

Rancang Bangun Perangkat Pengusir Hama Berbasis IoT Menggunakan Sensor Pir Dan Buzzer Sebagai Solusi Dari Masalah Pertanian

Varona Maharani^{1*)}, Salysa Eka Nabilla², Azizahtul Mar'atus Soliha³, Kelvin Aprianto⁴,
 Arini Rosa Sinensis⁵, Thoha Firdaus⁶

^{1*)}, 2, 3, 4, 5, 6 Universitas Nurul Huda

^{*)}vrnaona.4@gmail.com

Info Artikel: **Abstract**

Dikirim:
 22 Januari 2026
 Revisi:
 03 Februari 2026
 Diterima:
 04 Juli 2026

Keyword:

Buzzer, ESP32,
 IoT, Pest
 Control, PIR
 Sensor.

Kata Kunci:

Buzzer, ESP32,
 IoT,
 Pengendalian
 Hama, Sensor
 PIR.

The agricultural sector is one of the vital sectors that supports the economy. For most people living in rural areas, this sector, such as rice or vegetable cultivation, is their main source of livelihood. In fact, nearly half of Indonesia's population depends on the agricultural sector for their income. In addition to being a source of livelihood, agricultural products are also considered a valuable investment that supports the family economy and is a mainstay of national food security in large quantities. However, productivity is often disrupted by serious pest attacks, which can lead to decreased yields and even potential crop failure. Conventional pest control methods often involve chemicals that damage the environment, while manual methods require the physical presence of farmers in the field. This study aims to design and build a prototype of an automatic pest repellent device based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller, Passive Infrared (PIR) Sensor, and Buzzer as the main actuator. The PIR sensor detects pest movement, triggering the ESP32 to activate the buzzer, which produces sound waves to repel pests. The IoT system allows remote monitoring and control via a smartphone application, providing an efficient and eco-friendly solution to agricultural problems. Functionality testing results indicate that the device operates according to the designed logic flow. Circuit testing was conducted using the Wokwi simulator, while field testing of the PIR sensor's performance showed that the success rate of data transmission to the Blynk platform reached 100% under stable Wi-Fi network conditions. Quantitatively, the PIR sensor exhibits optimal detection performance within a range of 3 to 5 meters with a wide-angle coverage of up to $\pm 45^\circ$, and the maximum effective detection radius falls within the 5–7-meter range. The uniqueness of this study compared to previous research lies in the integration of the Blynk platform, which is capable of displaying real-time binary visualizations of pest status alongside numerical data on object detection distance. Additionally, this device is housed in a portable, powerbank-powered protective case with an adaptive maintenance door design, making it highly efficient for direct placement at strategic points in rice field areas without reliance on AC power..

Abstrak

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor vital yang menunjang perekonomian. Bagi sebagian besar penduduk yang tinggal di pedesaan, sektor ini merupakan mata pencaharian utama. Bahkan, hampir separuh penduduk Indonesia menggantungkan penghasilan mereka pada sektor pertanian. Selain sebagai mata pencaharian, hasil pertanian juga dianggap sebagai investasi berharga yang mendukung perekonomian keluarga dan menjadi andalan ketahanan pangan nasional dalam jumlah besar. Namun, produktivitasnya seringkali terganggu oleh serangan hama, yang berdampak pada menurunnya hasil panen bahkan hingga berpotensi gagal panen. Metode pengendalian hama konvensional sering melibatkan bahan kimia yang merusak lingkungan, sementara metode manual memerlukan kehadiran fisik petani di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe perangkat pengusir hama otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32, *Sensor Passive Infrared (PIR)*, dan *Buzzer* sebagai aktuator utama. Sensor PIR mendeteksi pergerakan hama, memicu ESP32 untuk mengaktifkan buzzer yang menghasilkan gelombang suara sebagai pengusir. Sistem IoT memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi smartphone, memberikan solusi efisien dan *eco-friendly* untuk masalah pertanian. Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan perangkat bekerja sesuai alur logika yang dirancang. Pengujian sirkuit dilakukan menggunakan simulator Wokwi, sedangkan pengujian performa sensor PIR di lapangan menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data ke platform Blynk mencapai 100% pada kondisi jaringan Wi-Fi yang stabil. Secara kuantitatif, sensor PIR memiliki performa deteksi optimal pada radius jangkauan 3 hingga 5 meter dengan cakupan sudut lebar hingga $\pm 45^\circ$, dan batas radius deteksi efektif maksimal berada pada rentang 5–7 meter. Keunikan penelitian ini dibanding penelitian sebelumnya terletak pada integrasi platform Blynk yang mampu menampilkan visualisasi biner status hama sekaligus data numerik jarak deteksi objek secara real-time. Selain itu, perangkat ini dikemas dalam kotak proteksi portabel bertenaga powerbank dengan desain pintu maintenance yang adaptif, sehingga sangat efisien untuk ditempatkan langsung di titik-titik strategis area persawahan tanpa ketergantungan pada listrik AC.

© 2026 STKIP Darud Da'wah wal Irsyad Pinrang

I. PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia merupakan salah satu sektor terpenting yang menunjang perekonomian dan ketahanan pangan nasional. Khususnya tanaman padi, menempati posisi yang sangat strategis bagi kehidupan masyarakat Indonesia karena beras menjadi bahan pangan pokok hingga sekitar 90% dari total populasi (Akbar et al., 2022). Oleh karena itu, menjaga produktivitas dan stabilitas hasil pertanian menjadi hal yang krusial. Namun, upaya peningkatan produktivitas pertanian secara konsisten seringkali menghadapi tantangan serius, salah satunya adalah gangguan hama. Hama seperti burung dan tikus dikenal sebagai salah satu kelompok hama utama yang dapat menyebabkan kerusakan parah, terutama ketika tanaman mulai berbuah hingga masa panen. Tingginya jumlah hama di suatu wilayah pertanian sering kali berdampak pada menurunnya hasil panen secara signifikan, dan bahkan berpotensi mengakibatkan gagal panen.

Secara tradisional, pengendalian hama sering dilakukan menggunakan dua metode utama: secara fisik/manual atau menggunakan pestisida kimia. Metode manual, seperti pengusiran oleh petani secara langsung, dibatasi oleh keterbatasan waktu dan jarak antara tempat tinggal dengan lahan pertanian, serta memerlukan kehadiran fisik terus-menerus di lapangan. Sementara itu, metode kimia dengan pestisida menimbulkan ancaman jangka panjang terhadap ekosistem dan kesehatan, yaitu polusi lingkungan, residu pada produk pertanian, serta potensi risiko kesehatan bagi petani dan konsumen (Rajagukguk et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang ramah lingkungan (eco-friendly) dan berkelanjutan.

Sejalan dengan berkembangnya era revolusi industri, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam manajemen pertanian modern (Smart Farming). Sistem IoT memungkinkan monitoring dan kontrol sistem pertanian secara otomatis dan real-time. Berangkat dari kebutuhan ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat pengusir hama otomatis berbasis IoT, memanfaatkan Sensor PIR (Passive Infrared) untuk deteksi gerakan dan Buzzer yang menghasilkan gelombang suara sebagai mekanisme pengusiran, dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Sistem ini mengatasi perlunya kehadiran fisik petani terus-menerus di sawah. Selain itu, ia mendukung pertanian berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi cerdas dan efisien untuk mengurangi kerugian akibat hama tanpa bergantung pada metode kimia.

Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba menyelesaikan masalah ini, salah satunya adalah penelitian oleh Pratama dan Wijaya (2023) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 untuk memantau kondisi lingkungan pertanian. Penggunaan ESP32 dinilai sangat efektif karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth internal yang memudahkan konektivitas IoT dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Melalui pengujian mereka, terbukti bahwa ESP32 memiliki stabilitas yang tinggi dalam mengirimkan data sensor ke platform cloud (seperti Blynk atau ThingsBoard) menggunakan protokol MQTT secara real-time. Akan tetapi, fokus penelitian tersebut masih terbatas pada monitoring kelembaban tanah dan suhu, sehingga belum menyentuh aspek pengendalian hama secara aktif.

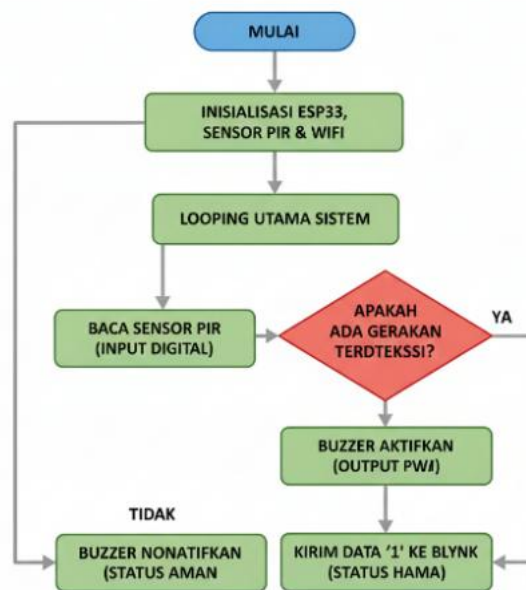
Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang serta mengembangkan sebuah prototipe sistem pengusir hama otomatis yang berbasis mikrokontroler ESP32 dengan mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT). Fokus utama dari pengembangan ini adalah mengimplementasikan sinergi antara perangkat keras dan perangkat lunak agar sistem dapat beroperasi secara cerdas di lahan pertanian. Selain itu, penelitian ini juga diarahkan untuk menguji kinerja dan fungsionalitas sensor Passive Infrared (PIR) sebagai unit input utama dalam mendeteksi pergerakan hama, seperti burung atau tikus, secara akurat. Melalui pengujian ini, diharapkan sistem tidak hanya mampu merespons gangguan secara real-time melalui aktivasi suara, tetapi juga mampu menyediakan data monitoring yang presisi bagi petani melalui platform digital.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan prinsip *Research and Development* (R&D) dalam mengembangkan sistem monitoring hama guna menciptakan produk fungsional yang lebih baik. Fokus utama dari metode ini adalah integrasi sensor gerak pada perangkat pengusir yang mampu menghasilkan *output* suara secara otomatis saat mendeteksi gangguan (Bude et al., 2024). Metode penelitian *Research and Development* (R&D) berisi rangkaian langkah sistematis untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan alat yang sudah ada guna memecahkan masalah praktis di lapangan dengan model pengembangan prototyping (Hidayatullah & Pribadi, 2022). Metode *Research and Development* (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk pendidikan, dan menguji keefektifan produk tersebut dalam bidang pendidikan (Yachod et al., 2024). Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan untuk menciptakan solusi teknologi yang aplikatif dan dapat diuji secara bertahap guna meminimalisir kesalahan sistem. Penggunaan model prototyping memungkinkan untuk memvisualisasikan

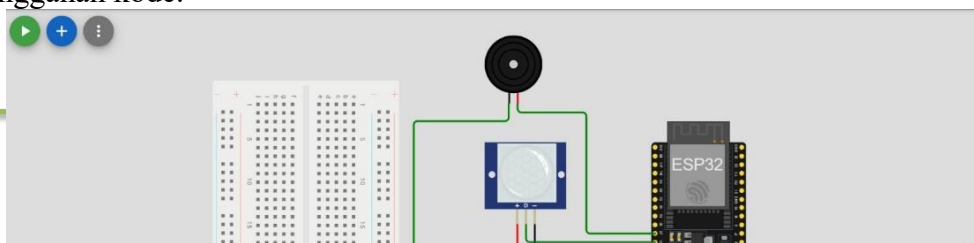
konsep sistem sebelum benar-benar dibuat dalam skala besar serta memungkinkan untuk melakukan literasi desain berdasarkan hasil evaluasi fungsionalitas di setiap tahapannya. Tahapannya meliputi: 1) Pengumpulan Kebutuhan, 2) Membangun Prototype, 3) Evaluasi Prototype, 4) Mengkodekan Sistem, 5) Menguji Sistem, 6) Evaluasi Sistem. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Akbar yang menekankan bahwa pengembangan alat pengusir hama pada tanaman padi memerlukan perancangan perangkat keras dan lunak yang terintegrasi secara modular untuk memastikan efektivitas sistem di lapangan (Akbar et al., 2022).

Konfigurasi perangkat keras dalam sistem ini mengintegrasikan sensor PIR, *buzzer*, dan mikrokontroler ESP8266 sebagai komponen inti penggerak sistem. Pemanfaatan sensor PIR didasarkan pada keandalannya dalam menangkap pancaran inframerah dari gerakan makhluk hidup secara presisi untuk memicu respon akustik otomatis. Pendekatan integrasi ketiga komponen tersebut telah terbukti menjadi solusi yang menjanjikan dalam mendeteksi dan memitigasi gangguan hama pada lahan pertanian secara otomatis (Prasetyani et al., 2024). Setelah kerangka konseptual penelitian ditetapkan melalui metode R&D, tahap selanjutnya adalah menerjemahkan alur kerja sistem ke dalam bahasa pemrograman. Dalam hal ini, Arduino IDE digunakan sebagai lingkungan pengembangan utama untuk menyusun kode sumber berbasis C++ menjadi standar mikrokontroler yaitu ESP32 (Jalaludin & Laksmiati, 2023). Pada fase pengembangan, perangkat lunak ini berperan krusial dalam menyusun instruksi algoritma, mulai dari pemrosesan input digital dari sensor PIR hingga pengaturan output suara pada buzzer. Kode program dirancang untuk membaca data digital dari sensor PIR yang mendeteksi pancaran sinar infra merah pasif dari hama (Rizky et al., 2024). Program yang telah selesai dikompilasi (compile) kemudian diunggah ke mikrokontroler fisik melalui koneksi kabel USB.



Gambar 2.1 Flowchart Logika Sistem Pengusir Hama Otomatis

Untuk memvalidasi integrasi antara kode program dan perangkat keras, dilakukan perancangan skema elektronik menggunakan simulator Wokwi. Tahap ini berfungsi untuk memastikan bahwa hubungan antar komponen, seperti ESP32 sebagai unit pemroses, sensor PIR sebagai input, dan buzzer sebagai output, telah terhubung pada pin GPIO yang tepat sebelum dilakukan perakitan fisik (Rizky et al., 2024). Melalui skema ini, distribusi daya dari jalur breadboard ke seluruh komponen dapat dipetakan secara presisi guna menghindari kesalahan fatal saat pengunggahan kode.



Gambar 2.1 Skema Rangkaian Elektronik pada Simulator Wokwi

Integrasi IoT Melalui Platform Blynk Sebagai pelengkap sistem otonom yang dibangun pada Arduino IDE, platform Blynk diintegrasikan sebagai antarmuka berbasis *cloud* untuk fungsi monitoring dan kendali jarak jauh. Dalam skema *Internet of Things* (IoT) ini, Blynk berperan penting dalam memvisualisasikan status operasional perangkat kepada petani secara *real-time*. Platform ini dikonfigurasi untuk menampilkan data dalam bentuk biner sebagai indikator aktivitas sistem; angka 1 akan muncul pada dasbor aplikasi saat sensor mendeteksi objek/hama yang kemudian memicu aktivasi komponen *buzzer*, sedangkan angka 0 menunjukkan bahwa tidak ada objek yang terdeteksi dan sistem berada dalam kondisi aman atau siaga (Rizky et al., 2024). Selain indikator status, Blynk juga berfungsi menampilkan data numerik terkait jarak deteksi objek yang tertangkap oleh sensor. Melalui integrasi ini, petani tetap memiliki akses informasi yang presisi mengenai jangkauan gangguan hama di area pertanian dan mendapatkan notifikasi langsung pada *smartphone/laptop*. Keberadaan Blynk memastikan bahwa meskipun pengguna tidak berada di lokasi fisik, efektivitas alat dalam memproteksi lahan tetap dapat dipantau dan dikendalikan sepenuhnya melalui jaringan internet.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi Perangkat Keras

Implementasi fisik dari perangkat pengusir hama berbasis IoT ini dirancang dengan memperhatikan proteksi komponen dan estetika. Berdasarkan Gambar [3.1] Perangkat dikemas dalam sebuah kotak kayu berbentuk miniatur rumah berwarna cokelat yang berfungsi sebagai pelindung utama seluruh modul elektronik dari gangguan lingkungan. Pada bagian depan perangkat, terdapat dua komponen utama yang berinteraksi langsung dengan lingkungan, yaitu sensor PIR dan buzzer. Sensor PIR diposisikan di bagian tengah bawah untuk mendapatkan sudut deteksi yang optimal terhadap pergerakan hama di permukaan tanah. Sementara itu, buzzer diletakkan tepat di atas sensor untuk memastikan penyebaran gelombang suara pengusir tidak terhambat oleh bagian alat.



Gambar 3.1 Hasil Akhir Alat Pengusir Hama Otomatis

Bagian dalam perangkat menunjukkan susunan komponen yang terorganisir. Sistem ini ditenagai oleh sebuah powerbank sebagai sumber daya portabel, yang memungkinkannya ditempatkan di area persawahan tanpa bergantung pada jala-jala listrik AC. Mikrokontroler

(ESP32) ditempelkan pada sisi pintu interior bersama dengan breadboard untuk memudahkan koneksi kabel jumper. Penggunaan kabel berwarna (merah, biru, kuning) memudahkan dalam identifikasi jalur data dan daya antara mikrokontroler, sensor, dan aktuator. Seperti yang terlihat pada Gambar [3.1], perangkat ditempatkan pada alas rumput sintetis sebagai simulasi penempatan di area pertanian. Desain pintu yang dapat dibuka-tutup mempermudah proses pemeliharaan (maintenance), pengisian daya powerbank, maupun perbaikan sirkuit tanpa harus membongkar seluruh struktur alat.

3.2. Hasil Pengujian Sensor PIR

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana akurasi sensor PIR dalam mendeteksi objek berdasarkan variabel jarak dan sudut. Pengujian ini sangat penting untuk menentukan titik penempatan alat yang paling efektif di area persawahan. Data hasil pengujian jarak dan sudut deteksi dirangkum dalam tabel [3.1] berikut:

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Sensor PIR

Jarak (Meter)	Posisi Kiri (-45°)	Posisi Tengah (0°)	Posisi Kanan (+45°)
3 Meter	Terdeteksi (1)	Terdeteksi (1)	Terdeteksi (1)
5 Meter	Terdeteksi (1)	Terdeteksi (1)	Terdeteksi (1)
7 Meter	Tidak Terdeteksi (0)	Terdeteksi (1)	Tidak Terdeteksi (0)
> 7 Meter	Tidak Terdeteksi (0)	Tidak Terdeteksi (0)	Tidak Terdeteksi (0)

Berdasarkan data pada tabel [3.1], dapat dianalisis bahwa sensor PIR memiliki performa terbaik pada jarak 3 hingga 5 meter dengan rentang sudut deteksi yang lebar. Semakin jauh jarak objek dari sensor, maka sudut deteksi efektif akan semakin menyempit. Hal ini disebabkan oleh karakteristik lensa Fresnel pada sensor PIR yang memiliki keterbatasan jangkauan radiasi inframerah. Pada jarak 10 meter, sensor PIR tidak lagi mampu menangkap radiasi inframerah, sehingga ESP32 mengirimkan data biner '0' ke platform Blynk dan Buzzer tetap berada dalam kondisi standby. Hal ini menunjukkan jangkauan efektif alat ini berada pada radius maksimal 5-7 meter dengan cakupan sudut tertentu. Sistem pengiriman data ke aplikasi Blynk juga menunjukkan keberhasilan 100% selama perangkat terhubung dengan sinyal Wi-Fi yang stabil. Respon *buzzer* yang berbunyi secara instan saat status "Terdeteksi" muncul membuktikan bahwa *latency* antara pembacaan sensor dan eksekusi aktuator sangat rendah, sehingga perangkat ini layak digunakan sebagai solusi perlindungan tanaman secara *real-time*.

Sistem IoT pada perangkat ini menunjukkan performa yang stabil dalam pengiriman notifikasi berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Penerapan teknologi tersebut memungkinkan pemantauan aktivitas hama di area persawahan secara *real-time*, yang membantu mengatasi hambatan jarak bagi petani dalam menjaga lahan mereka (Sufaat, 2024). Hasil pengujian jarak dan sudut deteksi pada alat ini menegaskan pentingnya transformasi teknologi pertanian berbasis IoT untuk mengendalikan gangguan hama secara efektif (Fitria et al., 2026). Penggunaan sensor PIR dan *buzzer* terbukti mampu meminimalkan risiko serangan hama dibandingkan dengan metode tradisional, seperti orang-orangan sawah, yang dinilai kurang efektif dalam jangka panjang.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan capaian yang sangat solid dan memiliki posisi tawar yang kuat jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu di bidang smart farming. Keberhasilan sistem dalam meminimalkan risiko serangan hama menggunakan kombinasi sensor PIR dan buzzer secara ilmiah berhasil menjawab kelemahan mendasar dari metode konvensional seperti orang-orangan sawah. Secara biologis, hama seperti burung dan tikus memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap objek statis yang gerakannya dapat diprediksi (habituation process). Melalui penerapan sensor PIR yang memicu buzzer secara dinamis—hanya aktif ketika mendeteksi gerakan nyata—sistem ini memberikan efek kejutan mendadak yang jauh lebih efektif dan tidak mudah dipelajari oleh hama dalam jangka panjang.

Validasi mengenai pengujian jarak dan sudut deteksi (Fitria et al., 2026) juga mempertegas aspek kebaruan ilmiah dari alat ini. Banyak prototipe terdahulu yang gagal di fase implementasi akibat masalah false triggering—seperti salah mendeteksi lambaian daun atau tanaman padi

sebagai hama. Dengan keberhasilan kalibrasi sudut dan jarak pada sensor PIR dalam penelitian ini, sistem terbukti memiliki akurasi deteksi yang presisi di lingkungan sawah yang dinamis. Kendati demikian, untuk pengembangan di masa depan, efektivitas sistem ini masih dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan penggunaan panel surya sebagai sumber daya mandiri serta penerapan jaringan multisensor (mesh network) guna memperluas radius cakupan deteksi pada area persawahan skala besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. T., Arda, A. L., & Taufiq, I. (2022). *ALAT PENGUSIR BURUNG PADA TANAMAN PADI BERBASIS IoT*. 8(2), 101–107.
- Bude, K., Tute, K. J., & Bhae, B. Y. (2024). *SISTEM INFORMASI MONITORING HAMA (BURUNG PIPIT) PADA AREA SAWAH BERBASIS IoT (Internet Of Things) (Studi Kasus Desa Nangadhero)*. 9(2), 114–123.
- Fitria, R., Yusdartono, H. M., Karima, A., & Setiawan, R. (2026). *Transformasi Pertanian Padi Berbasis IoT dan Edukasi Petani : Solusi Pengendalian Hama Burung dan Monyet Liar di Desa Pulo Aceh Utara*. 5(1), 33–39.
- Hidayatullah, D., & Pribadi, M. (2022). *Perancang Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Kejut Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)*. 4(2), 74–78.
- Jalaludin, R., & Laksmiati, D. (2023). *Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung*. 6(2), 122–134.
- Prasetyani, L., Melati, P., Citra, K., Alfandi, R., & Chaerullah, M. (2024). *Microcontroller-based prototype design for bird pest repellent technology in agriculture*. 1(October), 22–30.
- Rajagukguk, M. A., Santoso, G., Hani, S., & Mubarak, I. (2022). *RANCANG BANGUN PERANGKAP HAMA SERANGGA MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32*. November, 26–34.
- Rizky, F., Ch, S., & Darmawan, B. (2024). *Rancang Bangun Prototipe Pengusir Hama Burung Dan Tikus Sawah Berbasis IoT Terintegrasi Aplikasi Android*. 2(1), 61–69.
- Sufaat, I. (2024). *Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things (IoT)*. 5(2), 306–314. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i2.4921>
- Yachod, A., Kurniawan, W., & Saptaningrum, E. (2024). *Pengembangan e-modul fisika berbasis etnosains pada materi fluida*. 41–48.