

PEMILIHAN FREKUENSI ULTRASONIK YANG OPTIMAL UNTUK PERANCANGAN PROTOTYPE PENGUSIR HAMA TIKUS DI LAHAN SAWAH

The Selection of Optimal Ultrasonic Frequency in The Design of Rodent Repellent Prototype

Annisa Nur Ichniarsyah, M. Fazri Hauzan, Erniati

Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian – Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor
annisanur.ichniarsyah@gmail.com

ABSTRAK

Tikus sawah (*Rattus argentiventer*) merupakan salah satu hama utama tanaman padi yang menyebabkan kerugian signifikan bagi petani di Indonesia. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangnya baik secara manual, mekanis, dan biologis. Akan tetapi, sejauh ini kinerja yang dihasilkan masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan melakukan rancang bangun prototipe alat pengusir hama tikus di lahan sawah menggunakan gelombang ultrasonik sebagai alternatif pengendalian yang ramah lingkungan dan dapat dilakukan secara otomatis. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pusat kendali, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi gerakan, dan buzzer sebagai pemancar frekuensi ultrasonik. Pengujian dilakukan dengan variasi rentang frekuensi antara lain kontrol, 40, 50, dan 60 kHz dengan lama paparan 15 dan 30 menit dengan tiga kali ulangan untuk menilai pengaruhnya terhadap perilaku tikus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam dua jenis durasi paparan yang berbeda, frekuensi 50 kHz memberikan dampak paling signifikan terhadap perubahan perilaku tikus. Tikus sawah yang diujikan menunjukkan respons tidak nyaman, diam di tempat, atau kebingungan setelah diberikan perlakuan frekuensi. Prototipe ini berhasil berfungsi sesuai dengan rancangan dan menunjukkan potensi sebagai solusi pengendalian hama tikus yang lebih aman.

Kata kunci— gelombang ultrasonik; paparan; pengendalian hama; tikus sawah

ABSTRACT

Field rodent (*Rattus argentiventer*) are one of the main pests of rice plants that causes significant losses for farmers. Various efforts have been conducted to overcome them, such as manually, mechanically, and biologically. However, so far the performance is still not optimal. This study aims to design prototype of a rodent repellent device in rice fields using ultrasonic waves as an environmentally friendly and automatic control alternative. The designed system uses an Arduino Uno R3 microcontroller as a control center, an HC-SR04 ultrasonic sensor as a motion detector, and a buzzer as an ultrasonic frequency transmitter. The tests had been carried out with various frequency ranges including control, 40, 50, and 60 kHz with exposure durations of 15 and 30 minutes with three replications to assess the effects on rodent behavior. The results showed that in two different exposure durations, the 50 kHz frequency had the most significant impact on changes in rodent behavior. The tested rice field rodent showed uncomfortable responses, remained still for a couple of minutes, or confusion after being given the frequency treatment. This prototype successfully functioned as designed and demonstrated potential as a safer rodent pest control solution.

Kata kunci— exposure; pest control; rodent; ultrasonic wave

PENDAHULUAN

Hama merupakan organisme yang dianggap merugikan dan tidak diinginkan dalam kegiatan sehari-hari manusia. Hama di bidang pertanian mengacu pada organisme pengganggu tanaman yang dapat menimbulkan kerusakan secara fisik pada tanaman dan aktivitasnya juga dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis (Manopo et al., 2021; Andrian 2022). Kemunculan hama pada area persawahan akan mengganggu stabilitas pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan pencegahan agar dampak dari hama pertanian tidak semakin memburuk (Putri 2022).

Tikus sawah merupakan salah satu hama utama tanaman padi yang hampir di setiap musim tanam selalu menyebabkan kerusakan dan kehilangan hasil panen. PUSDATIN (2018) mencatat bahwa tikus sawah adalah hama utama tanaman padi dengan tingkat serangan puso tertinggi. Luas serangan tikus sawah di Indonesia mencapai 66.087 ha/tahun dengan 1.852 ha di antaranya mengalami puso dengan total kerugian mencapai 1,7 miliar rupiah. Kondisi tersebut tentu sangat merugikan bagi petani karena besarnya kerusakan dan kehilangan hasil yang ditimbulkan. Hal ini bahkan menjadi acaman yang sangat serius bagi keberlanjutan usaha tani karena serangan tikus terjadi hampir di seluruh provinsi di Indonesia dan hanya 2 provinsi yang tidak terkena serangan, yaitu Kepulauan Riau dan Kalimantan Utara (Siregar et al., 2020).

Maraknya kasus serangan hama tikus dapat mengakibatkan kerusakan berat terhadap padi sehingga jumlah panen padi petani menjadi berkurang. Tikus sawah menyerang tanaman padi dengan cara memotong atau mencabut tanaman yang baru ditanam. Saat fase pematangan, tikus memotong bibit muda dan memakan tunas padi yang sedang berkembang. Serangan tikus hampir terjadi setiap musim dan dilakukan secara berkelompok. Hal ini menyebabkan keresahan dan kerugian yang luar biasa bagi para petani (Gunawan et al., 2017).

Berbagai cara untuk menghambat dan mengendalikan tikus telah dilakukan petani baik dengan menggunakan kultur teknis (Sulistyorini et al., 2020), pengendalian secara fisik (Siregar et al., 2020; Sepe dan Suhardi, 2021; Fajar et al., 2024) dan hayati, sanitasi, kimia, biologi (Ardigurnita et al., 2020) maupun otomatis (Wijanarko, 2017; Widiarta, 2021; Iqbal dan Rahayu, 2022). Namun masih belum optimal untuk pengendalian tikus. Sebagai akibatnya, populasi tikus masih sangat sulit untuk ditekan. Pengendalian tikus akan terwujud dengan baik jika konsep dasar dan cara-cara pengendalian sesuai dengan varian dari organisme perusak dan sistem ekologi pertanian dikuasai dengan baik oleh petani yang dibantu oleh penyuluh pertanian (Siregar dan Nasution 2019).

Penelitian ini bertujuan memilih tingkat frekuensi ultrasonik yang optimal untuk pengusiran tikus dalam membangun prototipe alat pengusir hama tikus di lahan sawah. Gelombang ultrasonik yang digunakan dibangkitkan dari modul yang dikeluarkan melalui buzzer. Buzzer adalah sebuah komponen yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Alat ini dirancang khususnya untuk dapat mengendalikan tikus yang mengganggu pertumbuhan padi, dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik yang diharapkan akan membuat tikus terganggu dengan gelombang frekuensi yang sesuai. Pemilihan gelombang ultrasonik sebagai komponen pengusir tikus berdasarkan pada kemampuan tikus mendengar gelombang suara dan gelombang ultrasonik yang ditembakkan dengan frekuensi terarah akan efektif dibanding frekuensi statis (Putra et al., 2021). Pembuatan alat diharapkan akan memberikan dampak positif terutama dalam bidang pertanian yang akan membantu petani mengurangi dampak negatif dari hama tikus yang sering menjadi alasan kerugian panen.

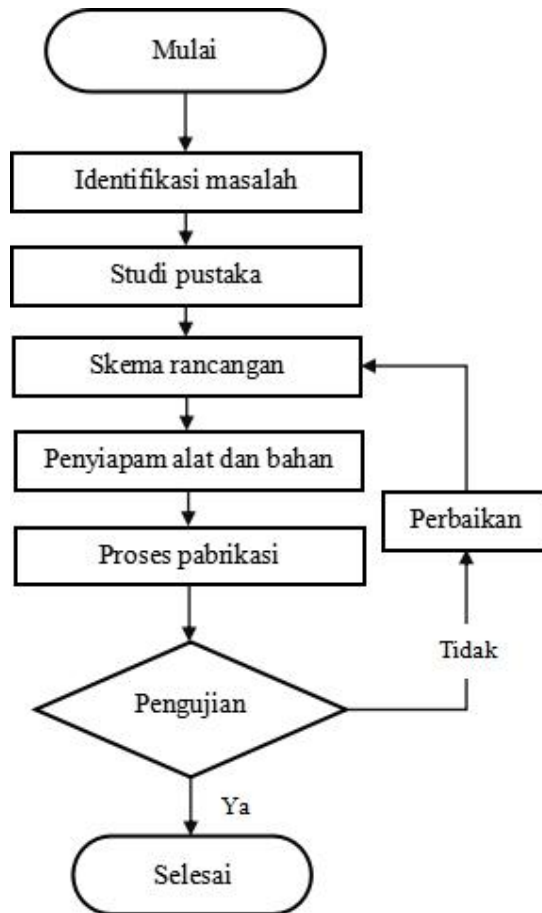
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Bengkel Latih, Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor mulai bulan Maret hingga November 2025. Alat yang digunakan dalam pembuatan rancang bangun alat antara lain Arduino Uno R3, *software* Arduino IDE, Proteus 8, Tinkercard, kabel *jumper*, tempat baterai, bor tangan, perangkat tikus, sensor ultrasonik, dan *buzzer*. Adapun bahan yang digunakan antara lain boks sensor, baterai, lem tembak, dan tikus sawah.

A. Rancangan penelitian

Permasalahan yang muncul dalam budi daya padi adalah hama tikus yang tidak terkendali. Berbagai cara telah dilakukan antara lain secara manual, mekanis, dan biologis. Namun, hasil yang diterima belum optimal. Oleh karena itu, dikembangkan prototipe pengusiran tikus yang memanfaatkan gelombang ultrasonik.

Sebelum prototipe dapat dikembangkan maka perlu dilakukan pemilihan frekuensi yang sesuai dan efektif dalam mengusir tikus. Oleh karena itu, penelitian ini memilih jenis pengkajian dengan pendekatan kuantitatif. Pemilihan frekuensi prototipe alat pengusir tikus yang dirancang dilakukan dengan mengujikan berbagai variasi frekuensi gelombang ultrasonik (40, 50, dan 60 kHz) dan kontrol pada dua jenis durasi pemaparan (15 dan 30 menit). Tahapan penelitian yang dilakukan disajikan dengan diagram alir pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Prosedur penelitian dan pengamatan

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Perancangan alat

Langkah awal yang dilakukan adalah diadakan identifikasi masalah-masalah yang akan digunakan sebagai bahan rancangan, sehingga dapat menghasilkan alat yang berfungsi dengan baik. Dalam pembuatan prototipe alat pengusir hama tikus dilakukan perancangan alat terlebih dulu. Hal ini sangat berguna untuk membantu dalam mengidentifikasi gambaran, bentuk serta ukuran alat yang akan dibuat. Proses perancangan yang dilakukan terbagi menjadi dua yaitu perancangan skema alat dan desain keseluruhan alat.

b. Pabrikasi alat

Proses pabrikasi prototipe alat pengusir hama tikus berbasis gelombang ultrasonik dilaksanakan di Bengkel Latih Alat dan Mesin Pertanian (alsintan) Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor. Pabrikasi merupakan tahapan penting dalam kegiatan penelitian karena pada tahap ini seluruh rancangan yang sebelumnya hanya berupa konsep dan gambar kerja diwujudkan dalam bentuk fisik. Kegiatan ini mencakup penyusunan dan penyatuan komponen, penyesuaian struktur wadah atau boks sensor, pengujian awal, serta perbaikan terhadap kesalahan atau kekurangan selama perakitan.

C. Pengujian kinerja

Jangkauan sensor ultrasonik dapat mencapai area 4 m. Oleh karena itu, kegiatan pengujian dilakukan terlebih dalam skala laboratorium pada ruangan berukuran 4 x 4 m dengan dua parameter kondisi: waktu pengujian 15 dan 30 menit. Hasil dari pengujian akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan kinerja dari alat dan sekaligus digunakan dalam pengembangan lebih lanjut. Metode pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Uji Fungsional

Data uji fungsional diperoleh dari hasil pengujian pada saat pengoperasian alat dengan tujuan agar dapat memastikan bahwa tiap-tiap komponen yang dibangun berjalan dengan semestinya dan dapat berjalan dengan baik. Pengujian yang dilakukan dengan memastikan bahwa sensor ultrasonik dapat berfungsi sesuai dengan baik pada saat ada yang melewati *range* sensor dan memastikan *buzzer* berfungsi ketika ada benda yang melewati *range* tersebut.

b) Uji Kinerja

Uji kinerja merupakan pengujian yang dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja pada target yang ditentukan. Uji kinerja yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan mengamati perilaku tikus saat diberikan gelombang frekuensi, mulai dari 40, 50, dan 60 kHz dengan lama waktu 15 dan 30 menit dan pada masing-masing frekuensinya dilakukan 3 kali ulangan. Dengan melakukan pengujian tersebut maka dapat dilihat pengaruh masing-masing frekuensi terhadap perilaku tikus. Contoh cara pengujianya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Proses Pengujian

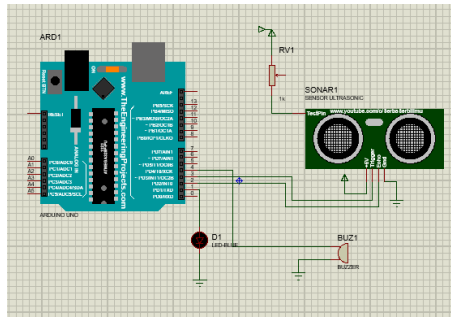
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian hama tikus dapat dilakukan secara manual seperti menggunakan metode gropyokan (Fajar et al., 2025). Metode ini dilakukan dengan mengombinasikan dengan pengemposan yaitu membakar rumput kering dan mengarahkan asap yang dihasilkan ke dalam lubang tikus menggunakan alat pengemposan. Cara ini dinilai kurang efektif dan membutuhkan banyak tenaga kerja. Cara lain yaitu menggunakan cara mekanis menggunakan pagar penghalang dan perangkat fisik telah diteliti oleh Siregar et al., (2020) dengan pemasangan *Linear Trap Barrier System* (LTBS) di sepanjang jalur migrasi tikus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut cukup mengurangi populasi tikus tanpa menggunakan bahan kimia, bersifat ramah lingkungan, serta dapat diukur keberhasilannya. Meskipun demikian, cara-cara lain untuk penanggulangan hama tikus juga diteliti untuk meningkatkan keberhasilan.

Penelitian terkait alat pengusir tikus dengan otomatis juga dilakukan seperti yang diteliti oleh Iqbal dan Rahayu (2022) dengan menggunakan gelombang ultrasonik pada berbagai tingkat frekuensi (20–100 kHz). Hasil penelitian menemukan bahwa tingkat frekuensi 50 kHz merupakan hasil yang paling efektif dalam membuat tikus tidak nyaman. Prototipe pengusir tikus yang dirancang sebelumnya akan diujikan terlebih dahulu pada kisaran frekuensi 40–60 kHz. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi frekuensi yang paling tepat untuk mengusir tikus.

A. Perancangan Skema Prototipe Alat

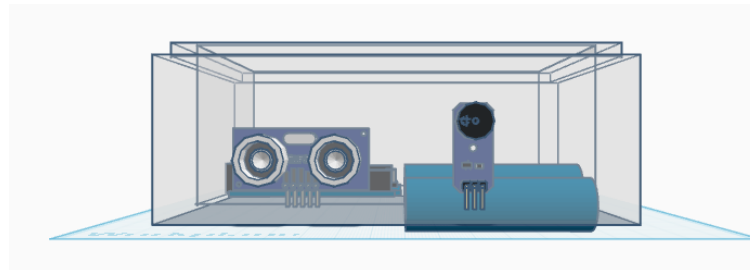
Proses perancangan prototipe alat pengusir hama tikus ini dengan menggunakan *software* Proteus 8 untuk menggambar skema alat. Skema alat ini berfungsi sebagai acuan yang digunakan pada saat melakukan pemasangan komponen-komponen menjadi satu kesatuan. Rancangan skema alat dapat dilihat pada Gambar 3. Prototipe terdiri atas Arduino Uno R3 yang memiliki banyak fungsi yang terkait otomatisasi (Kaikatui et al., 2023), sensor ultrasonik HC-SR04 karena gelombang yang dipancarkan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan yaitu sekitar 4 m (Arief 2011, Puspasari et al., 2023), *buzzer*, dan baterai.



Gambar 3. Rancangan Skema Prototipe Alat

B. Desain Keseluruhan Prototipe Alat

Proses desain keseluruhan prototipe alat merujuk pada penggambaran rencana menjadi tampilan fisik dengan menggabungkan komponen untuk menciptakan sebuah produk yang menarik. Proses pembuatan desain prototipe alat dilakukan dengan menggunakan *software* pada platform Tinkercad untuk membantu menggambarkan gabungan komponen-komponen prototipe alat yang akan digunakan. Desain keseluruhan prototipe alat dapat dilihat pada Gambar 4. Kegiatan perancangan yang dilakukan sudah sesuai dengan tahapan proses perancangan yang disampaikan Nurwarsih (2017).

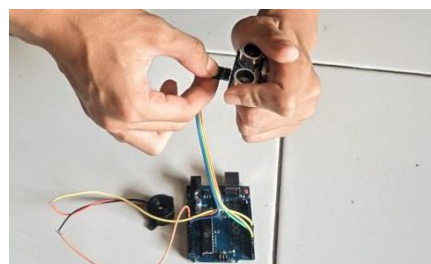


Gambar 4. Desain Prototipe Alat

C. Proses Pabrikasi

Proses pabrikasi prototipe alat pengusir hama tikus berbasis gelombang ultrasonik dilaksanakan di Bengkel Latih Alat dan Mesin Pertanian (alsintan) Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor. Pabrikasi merupakan tahapan penting dalam kegiatan penelitian karena pada tahap ini seluruh rancangan yang sebelumnya hanya berupa konsep dan gambar kerja diwujudkan dalam bentuk fisik. Kegiatan ini mencakup penyusunan dan penyatuan komponen, penyesuaian struktur wadah atau boks sensor, pengujian awal, serta perbaikan terhadap kesalahan atau kekurangan selama perakitan. Beberapa peralatan bantu digunakan dalam proses pabrikasi ini antara lain kabel jumper, bor tangan, serta lem tembak. Bahan dan komponen utama seperti Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, *buzzer*, baterai sebagai sumber daya, dan boks pelindung sensor menjadi elemen inti dari alat ini. Adapun tahapan pabrikasi dilaksanakan secara sistematis sebagai berikut:

1. Perangkaian komponen. Tahap ini dimulai dengan merakit seluruh komponen elektronik ke dalam satu kesatuan sistem. Sensor HC-SR04 dipasang sebagai input, Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem, dan *buzzer* sebagai aktuator *output*. Komponen-komponen ini dihubungkan melalui kabel jumper pada breadboard sebagai tahap awal pengujian sirkuit. Tujuan dari tahap ini adalah memastikan bahwa semua komponen saling terhubung dan bekerja sesuai rancangan logika sistem.



Gambar 5. Perangkaian Komponen

2. Penyesuaian boks sensor dan penggabungan komponen. Boks sensor berfungsi sebagai pelindung fisik dari seluruh rangkaian elektronik. Boks yang digunakan berasal dari plastik tahan cuaca dengan struktur padat untuk menjamin ketahanan terhadap debu dan percikan air. Tahapan ini meliputi pengukuran posisi sensor dan aktuator, pembuatan lubang pada boks dengan bor tangan agar sensor dan *buzzer* bisa bekerja tanpa hambatan. Pemotongan dilakukan hati-hati agar tidak merusak struktur boks dan tetap mempertahankan estetika serta keamanan alat.



Gambar 6. Penyesuaian boks sensor

Setelah boks selesai dilubangi, seluruh rangkaian dimasukkan ke dalam wadah tersebut. Penataan kabel dan posisi komponen di dalam boks dilakukan secara terstruktur untuk menghindari korsleting dan memastikan sirkulasi udara. Beberapa bagian dalam boks diperkuat dengan lem tembak untuk menahan getaran. Setelah itu, boks ditutup dan diuji kelayakan fisik serta keamanannya.

D. Pengujian Fungsional

Hasil dari pengujian prototipe alat pengusir hama tikus dengan menggunakan gelombang ultrasonik ini beroperasi dengan benar dan berfungsi sesuai rancangan yang sudah ditentukan. Jika berfungsi alat tersebut bisa berlanjut ke tahap berikutnya untuk analisis kapasitas kerja. Jika alat tidak berfungsi maka harus diidentifikasi apa yang menyebabkan alat tersebut tidak berfungsi. Tabel 1 menunjukkan hasil uji fungsional alat.

Tabel 1. Uji Fungsional

Komponen	Keterangan
Arduino IDE	Berfungsi
Sensor Ultrasonik	Berfungsi
Buzzer	Berfungsi

Komponen pengusir tikus ini terdiri atas Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan buzzer ultrasonik. Ketiga komponen tersebut memiliki kuat arus total 195 mA. Dengan kapasitas baterai yang digunakan sebesar 6.800 mAh maka alat dapat hidup selama kurang lebih 34,8 jam jika dinyalakan terus menerus.

E. Pengujian Frekuensi Optimal

Uji frekuensi ultrasonik merupakan proses evaluasi yang dilakukan untuk pemilihan frekuensi yang tepat untuk alat pengusir tikus. Proses ini mencakup penentuan parameter-parameter pengujian yang relevan serta kualitas *output* yang dihasilkan.

Tahap awal sebelum diberikan perlakuan berupa paparan gelombang ultrasonik, tikus yang digunakan dalam uji coba berada dalam kondisi yang normal dan aktif. Tikus-tikus tersebut menunjukkan perilaku eksploratif seperti berlari-lari kecil di dalam kandang uji, mengendus-endus lingkungan sekitar, serta melakukan memanjat permukaan yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa tikus berada dalam kondisi normal tanpa gangguan eksternal yang mengganggu kenyamanan maupun kondisi psikologis tikus sebelum dilakukan perlakuan. Berikut kondisi tikus kontrol yang tidak diberikan perlakuan gelombang ultrasonik (Gambar 7). Kondisi yang sama juga terjadi pada tikus sebelum diberi perlakuan gelombang ultrasonik.



Gambar 7. Kondisi Tikus Kontrol

Pengujian kinerja bertujuan untuk mengetahui efektivitas alat dalam mengganggu perilaku tikus melalui paparan gelombang ultrasonik pada tiga variasi frekuensi, yaitu 40 kHz, 50 kHz, dan 60 kHz dan dibandingkan dengan kontrol. Setiap pengujian dilakukan dengan durasi 15 dan 30 menit dan diulang sebanyak tiga kali menggunakan tikus berbeda untuk masing-masing frekuensi. Hasil pengujian kinerja alat dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Uji Kinerja					
No	Frekuensi (kHz)	Waktu (menit)			
		15		30	
		Terpengaruh (%)	Tidak terpengaruh (%)	Terpengaruh (%)	Tidak terpengaruh (%)
1	40	66	34	66	34
2	50	100	0	100	0
3	60	66	34	34	66

Setelah dilakukan perlakuan berupa pemaparan gelombang ultrasonik dengan tiga variasi frekuensi (40, 50, dan 60 kHz), ditemukan adanya perubahan perilaku yang signifikan, terutama pada frekuensi 50 kHz jika dibandingkan dengan kontrol. Tikus yang terkena paparan ultrasonik pada frekuensi tersebut menunjukkan tanda-tanda ketidaknyamanan dan stres tinggi, seperti diam di tempat hingga 5 menit, terlihat kebingungan, serta berusaha menjauh dari arah datangnya suara ultrasonik. Beberapa tikus terlihat gelisah namun tidak berani bergerak terlalu jauh dari posisi awal, dan sebagian mencoba bersembunyi di sudut perangkap.

Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa pada frekuensi 50 kHz dampak pada tikus mencapai 100% sedangkan pada frekuensi lain tingkat tikus yang terganggu hanya 66%. Hasil tersebut selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wijanarko et al., (2017) dan penelitian Iqbal bersama Rahayu (2022) yang melaporkan bahwa tikus sangat terpengaruh dan terganggu pada frekuensi 50 kHz.

Perubahan perilaku yang diamati ini memperkuat temuan bahwa gelombang ultrasonik, khususnya pada titik frekuensi optimal, mampu menimbulkan respons penolakan dari tikus tanpa menyebabkan cedera fisik. Respons ini mengindikasikan bahwa gelombang ultrasonik, khususnya pada frekuensi 50 kHz, mampu memicu stres dan ketidaknyamanan pada tikus, sehingga efektif digunakan sebagai metode pengusiran. Kondisi tikus sesudah dilakukan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kondisi Tikus Setelah Perlakuan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa tingkat frekuensi yang memberikan gangguan optimal kepada tikus adalah pada pemaparan dengan frekuensi 50 kHz. Selanjutnya, alat dapat dibuat dalam *scale up* sehingga dapat digunakan di lapangan dengan jangka waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian A. 2022. Sistem Informasi Sistem Perangkap Hama Tikus Di Kandang Ayam Berbasis Iot Menggunakan Metode C,45. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*. 1(2): 68-75. doi: [10.35870/jmasif.v1i2.120](https://doi.org/10.35870/jmasif.v1i2.120).
- Ardigurnita F, Frasiska N, Firmansyah E. 2020. *Burung Hantu (Tyto alba) Sebagai Pengendali Tikus Sawah (Rattus argentiventer) di Desa Parakannyasag Kota Tasikmalaya*. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 1(1): 54–62.
- Arief UM. 2011. Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*. 9(2): 72-77.
- Fajar SAM, Farihin A, Karyono K, Yuliana Y. 2024. Pendampingan Kegiatan Kerja Bakti Penanggulangan Hama Tikus: Upaya Meningkatkan Hasil Panen Tanaman Padi Di Dusun Karang Sari Desa Comprang. *Jurnal Peradaban Masyarakat*. 4(2): 84-88. doi: [10.55182/jpm.v4i2.444](https://doi.org/10.55182/jpm.v4i2.444).
- Gunawan G, Padillah P, Sule S. 2017. Persepsi petani terhadap peran penyuluh dalam penerapan pola tanam jajar legowo di Bogor. *Agriekstensi: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*. 16(2): 310-318. doi: [10.34145/agriekstensi.v16i2.149](https://doi.org/10.34145/agriekstensi.v16i2.149).
- Iqbal M, Rahayu AU. 2022. Alat pengusir hama tikus sawah berbasis arduino uno dan gelombang ultrasonik. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 4(1).
- Kaikatui RN, Nurfitri N, Corputty R. 2023. Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Musamus Journal of Electro & Mechanical Engineering*. 5(02): 9-14.
- Manopo MM, CS Rante, RAG Engka, TB Ogie. 2021. Jenis dan populasi serangga hama pada pertanaman padi sawah (*Oryza sativa* L) Di Desa Mogoyunggung Kecamatan Dumoga Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*. 2(2): 53.
- Nurwarsih NW. 2017. Korelasi kebutuhan fungsi terhadap proses dan program perancangan arsitektur. *Jurnal Ilmiah Jurusan Arsitektur*. 5(2): 19–26. doi: [10.22225/undagi.5.2.409.19-26](https://doi.org/10.22225/undagi.5.2.409.19-26).
- [PUSDATIN] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2018. *Statistik iklim, organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim 2015-2018*. Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian.
- Puspasari F, Fahrurrozi I, Satya TP, Setyawan G, Al Fauzan MR, Admoko EMD. 2019. Sensor ultrasonik HCSR04 berbasis arduino due untuk sistem monitoring ketinggian. *J. Fis. dan Apl*. 15(2): 36.
- Putra YG, Ramdani AS, Zulkarnain M. 2021. Efektivitas Frekuensi Ultrasonik Terhadap Perilaku Tikus Sawah. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*. 10(1):, 11–19.
- Putri NU. 2022. Rancang Bangun Perangkap Hama Serangga Pada Padi Dengan Sumber Sel Surya (Studi Kasus: Rama Otama 1, Seputih Raman, Lampung Tengah, Lampung). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. 16(1): 123-128.
- Sepe M, Suhardi S. 2021. Pengendalian Tikus Sawah (*Rattus Argentiventer*) dengan Sistem Bubu Perangkap dan Perangkap Bambu Pada 3 Zona Habitat Tikus di Kabupaten Pinrang Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 6(1): 38-42. doi: [10.35329/agrovital.v6i1.2004](https://doi.org/10.35329/agrovital.v6i1.2004).
- Siregar ES, Nasution FE. 2019. Peranan Pola Pengairan Dan Metode Pengendalian Hama Tikus (*Rattus Argentiventer*) Terhadap Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L). *Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. 4(2): 44-52.
- Siregar HM, Priyambodo S, Hindayana D. 2020. Preferensi serangan tikus sawah (*Rattus argentiventer*) terhadap tanaman padi. *Jurnal Agroekoteknologi*. 13(1): 16-21. doi: [10.21107/agrovigor.v13i1.6249](https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i1.6249).
- Siregar MAR. 2023. Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi Melalui Penerapan Teknologi Pertanian Terkini. doi: [10.31219/osf.io/g98xr](https://doi.org/10.31219/osf.io/g98xr).

- Sulistyorini E, ER Sampurna, H Basri, MF Yulianto. 2020. Pengendalian hama tikus dengan pengasapan modern diterapkan di Dusun Sidomulyo. *Journal of Service Learning*. 6(1): 18-22. doi: [10.9744/share.6.1.18-22](https://doi.org/10.9744/share.6.1.18-22).
- Widiarta IN. 2021. Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Pengendalian Hama Terpadu Pada Tanaman Padi Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 40(1):9-20. doi: 10.21082/jp3.v40n1.2021.p9-20.
- Wijanarko D, Widiastuti I, Widya A. 2017. Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*.4(1): 65-70. doi: [10.25047/jtit.v5i1.79](https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.79).