



Alat Pengusir Hama Burung

Karnova Yanel

Institut Teknologi Padang, Padang

Email: karnova.yanel@gmail.com

Received : 17 Mei 2023; Received in revised form : 5 Juni 2023; Accepted : 16 Juni 2023

Abstract

Pests are animals that interfere with agricultural production such as wild boars, squirrels, rats, and insects. Several types of pests often attack rice plants, causing significant losses to farmers. Therefore researchers are interested in making bird repellent devices using a microcontroller. Microcontroller is a functional computer system on a chip. It contains a processor core, memory (a small amount of RAM, program memory, or both), and input-output equipment. This program is made based on the main controller, namely the Arduino Uno Microcontroller. The programming language used is the C+ language. And the program created and saved in (uno) format. This is because the Arduino Uno used is part of the Arduino microcontroller which has its own compiler called the Arduino IDE. Then this file is compiled and then uploaded to the microcontroller using a USB cable so that the microcontroller can work as desired. The working principle of this tool is that when the PIR sensor reads the movement of living creatures (bird pests), the sensor sends commands to the servo motor by detecting the body's heat temperature detected by the PIR sensor, then the servo motor will move by rotating 30 degrees to left and right. When the PIR sensor has detected living creatures nearby, the LED light used will light up as a sign that the sensor detects the body temperature of living creatures.

Keywords: *arduino microcontroller, pear sensor, bird pests*

Abstrak

Hama adalah hewan yang mengganggu produksi pertanian seperti babi hutan, tupai, tikus, dan juga serangga. Beberapa jenis hama sering menyerang tanaman padi sehingga menyebabkan kerugian yang tidak kecil bagi petani. Oleh karena itu peneliti tertarik membuat alat pengusir hama burung menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Program ini dibuat berdasarkan pada pengendali utama yaitu Mikrokontroler Arduino uno. Bahasa program yang digunakan yaitu bahasa C+. Dan program yang dibuat dan di simpan dalam format (uno). Hal ini dikarenakan Arduino Uno yang digunakan merupakan bagian dari mikrokontroler arduino yang memiliki compiler sendiri yang dinamakan Arduino IDE. Kemudian file ini di-compile lalu diupload ke mikrokontroler dengan menggunakan kabel USB sehingga mikrokontroler dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Prinsip kerja dari alat ini yaitu ketika sensor pir membaca adanya gerak makhluk hidup (Hama burung) maka sensor mengirimkan perintah ke motor servo dengan adanya pendeteksi suhu panas dari tubuh yang di teksi oleh sensor pir, kemudian motor servo akan bergerak dengan cara berputar 30 derajat ke kiri dan kanan. Saat sensor pir sudah mendeteksi adanya makhluk hidup di dekatnya maka lampu LED yang di gunakan akan menyala sebagai tanda bahwa sensor mendeteksi adanya suhu tubuh makhluk hidup.

Kata kunci: mikrokontroler arduino, sensor pir, hama burung

1. PENDAHULUAN

Hama adalah organisme yang dianggap merugikan dan tak diinginkan dalam kegiatan sehari-hari manusia. Walaupun istilah "hama" dapat digunakan untuk semua organisme, tetapi istilah ini paling sering dipakai hanya kepada hewan. Organisme yang bersifat invasif juga merupakan hama. Suatu hewan juga dapat disebut hama jika menyebabkan kerusakan pada ekosistem alami atau menjadi agen penyebaran penyakit dalam habitat manusia. Contohnya adalah organisme yang menjadi vektor penyakit bagi manusia, seperti tikus dan lalat yang membawa berbagai wabah, atau nyamuk yang menjadi vektor malaria. Dalam pertanian, hama adalah organisme pengganggu tanaman yang menimbulkan kerusakan secara fisik, dan ke dalam nya praktis adalah semua hewan yang menyebabkan kerugian dalam pertanian [1].

Hama maupun penyakit tanaman perlu diberantas jika ingin mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik dan hasil panen yang melimpah. Menurut KBBI, hama adalah hewan yang mengganggu produksi pertanian seperti babi hutan, tupai, tikus, dan juga serangga. Sementara itu, dikutip dari laman resmi Dinas Pemerintah Kabupaten Buleleng, pengertian hama adalah hewan yang merusak secara langsung pada tanaman. Adapun beberapa jenis hama yakni: *Insekta* (serangga), *Moluska* (bekicot, keong), *Rodenta* (tikus), *Mamalia* (babi), *Nematoda*, dan sebagainya. Serangan hama biasanya tak memberikan efek menular, kecuali hama tersebut adalah vektor suatu penyakit. Adapun ciri-ciri dari hama sebagaimana disampaikan dalam laman Cybex Pertanian, yakni: Hama dapat dilihat oleh mata telanjang. Umumnya dari golongan hewan (tikus, burung, serangga, ulat dan sebagainya). Hama cenderung merusak bagian tanaman tertentu sehingga tanaman menjadi mati atau tanaman tetap hidup tetapi tidak banyak memberikan hasil. Serangan hama biasanya lebih mudah di atasi karena dapat dilihat secara langsung [2].

Beberapa jenis hama sering menyerang tanaman padi sehingga menyebabkan kerugian yang tidak kecil bagi petani. Serangan hama burung sudah dimulai ketika kegiatan penyemaian benih padi disawah. Burung tersebut memakan benih padi yang disemaikan. Serangan berat pada persemaian dapat menyebabkan terjadinya kekurangan bibit untuk penanaman padi disawah. Bagian tanaman padi yang diserang oleh hama burung adalah gabah padi yang masih muda atau gabah padi yang sudah menguning. Gabah padi disukai oleh berbagai jenis burung. Beberapa di antaranya adalah burung pipit, burung gereja, bondol, perkutut, gelatik, burung layang-layang dan lain sebagainya [3].

Hama aves adalah jenis hama yang berasal dari golongan burung. Hama ini seringkali memakan biji – bijian pada berbagai jenis tanaman dan melakukan penyerangan secara bergerombok; sehingga menghabiskan banyak biji. Data pertanian global menunjukkan bahwa 30-50% hasil panen padi berkurang karena disebabkan oleh hama burung. Burung menyerang tanaman padi pada saat tanaman padi berumur 70-80 hari atau pada saat tanaman mulai dalam proses mengisi bulir padi. Binatang yang termasuk kedalam golongan aves (burung) pada umumnya tubuhnya ditutupi kulit dan berbulu, mempunyai paruh, serta kakinya bersisik. Anggota bagian depan pada burung yang berupa sayap digunakan untuk terbang [4].

Hama Burung (*Lonchura spp*), hama ini menyerang tanaman pada fase masak susu sampai padi panen. Burung akan memakan langsung bulir padi yang sedang menguning sehingga menyebabkan kehilangan hasil secara langsung. Selain itu burung juga mengakibatkan patahnya malai padi. Pengendalian hama burung bisa dilakukan dengan cara memasang jaring saat padi sudah masak susu [5].

Beberapa kebijakan yang diambil oleh pemerintah untuk mengantisipasi penyebaran Covid-19, khususnya yang terkait dengan sektor pertanian yaitu adanya himbauan kepada para petani untuk mengurangi aktivitas di luar rumah dan tidak melakukan kegiatan bertani dalam jumlah masa yang banyak. Hal ini cukup memberikan dampak pada sektor pertanian diantaranya menurunnya pendapatan petani karena serangan hama yang disebabkan berkurangnya intensitas penyemprotan hama serta berkurangnya intensitas pemantauan lokasi penanaman karena aturan stay at home, kurangnya pemeliharaan pada tanaman padi, serta adanya hama burung yang semakin meraja lela. Kondisi demikian menyebabkan kuantitas maupun kualitas hasil panen tidak maksimal. Oleh karenanya diperlukan inovasi modern yang canggih agar mampu menyelesaikan masalah tersebut [6].

Oleh karena itu peneliti tertarik membuat alat pengusir hama burung menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau

keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronika, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronika yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini [7].

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah personal computer (PC), karena sebuah mikrokontroler pada umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O. Mikrokontroler cenderung beroperasi pada manipulasi bit, sedangkan mikroprosesor cenderung beroperasi pada operasi byte (8 bit). Mikrokontroler adalah single chip computer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi pada pengendali. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (*market need*) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronika akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah [8].

Mikrokontroler adalah sebuah 100omput 100omputer yang dibangun pada sebuah keping (chip) tunggal. Jadi, hanya dengan sebuah keping IC saja dapat dibuat sebuah 100omput 100omputer yang dapat dipergunakan untuk mengontrol alat. Saat ini 100omputer besar peralatan elektronika dikontrol dengan mikrokontroler, misalnya mesin fax, mesin foto-copy, mesin cuci otomatis, sampai handphone. Peralatan tersebut tidak akan dapat dibuat dengan ukuran yang cukup kecil jika tidak menggunakan 100ompute menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler disusun oleh beberapa komponen, yaitu CPU (Central Processing Unit), ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory), dan I/O (Input/Output). Keempat komponen ini secara 100ompute-sama membentuk 100omput 100omputer dasar. Beberapa mikrokontroler memiliki tambahan komponen lain, misalnya ADC (*Analog to Digital Converter*), Timer/Counter, dan lain-lain [9].

2. METODE PENELITIAN

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan alat pengusir hama burung adalah :

A. Kabel USB Ardiuno



Gambar 1. Kabel USB Ardiuno

Fungsi kabel USB yaitu sesuai namanya USB yang merupakan singkatan dari Universal Serial Bus, gunanya untuk mentransmisikan data dari perangkat portable luar ke dalam CPU dan kemudian data informasi tersebut akan diproses lebih lanjut oleh komputer.

B. Motor Servo



Gambar 2. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

C. Arduino



Gambar 3. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwrenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler.

D. Lampu LED



Gambar 4. Lampu LED

Lampu LED atau kepanjangannya Light Emitting Diode adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Misalnya pada sebuah komputer, terdapat lampu LED power dan LED indikator untuk processor, atau dalam monitor terdapat juga lampu LED power dan power saving. Lampu LED terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah

(sekitar 1.5 volt DC). Berbagai macam warna dan bentuk dari lampu LED, disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya.

E. Kabel Jumper



Gambar 5. Kabel Jumper

Kabel Jumper Breadboard Male to Male merupakan salah satu jenis kabel jumper untuk breadboard yang dapat Anda gunakan untuk menghubungkan komponen-komponen elektronik yang satu dengan yang lainnya. Fungsi Produk : Kabel Jumper ini dapat digunakan untuk menyambungkan komponen elektronik yang satu dengan yang lainnya pada saat membuat proyek prototipe dengan menggunakan breadboard.

F. Sensor Pir



Gambar 6. Sensor Pir

Sensor PIR atau disebut juga dengan *Passive Infra Red* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah dari suatu object. Sesuai dengan namanya sensor PIR bersifat pasif, yang berarti sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah melainkan hanya dapat menerima radiasi sinar infra merah dari luar. Sensor PIR dapat mendeteksi radiasi dari berbagai objek dan karena semua objek memancarkan energi radiasi, sebagai contoh ketika terdeteksi sebuah gerakan dari sumber infra merah dengan suhu tertentu yaitu manusia mencoba melewati sumber infra merah yang lain misal dinding, maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor. Sensor PIR terdiri dari beberapa bagian yaitu, Lensa Fresnel, Penyaring Infra Merah, Sensor Pyroelektrik, Penguat Amplifier, Komparator.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Rancangan Program Penelitian

Program ini dibuat berdasarkan pada pengendali utama yaitu Mikrokontroler Arduino uno. Bahasa program yang digunakan yaitu bahasa C+. Dan program yang dibuat dan di simpan dalam format (uno). Hal ini dikarenakan Arduino Uno yang digunakan merupakan bagian dari mikrokontroler arduino yang memiliki compiler sendiri yang dinamakan Arduino IDE. Kemudian file ini di-compile lalu diupload ke mikrokontroler dengan menggunakan kabel USB sehingga mikrokontroler dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Prinsip kerja dari alat ini yaitu ketika sensor pir membaca adanya gerak makhluk hidup (Hama burung) maka sensor mengirimkan perintah ke motor servo dengan adanya pendeteksi suhu panas dari tubuh yang di teksi oleh sensor pir, kemudian motor servo akan bergerak dengan cara berputar 30 derajat ke kiri dan kanan. Saat sensor pir sudah mendekteksi adanya makhluk hidup di dekatnya maka lampu LED yang di gunakan akan menyala sebagai tanda bahwa sensor mendeteksi adanya suhu tubuh makhluk hidup.

Sesuai dengan hasil penelitian Fadhlul Hadi, dan Muhaimin Muhaimin (2017), Tujuan yang ingin di capai dalam penelitian ini adalah untuk meminimalisir kerja petani serta meningkatkan produktifitas dan hasil panen padi dengan cara membuat sebuah alat pengusir burung pemakan bulir padi yang efektif. Dalam pengujian cakupan jarak sensor PIR terhadap burung, sensor hanya dapat mendeteksi burung dalam jarak jangkau 100cm (1 meter). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah alat pengusir hama burung ini telah berfungsi dengan baik [10].

Sesuai dengan hasil penelitian Zulfikri Zulfikri, Ramayanty Bulan, dan Mustaqimah Mustaqimah (2022), Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah mendesain alat pengusir hama burung pipit menggunakan software fritzing. Selanjutnya, rancang bangun dan pengujian fungsional alat pengusir hama burung pipit dengan memanfaatkan sensor PIR yang mampu mendeteksi sinar infra merah pada objek burung pipit, kemudian hasil pendeteksiian dikirim ke Arduino UNO untuk mengeluarkan output berupa suara elang melalui speaker. Hasil dari penelitian ini adalah cakupan jarak dari sensor PIR terhadap hama burung pipit yaitu sensor dapat mendeteksi objek dalam jangkauan 50 cm – 150 cm. Saat objek burung pipit melewati atau terdeteksi oleh sensor PIR maka speaker akan mengeluarkan output berupa suara elang [11].

Sesuai dengan hasil penelitian Annisa' Laila Oktivira dan Nur Kholis (2020), Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (*Research & Development*) diawali dengan melakukan studi literatur kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop dan perangkat lunak seperti Arduino IDE dan Blynk. Hasil dari penelitian ini yaitu Frekuensi suara yang mampu mengusir hama burung berada pada rentang frekuensi 1 Khz-2,5 KHz. Alat ini menggunakan catu daya hybrid yaitu PLN dan Aki. Alat ini dapat menggunakan sumber aki ketika tegangan pada aki mencapai 7 volt sedangkan ketika tegangan pada aki tersisa 3 volt alat ini akan otomatis switch catu daya ke adaptor/ PLN [12].

Sesuai dengan hasil penelitian Nanang Ika Adhitya (2018), Berdasarkan hasil pengujian unjuk kerja alat pengusir hama burung pemakan padi di sawah berbasis arduino uno dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuannya. Hal ini dibuktikan dengan pengujian tegangan solar cell saat kondisi cuaca panas 20V, sedangkan saat kondisi kurang panas rata-rata 12V, bagian sumber daya tanpa beban memiliki error 2,99% dan dengan beban memiliki error 2,33% , pengujian jarak deteksi acak bagian seluruh sensor memiliki rata-rata error 3,5%, tegangan motor dc saat bergerak 3,78V, dari hasil keseluruhan pengujian alat dapat mengontrol area seluas 4 m² [13].

Sesuai dengan hasil penelitian Eko Nurcahyo nunung (2021), Dalam pengoperasiannya, mekanisme alat ini mudah digunakan karena dioperasikannya dengan motor DC sebagai penggerakannya, sedangkan untuk kelistrikkannya menggunakan kendali Arduino Uno yang berasal dari Accumulator 12V dengan sumber energinya berasal dari Cell Surya yang disalurkan ke accumulator untuk menyimpan energi sinar matahari dan menyalurkannya ke Arduino Uno sebagai kendali dan ke motor DC sebagai penggerak untuk menghasilkan gerakan untuk membuat burung pipit tidak memakan padi yang ada di sawah petani. Adapun pergerakan dikendalikan dengan Handphone menggunakan Bluetooth. Jarak pengendalian ini hingga mencapai 40 meter dari peralatan [14].

Sesuai dengan hasil penelitian Eduardus Tuluk, Irawadi Buyung, dan Ajie Wibowo Soejono (2017), Berdasarkan hasil penelitian, rangkaian alat ini dapat digunakan untuk mengusir hama burung pada frekuensi 20-25 KHz sesuai dengan habitat hama burung tersebut, namun dalam penelitian ini belum didapatkan secara pasti mengenai tingkat frekuensi yang dapat digunakan untuk mengusir hama burung [15].

Sesuai dengan hasil penelitian Muhammad Yusril Hardiansyah (2020), Metode otomatis diperoleh dari memadukan alat dengan mesin penyemprot pengharum ruangan dengan pengamatan

berupa pengujian bahan paling efektif dan pengujian interval waktu penyemprotan serta metode wawancara juga pre-test dan post-test kepada masyarakat. Hasil yang diperoleh, ekstrak jengkol menjadi bahan terbaik dengan interval waktu penyemprotan 10 menit yang sangat mampu mengusir hama burung. Cukup banyak masyarakat ataupun petani yang memberi respon baik terhadap penggunaan alat ini, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ini sangat efektif dalam mengusir hama burung.

4. SIMPULAN

Dari Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu alat penghalau hama burung berbasis Arduino Uno. Proses pengujian di lakukan dengan menguji Jarak jangkauan sensor pir. Dari hasil pembahasan maka diperoleh data akurasi jarak dari alat penghalau hama berkisar 90% dan memiliki error sebesar 2% hingga 4%, dan nilai akurasi ini dapat diperoleh tergantung dari Jarak jangkauannya dan supply tegangan yang cukup pada alat ini baik dari Hardware maupun software.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. P. Army, "Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas," *Wikipedia*. hal. 3, 2013, [Daring]. Tersedia pada: <http://id.wikipedia.org/wiki/Riset>.
- [2]. Nur Rohmi Aida, "Mengenal Apa itu Hama dan Penyakit Tanaman Halaman all - Kompas," *kompas*, 2022.
- [3]. Zulman Harja Utama, "Budidaya Padi pada Lahan Marginal - Google Books," in *Andi*, Yogyakarta: CV.Andi Offset, 2015.
- [4]. evan purnama Ramdan, "Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman - Google Books," in *Yayasan kita menulis*, Yayasan Kita Menulis, 2022.
- [5]. B. Pujiasmanto, Sutarno, Nandariyah, Suharyana, dan Riyatun, "Padi Hitam: Manfaat, Resep .Makanan Beras Hitam, dan Riset Padi Hitam yang Diradiasi Sinar Gamma," in *Yayasan kita menulis*, Yayasan Kita Menulis, 2021, hal. 62.
- [6]. S. P. M. P. D. Y. S. T. M. P. M. S. P. T. M. P. Riana Nurmalasari, "Teknologi Tepat Guna Penanggulangan Hama Padi," in *Media Nusa Kreatif*, Media Nusa Kreatif, 2020.
- [7]. Sujarwata, "Belajar Mikrokontroler BS2SX Teori, Penerapan dan Contoh pemrograman PBasic," in *Deepublish*, vol. 1, no. 1, deepublish, 2018, hal. 1–8.
- [8]. I. G. S. L. F. W. Widharma, "Mikrokontroler dan Aplikasi - Google Books," in *Wawasan Ilmu*, Wawasan Ilmu, 2022, hal. 1–206.
- [9]. S. M. U. J. Moh. Ibnu Malik, "Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84_A - Google Books," in *Elex Media Komputtimdo*, Jakarta: Elex Media Komputtimdo, 2019.
- [10]. N., . M., dan R. Naipinta, "Kesintasan Beberapa Jamur Antagonis Pada Buah Cabai Dan Potensinya Dalam Menekan Penyakit Antraknosa Yang Disebabkan Oleh Colletotrichum Gloeosporioides," *J. Hama Dan Penyakit Tumbuh. Trop.*, vol. 17, no. 2, hal. 162, 2017, doi: 10.23960/j.hppt.217162-169.
- [11]. Zulfikri.Ramayanty. B. & Mustaqimah, "Alat Pengusir Hama Burung Pipit Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Arduino UNO," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 7, no. 3, hal. 332–337, 2022.
- [12]. A. L. Oktivira, "Prototype Sistem Pengusir Hama Burung Dengan Catu Daya Hybrid Berbasis IOT," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, hal. 735–741, 2017.
- [13]. N. I. Adhitya, "Prototipe Alat Pengusir Hama Burung Pemakan Padi di Sawah Berbasis Arduino Uno," *Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 3 Tahun 2018, hal. 67, 2018.
- [14]. E. N. Nunung, "Pembuatan Alat Pintar Pengusir Burung Di Sawah Dengan Sumber Energi Mandiri," *J. Flywheel*, vol. 12, no. 1, hal. 25–36, 2021, doi: 10.36040/flywheel.v12i1.3365.
- [15]. E. Tuluk, I. Buyung, dan A. W. Soejono, "Implementasi Alat Pengusir Hama Burung Di Area Persawahan Dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega168," *Respati*, vol. 7, no. 21, hal. 121–134, 2017, doi: 10.35842/jtir.v7i21.46.
- [16]. M. Y. Hardian, "Pengusiran Hama Burung Pemakan Padi Otomatis Dalam Menunjang Stabilitas Pangan Nasional," *J. Abadi*, vol. 2, no. 1, hal. 86–103, 2020.