

## PENERAPAN SISTEM KONTROL HAMA PADI DAN MONITORING SAWAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DI SUMATERA UTARA

Nurul Maulida Surbakti<sup>1\*</sup>, Sri Dewi<sup>2</sup>, Fanny Ramadhani<sup>3</sup>,  
Dian Septiana<sup>4</sup>, Riza Pahlawan<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Matematika, Universitas Negeri Medan, Indonesia

<sup>2,3</sup>Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Indonesia

<sup>4</sup>Statistika, Universitas Negeri Medan, Indonesia

<sup>5</sup>Teknik Informatika, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

[nurulmaulida@unimed.ac.id](mailto:nurulmaulida@unimed.ac.id)

### ABSTRAK

**Abstrak:** Artikel ini membahas tentang tantangan yang dihadapi petani padi di Sumatera Utara akibat serangan hama wereng dan belalang yang menurunkan secara signifikan hasil panen padi. Untuk mengatasi permasalahan ini, pengabdian ini dilakukan dengan menerapkan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bentuk sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah. Teknologi ini menggunakan perangkat berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor lingkungan dan aktuator seperti ultrasonik dan LED UV untuk mengusir dan menangkap hama, serta aplikasi *mobile* untuk pemantauan *real-time*. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan pestisida kimia. Hasil uji coba awal menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengendalikan populasi hama, dengan potensi besar untuk meningkatkan produksi padi secara berkelanjutan di Desa Petumbukan dan daerah-daerah pertanian lainnya di Indonesia. Kelompok tani Kenanga yang terdiri dari 10 orang (4 laki-laki dan 6 perempuan) menjadi mitra dalam kegiatan ini. Mereka berada di Desa Petumbukan, Kecamatan Galang, Kabupaten Deli Serdang. Metode pelaksanaan meliputi penyajian materi, praktik, dan pendampingan selama pelatihan. Evaluasi dilakukan melalui pemantauan lapangan dan analisis data hasil uji coba, dengan indikator keberhasilan berupa peningkatan produksi padi dan efektivitas pengendalian hama. Hasil menunjukkan peningkatan keterampilan mitra sebesar 80% dalam menggunakan teknologi IoT, yang juga berhasil menurunkan populasi hama wereng dan belalang, berpotensi meningkatkan produksi padi secara berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Padi; Hama Wereng; IoT; Kontrol Hama; Aplikasi *Mobile*.

**Abstract:** This article discusses the challenges faced by rice farmers in North Sumatra due to attacks by brown planthoppers and grasshoppers that significantly reduce rice yields. To overcome this problem, this community service is carried out by implementing Internet of Things (IoT) technology in the form of a rice pest control system and rice field monitoring. This technology uses IoT-based devices equipped with environmental sensors and actuators such as ultrasonic and UV LEDs to repel and capture pests, as well as mobile applications for real-time monitoring. The implementation of this technology is expected to improve the efficiency of agricultural management, optimize resource use, and reduce the environmental impact of chemical pesticide use. Initial trial results show that this system is effective in controlling pest populations, with great potential to increase sustainable rice production in Petumbukan Village and other agricultural areas in Indonesia. The Kenanga farmer group consisting of 10 people (4 men and 6 women) is a partner in this activity. They are located in Petumbukan Village, Galang District, Deli Serdang Regency. The implementation method includes presentation of materials, practice, and assistance during training. The evaluation was conducted through field monitoring and analysis of trial data, with success indicators in the form of increased rice production and effectiveness of pest control. The results showed an 80% increase in partner skills in using IoT technology, which also succeeded in reducing the population of brown planthoppers and grasshoppers, potentially increasing rice production sustainably.

**Keywords:** Rice; Brown Planthopper Pest; Iot; Pest Control; Mobile Application.



#### Article History:

Received: 12-07-2024

Revised : 29-07-2024

Accepted: 06-08-2024

Online : 09-08-2024



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

## A. LATAR BELAKANG

Pertanian padi di seluruh dunia menghadapi berbagai tantangan, termasuk serangan hama dan penyakit yang dapat secara signifikan mengurangi hasil panen (Cerda et al., 2017). Jika pengendalian hama dan penyakit tidak dilakukan dengan tepat, produktivitas tanaman padi akan menurun. Produktivitas padi di Indonesia, menurut data AFSIS Secretarait (2023), masih lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara Asia Tenggara lainnya seperti Vietnam. Untuk memenuhi kebutuhan beras nasional, perlu meningkatkan produksi padi dengan memperhatikan setiap faktor yang memengaruhi (Lonta et al., 2020). Selain itu, perubahan iklim dan degradasi lingkungan semakin memperburuk kondisi ini, menyebabkan petani harus beradaptasi dengan berbagai metode pengelolaan pertanian yang lebih canggih dan efisien (Efendi & Sagita, 2022). Pertanian cerdas iklim fokus pada produksi pangan berkelanjutan, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan meningkatkan ketahanan (Gosnell et al., 2019) (Amadu et al., 2020).

Desa Petumbukan terletak di Kecamatan Galang, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, dengan pertanian sebagai aktivitas utama, terutama dalam budidaya padi (Mahmudah et al., 2023). Menurut data dari program BPP Kecamatan Galang (2019), padi sawah merupakan komoditi unggulan dengan luas tanam mencapai 1.058 Ha, di mana Desa Petumbukan memiliki luas tanam sebesar 45 Ha. Pemerintah Desa Petumbukan berfokus mempertahankan lahan pertanian sebagai potensi agraris utama untuk swasembada padi dan sumber mata pencaharian penduduknya (Abdurrozzaq Hasibuan et al., 2022). Namun, kebijakan dan fasilitas yang ada belum mampu meningkatkan produktivitas panen padi, karena serangan hama wereng dan belalang, terutama pada awal masa tanam dan pertengahan musim panen.

Berdasarkan tinjauan kondisi sawah dan wawancara dengan ketua kelompok tani kenanga pada bulan Oktober 2023 di Desa Petumbukan, permasalahan mitra yang terjadi adalah serangan hama wereng dan belalang. Para petani mengeluhkan penurunan produksi padi akibat ledakan populasi hama, yang sebelumnya menghasilkan 2 ton/ha per panen menjadi hanya 1,25 ton/ha, menimbulkan kerugian hingga 3 juta rupiah per hektar (Azhari et al., 2021). Hama wereng menyerang pada fase vegetatif dengan menghisap cairan batang padi dan menularkan virus tungro dan virus kerdil, menyebabkan hopperburn dan puso total (Manueke et al., 2018). Wereng yang menghisap batang padi terdiri dari wereng coklat, sementara wereng hijau menghisap daun dan menularkan virus (Papatungan et al., 2024). Hama belalang menyerang pada fase generatif dengan menghisap cairan dari bulir padi, menyebabkan bulir menjadi hampa dan perubahan warna butir (Wati, 2017). Oleh karena itu, pengabdian ini sangat diperlukan untuk membantu petani meningkatkan produksi padi mereka melalui penerapan teknologi berbasis IoT.

Penelitian yang dilakukan oleh Morchid et al. (2024) menunjukkan bahwa Pertanian memiliki potensi untuk mengalami transformasi besar melalui pengembangan dan penerapan teknologi IoT dan sensor, yang memungkinkan produksi pangan menjadi lebih berkelanjutan dan efisien. Studi lain oleh Ratnawati & Setiadi (2019) mengungkapkan bahwa Pengendalian hama berbasis IoT dengan teknologi tepat guna layak digunakan oleh petani padi sebagai alternatif pestisida yang lebih efektif dan ramah lingkungan dalam mengusir atau membunuh hama wereng dan belalang. Selain itu, kebijakan pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian juga mendorong penerapan teknologi modern untuk meningkatkan produktivitas pertanian (Nornor, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi berbasis IoT sangat relevan dan penting untuk dilakukan di Desa Petumbukan.

Solusi yang ditawarkan adalah sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT. Produk teknologi ini menggunakan teknologi ultrasonik untuk mengusir hama wereng dan belalang Ratnawati & Setiadi (2019), serta UV LED untuk menangkap hama (Hidayati et al., 2024). Pada produk juga dilengkapi dengan aplikasi *mobile* yang digunakan untuk memantau kondisi sawah, termasuk prakiraan cuaca, suhu udara, kelembapan udara, suhu tanah, dan kelembapan tanah. Dengan fitur monitoring *real-time*, petani dapat melihat data dari sensor suhu DHT21, sensor suhu DS18B20, dan sensor kelembapan tanah. Selain itu, kontrol jarak jauh melalui aplikasi *mobile* memungkinkan petani mengatur suara ultrasonik dan lampu UV LED, baik secara manual maupun otomatis. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan Kodular, sebuah platform pengembangan aplikasi *mobile* berbasis drag-and-drop yang memungkinkan pembuatan aplikasi tanpa perlu menulis banyak kode.

Tujuan utama dari pengabdian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian padi di Desa Petumbukan melalui penerapan teknologi IoT. Dengan menggunakan alat pest control dan aplikasi *mobile*, diharapkan petani dapat mengurangi kerugian akibat hama, mengoptimalkan penggunaan air dan pupuk, serta meningkatkan hasil panen mereka. Pengabdian ini juga bertujuan untuk memberdayakan petani dengan pengetahuan dan keterampilan baru dalam pengelolaan pertanian yang lebih modern dan berkelanjutan.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

Mitra dari PKM ini adalah kelompok tani Kenanga yang beranggotakan 10 orang (4 laki-laki dan 6 perempuan). Kelompok tani Kenanga merupakan salah satu kelompok tani yang ada di desa Petumbukan, Kecamatan Galang, Kabupaten Deli Serdang. Pelaksanaan kegiatan PKM meliputi beberapa kegiatan seperti penyajian materi, praktik dan pendampingan selama kegiatan pelatihan berlangsung. Metode pelaksanaannya dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan rincian sebagai berikut:

## 1. Persiapan Awal

- a. Pada bulan Oktober 2023, tim Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) melakukan pengamatan langsung di sawah Desa Petumbukan dan menemukan bahwa penurunan produksi padi yang signifikan diakibatkan oleh serangan hama wereng dan belalang. Serangan hama ini mengakibatkan produksi padi turun dari 2 ton/ha menjadi hanya 1,25 ton/ha, menimbulkan kerugian hingga 3 juta rupiah per hektar.
- b. Membuat surat pernyataan kesediaan mitra yang memuat kesepakatan dalam hal waktu pelaksanaan, tempat dan prasarana yang dibutuhkan untuk pelatihan.
- c. Berkoordinasi dengan Tim PKM untuk merencanakan pelaksanaan kegiatan yang dilakukan.

## 2. Desain dan Pembuatan Sistem

- a. Membuat *flowchart* dan diagram rangkaian sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT.
- b. Membuat alat *pest control* berbasis IoT dan aplikasi *mobile* KawalPadi.
- c. Pemasangan panel surya pada alat *pest control* berbasis IoT sebagai sumber energi perangkat.
- d. Pengujian sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT.

## 3. Implementasi Sistem

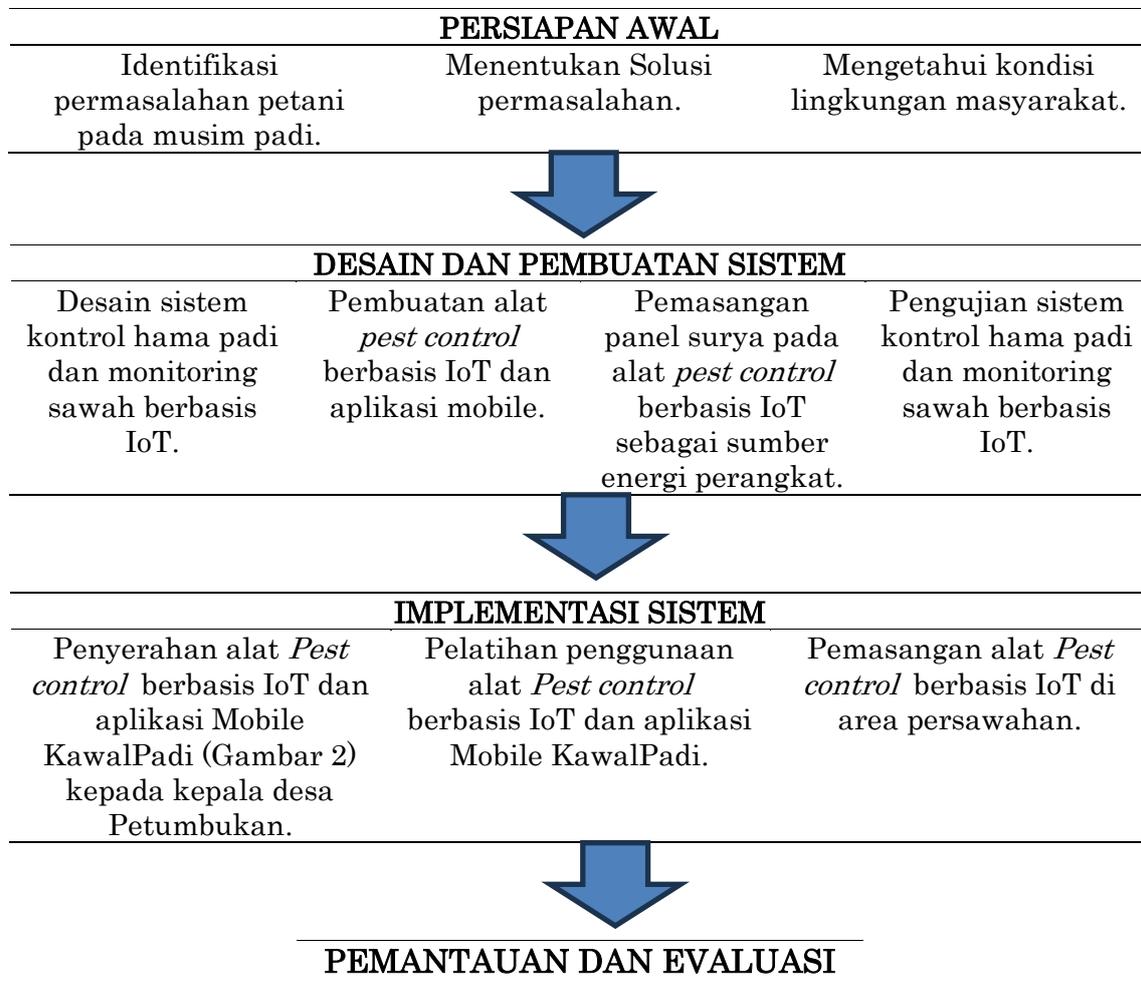
- a. Penyerahan alat *Pest control* berbasis IoT dan aplikasi *Mobile* KawalPadi kepada kepala desa Petumbukan dan ketua kelompok tani Kenanga.
- b. Pelatihan penggunaan alat *Pest control* berbasis IoT dan aplikasi *Mobile* KawalPadi. Kegiatan diawali dengan penyajian materi oleh narasumber berupa pengenalan alat *pest control*, pengenalan aplikasi *mobile* KawalPadi, penggunaan dan cara penggunaan alat. Selanjutnya peserta melakukan praktik dan tim PKM mendampingi para peserta dalam mempraktikkan secara langsung penggunaan aplikasi KawalPadi. Setelah pelatihan selesai, tim membagikan lembar kuesioner yang berisi 12 pertanyaan mengenai kepuasan peserta menggunakan aplikasi *mobile* KawalPadi.
- c. Pemasangan alat *Pest control* berbasis IoT di area persawahan.

## 4. Pemantauan dan Evaluasi

- a. Pemantauan sistem, setelah pemasangan, tim melakukan pengujian sistem untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik, termasuk pengecekan sensor lingkungan, efektivitas mekanisme suara dalam mengusir hama, kinerja lampu LED dalam menarik dan

menangkap serangga, serta keandalan modul komunikasi IoT dalam mengirim data ke aplikasi mobile.

- b. Evaluasi kinerja, evaluasi hasil pengujian untuk memastikan kinerja sistem sesuai harapan, serta melakukan evaluasi terhadap kepuasan peserta pada pelatihan ini dalam bentuk kuesioner. Tahapan-tahapan kegiatan, seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Langkah Kerja Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat di Desa Petumbukan, Sumatera Utara

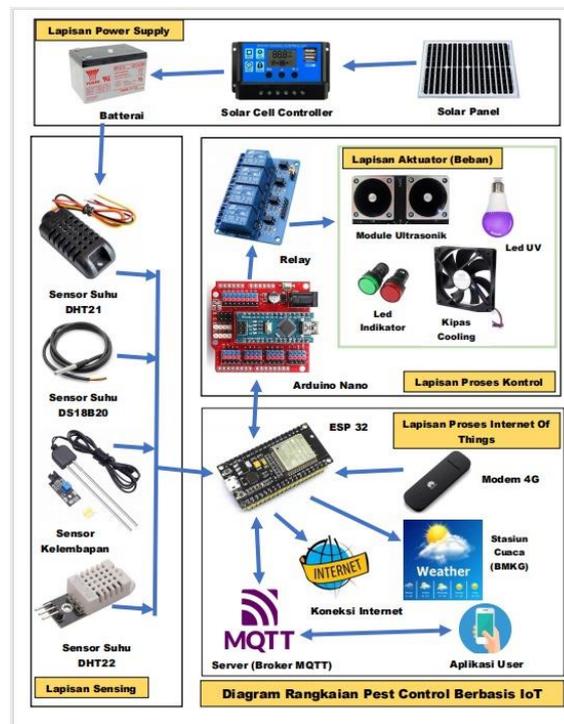
## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Desain dan Pembuatan Sistem

Pada kegiatan desain dan koordinasi dilakukan secara *online* dan *offline*. Kegiatan koordinasi secara *offline* antara tim PKM. Berdasarkan hasil diskusi dan koordinasi, tim berhasil membuat *flowchart* dan diagram rangkaian sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT, seperti terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Kegiatan Koordinasi secara *Offline* antara Tim Dosen

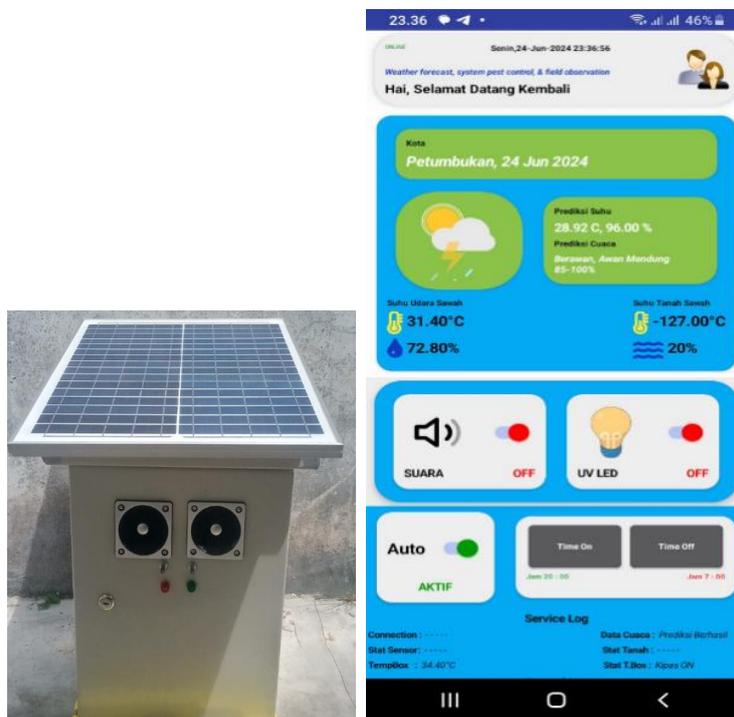


Gambar 3. Diagram Rangkaian *Pest Control* Berbasis IoT

Diagram pada Gambar 3 menggambarkan rangkaian sistem *Pest Control* berbasis IoT yang terdiri dari beberapa lapisan utama. Sistem ini menggunakan perangkat berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor lingkungan dan aktuator seperti ultrasonik dan LED UV untuk mengusir dan menangkap hama. Komponen-komponen utama dalam alat ini meliputi:

- Sensor Lingkungan: Sensor yang mengukur kelembaban tanah, suhu udara, dan parameter lingkungan lainnya.
- Mekanisme Suara: Sistem yang dapat menghasilkan suara untuk mengusir hama.
- Lampu LED Pengendali Hama: Lampu LED yang digunakan untuk menarik perhatian serangga hama. Di bawah lampu LED ini terdapat wadah berisi air yang berfungsi untuk menangkap serangga yang tertarik pada cahaya lampu.
- Modul Komunikasi IoT: Modul yang memungkinkan alat untuk berkomunikasi dengan aplikasi mobile melalui jaringan internet.

Pada kegiatan desain dan koordinasi yang dilakukan secara *online*, tim PKM mendesign aplikasi Mobile KawalPadi menggunakan Kodular. KawalPadi adalah aplikasi berbasis IoT untuk kontrol hama padi dan monitoring sawah. Aplikasi ini menggunakan ultrasonik untuk mengusir/membasmi hama wereng dan belalang, serta UV LED untuk menangkap hama. Selain itu, KawalPadi memantau kondisi sawah termasuk prakiraan cuaca, suhu udara, kelembapan udara, suhu tanah, dan kelembapan tanah. Fitur utama KawalPadi mencakup monitoring real-time yang menampilkan data dari empat sensor: Sensor Suhu DHT21, Sensor Suhu DS18B20, Sensor Kelembapan Tanah, dan Sensor Suhu DHT22. Data yang dipantau meliputi kelembapan dan suhu tanah serta suhu dan kelembapan udara. Selain itu, aplikasi ini memungkinkan kontrol jarak jauh suara ultrasonik dan lampu UV LED, yang dapat diatur secara manual melalui aplikasi mobile KawalPadi atau secara otomatis. Produk yang dihasilkan, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Pest Control dan Tampilan Aplikasi *Mobile* KawalPadi

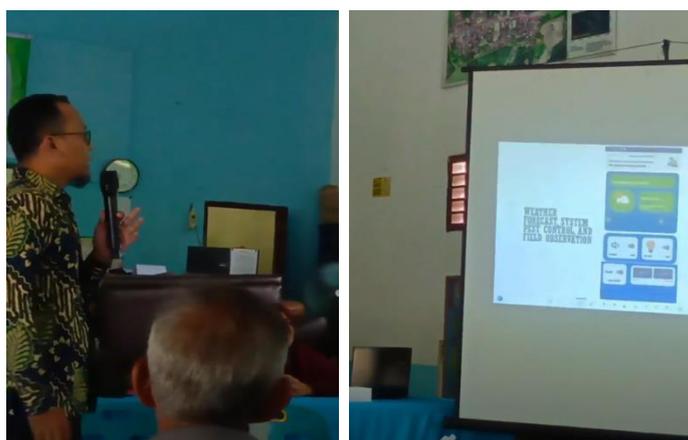
## 2. Pelaksanaan PKM

- a. Pada kegiatan pengabdian di Desa Petumbukan, tim PKM menyerahkan alat *Pest Control* berbasis IoT dan aplikasi mobile KawalPadi kepada kepala desa Petumbukan. Penyerahan ini merupakan langkah awal dalam implementasi teknologi untuk membantu petani mengendalikan hama dan memantau kondisi sawah mereka secara lebih efektif, seperti terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Penyerahan Alat *Pest Control* Berbasis IoT dan Aplikasi Mobile KawalPadi kepada Kepala Desa Petumbukan

- b. Tim PKM mengadakan pelatihan penggunaan alat *Pest Control* berbasis IoT dan aplikasi mobile KawalPadi yang dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Kegiatan Pelatihan Penggunaan Alat *Pest Control* Berbasis IoT oleh Narasumber

Pelatihan ini melibatkan kepala desa, anggota kelompok tani Kenanga dan Kamboja, serta dosen dan mahasiswa. Materi pelatihan mencakup cara mengoperasikan perangkat kontrol hama berbasis IoT, memahami data yang dihasilkan, dan menggunakan aplikasi KawalPadi untuk memantau dan mengendalikan hama secara real-time. Sebanyak 10 anggota dari kelompok tani Kenanga, 5 anggota dari kelompok tani Kamboja, Babinsa, dan perangkat desa ikut serta dalam sesi pelatihan ini. Peserta aktif berpartisipasi dalam sesi tanya jawab, menunjukkan antusiasme dan komitmen mereka terhadap pembelajaran. Respons dari kepala desa selama sesi tersebut menunjukkan dukungan kuat dan tanggapan positif terhadap kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Pelatihan ini mencakup pengenalan alat pest control, pengenalan aplikasi mobile KawalPadi, dan cara mengoperasikan perangkat kontrol hama berbasis IoT. Peserta diberi materi tentang cara menggunakan data yang dihasilkan oleh sensor untuk memantau dan

mengendalikan hama secara real-time. Sesi pelatihan dimulai dengan pembukaan dan orientasi, diikuti oleh tiga sesi utama: teori, praktik, serta simulasi dan latihan. Setelah pelatihan selesai, peserta mengisi kuesioner evaluasi dan mengikuti sesi diskusi untuk memberikan umpan balik. Pemasangan alat pest control berbasis IoT dilakukan oleh tim dosen PKM dan disaksikan oleh pendamping dari LPPM UNIMED, dengan bantuan mahasiswa dan kelompok tani Kenanga. Alat dipasang di area persawahan dengan harapan mencakup area yang luas dan memanfaatkan energi dari panel surya untuk pengoperasian sistem.

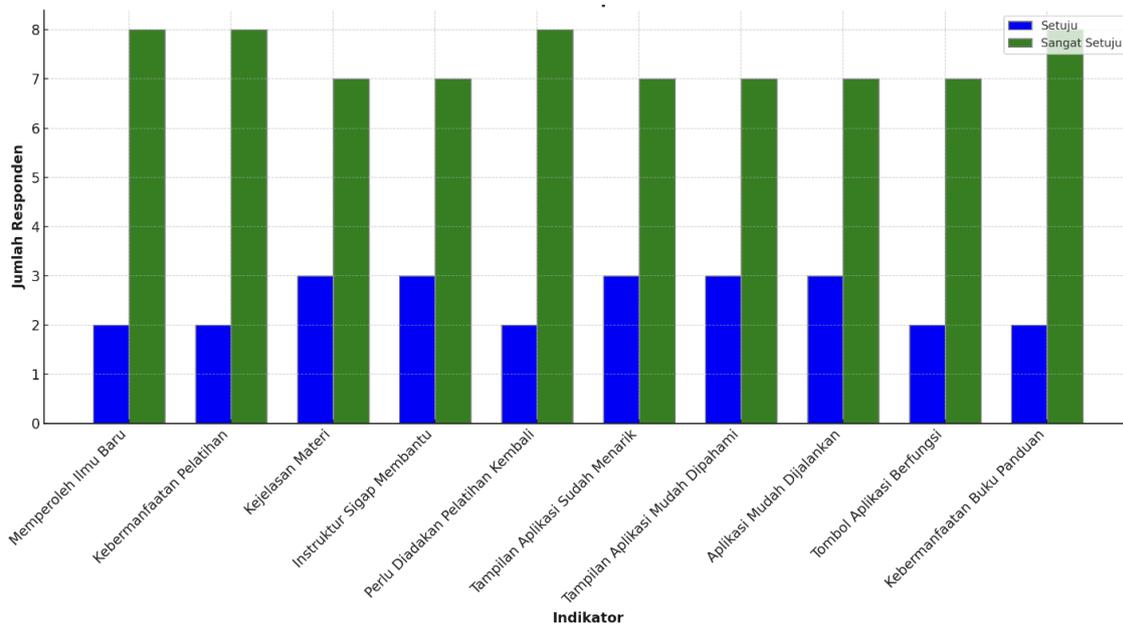
### 3. Pemantauan dan Evaluasi

Setelah pemasangan alat *Pest Control* berbasis IoT, tim melakukan pengujian sistem untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik. Pengujian meliputi pengecekan sensor lingkungan, efektivitas mekanisme suara dalam mengusir hama, kinerja lampu LED dalam menarik dan menangkap serangga, serta kehandalan modul komunikasi IoT dalam mengirim data ke aplikasi mobile. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya akan dievaluasi dan, jika perlu, dilakukan penyesuaian untuk meningkatkan kinerja sistem. Harapannya, dengan penerapan teknologi ini, produksi padi di Desa Petumbukan dapat meningkat kembali dan petani dapat terbantu dalam mengendalikan hama secara efektif.

**Tabel 1.** Hasil Uji Coba Alat

No	Hama	Jarak (meter)	Waktu yang Dibutuhkan	Hasil
1	Wereng	2	6 jam	Hama mati
2	Wereng	5	10 jam	Hama mati
3	Belalang	3	5 jam 30 menit	Hama mati
4	Belalang	6	11 jam	Hama mati

Setelah pelatihan dan pemasangan alat selesai, tim melakukan evaluasi terhadap kepuasan peserta pada pelatihan ini dalam bentuk kuesioner. Rangkuman hasil kuesioner, seperti terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Rangkuman Hasil Kuesioner Peserta

Berikut adalah grafik hasil kuisisioner pelatihan aplikasi mobile KawalPadi. Setuju ditandai dengan warna biru dan sangat setuju ditandai dengan warna hijau. Grafik ini menunjukkan jumlah responden yang memberikan penilaian "Setuju" dan "Sangat Setuju" untuk masing-masing indikator. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa mayoritas responden sangat setuju dengan berbagai aspek dari pelatihan dan penggunaan aplikasi mobile KawalPadi. Mayoritas peserta memberikan respon positif terhadap aplikasi KawalPadi dan pelatihan yang dilaksanakan. Lebih dari 80% peserta sangat setuju untuk menggunakan aplikasi KawalPadi untuk mengontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT. Serta peserta juga menyarankan adanya pelatihan lanjutan dengan penambahan fitur-fitur baru pada aplikasi.

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT di Desa Petumbukan menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan produksi padi dan mengatasi serangan hama wereng dan belalang. Dengan teknologi ini, petani dapat memantau kondisi sawah secara real-time dan mengendalikan hama secara efektif tanpa penggunaan pestisida kimia. Sistem ini tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga memberikan solusi ramah lingkungan yang berkelanjutan.

Sebanyak 80% peserta menunjukkan peningkatan keterampilan dalam menggunakan teknologi IoT untuk pengendalian hama dan pemantauan sawah serta peserta sangat setuju bahwa aplikasi mobile KawalPadi efektif untuk mengontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT. Peserta menjadi lebih terampil dalam menginstal dan mengoperasikan perangkat IoT serta menginterpretasikan data yang dihasilkan oleh sensor. Hasil kuisisioner menunjukkan mayoritas peserta merasa puas dengan pelatihan

yang diberikan. Semua indikator pada kuesioner, seperti memperoleh ilmu baru, kebermanfaatan pelatihan, kejelasan materi, dan sigapnya instruktur, mendapatkan respon positif dengan mayoritas peserta setuju dan sangat setuju.

Saran dari penerapan sistem kontrol hama padi dan monitoring sawah berbasis IoT ini meliputi perlunya peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan lanjutan dan pendampingan berkelanjutan untuk memastikan penggunaan teknologi secara maksimal. Pengembangan lebih lanjut dari sistem ini diharapkan dapat mencakup integrasi dengan lebih banyak jenis sensor dan mekanisme pengendalian hama lainnya. Selain itu, dukungan dari pemerintah dan institusi terkait sangat diperlukan untuk mengadopsi teknologi ini secara lebih luas di berbagai daerah pertanian guna meningkatkan produktivitas padi secara nasional. Monitoring dan evaluasi berkala juga penting untuk menilai efektivitas sistem dan melakukan penyesuaian yang diperlukan agar hasilnya optimal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) Universitas Negeri Medan atas dukungan pendanaan untuk pelaksanaan kegiatan ini pada tahun 2024 dengan nomor kontrak 0128/UN33.8/PPKM/PKM/2024. Terima kasih juga kepada kelompok tani Kenanga dan Desa Petumbukan yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan kepada tim kami dalam melaksanakan kegiatan pengabdian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abdurrozzaq Hasibuan, Suhela Putri Nasution, Fitri Amja Yani, Henni Adlini Hasibuan, & Nyak Firzah. (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/10.55123/abdikan.v1i4.1095>
- AFSIS Secretariat. (2023). Asean Food Security Information System Asean Agricultural Commodity Outlook. *Agricultural Commodity Outlook (ACO) Report, No.30(25)*, 57. <http://www.apfssis.org>
- Amadu, F. O., McNamara, P. E., & Miller, D. C. (2020). Understanding the adoption of climate-smart agriculture: A farm-level typology with empirical evidence from southern Malawi. *World Development*, 126, 104692. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104692>
- Azhari, R., Nababan, R., & Hakim, L. (2021). Strategi Pengendalian Hama Tanaman Padi Dalam Peningkatan Produksi Pertanian Oleh Dinas Pertanian Kabupaten Karawang. *JAS (Jurnal Agri Sains)*, 5(2), 199. <https://doi.org/10.36355/jas.v5i2.785>
- Cerda, R., Avelino, J., Gary, C., Tixier, P., Lechevallier, E., & Allinne, C. (2017). Primary and Secondary Yield Losses Caused by Pests and Diseases: Assessment and Modeling in Coffee. *PLOS ONE*, 12(1), e0169133. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169133>
- Efendi, R., & Sagita, D. (2022). Teknologi pertanian masa depan dan peranannya dalam menunjang ketahanan pangan. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.54297/sjme.v1i1.297>

- 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*, 101965. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101965>
- Hidayati, Q., Sorongan, E., Aditya, A. W., Zulkarnain, & Mustaqim, A. (2024). Teknologi Light Trap Deteksi Hama Menggunakan Panel Surya. *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, *6*(April), 1–6. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/index>
- Lonta, G., Pinaria, B. A. N., Rimbing, J., & Toding, marjam M. (2020). Populasi Hama Keong Mas (*Pomacea caniculata* L.) Dalam Umpan Dan Jebakan Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *In Cocos*, *5*(5), 1–6.
- Mahmudah, Saputri, R. E., Wicaksono, M., & Junapiah. (2023). Modernisasi Pertanian Padi Sawah Di Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Agrica Ekstensia*, *17*(1), 24–32. <https://ejournal.polbangtanmedan.ac.id/index.php/agrica/article/view/129%0A> <https://ejournal.polbangtanmedan.ac.id/index.php/agrica/article/download/129/70>
- Manueke, J., Assa, B. H., & Pelealu, E. A. (2018). Hama-Hama Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.) Di Kelurahan Makalonsow Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa. *Eugenia*, *23*(3). <https://doi.org/10.35791/eug.23.3.2017.18964>
- 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>
- Paputungan, H. F., Pobela, E., Mokoginta, A., Yessikah, F., & Sugeha, M. A. A. (2024). Identifikasi Hama Padi Sawah ( *Oryza Sativa* L ) Menggunakan Perangkat Cahaya Di Desa Konarom , Kecamatan Dumoga Identification of Paddy Rice Pests ( *Oryza sativa* L ) Using Light Trap in Konarom village , Dumoga Tenggara District , Bolaang Mongondow Regenc. *Jurnal Agrotek*, *8*(6), 68–75.
- Ratnawati, D., & Setiadi, B. R. (2019). Techno-Pest Control Berbasis IoT untuk Proteksi Tanaman Padi. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, *4*(2), 129–133. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v4i2.27396>
- Republik, N., & Nornor, R. I. (2019). *Permentan Nomor 9 Tahun 2016*.
- Wati, C. (2017). Identifikasi hama tanaman padi (*Oriza sativa* L) dengan perangkat cahaya di Kampung Desay Distrik Prafi Provinsi Papua Barat. *Jurnal Triton*, *8*(2), 81–87. <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/jt/article/view/25>