

SISTEM PROTEKSI TANAMAN PADI DARI SERANGAN HAMA WERENG MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK DAN PENUNJUK ARAH ANGIN

Rian Agusdian, Frida Agung Rakhmadi, Widayanti
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta ,55281
Telp : (0274) 512474, Fax : (0274) 586117
E-mail: rian_agusdian@yahoo.co.id, agungfrida@yahoo.co.id,
salma_wida@yahoo.com

ABSTRAK

Telah berhasil dibuat seperangkat sistem proteksi tanaman padi dari serangan hamawereng menggunakan gelombang ultrasonik dan penunjuk arah angin. Tujuan penelitian ini menentukan frekuensi dari sistem proteksi yang telah dibuat yang berpengaruh terhadap perubahan pola reaksi hama wereng, serta menentukan waktu yang diperlukan untuk perubahan pola reaksi hama wereng tersebut. Sistem proteksi ini mampu mendeteksi serangan hama wereng melalui media angin dan memproduksi gelombang ultrasonik yang frekuensi keluarannya ditampilkan pada LCD. Sistem proteksi yang telah dibuat ini terdiri dari sub-sistem osilator gelombang ultrasonik dan sub-sistem penunjuk arah angin. Kemudian pada sub-sistem dilakukan pengujian dan dipadukan agar dapat diimplementasikan terhadap hamawereng, sehingga menjadi sebuah sistem proteksi tanaman padi. Implementasi yang dilakukan meliputi pengujian keseluruhan sistem proteksi terhadap hama wereng, pengujian pengaruh frekuensi terhadap reaksi hamawereng, serta pengujian pengaruh waktu pemaparan gelombang ultrasonik. Hasil pengujian keseluruhan sistem menunjukkan bahwa hamawereng terbang mengikuti arah angin dan sistem mampu membaca arah angin datang. Hasil pengaruh frekuensi terhadap reaksi hamawereng didapat frekuensi gelombang ultrasonik yang berpengaruh perubahan pola reaksi gerak hamawereng 40KHz, frekuensi tersebut telah mampu menimbulkan reaksi gerak pasif (melambat) bagi hama wereng. 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.

Kata Kunci: Hamawereng, gerakpasif, Osilator, Penunjukarahangin, LCD, ATMega32.

I. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan secara definisi telah dijelaskan dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996. Ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, dan terjangkau.

Usaha untuk mewujudkan ketahanan pangan sangat bergantung dengan tingkat produktivitas tanaman padi sebagai jenis tanaman pangan yang paling dibutuhkan di Indonesia. Misi untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi dalam implementasinya menemui banyak sekali hambatan. Hambatan tersebut bisa berasal dari manusia, hewan, dan lingkungan. Faktor hewan dalam bentuk serangan hama merupakan hambatan yang paling konsisten dalam menekan tingkat produktivitas tanaman padi tiap musimnya, serangan hama terbesar yakni serangan hama wereng.

Hama wereng bukanlah nama yang asing lagi bagi para petani. Hama yang memiliki nama latin *Nilavarpata Lugens* ini palingsulit diatasi diantara hama-hama lainnya. Disamping ukuran yang sangat kecil, hama jenis inipun populasinya sangat cepat, bahkan seekor wereng betina ketika bertelur mampu menghasilkan 100-500 telur dan juga pada suhu 25°C, werengjuga mampu hidup hingga mencapai umur 30 hari (Hadi, 2009).

Berbagai cara yang telah ditemukan untuk mengatasi serangan hama ini, baik menggunakan metode biologis dan kimiawi. Contoh metode biologis seperti varietas padi tahan hama, sedangkan contoh metode kimiawi seperti *Pestisida*. Akan tetapi semuanya masih terkendala pada tingkat efektifitas, efisiensi dan efek samping yang ditimbulkan.

Pemilihan metode kimiawi dalam mengatasi hama wereng merupakan metode yang paling sering dilakukan oleh petani, namun metode kimiawi seperti pemakaian *pestisida* berlebihan disamping akan menyebabkan

kekebalan pada hama itu sendiri, juga akan mencemari air dan tanah. Bahkan yang lebih parah lagi beberapa kasus serangan hama wereng yang terjadi di kabupaten Karawang Jawa Barat diatasi dengan cara menyiramkan solar. Hal ini memang dapat membasmi hama wereng dengan cepat, tetapi jelas efek samping yang ditimbulkan sangat berbahaya bagi tanah dan ekosistem di sawah. Mengingat dampak yang begitu merugikan dari serangan hama wereng serta penanganan yang tidak benar dan lebih bersifat merusak lingkungan, maka perlu suatu sistem teknologi yang mampu memproteksi tanaman padi dari serangan hama wereng, tetapi tetap ramah lingkungan. Pada penelitian ini, akan dibuat sistem proteksi tanaman padi dari serangan hama wereng menggunakan gelombang ultrasonik dan penunjuk arah angin.

Metode yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah metode fisika dengan pemanfaatan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan langkah yang strategis karena selain efek gelombang yang merusak jaringan tubuh hama juga lebih ramah terhadap lingkungan. Hal ini terbukti dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan menggunakan gelombang ultrasonik, seperti untuk mengatasi hama kumbang, belalang, dan tikus.

Penggunaan penunjuk arah angin didasarkan pada hasil penelitian yang menjelaskan bahwa serangga kecil seperti wereng selalu terbang dengan mengikuti arah angin yang berhembus. Sejumlah populasi wereng *Makroptera* dewasa yang tiba di pulau-pulau utama Jepang antara bulan Mei - Agustus berasal dari daratan Cina Selatan yang jauhnya ratusan kilometer. Kemudian dijelaskan pula, bahwa cara wereng ini bermigrasi cukup unik. Hama wereng ini aktif terbang ke atas terlebih dahulu untuk selanjutnya secara pasif ikut hembusan angin yang mengarah ke kepulauan Jepang (Jumar, 2000). Hal ini tentu menjadi modal utama untuk mengetahui arah dan kapan waktu serangan hama wereng terjadi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian ini sebagai berikut:

- Penelitian yang berjudul “Pengendalian Hama Belalang Kembara (*Locusta migratoria*) dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik di Kalimantan Barat“ dimuat oleh Stepanus Sahala dalam sebuah Jurnal Penelitian Universitas Tanjungpura Volume IX No. 1 Januari 2008. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa frekuensi gelombang ultrasonik 50 KHz berpengaruh nyata terhadap pola perilaku belalang kumbara dengan jarak sumber 25 cm sampai 50 cm dengan batasan lama pemaparan 3 jam sampai 4 jam. Kelebihan dari penelitian ini yaitu menciptakan metode baru dalam mengendalikan hama belalang dan mengetahui nilai frekuensi, jarak dan waktu pemaparan optimum untuk mempengaruhi pola perilaku belalang tersebut. Sedangkan kekurangannya sistem alat yang dirancang belum cerdas karena belum mampu mendeteksi serangan belalang tersebut.
- “Studi Desain dan Pembuatan Osilator Bunyi pada Frekuensi Nyamuk Terbang”. Penelitian ini merupakan skripsi yang ditulis oleh Nata Rini Lestari pada tahun 2004 Jurusan Teknik Elektro Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Hasil penelitian ini didapat besaran frekuensi optimum untuk mengusir nyamuk yaitu nyamuk pertama 3000 Hz, nyamuk kedua 3500 Hz, dan nyamuk ketiga 3900 Hz. Kelebihan penelitian ini bisa dijadikan sebagai langkah awal untuk pengembangan IPTEK. Kekurangannya masih perlu adanya variasi besaran fisis lain selain frekuensi seperti jarak ataupun waktu.
- Sebuah penelitian berjudul “Rancangan Rangkaian Elektronik Pengusir Hama Tikus dan Serangga Pada Tanaman Kelapa Sawit”. Penelitian ini dilakukan oleh Febi Rahmita dkk, dimuat pada Jurnal Program Kreativitas Mahasiswa Penerapan Teknologi (PKMT) tahun 2005. Berdasarkan hasil uji coba alat, rangkaian ini dapat digunakan untuk mengusir hama tikus sawit pada frekuensi 40 KHz, namun dalam penelitian ini belum didapatkan secara pasti mengenai tingkat frekuensi yang digunakan untuk mengusir serangga. Kelebihan penelitian ini bisa dijadikan sebagai langkah awal untuk pengembangan IPTEK. Kekurangannya masih perlu pengujian eksperimen untuk mengetahui

besar frekuensi yang diperlukan untuk mengatasi serangga pada kelapa sawit.

Berbeda dengan penelitian-penelitian di atas, penelitian ini akan memfokuskan bagaimana membuat sistem proteksi dengan menggunakan gelombang ultrasonik dan penunjuk arah angin. Sistem yang dihasilkan selanjutnya diujikan untuk mengetahui frekuensi dan waktu optimum pemaparan gelombang ultrasonik terhadap reaksi hama wereng

Tabel 2.1 Perbedaan dengan penelitian yang pernah dilakukan

No	Peneliti	Tahun	Jenis hama atau serangga	Metode yang digunakan	Jenis area yang dilindungi
1	Stepanus Sahala	2008	Belalang Kembara	Gelombang Ultrasonik	Padi, Jagung, Sayur-sayuran
2	Nata Rini Lestari	2004	Nyamuk	Gelombang Audiosonik	Rumah
3	Febi Rahmita dkk	2005	Kumbang dan tikus	Gelombang Ultrasonik	Kelapa Sawit
4	Rian Agusdian	2012	Wereng	Gelombang Ultrasonik dan Penunjuk Angin	Padi

III. LANDASAN TEORI

Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal yang frekuensinya di atas 20 KHZ. Karakteristik gelombang ultrasonik yang merambat melalui medium mengakibatkan getaran partikel.

Hama Wereng

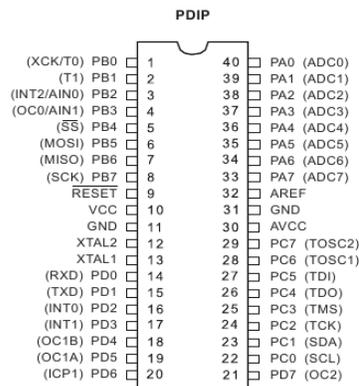
Wereng adalah sebutan umum untuk serangga penghisap cairan tumbuhan anggota ordo *Hemiptera* (kepik sejati), subordo *Fulgomorpha*, khususnya berukuran kecil. Ukuran hama wereng jantan 2-3 mm, sedangkan ukuran hama wereng betina 3-4 mm (Hidayat, 2001). Hama wereng dapat bertelur sebanyak 100-500 butir. Disamping ukuran yang sangat kecil, hama jenis inipun populasinya sangat cepat, bahkan seekor wereng betina ketika bertelur mampu menghasilkan 100-500 telur dan juga pada suhu 25°C, wereng juga mampu hidup hingga mencapai umur 30 hari (Hadi, 2009).



Gambar 1: Hama wereng (Sutisna, 2010)

Mikrokontroler ATmega32

Konfigurasi pin ATmega32 ditampilkan dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-line Package*). Keterangan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2: Susunan Pin ATmega32

Penunjuk Arah Angin Mekanik

Penunjuk arah angin mekanik digunakan sebagai penunjuk arah angin secara mekanik. Penunjuk arah angin ini biasanya digunakan oleh orang-orang eropa untuk membaca arah datang angin sekaligus sebagai aksesoris pada atap rumah mereka. Angin yang berhembus dari arah tertentu dapat menggerakkan bendera yang berada di pangkal penunjuk arah tersebut.

Bentuk fisik penunjuk arah angin dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3: Penunjuk arah angin mekanik

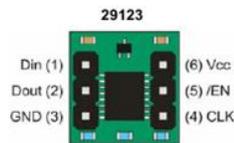
Kompas HM55B

Kompas HM55B adalah sebuah kompas yang biasanya digunakan untuk menggerakkan robot ke arah tertentu dalam satuan derajat, dimana sebelum kompas digunakan terlebih dahulu dikalibrasi sesuai dengan arah mata angin. Bentuk fisik lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4: Bentuk Fisik Kompas HM55B

Konfigurasi pin lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar.

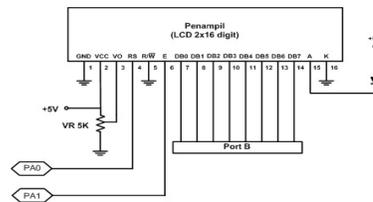


Gambar 5: Konfigurasi PIN HM55B

LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan modul penampil yang banyak digunakan untuk menampilkan tulisan baik angka ataupun huruf. Salah satu jenis LCD yang umum digunakan adalah LCD M1632. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah.

Deskripsi singkat pin LCD dapat dilihat pada gambar.

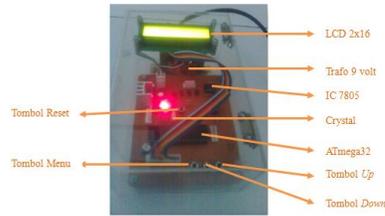


Gambar 6: LCD

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan sub-sistem osilator gelombang ultrasonik

Hasil dari sub-sistem osilator gelombang ultrasonik, terdiri dari beberapa komponen utama diantaranya; mikrokontroler ATmega32, LCD 2x16, IC 7805, *Crystal*, Transistor, Trafo 9 volt, serta rangkaian elektronik lainnya. Hasil pembuatan dapat disajikan pada gambar berikut:



Gambar 7: Hasil pembuatan rangkaian osilator

Pengujian sub-sistem osilator gelombang ultrasonik

Hasil pengujian sub-sistem osilator gelombang ultrasonik, dapat disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sub-sistem osilator gelombang ultrasonik

No	Osilator	Osiloskop	Selisih	Akurasi
1	20.000 Hz	20.000 Hz	0 Hz	100 %
2	25.000 Hz	25.000 Hz	0 Hz	100 %
3	30.300 Hz	30.303 Hz	3 Hz	99,9 %
4	35.700 Hz	35.714 Hz	14 Hz	99,9 %
5	40.000 Hz	40.000 Hz	0 Hz	100 %
6	45.400 Hz	45.454 Hz	54 Hz	99,8 %
7	50.000 Hz	50.000 Hz	0 Hz	100 %
8	55.500 Hz	55.555 Hz	55 Hz	99,8 %
9	62.500 Hz	62.500 Hz	0 Hz	100 %

Pembuatan sub-sistem penunjuk arah angin

Hasil pembuatan sub-sistem penunjuk arah angin, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 8: Penunjuk arah angin yang telah dibuat

Pengujian sub-sistem penunjuk arah angin

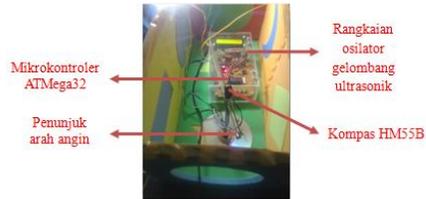
Hasil pengujian sub-sistem penunjuk arah angin, dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sub-sistem penunjuk arah angin

No	Arah datang angin	Bendera bergeser	Kompas membaca
1	Utara	Selatan	Utara
2	Timur laut	Barat daya	Timur laut
3	Timur	Barat	Timur
4	Tenggara	Barat laut	Tenggara
5	Selatan	Utara	Selatan
6	Barat daya	Timur laut	Barat daya
7	Barat	Timur	Barat
8	Barat laut	Tenggara	Barat laut

Pemaduan seluruh sub-sistem

Hasil pemaduan seluruh sub-sistem osilator gelombang ultrasonik dan penunjuk arah angin dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 9: Pemaduan seluruh sub-sistem

Implementasi Sistem Terhadap Hama Wereng

Proses implementasi sistem terhadap hama wereng berupa pengujian keseluruhan sistem terhadap terhadap hama wereng, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 10: Pengujian seluruh sistem

Proses implementasi sistem proteksi terhadap hama wereng berupa pengujian pengaruh frekuensi dan waktu, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 11: Pengujian pengaruh frekuensi dan waktu

Data hasil pengujian keseluruhan sistem proteksi terhadap hamawereng

Data hasil pengujian keseluruhan sistem proteksi terhadap hama wereng, disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian keseluruhan sistem proteksi

ANGIN	ARAH TERBANG HAMA WERENG	RUNNING SISTEM
UTARA	SELATAN, BARAT DAYA, TENGGARA	PEMANCARAN GELOMBANG DARI UTARA
TIMUR LAUT	BARAT DAYA, BARAT, SELATAN	PEMANCARAN GELOMBANG DARI TIMUR LAUT
TIMUR	BARAT, BARAT LAUT, BARAT DAYA	PEMANCARAN GELOMBANG DARI TIMUR
TENGGARA	BARAT LAUT, UTARA, BARAT	PEMANCARAN GELOMBANG DARI TENGGARA
SELATAN	UTARA, TIMUR LAUT, BARAT LAUT	PEMANCARAN GELOMBANG DARI SELATAN
BARAT DAYA	TIMUR LAUT, UTARA, TIMUR	PEMANCARAN GELOMBANG DARI BARAT DAYA
BARAT	TIMUR, TENGGARA, TIMUR LAUT,	PEMANCARAN GELOMBANG DARI BARAT
BARAT LAUT	TENGGARA, SELATAN, TIMUR	PEMANCARAN GELOMBANG DARI BARAT LAUT

Data hasil pengaruh frekuensi gelombang ultrasonik terhadap hama wereng

Data hasil pengaruh frekuensi gelombang ultrasonik terhadap hama wereng, disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh frekuensi gelombang ultrasonik terhadap hama wereng dengan waktu tetap 60 menit

FREKUENSI	REAKSI	EFEK YANG DITIMBUKAN
20 KHz	GERAK AKTIF	TIDAK MATI
25 KHz	GERAK AKTIF	TIDAK MATI
30 KHz	GERAK AKTIF	TIDAK MATI
35 KHz	GERAK AKTIF	TIDAK MATI
40 KHz	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
45 KHz	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
50 KHz	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI
55 KHz	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI
62 KHz	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI

Data hasil pengaruh waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap hama wereng

Data hasil pengaruh waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap hama wereng, dapat disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengaruh waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap hama wereng dengan frekuensi tetap 40KHz

WAKTU	REAKSI	EFEK YANG DITIMBULKAN
20 MENIT	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
40 MENIT	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
60 MENIT	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
80 MENIT	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
100 MENIT	GERAK PASIF (MELAMBAT)	TIDAK MATI
120 MENIT	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI
140 MENIT	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI
160 MENIT	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	TIDAK MATI
180 MENIT	GERAK PASIF (LAMBAT SEKALI)	MATI

V. PEMBAHASAN

Pembuatan sub-sistem osilator gelombang ultrasonik

Pembuatan osilator gelombang ultrasonik dimulai dari proses perancangan rangkaian dalam *software* proteus. Kemudian hasilnya dicetak pada papan PCB polos, saat itu dimulailah proses pengeboran, penyolderan, hingga akhirnya pemrograman dan pembuatan kotak *box* rangkaian dengan bahan yang terbuat dari *acrylic* seperti terlihat pada gambar 4.1.

Pengujian sub-sistem osilator gelombang ultrasonik

Hasil tampilan frekuensi keluaran osilator gelombang ultrasonik sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.1, ditampilkan frekuensi sebesar 20.000 Hz, 25.000 Hz, 30.300 Hz, 35.700 Hz, 40.000 Hz, 45.400 Hz 55.500 Hz, dan 62.500 Hz. Pengujian frekuensi tersebut menghasilkan periode sebesar 0,00004 s, 0,00005 s, 0,000034 s, 0,000028 s, 0,000025 s, 0,000022 s, 0,000018 s, serta 0,000016 s, dan besar frekuensinya 20.000 Hz, 25.000 Hz, 30.303 Hz, 35.714 Hz, 40.000 Hz, 45.454 Hz, 50.000 Hz, 55.555 Hz, 62.500 Hz, data nilai frekuensi ini semua memiliki nilai keakurasian mulai dari 99,45 % sampai dengan 100 %. Hal ini menjadi tolak ukur bahwa sub-sistem osilator gelombang ultrasonik sudah dapat diimplementasikan terhadap hama wereng.

Pembuatan sub-sistem penunjuk arah angin

Penunjuk arah angin terdiri dari dua komponen yang dapat dipisahkan yakni penunjuk arah angin mekanik dan kompas HM55B. Pembuatan penunjuk arah angin mekanik merupakan penunjuk arah angin yang dibuat secara manual dengan menggunakan bahan-bahan sederhana tetapi mampu mendeteksi arah kedatangan angin.

Pengujian sub-sistem penunjuk arah angin

Pengujian sub-sistem penunjuk arah angin dilakukan dengan melakukan sebuah simulasi. Simulasi tersebut menggunakan angin buatan yang berasal dari sebuah kipas angin ataupun tiupan manusia. Hasil pengujian sub-sistem penunjuk arah angin sebagaimana ditampilkan oleh tabel 4.2, dihasilkan pembacaan 8 arah mata angin yang sesuai. Seperti pada angin yang datang dari utara.

Implementasi sistem terhadap hama wereng

Pengujian keseluruhan sistem proteksi terhadap hama wereng

Data hasil *running* sistem yang telah diperoleh dari penelitian ini, menunjukkan bahwa sistem sudah mampu mendeteksi angin dan memancarkan gelombang ultrasonik sesuai arah angin yang diharapkan. Namun ada beberapa pembacaan arah yang masih sulit dideteksi, seperti pada arah tenggara, hal ini disebabkan karena pemasangan kompas HM55B pada penunjuk arah angin mekanik yang masih miring, sehingga pembacaan arah sedikit terganggu.

Pengaruh frekuensi gelombang ultrasonik terhadap hama wereng

Hasil dari pengaruh frekuensi terhadap hama wereng sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.4, didapat frekuensi yang berpengaruh terhadap hama wereng adalah ≥ 40 KHz. Hasil ini diperoleh dari pengaruh gelombang ultrasonik terhadap hama wereng berupa terjadinya perubahan pola reaksi hama wereng dari gerak aktif menjadi gerak pasif, sedangkan efek yang ditimbulkan tidak mati.

Perubahan pola reaksi hama wereng dari gerak aktif menjadi gerak pasif akibat pemancaran gelombang ultrasonik ini, kemungkinan disebabkan

terjadinya efek mekanik dalam jaringan. Efek mekanik sendiri merupakan gerakan partikel sehingga dapat menimbulkan percepatan partikel, getaran tekanan, tekanan pemancar, dan gaya gesek.

Munculnya efek mekanik akibat adanya intensitas gelombang yang dipancarkan osilator dan cepat rambat gelombang di dalam jaringan itu sendiri. Kecepatan gelombang ultrasonik di dalam jaringan lunak merambat secara longitudinal dengan kecepatan rata-rata sekitar 1.540 m/s (Cameron and Skofronick, 1978).

Pengaruh waktu pemancaran frekuensi gelombang ultrasonik terhadap hama wereng

Hasil dari pengaruh waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap hama wereng sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 4.5, didapat waktu sebesar 180 menit. Berdasarkan hasil waktu pemancaran frekuensi yang berpengaruh terhadap hama wereng sebesar 180 menit.

Terjadinya perubahan efek yang ditimbulkan dari pengaruh waktu pemancaran frekuensi yang mengakibatkan hama wereng menjadi mati. Kemungkinan disebabkan berdasarkan teori bahwa gelombang ultrasonik merambat membawa energi dari satu medium ke medium lainnya. Banyaknya energi yang dibawa partikel tersebut tiap satuan waktu merupakan daya yang diberikan oleh gelombang ultrasonik kepada suatu medium (Giancoli, 1998).

Dengan demikian semakin lama waktu pemancaran gelombang ultrasonik terhadap hama wereng semakin besar pula energi yang diterima hama wereng. Kemudian semakin besar energi tersebut, maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap organ jaringan sel pendengaran hama wereng yang menyebabkan reaksi gerak pasif dan akhirnya mati.

VI. KESIMPULAN

1. Telah dibuat sebuah sistem proteksi tanaman padi dari serangan hama wereng yang mampu mendeteksi serangan hama wereng menggunakan media angin.
2. Frekuensi gelombang ultrasonik yang mempengaruhi perubahan pola reaksi hama wereng adalah ≥ 40 KHz.

3. Waktu pemancaran frekuensi gelombang ultrasonik terhadap perubahan efek yang ditimbulkan hama wereng adalah 180 menit.

VII. SARAN

1. Osilator gelombang ultrasonik yang dibuat kenaikan frekuensinya harus lebih kecil lagi, supaya frekuensi optimum dapat diketahui lebih detail.
2. Sebaiknya deteksi serangan hama wereng tidak hanya melalui media angin saja, tetapi mampu mendeteksi tubuh hama wereng secara langsung.
3. Sumber energi yang digunakan sebaiknya energi alternatif berupa energi panas matahari, mengingat kondisi area pesawahan yang penuh sumber daya energi panas matahari yang dapat dimanfaatkan.
- 4.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Ackerma 1988. *Ilmu Biofisika* (terjemahan; Redjani, Abdulbasir), Surabaya: Airlangga University Press.
- Arifin, Bustanul. 2007. *Diagnosis Ekonomi Politik Pangan dan Pertanian*. Jakarta. Rajawali Pers.
- Cameron John R, Skofronick James G, 1978. *Medical Physics*, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Rahmita, F., H. Amanu, Dwi Arie Sandi, Awan Sastra. 2005. *Rancangan Rangkaian Elektronik Pengusir Hama Tikus dan Serangga Pada Tanaman Kelapa Sawit*. Bengkulu. Progam Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu.
- Giancoli. 1998. *Fisika*, Penerjemah Yuhilsa Hanum, Jakarta: Erlangga.
- Hadi, Mochamad. 2009. *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Halliday and Resnick. 1992. *Fisika*, Penerjemah Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, Jakarta: Erlangga.
- Hidayat, Anwar. 2001. *Mengidentifikasi Jenis dan Sifat Hama*. Jakarta: SMK Pertanian.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Kasumbogo, Untung. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada.
- Lestari, N.R. 2004. *Studi Desain dan Pembuatan Osilator Bunyi Pada Frekuensi Bunyi Nyamuk Terbang*. Jurusan Fisika Elektronika dan Instrumentasi FMIPA-UGM, Yogyakarta.
- Sahala. 2008. *Gelombang Ultrasonik Sebagai Pengendalian Hama Belalang (Locusta Migratoria) di Kalimantan Barat*. Kalimantan. Universitas Tanjung Pura.

Sabbagha,1980, *Diagnostic Ultrasound Applied to Obstetrics and Gynecology*, Haper & Row, London.

Sutrisno. 1988.*Gelombang dan Optik*, Seri Fisika Dasar Jilid 2, Bandung:Institut Teknologi Bandung.

Pertanyaan : Apa yang terjadi ketika lebih dari 40 Hz dan ketika waktu optimum dan apa yang terjadi dengan wereng?

Jawab: Hama wereng ketika dipengaruhi frekuensi lebih besar sama dengan 40 Hz terjadi perubahan pola reaksi dari gerak aktif menjadi gerak pasif, kemudian pada waktu optimum 180 menit hama wereng mati.

Pertanyaan : Adakah efek negative dari alat ini bagi serangga lain untuk kelangsungan ekosistem?

Jawab : Dari literature yang sudah ada gelombang ultrasonic masih tergolong aman.