

Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Gelombang Ultrasonik

Muhammad Alhan¹, Yaya Finayani², Agus Haryawan³, Muhammad Hasan Hanafi⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Pratama Mulia Surakarta
yuesss08@gmail.com

ABSTRACT

Field rats are the main pest of paddy plants from a group of mammals which have very different characteristics compared to other main rice pests. Field rats destroy rice crops at all levels of rice crop growth and in rice storage. Severe damage occurs when rats attack in the generative phase, because at that stage the plants do not have the ability to form new tillers. Rats damaged the rice plants starting from the center of the plot, then extending towards the edge.

A large increase in the population of lowland rats recently occurred in Combongan Village, Sukoharjo Regency which resulted in damage to rice plants which resulted in crop failure. The control of rat pests that are currently carried out through conventional methods includes mass gropyokan, pumping water into the rat nest and electric shocks. The proposed research tries to apply technology using ultrasonic waves to repel field rat pests which are expected to help farmers, especially the Krida Mukti Farmer Group, Combongan Village, Sukoharjo Regency.

The research method is by designing a series of ultrasonic wave generators which are then used to repel field rat pests in Combongan Sukoharjo Village with the testing stages of wetland mouse pest repellents in the laboratory and field testing.

The results showed that field rat pests were disturbed by their activity when the ultrasonic frequency reached a value of 40.5 - 49 KHz with a transmission distance of up to 8.5 meters, to increase the transmission distance an ultrasonic wave amplifier circuit was needed.

Keywords: field rats, ultrasonic, repellent, rice fields, pests

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia sektor pertanian masih memegang peranan yang sangat penting yang sehingga keberhasilan di sektor pertanian akan memberikan andil yang cukup signifikan, namun keberhasilan tersebut sering terkendala akibat adanya hama tikus sawah (*rottus argentiventer*). Tikus sawah adalah hama berbagai tanaman khususnya tanaman padi dan hama ini sering mengakibatkan gagalnya panen bagi para petani.

Sektor pertanian di beberapa daerah di Indonesia sering mengalami kegagalan karena perubahan keadaan alam meliputi iklim, angin dan perubahan temperature serta beberapa factor penyebab lain yaitu virus, jamur, hama serangga dan binatang pengerat dalam jumlah berlebih pada lahan pertanian (Tito.S.I, 2011).

Salah satu contoh kegagalan sektor pertanian di Indonesia adalah akibat serangan hama tikus sawah (*rottus argentiventer*). Beberapa daerah yang mendapat serangan hama tikus , misalnya di Jawa Tengah di Kabupaten Pekalongan, Pemalang, Sragen, Klaten, Magelang (Titi.,S.I, 2011) dan Sukoharjo.

Tikus sawah merupakan hama utama tanaman padi dari golongan mamalia yang mempunyai sifat-sifat yang sangat berbeda dibandingkan jenis hama utama padi lainnya. Tikus sawah merusak tanaman padi pada semua tingkat pertumbuhan tanaman padi dan di gudang penyimpanan padi. Kerusakan parah terjadi jika tikus menyerang pada fase generative, karena pada fase tersebut tanaman sudah tidak memiliki kemampuan untuk membentuk anakan baru. Tikus merusak tanaman

padi mulai dari tengah petak, kemudian meluas ke arah tepi. Tikus menyerang padi pada malam hari, pada siang hari tikus bersembunyi di lubang-lubang pada tanggul irigasi, jalan sawah dan daerah perkampungan dekat sawah. Pada periode bera (masa sebelum olah tanah) sebagian besar tikus bermigrasi ke daerah perkampungan dekat sawah dan kembali lagi ke sawah setelah tanaman padi menjelang fase generatif.

Peningkatan populasi tikus sawah secara besar pada akhir-akhir ini terjadi di Kelurahan Combongan Kabupaten Sukoharjo yang mengakibatkan kerusakan tanaman padi yang berakibat adanya kegagalan panen. Pengendalian hama tikus yang sementara ini dilakukan melalui metode konvensional diantaranya gropyokan massal , memompa air ke dalam sarang tikus dan setrum listrik. Penelitian yang akan diusulkan mencoba menerapkan teknologi pemakaian gelombang ultrasonik untuk mengusir hama tikus sawah yang diharapkan akan membantu petani khususnya Kelompok Tani Krida Mukti Kelurahan Combongan Kabupaten Sukoharjo, selain itu akan melakukan analisis beberapa metode pengusir hama tikus yang sudah dilakukan sehingga akan diperoleh metode pengusir hama tikus sawah yang paling efektif serta murah dan aman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Agusdian, dkk (2012) penelitian tentang pembuatan seperangkat proteksi tanaman padi dari serangan hama wereng menggunakan gelombang ultrasonik dan penunjuk arah angin. Penelitian ini bertujuan menentukan frekuensi dari system proteksi yang

berpengaruh terhadap perubahan pola reaksi hama wereng. Sistem proteksi ini mampu mendeteksi serangan hama wereng melalui media angin dan memproduksi gelombang ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan hama wereng terbang mengikuti arah angin pada frekuensi gelombang ultrasonik 40 KHz. Hasil pengaruh waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap perubahan efek yang ditimbulkan hama wereng didapat waktu pemancaran sebesar 180 menit, waktu tersebut telah mampu menimbulkan efek terhadap hama wereng yaitu hama wereng menjadi mati. Penelitian Agusdian, dkk ini digunakan referensi penelitian yang akan diusulkan bahwa gelombang ultrasonik mampu untuk memberikan efek kematian pada hama wereng.

Arief dkk (2011), melakukan penelitian penggunaan gelombang ultrasonik untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. Sensor ultrasonik Ping merupakan modul sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsa yang dihasilkan bervariasi dari 115 μ S sampai 18,5 mS. Hasil penelitian Arief dkk (2011) digunakan sebagai referensi tentang cara kerja gelombang ultrasonik yang akan digunakan dalam penelitian yang akan diusulkan sebagai alternative metode pengusir tikus sawah.

Rahmita dkk, melakukan penelitian tentang pencegahan hama tikus dan serangga pada tanaman kelapa sawit dengan melakukan pencegahan melalui beberapa cara yaitu dengan pengendalian kultur teknis, pengendalian dengan sanitasi, pengendalian fisik dan mekanis, pengendalian biologis serta pengendalian kimia. Cara pemberantasan hama di atas relative cepat dan praktis, tapi sering kali membahayakan kesehatan manusia atau organism lain, juga dapat mengganggu keseimbangan alam. Untuk itu penelitian ini merancang dengan teknologi baru menggunakan gelombang elektromagnetik yang dapat menghasilkan suara ultrasonik, diperoleh gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz mampu untuk mengusir hama tikus pada kelapa sawit. Hasil penelitian ini juga digunakan sebagai referensi bahwa gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz mampu mengusir hama tikus pada tanaman kelapa sawit.

Sudarmaji, dkk (2007), Penelitian dilakukan pada hamparan sawah petani dengan luas sekitar 200 ha bertujuan mempelajari karakteristik perkembangbiakan tikus sawah sebagai dasar dalam pengendalian. Pengamatan meliputi kondisi reproduksi, kebuntingan, jumlah anak, jumlah embrio, dan jumlah placentar scars. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangbiakan tikus sawah pada tanaman padi terutama terjadi pada periode padi stadia generative. Dalam satu musim tanam terjadi tiga kali kelahiran tikus dengan jumlah anak rata-

rata 10 ekor untuk setiap kelahiran. Jumlah anak terbanyak terbanyak terjadi pada kelahiran pertama dan menurun pada kelahiran berikutnya. Tempat berkembangbiak tikus sawah terutama berada di habitat tanggul irigasi. Berdasarkan karakteristik perkembangbiakan, pengendalian populasi tikus sawah sebaiknya dilakukan secara dini (awal tanam) sebelum tikus berkembangbiak, dengan target utama pengendalian di habitat tanggul irigasi. Penerapan pola dan waktu tanam padi secara serentak dapat membatasi pembiakan tikus sawah. Penelitian ini digunakan sebagai informasi ilmiah tentang perkembangbiakan tikus sawah untuk penelitian yang diusulkan.

Tito S.I dkk (2011), penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh gelombang ultrasonik jangkrik terhadap pola perilaku makan pasif dan gerak pasif tikus. Gelombang ultrasonik jangkrik dipaparkan langsung terhadap tikus sawah dan diamati melalui pola perilaku makan pasif dan gerak pasif tikus dianalisis variasi rancangan factorial. Faktor yang diamati meliputi frekuensi, jarak sumber, dan lama pemaparan gelombang ultrasonik jangkrik serta kombinasinya. Frekuensi gelombang ultrasonik jangkrik pada jarak 100 cm dan lama pemaparan 45-60 menit dapat menimbulkan perubahan pola perilaku makan pasif dan gerak pasif tikus. Penelitian Tito, dkk (2011) ini menambah referensi bahwa pada gelombang ultrasonik jangkrik mampu untuk mempengaruhi perilaku tikus sawah.

III. METODOLOGI

A. Metode Literatur

Mempelajari hasil penelitian yang dimuat di jurnal penelitian tentang penggunaan gelombang ultrasonik, perilaku tikus sawah

B. Metode studi lapangan

Melakukan pengamatan secara langsung perilaku tikus pada lahan pertanian di Kelurahan Combongan Sukoharjo.

Melakukan diskusi dengan Kelompok Tani Krida Mukti Kelurahan Combongan Sukoharjo tentang metode-metode pengusir hama tikus sawah yang sudah dilakukan

Memberikan penyuluhan tentang metode pengusir hama tikus sawah dalam ruang lingkup keamanan secara elektrik

Bersama Kelompok Tani Krida Mukti melakukan analisis metoda pengusir hama tikus yang sudah dilakukan serta memberikan alternative metode baru dengan penggunaan gelombang ultrasonik guna memperoleh metode pengusir hama tikus yang efisien, murah dan aman

C. Metode Studi Laboratorium

Merancang rangkaian pembangkit gelombang ultrasonik di laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Pratama Mulia Surakarta, yang selanjutnya digunakan untuk mengusir hama tikus sawah di Kelurahan Combongan Sukoharjo

D. Metode Analisis Data

Melakukan analisis tentang beberapa metode pengusir hama tikus baik yang konvensional maupun dengan penggunaan pembangkit gelombang ultrasonik, analisis dilakukan bersama Kelompok Tani Krida Mukti Kelurahan Combongan Sukoharjo.

E. Metode Pengambilan Kesimpulan

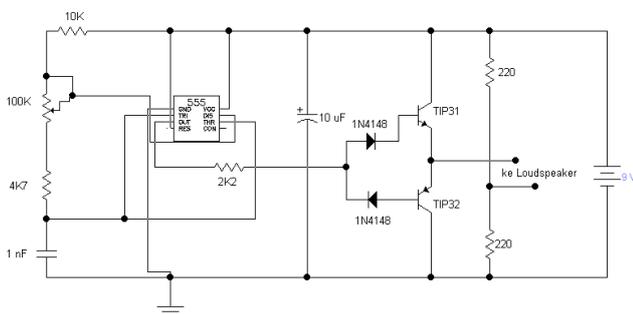
Hasil kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil studi lapangan serta analisis data untuk memperoleh metode pengusir hama tikus yang aman, efektif dan murah.

F. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang dimaksud adalah segala sesuatu yang akan menjadi obyek penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam penelitian ini adalah membuat rangkaian pembangkit gelombang ultrasonik dengan tegangan dan frekuensi tertentu yang dapat mengacau perilaku tikus sawah agar tidak merusak tanaman padi, serta mengamati jangkauan jarak saat gelombang ultrasonik telah dapat mengacaukan perilaku tikus sawah yang langsung diaplikasikan dalam lahan sawah.

G. Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan Alat dan Bahan
Mempersiapkan bahan dan peralatan sebagaimana pada rangkaian Gambar 1 di bawah ini.
2. Pembuatan Layout PCB
Rangkaian pembangkit gelombang ultrasonik Gambar 4, selanjutnya dirancang layout dan tata letak PCB-nya, selanjutnya dilarutkan.



Gambar 1 Rangkaian Pembangkit Gelombang Ultrasonik

3. Pelarutan PCB
Siapkan alat dan bahan untuk melarutkan PCB, larutkan ferri chloride ke dalam air panas, tuang larutan ke dalam bak tempat malarutkan, selanjutnya masukan PCB yang sudah tergambar, goyang-

goyangkan sampai PCB yang tidak tergambar terkelupas. Selanjutnya PCB yang sudah dilarutkan dicuci dengan menggunakan air, gosoklah menggunakan amplas sampai tinta gambar menghilang.

4. Pemasangan komponen pada PCB
Siapkan komponen yang diperlukan sesuai skema rangkaian Gambar 4, pasang komponen sesuai tata letak PCB, selanjutnya disolder semuanya, lalu dirapikan.
5. Melakukan Pengukuran dari Rangkaian Pembangkit Gelombang Ultrasonik

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Laboratorium

Perancangan alat yang dilakukan menghasilkan rangkaian elektronika penghasil gelombang dengan frekuensi 8 KHz sampai 59 KHz. Untuk memperoleh gelombang dengan frekuensi yang benar-benar mengeluarkan gelombang ultrasonik yang dapat mengusir hama tikus sawah maka dilakukan pengujian alat terhadap hama tikus sawah dengan mengambil sampel tikus sawah di bawa ke Laboratorium Elektronika Politeknik Pratama Mulia untuk uji coba.



Gambar 2 Sampel hama tikus sawah dan rangkaian pengamatan

Gambar 2 menunjukkan uji coba yang dilakukan dengan mengambil hama tikus sawah untuk merespon gelombang ultrasonik keluaran dari rangkaian yang dirancang. Setelah dilakukan pengujian alat untuk menentukan frekuensi gelombang ultrasonik yang dapat mengganggu perilaku tikus sawah sehingga tidak memakan padi diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1 Ujicoba Frekuensi 20 KHz – 30 KHz

Frekuensi (KHz)	Prilaku tikus
20	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)
25	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)
30	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)

Pengujian hama tikus sawah pada frekuensi 20 – 30 KHz dilakukan berulang sebanyak 3x pengulangan ujcobanya, hasil pengamatan sesuai Tabel 1 di mana pada frekuensi tersebut hama tikus sawah tidak terpengaruh dibuktikan tikus sawah tersebut nyaman

dalam kandang. Ujicoba pada frekuensi yang lain juga dilakukan sebanyak 3x ujicoba tiap frekuensi yang diujikan.

Tabel 2 Ujicoba Frekuensi 31 KHz – 39 KHz

Frekuensi (KHz)	Prilaku tikus
31	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)
35	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)
39	Kondisi Nyaman (tidak terpengaruh)

Hal yang sama untuk ujicoba pada frekuensi 31 – 39 KHz, tikus sawah masih tidak terpengaruh terhadap suara gelombang ultrasonik pada frekuensi tersebut, tikus nyaman dalam kandangnya.

Ujicoba dilanjutkan dengan menaikkan frekuensi ultrasonik menuju nilai 40-50 KHz diperoleh hasil pengamatan ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3 Ujicoba Frekuensi 40 KHz – 50 KHz

Frekuensi (KHz)	Prilaku tikus
40	Agak terganggu
40,5	Terganggu
42	Sangat terganggu, bingung mau keluar
45	Sangat terganggu, bingung mau keluar
46	Sangat terganggu, bingung mau keluar
47	Sangat terganggu, bingung mau keluar
48	Sangat terganggu, bingung mau keluar
49	Sangat terganggu, bingung mau keluar
50	Agak terganggu

Dari Tabel 3, untuk pengujian frekuensi ultrasonik 40 KHz, hama tikus sawah mulai terganggu tetapi dari perilakunya masih dikatakan belum begitu terganggu, pada saat frekuensi lebih besar dari 40 KHz yaitu 40,5 KHz prilaku tikus mulai sangat terganggu, tikus kebingungan mencari celah untuk keluar dari kandangnya. Hal ini terjadi sampai frekuensi kurang dari 50 KHz yaitu sampai 49 KHz, tetapi mulai 50 KHz tikus mulai nyaman kembali (sedikit terganggu), hal ini terjadi sampai frekuensi di atas 50 KHz, hasil pengujian diperlihatkan Tabel 4.

Tabel 4 Ujicoba Frekuensi KHz 51 – 65 KHz

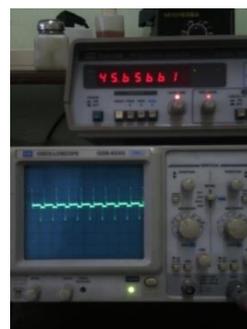
Frekuensi (KHz)	Prilaku tikus
51	Tidak Terpengaruh
55	Tidak Terpengaruh
58	Sangat Tidak Terpengaruh
59	Sangat Tidak Terpengaruh

Dari hasil ujicoba Laboratorium yang telah dipaparkan diatas diperoleh hasil bahwa hama tikus

sawah akan terpengaruh atau terganggu aktivitasnya pada saat frekuensi ultrasonik mencapai nilai 40,5 – 49 KHz, langkah pengujian selanjutnya akan diujicobakan pada lahan pertanian baik saat pembenihan maupun saat tanam lahan.

B. Pengujian Alat pada Lahan Pembenihan Padi

Rangkaian yang telah di box, keluaran frekuensi gelombang ultrasonik di atur pada nilai 45 KHz (ujicoba laboratorium respon hama tikus sawah kondisi terganggu pada frekuensi 40,5 KHz – 49 KHz, sehingga diambil daerah frekuensi tengah 45 KHz), adapun bentuk gelombang ultrasonik pada frekuensi 45 KHz ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3 Bentuk Gelombang Ultrasonik yang diujikan di lahan sawah



Gambar 4 Ujicoba di Lahan Sawah saat pembenihan padi

Agar diperoleh hasil ujicoba yang berhasil, maka selain melakukan pemasangan alat pengusir hama tikus sawah dengan keluaran gelombang ultrasonik juga dilakukan perawatan dan pemeliharaan bibit padi, sehingga bibit padi dapat tumbuh subur jika terkena serangan hama tikus sawah dapat terlihat dengan jelas efek lahan sawah tersebut (acak-acakan jika padi diserang hama tikus sawah).



Gambar 5 Lahan Pembenihan Bebas dari serangan tikus

C. Pengujian Alat pada Lahan Sawah dan Pengukuran Jarak Pancar

Setelah alat pengusir hama tikus sawah dengan ultrasonik diuji pada lahan pembenihan padi pada luas 15 m² selanjutnya diujikan di lahan sawah 2000 m², juga akan dilakukan pengukuran jarak pancar gelombang ultrasonik yang mampu direspon tikus sawah. Pengujian alat pada lahan sawah seluas 2000 m² diperlihatkan Gambar 24 di bawah ini, uji alat ini dilakukan pada periode generatif kira-kira umur 1 bulan karena periode inilah sangat disukai tikus sawah untuk memakan tanaman padi.

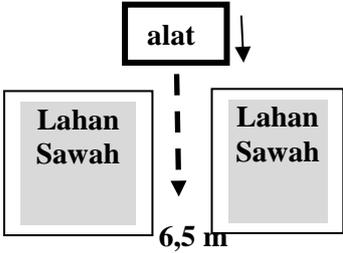
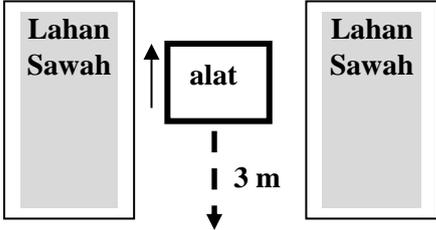


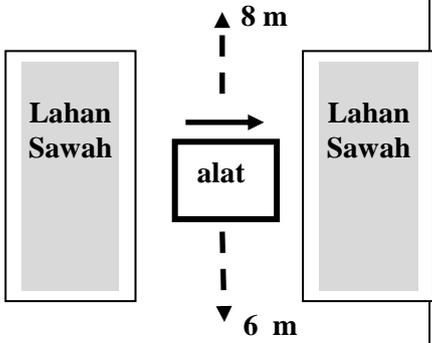
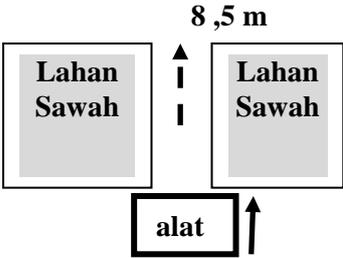
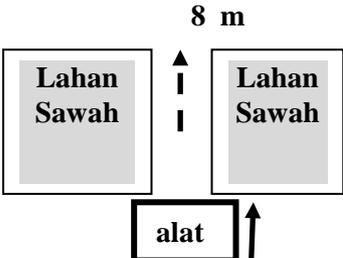
Gambar 6 Ujicoba di Lahan Sawah seluas 2000 m²

Pemasangan alat dilakukan mulai sekitar jam 17.30, kerana tikus mulai dengan aktivitas mencari makan. Alat Pengusiri Tikus dengan Ultrasonik menggunakan accu 12 Volt, setiap mengaktifkan alat dilakukan pengecekan tegangan pada Accu, hal ini dilakukan untuk memastikan tegangan yang mencatu alat kondisinya baik tidak terjadi penurunan tegangan.

Pengecekan tegangan accu juga dilakukan saat mematikan alat, yang dilakukan pada pagi harinya. Pagi hari kira-kira setiap jam 05.30 alat dimatikan sambil diamati ada tidaknya serangan tikus di lahan tersebut. Gambar 5 menunjukkan aktivitas pemasangan dan pengetesan alat di lahan pertanian. Pada siang harinya dilakukan pengisian accu, yang selanjutnya akan digunakan kembali pada malam harinya untuk pengusiran hama tikus sawah. Hasil pengamatan dapat dijelaskan melalui tabel pengamatan berikut:

Tabel 5 Pengamatan Kerja Alat Pengusir Hama Tikus Sawah di lahan 2000 m²

Hari	Posisi Alat dari Lahan	Hasil Pengamatan
Pertama	Alat diposisikan menghadap lahan sawah 	Uji coba pertama dengan posisi alat seperti gambar di samping, dimana arah speaker sesuai arah tanda anak panah. Diperoleh hasil pengamatan pada jarak 6,5 m terjadi aktivitas serangan tikus sawah dengan arah serangan pada posisi anak panah garis putus-putus.
Kedua	Alat diposisikan di tengah lahan sawah. 	Uji coba kedua dengan posisi alat seperti gambar di samping, dimana arah speaker sesuai arah tanda anak panah, alat di tengah-tengah lahan sawah. Diperoleh hasil pengamatan daerah di depan speaker tidak terjadi serangan tikus sawah tetapi daerah dibelakang arah speker terjadi serangan tikus sawah pada jarak 3 m (tanda anak panah putus-putus). Dari hasil ini diperoleh informasi sesuai bahwa pancaran sinyal ultrasonik searah dengan arah speaker (pancaran kerucut) sehingga

		dibelakang speaker tidak terjadi pancaran gelombang ultrasonik mengakibatkan tikus tidak menerima gelombang tersebut.
Ketiga	<p>Alat diposisikan di tengah lahan sawah.</p> 	Uji coba ketiga dengan posisi alat seperti gambar di samping, dimana arah speaker sesuai arah tanda anak panah, alat di tengah-tengah lahan sawah. Diperoleh hasil pengamatan daerah di kanan kiri speaker terjadi serangan tikus sawah arah kiri jarak 8 m dan kanan berjarak 6 m, Arah pancar gelombang ultrasonik berbentuk kerucut sesuai bentuk speaker.
Keempat	<p>Alat diposisikan menghadap lahan sawah</p> 	Uji coba keempat dengan posisi alat seperti gambar di samping, dimana arah speaker sesuai arah tanda anak panah. Diperoleh hasil pengamatan pada jarak 8,5 m terjadi aktivitas serangan tikus sawah dengan arah serangan pada posisi anak panah garis putus-putus.
Kelima	<p>Alat diposisikan menghadap lahan sawah (mengulangi langkah keempat)</p> 	Uji coba keempat dengan posisi alat seperti gambar di samping, dimana arah speaker sesuai arah tanda anak panah. Diperoleh hasil pengamatan pada jarak 8 m terjadi aktivitas serangan tikus sawah dengan arah serangan pada posisi anak panah garis putus-putus.

V. KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa

1. Hama tikus sawah akan terpengaruh atau terganggu aktivitasnya pada saat frekuensi ultrasonik mencapai nilai 40,5 – 49 KHz,
2. Kemampuan Alat Pengusir Hama Tikus Sawah yang digunakan dalam penelitian ini dalam mengusir tikus sawah jarak pancarnya mencapai 8,5 meter.

3. Untuk menambah jarak pancar dibutuhkan rangkaian penguat gelombang ultrasonik

REFERENSI

- Agusdian R, Rakhmadi F.A., Widayanti, 2012, “Sistem Proteksi Tanaman Padi dari Serangan Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik dan Petunjuk Arah Angin, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta..
- Arief.U.M., 2011., “Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air”, Jurnal

Ilmiah Elektrikal Enjiniring UNHAS Volume 09/No.02/Mei-Agustus02011.

- Hidayat R., 2013, "Penerapan Audio Amplifier Stereo Untuk Beban Bersama dan Bergantian dengan Menggunakan Saklar Ganda sebagai Pengatur Beban", Jurnal Teknik Elektro Vol.5 No.2 Juli-Desember 2013.
- Rahmita F. Amanu H, Sandi D.A, Sastra A, 2011, "Rancangan Rangkaian Elektronik Pengusir Hama Tikus dan Serangga Pada Tanaman Kelapa Sawit", PS Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Tito.S.I., Yanuwiadi.B., Sulistya.C., 2011., "Pengaruh Gelombang Ultrasonik Jangkrik (*Acheta Domesticus*) terhadap Pola Perilaku Makan Pasif dan Gerak Pasif Tikus Sawah (*Rattus Argentiventer*)", J-PAL, Vol.1, No.2.Feb 2011.
- Sudarmaji., Jacob.J., Subagja, Mangoendihardjo., Djohan T.T.S., 2007., "Karakteristik Perkembangbiakan Tikus Sawah pada Ekosistem Sawah Irigasi dan Implikasinya untuk Pengendalian, Penelitian Pertanian Tanaman Pangan", Vol. 26 No.2 2007.
- Wahyudi E., Arief H.S., Eldia R., 2009, "Perancangan Rangkaian Charger Telepon Seluler Dengan Sumber Catuan Handset Lain", Jurnal Infotel Volume 1, Nomor 2, November 2009, Hal 9 – 19