



Pengembangan Alat Pengusir Hama Burung dan Pengukur PH Tanah Otomatis Terintegrasi IoT Untuk Meningkatkan Hasil Pertanian Kelompok Tani Mangunsari

Khoirudin Fathoni¹, Alfa Faridh Suni², Izzati Gemi Seinsiani³, Muhammad Alvan Fauzi⁴, Raditya Wisnu Wardhana⁵, Yogi Prasetyo⁶, Arlinto⁷

^{1,2,4,5,6,7}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

³ Pendidikan Bahasa Inggris, Fakultas Bahasa dan Seni, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Article History

Desember

Abstrak

Kelompok Tani Ngambarsari terletak di Mangunsari Kota Semarang Jawa Tengah mengalami permasalahan pertanian yaitu serangan hama burung pipit dan ketidaksesuaian tingkat keasaman tanah. Solusi permasalahan ini berupa alat pengusir hama burung dengan sensor pH berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat ini menggunakan energi surya dan diakses melalui aplikasi *smartphone*. Metode pelaksanaan mencakup pembentukan tim, survei, desain perancangan alat, pembuatan alat dan aplikasi, uji coba, pembuatan buku pedoman, sosialisasi, implementasi, dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan dalam produktivitas pertanian. Alat ini dapat meningkatkan hasil panen gabah menjadi beras dari 55% menjadi 60% dalam 90 m², dengan keuntungan 177,12 kg beras per 90m² dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Implementasi sensor pH tanah pada alat ini membantu petani dalam mengelola pupuk dengan mengontrol tingkat keasaman tanah secara *real-time*.

Kata Kunci

IoT, Kelompok, Pengukur pH Tanah, Hama Burung, Produktivitas Pertanian

Abstract

The Ngambarsari Farmers Group located in Mangunsari, Semarang City, Central Java, faces agricultural problems such as sparrow pest attacks and soil acidity imbalances. The solution to these problems is a bird repellent device with an IoT-based pH sensor. This device uses solar energy and can be accessed via a smartphone application. The implementation method includes team formation, surveys, device design, device and application development, trials, guidebook creation, socialization, implementation, and evaluation. Test results show a significant increase in agricultural productivity. This device can increase the yield of harvested rice from 55% to 60% within 90 m², with a gain of 177.12 kg of rice per 90 m² compared to previous conditions. The implementation of the soil pH sensor in this device helps farmers manage fertilizers by controlling soil acidity realtime.

* E-mail

khoirudinfathoni@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat, sejalan dengan tingginya kebutuhan pangan di negara ini. Dampak dari pertumbuhan penduduk tersebut secara khusus memengaruhi permintaan dalam sektor pertanian (Prabowo et al., 2020), terutama pada produksi padi. Kenaikan signifikan terjadi pada kebutuhan pangan dasar, terutama dalam pertanian padi dan hortikultura (Carolina & Sirait, 2018). Salah satu tanaman yang mengalami peningkatan permintaan yang mencolok adalah padi. Masyarakat yang ikut terlibat dalam pertanian ini tidak hanya didorong oleh ketersediaan lahan yang luas, tetapi juga oleh meningkatnya kebutuhan beras sebagai bahan pokok (Sadewo & Novitasari, 2022). Kenaikan permintaan bahan pokok tersebut tercermin dalam upaya para petani untuk meningkatkan hasil panen padi. Para petani berusaha mengembangkan pertanian dengan cara mempercepat masa penanaman dan panen guna memenuhi kebutuhan beras yang terus meningkat (Kurniawan Agung Dhika, 2020).

Pertanian memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan perekonomian dalam negeri. Indonesia menjadi salah satu negara agraris di dunia dengan lahan pertanian yang luas (Rostati, 2020). Kota Semarang menjadi salah satu kota di Indonesia yang masyarakatnya bekerja menjadi petani (Maulana et al., 2022). Salah satunya, Kelompok Tani Ngambarsari yang terletak di Desa Mangunsari, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah. Dengan luas lahan pertanian $\pm 844.348,28 \text{ m}^2$ berdasarkan data yang didapat dari pengukuran Google Maps. Data yang didapatkan tim dari Desa Mangunsari Kecamatan Gunungpati terdapat 3 bengkok sawah yaitu bengkok lurah beranggotakan 21 petani, bengkok bekel 10 petani, dan bengkok carik 10 petani. Kelompok Tani Ngambarsari menjadi target penerapan program IP 400 Dinas Pertanian Kota Semarang dan Badan Pusat Statistik Kota Semarang dengan tujuan ketahanan pangan dan tanam setahun 3 hingga 4 kali yang ada di Kota Semarang (Ahnaf Bekti et al., 2023, Nurhidayati et al., 2022).

Untuk mendukung pertanian berkelanjutan, konservasi sumber daya alam menjadi faktor penting yang tidak dapat diabaikan. Konservasi dalam konteks pertanian mencakup upaya untuk menjaga kesuburan tanah, meminimalkan penggunaan pestisida dan pupuk kimia, serta menjaga keberlanjutan sumber air (Prima et al., 2021). Hal ini sangat relevan dalam menjaga produktivitas pertanian jangka panjang sekaligus melindungi ekosistem dari kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas pertanian yang tidak ramah lingkungan. Dengan memadukan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian, diharapkan dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sambil tetap meningkatkan hasil produksi pangan. Penggunaan energi terbarukan seperti tenaga surya dalam operasional alat pertanian juga merupakan langkah penting dalam mewujudkan pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Permasalahan yang muncul dalam pertanian adalah adanya organisme pengganggu berupa hama burung pipit (Hardiansyah, 2020). Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan upaya untuk mengatasi hama burung pipit seperti yang telah dilakukan oleh Oktivira & Kholis, (2020). Akan tetapi masih kurang efektif dimana dalam penelitian tersebut menggunakan sumber *hybrid* dari PLN dan aki yang kurang efisien dibanding menggunakan solar panel yang langsung di tempatkan pada alat pengusir hama burung yang dilakukan oleh Adhitya, (2018). Permasalahan Kelompok Tani Ngambarsari selain hama burung pipit tingkat keasaman tanah yang tidak sesuai (Peku Jawang, 2021). Permasalahan ini mengakibatkan menurunnya produktivitas pertanian sehingga tidak bisa mendukung program IP 400.

Mitra sudah berusaha menggunakan jaring pada sawah, serta memasang beberapa untaian tali yang disambungkan dengan kaleng yang diikat diatas tanaman padi untuk menimbulkan suara ketika ditarik. Solusi iptek dihadirkan berupa alat pengusir hama burung otomatis yang dilengkapi dengan pengukur pH berbasis IoT yang terkoneksi dengan aplikasi. Alat ini bersumberkan listrik dari tenaga surya berdasarkan letak geografis dari sawah mitra

dengan memanfaatkan energi matahari yang jumlahnya melimpah, sehingga nantinya dapat meningkatkan produktivitas pertanian.

Solusi inovatif dalam upaya mengendalikan hama padi adalah melalui penerapan alat berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat ini hadir untuk menangani salah satu hama padi, yaitu burung pipit. Dalam implementasinya, sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan burung pipit tersebut, dengan sensor PIR bertanggung jawab mendeteksi gerak burung pipit. Kontrol atas alat dilakukan secara remote melalui internet, router, dan *smartphone* berbasis LAN. Hasil dari penggunaan alat ini adalah penggerak dinamo motor yang bertujuan untuk mengusir burung pipit, memberikan solusi yang lebih efektif dalam pengendalian hama padi secara teknologi (Endra, 2020).

Tujuan yang dicapai pada Pengabdian Masyarakat ini adalah membantu mitra untuk menyelesaikan permasalahan hama burung yang mengganggu produktivitas padi menjelang bulan panen raya, serta mengatasi masalah daun padi yang menjadi kuning-kemerahan melalui *monitoring* secara *real-time* pH tanah yang dihadirkan melalui sensor pH. Dengan pemantauan secara online menggunakan *smartphone* sehingga dapat dipantau dan dioperasikan dari jarak jauh. Mengingat jumlah intensitas dan lamanya hujan pada bulan November - Januari cukup tinggi dan jenis bahan pupuk yang terkandung akan berpengaruh terhadap kesuburan tanah terhadap konsentrasi NH_4 dan NO_3 yang terdapat di aliran permukaan (Sukristiyonubowo, 2008.).

METODE

Metode pelaksanaan yang telah diterapkan untuk meningkatkan produktivitas padi pada saat panen menggunakan alat pengusir hama burung dilengkapi pengukur pH bertenaga surya berbasis IoT pada Kelompok Tani Ngambarsari, Desa Mangunsari, dilakukan dengan cara merancang dan mendesain alat dalam rangka mencapai tujuan pengabdian masyarakat. Sehingga, yang dilakukan adalah dengan tahapan seperti dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir sistem

Alur pelaksanaan program penerapan iptek untuk Kelompok Tani Ngambarsari terdiri dari beberapa tahapan, antara lain :

1. Pembentukan Tim

Pembentukan tim dilakukan guna mencapai tujuan dari Pengabdian Masyarakat melalui serangkaian kegiatan yang dilaksanakan di dalam lingkungan kampus.

2. Survei dan Observasi

Pada proses kegiatan survei dan observasi, tim akan melakukan kunjungan ke tempat Kelompok Tani Ngambarsari yang berlokasi di desa Mangunsari, kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah. Adapun proses wawancara dilaksanakan dengan ketua Kelompok Tani Ngambarsari mengenai permasalahan yang terjadi selama masa pertumbuhan padi.

3. Desain Perancangan Alat

Pada tahap ini, dilakukan perancangan alat pembasmi hama burung. Tahapan ini dilakukan setelah melakukan observasi, studi literatur, dan perumusan masalah. Nantinya, akan dilakukan proses pembuatan desain dalam merancang alat pembasmi hama burung yang terdiri dari kerangka, *wiring* kelistrikan, beserta keseluruhan sistem penggerak.

4. Pembuatan Alat dan Aplikasi

Setelah proses desain perancangan alat, akan dilanjutkan pada proses pembuatan alat beserta aplikasi yang terintegrasi dengan *Internet of Things*. Proses *programming* melalui aplikasi Arduino IDE dan Microsoft Visual Studio Code digunakan untuk membuat *framework* aplikasi yang bisa diakses melalui *smartphone* dari jarak jauh.

5. Uji Coba

Pada tahap uji coba akan dilakukan pengamatan terhadap parameter kapasitas daya yang dihasilkan dari panel surya untuk keberlangsungan berjalannya alat, kekuatan motor penggerak tali, daya tahan baterai, pengujian jangkauan sensor, dan jaringan Wi-Fi.

6. Pembuatan Buku Pedoman

Pada tahap ini dilakukan pembuatan buku pedoman mitra yang bertujuan untuk memberikan panduan alat, spesifikasi alat, beserta tahapan perawatan alat untuk mitra Kelompok Tani Ngambarsari.

7. Sosialisasi Alat dan Aplikasi

Pada tahap sosialisasi akan dilakukan penjelasan dan demonstrasi cara kerja alat kepada Kelompok Tani Ngambarsari dan masyarakat tentang prosedur penggunaan alat pembasmi hama burung otomatis beserta pengukuran pH tanah melalui sensor pH.

8. Implementasi

Setelah dilakukan proses sosialisasi alat dan aplikasi, warga sudah bisa menggunakan alat pembasmi hama burung otomatis secara mandiri beserta tahapan perawatan alat guna mencegah kerusakan alat.

9. Evaluasi

Evaluasi program dilakukan dengan memantau keberlangsungan alat dari tahapan awal hingga tahap implementasi. Parameter ini mencakup pemahaman mitra mengenai penggunaan alat, perawatan alat, kinerja alat beserta evaluasi kinerja tim.

Hasil pengaplikasian alat ini pada sawah dapat dilihat pada Gambar 2. Alat ini dirancang untuk membantu petani di Desa Mangunsari. Alat ini dirancang secara otomatis untuk mengusir hama burung yang dapat merugikan tanaman padi. Tidak hanya itu, alat ini juga dilengkapi dengan

sensor pH yang berfungsi untuk memonitor tingkat pH dalam air sawah. Fungsi sensor ini sangat penting karena memungkinkan para petani untuk memastikan bahwa tanaman padi mendapatkan kadar pH yang optimal. Dengan informasi yang diperoleh dari sensor pH, petani dapat mengidentifikasi apakah diperlukan



Gambar 2. Desain Implementasi Alat

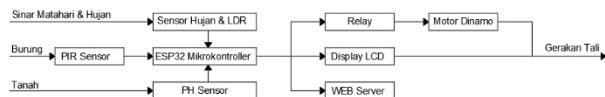
penambahan pupuk atau pengurangan penggunaan pupuk berlebihan. Dengan demikian, alat ini tidak hanya memberikan solusi untuk mengatasi hama burung, tetapi juga menjadi alat bantu yang penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan pertanian dan meningkatkan hasil panen. Spesifikasi alat ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Alat.

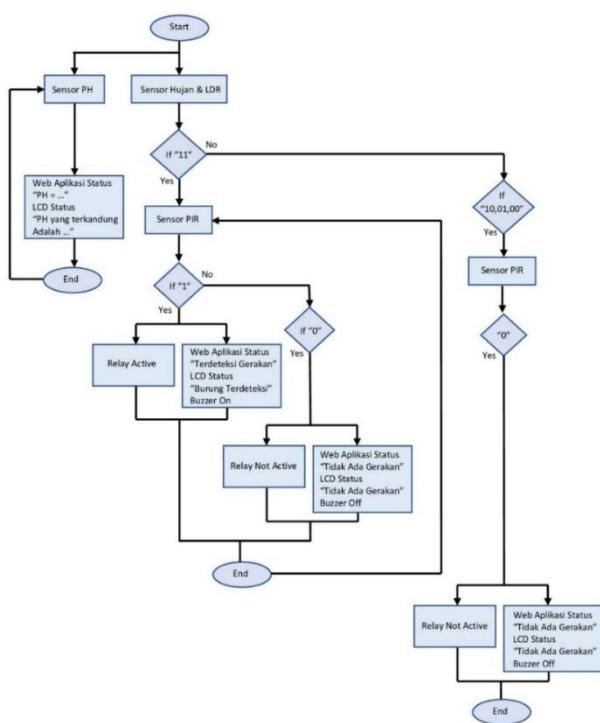
Kriteria	Spesifikasi
Jangkauan Alat	500m ²
Dimensi PxLxT	70 x 70 x 220 cm
Bahan Rangka	Baja Ringan
Tegangan Kerja	12V
Jangkauan WiFi	60m
Rentang Pembacaan Sensor pH	0-15
Kapasitas Panel Surya	120Wp
Kapasitas Battery	12V 40Ah

Pembuatan alat pengusir hama burung dilengkapi pengukur pH bertenaga surya berbasis *IoT* terdapat blok diagram alat rancangan yang terlampir pada Gambar 3 dengan 3 rangsangan pertama merupakan otomatisasi dari kondisi cuaca yaitu, sinar matahari dan hujan yang diintegrasikan dengan sensor hujan dan LDR, kedua rangsangan burung yang diintegrasikan

dengan PIR sensor, dan ketiga merupakan inputan kadar keasaman pH tanah yang diintegrasikan melalui sensor pH, dilanjutkan pada proses sistem dengan otak ESP32 kemudian diteruskan pada komponen relay sebagai pengaktif dinamo, LCD monitor untuk menampilkan informasi tentang kadar keasaman pH dan IP *address* untuk mengakses pada WEB server yang digunakan mengaktifkan dan menonaktifkan alat melalui aplikasi berbasis WEB server, dengan *output* dinamo untuk menggerakan tali



Gambar 4. Blok Diagram Sistem



Gambar 5. Flowchart program alat

Proses pembuatan perangkat lunak, langkah pertama melibatkan pembuatan diagram alir. Performa keseluruhan sistem sangat bergantung pada sinyal yang diterima dari sensor. Apabila sinyal *off* yang diterima disebabkan adanya sensor hujan yang mendeteksi yang mendeteksi bahwa cuaca sedang hujan atau sensor LDR yang mendeteksi bahwa sudah malam hari, maka *relay* tidak aktif, dan dilanjutkan dari sensor PIR jika tanpa rangsangan maka sistem akan mengirimkan notifikasi "Aman Burung" dan menonaktifkan

relay. Sebaliknya, jika sinyal *on*, *relay* menjadi aktif, notifikasi "Burung Terdeteksi" kemudian dikirimkan, dan *relay* diaktifkan. Pada kondisi sinyal *on*, sensor pH juga akan diaktifkan. Ketika sinyal menjadi *off*, semua sensor akan dinonaktifkan, sesuai dengan Gambar 4.

Keberlanjutan usaha mitra dapat secara signifikan ditingkatkan melalui penerapan solusi inovatif, yaitu alat pengusir hama burung yang dilengkapi dengan pengukur pH bertenaga surya berbasis *IoT*. Penerapan alat ini pada satu lahan percobaan menunjukkan peningkatan hasil panen yang mencolok, dengan persentase gabah yang berhasil menjadi beras meningkat hingga 60%, dibandingkan dengan sebelumnya yang hanya berkisar antara 52% hingga 55%. Hal ini mengindikasikan bahwa mitra dapat menghasilkan pendapatan yang lebih besar setelah menggunakan alat ini.



Gambar 1. Alat Tampak Depan, Samping, dan Belakang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terbukti dengan diterapkan alat ini yang dilengkapi pengukur pH bertenaga surya berbasis

IoT merupakan solusi inovatif dan efektif untuk mengatasi masalah serangan burung dalam pertanian. Keberhasilan alat ini tergambar jelas pada grafik kebermanfaatan, melalui perbandingan dua petak sawah, yaitu petak A dengan garis abu-abu dan petak B dengan garis jingga, menunjukkan peningkatan hasil panen secara konsisten. Pada penerapan alat di sawah dapat dilihat pada Gambar 6.

Rata-rata hasil panen dari empat penanaman sebelumnya berkisar antara 241,2 kg hingga 252 kg. Namun, pada masa panen kedua tahun 2023, setelah penerapan alat ini, terjadi peningkatan yang signifikan. Hasil panen mencapai 295,2 kg per 90m², sementara petak B hanya mencapai 255,6 kg per 90m² (Gambar 5). Peningkatan sebesar 19% ini berpotensi memberikan dampak positif pada produktivitas beras, menunjukkan bahwa alat ini mampu memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan hasil pertanian secara keseluruhan.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Gabah

Peningkatan persentase perubahan dari gabah menjadi beras, yang sebelumnya berada pada rentang 52-55%, kini mencapai 60% dari total berat gabah dan menghasilkan 177,12 kg beras per 90m² (Gambar 6). Perkembangan ini dapat dengan jelas diamati melalui grafik, di mana garis warna jingga mewakili petak B tanpa penggunaan alat, garis abu-abu mencerminkan petak A yang tidak dipantau, dan garis biru menggambarkan petak yang mendapat pemantauan.

Mitra dapat menjual hasil panen dalam bentuk gabah dan beras. Berdasarkan perbandingan hasil panen (Gambar 6 dan Gambar 7), pendapatan mitra dari hasil panen meningkat sejalan dengan meningkatnya hasil panen dapat berupa gabah dan beras. Gambar 8 menunjukkan

sebelum adanya alat ini, mitra mendapatkan penghasilan kotor meningkat sebesar 19% dari tahun 2023 pertama, dari Rp. 1.997.641,00 menjadi Rp. 2.516.875,00. Dapat dilihat juga dampak penggunaan pH untuk pemantauan kadar keasaman yang meningkatkan persentase hasil gabah menjadi beras menjadi 60%.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Beras



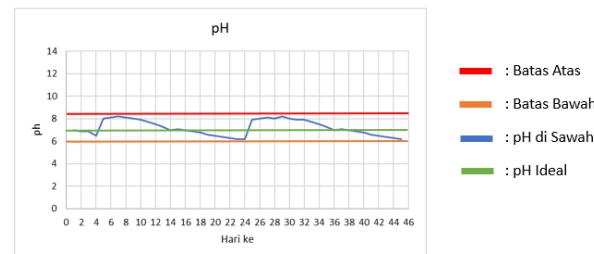
Gambar 4. Grafik Profit Mitra

Keberlanjutan usaha mitra dapat secara signifikan ditingkatkan melalui penerapan solusi inovatif, yaitu alat pengusir hama burung yang dilengkapi dengan pengukur pH bertenaga surya berbasis *IoT*. Penerapan alat ini pada satu lahan percobaan menunjukkan peningkatan hasil panen yang mencolok, dengan persentase gabah yang berhasil menjadi beras meningkat hingga 60%, dibandingkan dengan sebelumnya yang hanya berkisar antara 52% hingga 55%. Hal ini mengindikasikan bahwa mitra dapat menghasilkan pendapatan yang lebih besar setelah menggunakan alat ini.

Berdasarkan Gambar 9 petani dapat memantau kadar keasaman pH pada tanah sawah mereka dengan memantauanya melalui LCD yang telah disediakan di box alat tersebut atau bisa juga dengan menggunakan *smartphone* pada aplikasi yang telah dihubungkan dengan alat ini. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan setelah alat ini dipasang petani dipermudah memperkirakan

rentang pemberian pupuk pada sawah mereka dengan memperhatikan tingkat keasaman pH. Sebagaimana disimpulkan dari (Yudhana et al., 2018), produksi panen yang melimpah dipengaruhi oleh kualitas tanah dan air. Namun, selama ini petani hanya mengandalkan metode perkiraan dan mengamati praktik dari petani sebelumnya. Pendekatan ini dianggap kurang optimal, sehingga petani membutuhkan alat yang dapat memberikan informasi atau memantau kualitas tanah dan air secara langsung. Hasil grafik output pH tanah pada monitor (Gambar 9) telah dimanfaatkan petani untuk memperhatikan pemberian pupuk agar tetap di rentang ideal.

Rentang nilai pH yang optimal untuk tanaman berkisar antara 6,0 hingga 8,0, walaupun nilai pH terbaik adalah 7,0, disertai dengan suhu rata-rata antara 27° hingga 32° (Yudhana et al., 2018). Salah satu kendala yang dihadapi oleh petani adalah kurangnya pengetahuan mengenai kondisi tanah dan air. Permasalahan muncul karena kurangnya pemahaman petani terhadap kondisi persawahan setelah panen. Oleh karena itu, penting untuk memahami dengan baik kondisi tanah dan kualitas air. Jumlah mikroba dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah dan ketersediaan bahan organik. Peran serta fungsi mikroba tanah memiliki peran krusial dalam menentukan keberlanjutan sistem produksi pertanian. Mikroba tanah memiliki tanggung jawab dalam berbagai proses transformasi nutrisi dalam tanah yang berkaitan dengan kesuburan dan kesehatan tanah. Grafik tersebut telah diaplikasikan oleh petani, yang kini memperhatikan pemberian pupuk agar tetap berada dalam rentang ideal tersebut. Proses pengukuran dilakukan setiap interval 1 hari saat petani memberikan pupuk. Pemupukan dilakukan selama 5 hari pada hari ke 5-9, pada saat pemupukan angka pH naik di angka 8 yang masih dibatas atas keidealan kadar keasaman pH, kemudian berangsur turun dan pada hari ke 23 kadar keasaman pH menyentuh pada batas bawah keidealan keasaman pH dengan dilakukan pemupukan kembali pada hari ke 25-29.



Gambar 10. Grafik Pengukuran Tingkat pH Tanah

PENUTUP

Penggunaan alat ini telah membawa dampak positif bagi Kelompok Tani Ngambarsari. Hasil panen gabah meningkat, yang secara langsung berdampak pada produksi beras. Kenaikan jumlah hasil panen ini berkontribusi pada peningkatan profitabilitas Kelompok Tani Ngambarsari. Alat ini tidak hanya menjadi solusi praktis untuk mengatasi hama dan permasalahan tanah, tetapi juga menjadi fasilitator dalam mendukung keberhasilan Program IP 400. Dengan demikian, alat ini tidak hanya memberdayakan kelompok tani dalam meningkatkan produktivitas pertanian mereka, tetapi juga sejalan dengan visi program pemerintah dalam mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnaf Bekt, M., Gayatri, S., & Prasetyo, A. S. (2023). Implementasi Program Kostratani Di Wilayah Kerja Balai Penyuluhan Pertanian Kecamatan Gunungpati Implementation Of Kostratani In Gunungpati District. MAHATANI, 6(1).
- Carolina, M., & Sirait, R. A. (2018). *The influence Of Food Imports On Farmers Welfare* (Vol. 3, Issue 2).
- Endra, R. Y. (2020). *Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonic Dan Motor Servo Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Pengusir Hama Disawah.* <https://www.researchgate.net/publication/347690066>
- Hardiansyah, M. Y. (2020). PENGUSIR HAMA BURUNG PEMAKAN PADI OTOMATIS

- DALAM MENUNJANG STABILITAS PANGAN NASIONAL. *Jurnal ABDI*, 2(1).
- Kurniawan Agung Dhika, G. (2020). *KEMRUNGSUNG: Intensifikasi Pertanian oleh Petani di Desa Kenalan Kecamatan Pakis Kabupaten Magelang.*
- Maulana, R. A., Warsono, H., Astuti, R. S., & Afrizal, T. (2022). Urban Farming: Program Pemanfaatan Lingkungan Untuk Pengembangan Pertanian Perkotaan di Kota Semarang. *PERSPEKTIF*, 11(4), 1329–1335. <https://doi.org/10.31289/perspektif.v11i4.6302>
- Nurhidayati, Afi., Khairiyakh, ul, & Nadifta Ulfa, A. (2022). MOTIVASI PETANI MENERAPKAN INDEKS PERTANAMAN PADI 400 DI KECAMATAN MASARAN KABUPATEN SRAGEN Farmers' Motivation to Apply the 400 Rice Planting Index in Masaran District, Sragen Regency. In *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis* (Vol. 25, Issue 01).
- Peku Jawang, U. (2021). Penilaian Status Kesuburan dan Pengelolaan Tanah Sawah Tadah Hujan di Desa Umbu Pabal Selatan, Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3), 421–427. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.421>
- Prabowo, R., Nur Bambang, A., & Sudarno. (2020). *Population Growth And Agricultural Land Conversion.*
- Prima, Jubert., Rumambi, Ir David P., & Kamagi Ir. Yani E. B. (2021). Identifikasi Teknik Konservasi Tanah dan Air di Kawasan Persawahan untuk Menunjang Pengembangan Agrowisata Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal UNSRAT*.
- Rostati. (2020). *Dampak Modernisasi Dalam Inovasi Pertanian Pada Masyarakat Petani Di Desa Soki Kecamatan Belo Kabupaten Bima Nusa Tenggara Barat.*
- Sadewo, S., & Novitasari. (2022). Perubahan Mata Pencaharian Pada Masyarakat Petani Muda di Desa Sidomulyo Kabupaten Lamongan. In *Universitas Negeri Surabaya* (Vol. 2022).
- Sukristiyonubowo. (2008). *Mobilitas Sedimen dan Hara pada Sistem Sawah Berteras Dengan Irrigasi Tradisional*. *Sediment and Nutrient Mobility in Terraced Paddy Fields under Traditional Irrigation System.*
- Yudhana, A., Sunardi, & Ikrom, A. (2018). *Aplikasi Android Untuk Monitoring Kualitas Lahan Pertanian.*