka panjang (Hasan et al., 2022). Untuk mengatasi masalah tersebut, teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) mulai digunakan dalam pertanian. Teknologi ini membantu petani memantau lahan, mendeteksi potensi serangan hama lebih awal, dan mengelola produksi secara lebih efisien (Ali et al., 2023; Morchid et al., 2024).

Di Sumatera Utara, Desa Denai Lama, khususnya kawasan agrowisata Paloh Naga, merupakan contoh kawasan pertanian yang menerapkan pendekatan edukatif dan ekologis secara berkesinambungan. Komoditas utama yang dibudidayakan oleh petani di wilayah ini adalah padi organik, dengan sistem tanam padi, padi, dan palawija sebagai upaya menjaga kesuburan tanah serta mendukung diversifikasi hasil pertanian. Berdasarkan hasil observasi lapangan, petani telah mengadopsi sejumlah praktik budidaya ramah lingkungan, seperti menanam bunga penarik serangga predator alami dan membatasi penggunaan pestisida sintetis. Untuk mengendalikan hama tikus, petani memanfaatkan burung hantu sebagai predator alami yang dibudidayakan di sekitar sawah. Selain tantangan teknis, keberadaan kawasan ini sebagai destinasi wisata edukatif juga menuntut petani menjaga estetika lanskap sawah agar tetap menarik dan terpelihara dengan baik, sehingga pengelolaan pertanian tidak hanya mempertimbangkan aspek produksi tetapi juga keindahan visual dan kenyamanan pengunjung. Praktik-praktik ini sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan sebagaimana dijelaskan dalam kajian sebelumnya mengenai pertanian organik di kawasan pedesaan (Yuriansyah et al., 2020).

Namun demikian, di tengah semangat pertanian ekologis tersebut, petani tetap menghadapi tantangan serius dalam pengendalian hama. Dalam diskusi bersama Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang, terungkap bahwa wereng masih menjadi salah satu hama utama yang sering menyerang pada fase-fase kritis pertumbuhan tanaman padi dan sulit dikendalikan tanpa pestisida kimia. Selain wereng, hama lain seperti walang sangit, penggerek batang, dan tikus juga berkontribusi terhadap kerusakan tanaman yang cukup signifikan. Kondisi ini diperparah dengan kenyataan bahwa sebagian besar petani masih mengandalkan teknik budidaya yang diwariskan secara turun-temurun, tanpa akses memadai terhadap informasi terkini maupun teknologi pertanian modern (Fadli et al., 2025).

Metode pengendalian hama secara konvensional umumnya tidak sejalan dengan nilai-nilai pertanian organik yang mereka usung. Sementara itu,

teknologi berbasis data seperti sensor lingkungan, sistem pemantauan digital, dan perangkat IoT belum menjadi bagian dari kebiasaan bertani sehari-hari. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang tidak hanya efektif dalam mengendalikan hama, tetapi juga mudah dioperasikan serta mampu meningkatkan kapasitas adaptasi teknologi oleh petani secara bertahap (Pamungkas et al., 2023). Pendekatan ini penting agar proses adopsi teknologi dapat berlangsung secara berkelanjutan dan tetap selaras dengan karakteristik sosial dan kultural petani lokal (Widanti et al., 2024).

Berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam sektor pertanian mampu meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mengurangi ketergantungan petani terhadap penggunaan pestisida kimia. Pemanfaatan teknologi perangkap cahaya (*light trap*) dan sistem IoT telah terbukti efektif dalam mengurangi penggunaan pestisida hingga lebih dari 80 % serta menekan biaya input (Wang et al., 2024). Sistem monitoring lahan berbasis sensor dan modul GSM, misalnya, telah terbukti efektif dalam menurunkan tingkat serangan hama sekaligus meningkatkan keterampilan petani dalam mengoperasikan alat secara mandiri (Surbakti, et al., 2024a). Pemanfaatan teknologi perangkap cahaya (*light trap*) juga mampu menekan penggunaan pestisida hingga lebih dari 80% dan memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya produksi (Surbakti, et al, 2024a). Hasil yang sejalan juga ditemukan dalam program pelatihan petani berbasis sistem digital pertanian sederhana yang mendukung pemahaman teknologi secara bertahap (Fadli et al., 2025).

Pemerintah Indonesia melalui Program Smart Village dan Digitalisasi Pertanian mendorong adopsi teknologi tepat guna di wilayah pedesaan sebagai bagian dari transformasi pertanian berkelanjutan (Kemendes PDTT, 2024; Kementan, 2016). Inisiatif ini tidak hanya menargetkan peningkatan produksi, tetapi juga membekali petani dengan kemampuan untuk memanfaatkan teknologi berbasis data dalam pengelolaan lahan. Teknologi seperti sensor lingkungan, *Internet of Things* (IoT), sistem prediksi cuaca, hingga penggunaan drone telah menjadi bagian penting dalam sistem pertanian presisi yang berkembang di berbagai negara. Inovasi tersebut terbukti membantu mendeteksi serangan hama, mengatur irigasi, dan mengoptimalkan pemupukan secara otomatis serta efisien (Morchid et al., 2024; Reddy et al., 2020).

Dalam program pengabdian ini, tim dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Medan menawarkan solusi *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mencakup alat pengendali hama otomatis, sensor suhu dan kelembapan, serta platform digital Teman Tani Menanam (TTM) yang mendukung pemantauan lahan secara *real-time*. Alat pengendali hama yang digunakan berbasis gelombang suara dan cahaya ultraviolet (Ahmed et al., 2024). Selain instalasi perangkat, kegiatan ini juga mencakup pelatihan teknis kepada petani, pendampingan intensif di lapangan, serta evaluasi

efektivitas alat terhadap kondisi pertanian organik di kawasan Paloh Naga. Seluruh solusi dirancang agar dapat dioperasikan secara mandiri oleh petani, sejalan dengan prinsip pertanian organik dan pengembangan kawasan agrowisata edukatif. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memberdayakan kelompok tani agar mampu mengoperasikan teknologi *Smart Farming* secara berkelanjutan, meningkatkan produktivitas padi organik, mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia, serta memperkuat daya tarik edukatif pertanian di Desa Denai Lama.

## B. METODE PELAKSANAAN

Program pengabdian ini dilaksanakan di Desa Denai Lama, Kecamatan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang, dengan melibatkan kelompok tani sebagai mitra utama. Metode pelaksanaan kegiatan mencakup penyuluhan, pelatihan, pendampingan lapangan, serta monitoring dan evaluasi. Tim pelaksana terdiri dari dosen dan mahasiswa Universitas Negeri Medan yang secara aktif terlibat dalam seluruh tahapan kegiatan. Para dosen bertanggung jawab atas perancangan materi pelatihan, fasilitasi teknologi, dan evaluasi program, sementara mahasiswa terlibat sebagai asisten pelaksana, mendampingi petani dalam praktik lapangan, dokumentasi, dan analisis hasil.

Mitra dalam kegiatan ini adalah lima kelompok tani yang aktif mengelola lahan pertanian organik di kawasan agrowisata Paloh Naga. Setiap kelompok terdiri dari 15 hingga 20 orang petani yang telah menerapkan praktik budidaya ramah lingkungan dalam kegiatan pertaniannya. Pada tahap pelatihan, tidak seluruh anggota bisa ikut serta karena keterbatasan waktu dan kapasitas kegiatan. Oleh karena itu, masing-masing kelompok menunjuk perwakilan sehingga total peserta yang hadir berjumlah 25 orang. Para perwakilan ini diharapkan dapat menyampaikan kembali materi dan keterampilan yang diperoleh kepada anggota lain melalui pertemuan rutin kelompok tani.Berdasarkan hasil diskusi awal, petani telah terbiasa dengan pendekatan ekologis, namun masih menghadapi kendala dalam mengakses dan memanfaatkan teknologi berbasis data untuk pengendalian hama dan pemantauan lahan secara real-time. Kondisi ini menjadi dasar perlunya pendekatan partisipatif dan bertahap dalam pelaksanaan program pengabdian.

Tahapan kegiatan diawali dengan pra-kegiatan berupa koordinasi dengan perangkat desa dan Dinas Pertanian setempat, identifikasi lokasi sawah, serta survei awal kebutuhan petani. Selanjutnya, tim melaksanakan penyuluhan mengenai pertanian digital dan pelatihan teknis penggunaan alat pengendali hama otomatis, sensor suhu dan kelembapan, serta platform Teman Tani Menanam (TTM). Pelatihan dilakukan dalam bentuk sesi tatap muka dan praktik langsung di lahan. Setelah pemasangan alat, dilanjutkan dengan kegiatan pendampingan intensif selama dua bulan untuk

memastikan petani mampu mengoperasikan alat secara mandiri dan memahami fungsi teknologi yang digunakan.

Monitoring dan evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, evaluasi formatif dilakukan saat kegiatan berlangsung untuk melihat progres pemahaman petani dan kendala lapangan. Kedua, evaluasi sumatif dilakukan setelah kegiatan selesai untuk menilai efektivitas teknologi terhadap pengendalian hama dan peningkatan hasil panen. Instrumen evaluasi meliputi angket kepuasan, wawancara mendalam, dan observasi langsung terhadap penggunaan alat. Hasil evaluasi menjadi dasar untuk pengembangan program lanjutan dan potensi replikasi di daerah lain yang memiliki karakteristik serupa

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Identifikasi Kebutuhan dan Persiapan Alat

Tahap pra-kegiatan dimulai dengan koordinasi awal yang dilakukan oleh tim pengabdian Universitas Negeri Medan dengan Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang. Koordinasi ini bertujuan untuk menyampaikan rancangan program *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT), yang terdiri dari alat pengendali hama otomatis berbasis suara ultrasonik, *Automatic Weather Station* (AWS) untuk pemantauan cuaca secara *real-time*, serta aplikasi pendukung yang terintegrasi dengan AWS sebagai alat bantu analisis kondisi lingkungan lahan pertanian. Rancangan sistem ini dirancang untuk mendukung praktik pertanian organik yang sudah berjalan, sekaligus mendorong efisiensi dan keberlanjutan dalam pengelolaan lahan.

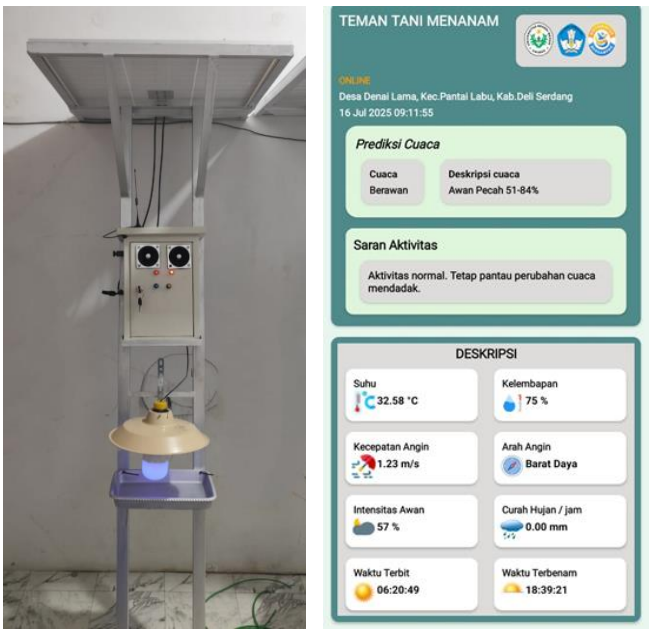
Sebagai tindak lanjut dari koordinasi tersebut, dilakukan penandatanganan Perjanjian Kerja Sama antara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Medan dengan Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang. Penandatanganan dilakukan secara terpisah dimana Dekan FMIPA Unimed menandatangani dokumen di fakultas, sementara Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang menandatangani di kantor dinas. Proses pertukaran dokumen difasilitasi oleh tim pengabdian yang bertindak sebagai perantara. Proses ini terdokumentasi pada Gambar 1. Dokumen ini menjadi landasan formal dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian, khususnya untuk mendukung pendampingan teknis, penyebarluasan inovasi, serta penguatan sinergi kelembagaan antara perguruan tinggi dan pemerintah daerah.

**Gambar 1**. Proses penandatanganan Perjanjian Kerja Sama antara FMIPA Unimed dan Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang melalui perantara tim pengabdian.

.

Setelah proses kelembagaan, tim melakukan kunjungan lapangan ke kawasan agrowisata Paloh Naga dan berdiskusi langsung dengan Kepala Desa dan penyuluh pertanian di Desa Denai Lama. Dalam diskusi bersama perwakilan kelompok tani, diidentifikasi beberapa kebutuhan utama petani, terutama terkait teknologi pengendalian hama yang ramah lingkungan dan sistem pemantauan berbasis data. Meskipun belum terbiasa menggunakan perangkat digital, petani menyatakan ketertarikannya terhadap inovasi yang ditawarkan karena dinilai sejalan dengan prinsip pertanian organik yang selama ini mereka terapkan.

Menindaklanjuti hasil identifikasi kebutuhan tersebut, tim pengabdian melakukan persiapan dan perakitan alat yang akan diimplementasikan di lapangan. Alat pengendali hama otomatis dilengkapi dengan suara ultrasonik dan light trap berbasis cahaya ultraviolet. Sistem ini juga dilengkapi dengan modul AWS yang dapat merekam data cuacu secara berkala. Seluruh perangkat dirancang tahan terhadap kondisi luar ruangan dan menggunakan panel surya sebagai sumber energi, sehingga dapat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan listrik PLN. Data dari AWS terhubung dengan platform digital Teman Tani Menanam (TTM) yang dapat diakses melalui aplikasi berbasis android untuk membantu petani dalam memantau kondisi lahan secara *real-time*. Integrasi antara perangkat fisik dan aplikasi ini dapat dilihat secara jelas pada Gambar 2




**Gambar 2**. Perangkat Smart Farming yang: (kiri) alat pengendali hama otomatis berbasis suara ultrasonik dan *light trap* ultraviolet yang dilengkapi modul AWS, serta (kanan) tampilan aplikasi Teman Tani Menanam (TTM).

## 2. Pelatihan Teknologi IoT dan Platform Teman Tani Menanam (TTM)

Pelatihan teknis dilaksanakan secara langsung di Balai Desa Denai Lama dan dilanjutkan dengan praktik lapangan di area sawah petani mitra. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan sistem pertanian cerdas berbasis Internet of Things (IoT) secara menyeluruh, melalui paparan materi, diskusi, serta praktik penggunaan alat di lapangan. Materi pelatihan mencakup cara kerja alat pengendali hama otomatis berbasis gelombang ultrasonik dan cahaya, pengenalan sensor suhu dan kelembapan udara, serta simulasi penggunaan platform Teman Tani Menanam (TTM) sebagai alat bantu pemantauan kondisi pertanian secara digital, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Suasana pelatihan penggunaan perangkat Smart Farming berbasis IoT di Balai Desa Denai Lama

Pelatihan berlangsung dari pukul 09.00 hingga 12.30 WIB, diawali dengan sesi ruangan di Balai Desa Denai Lama yang mencakup pemaparan materi bertema "Konsep *Smart Farming* dan Sistem IoT untuk Sawah". Materi inti meliputi pengenalan alat pengendali hama otomatis berbasis

suara ultrasonik dan cahaya, penggunaan Automatic Weather Station (AWS) untuk pemantauan suhu dan kelembapan udara, serta demonstrasi platform digital *Teman Tani Menanam (TTM)* sebagai alat bantu pemantauan berbasis data. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif untuk menjawab pertanyaan peserta dan menyesuaikan konteks dengan kondisi pertanian organik di Paloh Naga.

Setelah sesi materi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi penggunaan alat dan praktik lapangan berupa pemasangan langsung perangkat IoT di dua titik lahan sawah. Petani dilibatkan secara aktif dalam proses instalasi dan kalibrasi alat, termasuk pengendali hama otomatis, sensor suhu dan kelembapan, serta sistem komunikasi berbasis GSM. Tim pengabdian memberikan pendampingan teknis agar petani memahami cara kerja sistem secara menyeluruh, mulai dari pemeriksaan sinyal, aktivasi perangkat, hingga interpretasi data yang dihasilkan. Kegiatan ini memberikan pengalaman praktis bagi petani dalam mengoperasikan teknologi secara mandiri sesuai dengan karakteristik pertanian organik setempat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Instalasi Alat *Smart Farming* di Lapangan

## 3. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring kegiatan dilakukan melalui observasi langsung selama pelatihan dan pemasangan alat, serta evaluasi secara kualitatif dan kuantitatif terhadap respon mitra. Evaluasi dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu formatif selama kegiatan dan sumatif dua minggu setelah kegiatan berakhir. Evaluasi formatif dilakukan menggunakan angket kepuasan mitra yang dibagikan kepada seluruh peserta. Sebanyak 13 orang petani mengisi angket ini, mewakili sebagian dari total petani mitra yang hadir dalam kegiatan. Dari responden tersebut, 54% menyatakan puas dan 46% sangat puas terhadap kegiatan *Smart Farming*. Sebanyak 54% menilai materi mudah dipahami, dan 46% sangat mudah dipahami. Seluruh responden menyatakan bahwa kegiatan sesuai dengan kebutuhan mereka, dan 100% menyatakan bersedia kembali terlibat dalam kegiatan pengabdian mendatang. Hasil lengkap rekapitulasi evaluasi ditampilkan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Evaluasi Kepuasan Mitra (n=13)

| Aspek yang Dinilai | Kategori | Persentase (%) |
|---|---|---|
| Kepuasan terhadap kegiatan | Puas | 54 |
| | Sangat Puas | 46 |
| Kemudahan materi | Mudah | 54 |
| | Sangat Mudah | 46 |
| Profesionalisme tim | Profesional | 62 |
| | Sangat Profesional | 38 |
| Manfaat kegiatan | Bermanfaat | 46 |
| | Sangat Bermanfaat | 54 |

Berdasarkan hasil evaluasi yang disajikan pada Tabel 1, seluruh responden memberikan penilaian positif terhadap kegiatan pengabdian. Sebanyak 54% menyatakan puas dan 46% sangat puas terhadap pelaksanaan program, sedangkan aspek kemudahan materi menunjukkan 54% menilai mudah dipahami dan 46% sangat mudah dipahami. Dari sisi profesionalisme tim, 62% responden menilai profesional dan 38% sangat profesional, sementara aspek manfaat kegiatan memperoleh penilaian 46% bermanfaat dan 54% sangat bermanfaat. Selain itu, seluruh responden (100%) menyatakan kegiatan sesuai dengan kebutuhan mereka dan bersedia kembali terlibat pada program serupa, yang menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil meningkatkan literasi teknologi sekaligus memperkuat kemitraan dengan petani mitra.

Keberadaan *Automatic Weather Station* (AWS) juga mendapat apresiasi tinggi. Petani merasakan manfaat langsung dari informasi cuaca dan kelembapan udara yang real-time serta terhubung ke sistem BMKG. Mereka menyatakan bahwa fitur ini membantu menentukan waktu pemupukan secara lebih tepat dan efisien, sehingga turut berkontribusi dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan hasil panen.

Sementara itu, hasil evaluasi sumatif dua minggu setelah kegiatan menunjukkan bahwa satu dari dua perangkat pengendali hama otomatis mampu menurunkan insiden serangan hama sebesar 55%, terutama pada wereng dan walang sangit. Selain itu, dari hasil observasi lapangan, burung pipit juga terlihat menjauhi area sawah yang telah dipasangi alat pengendali hama berbasis gelombang ultrasonik dan cahaya. Efek ini dinilai positif karena dapat mengurangi potensi kerusakan gabah yang biasanya terjadi menjelang masa panen.

## 4. Kendala yang Dihadapi

Selama pelaksanaan kegiatan, terdapat beberapa kendala dan catatan penting yang terekam dari observasi maupun diskusi dengan petani mitra. Kendala ini dibagi ke dalam dua kategori, yaitu teknis dan sosial-kontekstual. Kendala pertama adalah biaya produksi alat yang relatif tinggi. Alat pengendali hama otomatis, sensor AWS, dan panel surya memerlukan investasi awal yang tidak kecil bagi kelompok tani, terutama jika ingin

mereplikasi alat dalam skala luas. Sistem pertanian presisi yang memanfaatkan sensor pintar dan IoT juga menghadapi tantangan berupa biaya awal, kebutuhan keterampilan teknis, dan infrastruktur jaringan di daerah pedesaan (Hinojosa-Dávalos et al., 2025). Selain itu, karena alat masih diuji dalam waktu yang terbatas (kurang dari satu bulan), pengaruhnya terhadap penghematan biaya produksi belum terasa signifikan secara langsung. Meski teknologi ini potensial dalam jangka panjang, persepsi petani terhadap manfaat ekonomis masih menunggu bukti yang lebih konsisten.

Solusi yang disarankan, yaitu pengembangan versi ekonomis dari alat dengan fitur yang lebih minimalis, misalnya alat pengusir hama yang hanya berbasis timer dan light trap tanpa sensor tambahan, dapat dijadikan alternatif. Selain itu, dibuka peluang kerja sama lanjutan melalui dukungan CSR, inkubasi inovasi kampus, atau skema subsidi alat dari pemerintah daerah maupun mitra industri pertanian.

Kendala kedua berkaitan dengan aspek sosial dan fungsi wisata kawasan. Karena Desa Denai Lama, khususnya Paloh Naga, merupakan kawasan agrowisata, suara ultrasonik dari alat pengendali hama terkadang dianggap mengganggu kenyamanan pengunjung, terutama saat berada di dekat titik pemasangan alat. Meskipun suara ini tidak terdengar oleh manusia dalam frekuensi normal, beberapa alat menghasilkan getaran atau bunyi yang masih terasa oleh sebagian orang.

Solusi yang disarankan, pengaturan ulang jadwal operasional alat menjadi lebih selektif, misalnya hanya aktif di malam hari atau saat pengunjung tidak berada di area sawah. Alternatif lain adalah mendesain ulang casing alat dengan sistem peredam atau isolator akustik untuk mengurangi radiasi bunyi ke lingkungan sekitar. Selain itu, edukasi kepada pengunjung tentang fungsi alat dalam mendukung pertanian ramah lingkungan dapat menjadi bagian dari narasi wisata edukatif.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

Program pengabdian masyarakat ini berhasil menunjukkan bahwa integrasi teknologi *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat diterapkan secara adaptif dalam sistem pertanian organik di kawasan agrowisata Desa Denai Lama. Kegiatan ini secara umum telah mencapai tujuan utamanya, yakni memberdayakan kelompok tani agar mampu mengoperasikan alat pengendali hama otomatis, memahami sistem pemantauan cuaca dan kelembapan, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan tanpa bertentangan dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Berdasarkan hasil evaluasi, terjadi peningkatan signifikan dalam keterampilan teknologi petani, di mana 87% responden menyatakan mampu memahami dan mengoperasikan alat secara mandiri setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Selain itu, teknologi AWS dan sistem pemantauan digital mendapat tanggapan positif karena memberikan

informasi prediktif yang membantu petani dalam menentukan waktu pemupukan dan mengurangi risiko gagal panen.

Di sisi lain, alat pengendali hama menunjukkan efektivitas fungsional awal, dengan penurunan serangan hama sebesar 60% pada lahan yang telah dipasangi alat. Manfaat ekologis lainnya termasuk berkurangnya keberadaan burung pipit di sekitar area sawah serta pengurangan ketergantungan terhadap pestisida kimia. Meskipun demikian, terdapat kendala terkait harga alat yang masih tinggi dan potensi gangguan ultrasonik terhadap aktivitas wisata. Hal ini menjadi catatan penting untuk pengembangan model alat yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan secara sosial.

Sebagai tindak lanjut, disarankan agar dilakukan pengembangan perangkat Smart Farming versi modular yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas petani. Kajian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengukur dampak jangka panjang terhadap efisiensi biaya produksi, kualitas hasil panen, dan daya tarik wisata edukatif. Ke depan, pendekatan serupa dapat diperluas ke sektor pertanian hortikultura atau peternakan terintegrasi yang juga memerlukan dukungan teknologi presisi. Selain itu, dibutuhkan penguatan kelembagaan petani dalam bentuk koperasi teknologi atau inkubator pertanian berbasis desa untuk memastikan keberlanjutan dan perluasan pemanfaatan inovasi digital di sektor pertanian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan atas dukungan dan pendanaan kegiatan ini melalui skema Program Kemitraan Wilayah (PKW) Tahun 2025 yang bersumber dari Dana PNBP Unimed. Penghargaan juga disampaikan kepada Dinas Pertanian Kabupaten Deli Serdang, Pemerintah Desa Denai Lama, dan seluruh petani mitra di kawasan agrowisata Paloh Naga yang telah berpartisipasi aktif dan memberikan dukungan penuh selama pelaksanaan kegiatan.

## DAFTAR RUJUKAN

Ahmed, S., Marwat, S. N. K., Brahim, G. Ben, Khan, W. U., Khan, S., Al-Fuqaha, A., & Koziel, S. (2024). IoT based intelligent pest management system for precision agriculture. *Scientific Reports*, *14*(1), 31917. https://doi.org/10.1038/s41598-024-83012-3

Ali, A., Hussain, T., Tantashutikun, N., Hussain, N., & Cocetta, G. (2023). Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production. *Agriculture*, *13*(2), 397. https://doi.org/10.3390/agriculture13020397

Fadli, R., Suwandi, S., Irsan, C., & Pratama, R. (2025). Pendampingan Budidaya Padi Organik Intensif dan Presisi Berbasis Iot pada Kelompok Tani Tunas Baru Kecamatan Rantau Panjang Kabupaten Ogan Ilir. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, *10*(2), 457–462. https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i2.8732

Gosnell, H., Gill, N., & Voyer, M. (2019). Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to 'climate-smart' regenerative agriculture. *Global Environmental Change*, *59*,issue? 101965. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101965

Hasan, M. M., Islam, M. U., & Sadeq, M. J. (2022). Towards technological adaptation of advanced farming through AI, IoT, and Robotics: A Comprehensive overview. *ArXiv Preprint ArXiv:2202.10459*.

Hinojosa-Dávalos, J., Robles-García, M. Á., Gutiérrez-Lomelí, M., Flores Jiménez, A. B., & Acosta Lúa, C. (2025). Neural Network-Guided Smart Trap for Selective Monitoring of Nocturnal Pest Insects in Agriculture. *Agriculture*, *15*(14), 1562. https://doi.org/10.3390/agriculture15141562

Kemendes PDTT. (2024). *Panduan Umum Pengembangan Desa Cerdas*.

Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, *15*(3), 102509. https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509

Pamungkas, M. A., Wijayanti, A. T., Harjanti, A. M., Fahriani, A., Sari, D. B. K., Putri, D. S., Handoyo, G. C., Fitriawan, H. R., Rahman, M. A., & Kamila, M. S. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengimplementasian Smart Farming Guna Meningkatkan Efisiensi Budidaya Padi Konversi Organik Di Desa Glagahwangi, Kabupaten Klaten. *Communnity Development Journal*, *4*(4), 8496–8503.

Kementan. (2016). *Penyelenggaraan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Di Kementerian Pertanian*.

Reddy, P., Sahib, I., Alazab, M., Bhattacharya, S., Gadekallu, T., Khan, W., & Pham, V. (2020). Unmanned aerial vehicles in smart agriculture: Applications, requirements and challenges. *IEEE Sensors Journal, 21*(16), 17608–17619

Surbakti, N. M., Dewi, S., Ramadhani, F., & Septiana, D. (2024). Penerapan Teknologi Light Trap Untuk Pengendalian Hama Padi Di Desa Petumbukan Sumatera Utara. *Jurnal Masyarakat Mandiri, 8*(4), 3951–3962.

Surbakti, N. M., Dewi, S., Ramadhani, F., Septiana, D., & Pahlawan, R. (2024). Penerapan Sistem Kontrol Hama Padi Dan Monitoring Sawah Berbasis Internet Of Things (IOT) Di Sumatera Utara. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *8*(4), 3951–3962.

Wang, Z., Qiao, X., Wang, Y., Yu, H., & Mu, C. (2024). IoT-based system of prevention and control for crop diseases and insect pests. *Frontiers in Plant Science, 15*, Article 1323074. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1323074

Widanti, N., Alamsyah, A., Albus, A., Ikhsan, A., Lestari, S., Handini, W., & Raharjo, S. (2024). Design Smart Farming in Rice Field for Monitoring Soil Fertility and Pest Rate Using Internet of Things. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*,issue? 5782–5788. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.8288

Yuriansyah, Y., Dulbari, D., Sutrisno, H., & Maksum, A. (2020). Pertanian Organik sebagai Salah Satu Konsep Pertanian Berkelanjutan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(2), 127–132. https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v5i2.1033