

**wijaya kusuma**

ANTHRAX DI INDONESIA Asih Rahayu	<b>Volume Edisi Khusus Desember 2009</b>				
HYMENOLEPIASIS NANA Bagus Uda Palgunadi					
PENGGUNAAN PREDNISON PADA PENDERITA ASMA BRONKHIALE DIKAITKAN DENGAN KADAR IgE DAN IgG PENDERITA Lusiani Tjandra					
SEHAT Atik Sriwulandari					
DEMAM TIFOID Inawati					
ADAPTASI KARDIOVASKULAR TERHADAP LATIHAN FISIK Akmarawita kadir					
PERAN AKUPUNKTUR DALAM OBSTETRI Harry Kurniawan Gondo					
OPTIMASI FREKUENSI DAN DOSIS PAPARAN GELOMBANG UTRASONIK UNTUK MEMBUNUH JENTIK NYAMUK Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti, Heru Setiawan					
ISOLASI DAN KARAKTERISASI ENZIM SELULASE Masfufatun					
STRONGILOIDES Indah Widyaningsih					
PENGARUH VARIABILITAS IKLIM TERHADAP PERKEMBANGAN WATER-BORNE DISEASES Sudarso					
KORELASI ANTARA PREVALENSI ENTEROBIASIS VERMICULARIS DENGAN HIGIENES PERORANGAN PADA ANAK USIA 5 – 18 TAHUN DI DESA KARANGASEM KECAMATAN KUTOREJO KABUPATEN MOJOKERTO Heru Setiawan, Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti					
<b>wijaya kusuma</b>	<b>Volume</b>	<b>Edisi Khusus</b>	<b>Halaman 1 - 93</b>	<b>Surabaya Desember 2009</b>	<b>ISSN 1978-2071</b>



Diterbitkan oleh :  
Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya  
Jl. Dukuh Kupang XXV/54 Surabaya, 60225

# wijaya kusuma

Volume Edisi Khusus Desember 2009

Jurnal Ilmiah Kedokteran WJAYA KUSUMA diterbitkan dua kali setahun, pada bulan Januari dan Juli. Memuat artikel ilmiah hasil penelitian, kajian kritis-konseptual yang berkaitan dengan bidang

**Penasehat** : Rektor Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

**Penanggung Jawab** : dr. F.Y. Widodo, M.Kes  
Dekan Fakultas Kedokteran  
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

**Pimpinan Redaksi** : Dr. Sudarso, M.Sc.

**Anggota Dewan Redaksi** : Didik Sarudji, M.Sc.  
dr. Budi Setiawan, M.Kes.  
dr. Sunarso K., Sp.B. MM.;  
dr. Johannes Budidjaja Ananda.  
Atik Sri Wulandari, SKM, M.Kes.  
dr. Paulus Samuel Poli.  
dr. Sudarto, SpK;  
dr. Arya Cahyadi, SpA;  
dr. R. Handoyo, Sp.P;  
dr. Dardjo, SpTHT;  
dr. Ira Idawati, M.Kes;

**Mitra Bestari**  
(Penelaah) : Prof. dr. Purnomo Suryohudoyo  
Prof. dr. dr. Suhartono Taat Putra, M.S.  
Prof. dr. H.S.M. Soeatmadji.  
Prof. Dr. dr. Koedianto Tantular  
Prof. dr. H. Bambang Rahino Setokoesoemo  
Prof. dr. Agus Djamhuri  
Prof. dr. Petrus Budi Santoso. SpS.  
Prof. dr. H. Soeprapto As. D.PH.  
Prof. Soebandiri, dr., Sp.PD., KHOM.;  
Prof. dr. Daniel Hoesea B.

**Pelaksana Tata Usaha** :  
Suwito (Sekretaris)  
Endah Sugiartiningsih, SE, M.Ak.(Bendahara)

**Alamat Redaksi** : Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma  
Fakultas Kedokteran UWKS  
Jln. Dukuh Kupang XXV Surabaya  
Telp (Fax) 031 5686531.

## **KATA PENGANTAR**

Syukur alhamdulillah bahwa Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma Voume Edisi Khusus dapat terbit dalam bulan Desember 2009 ini. Berbagai hambatan dapat kita atasi , semoga hambatan-hambatan tersebut tidak akan terjadi lagi pada penerbitan-penerbitan selanjutnya.

Jurnal ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma terbitan kali ini memuat artikel yang membahas aspek Farmasi, farmakologi, faal, kesehatan lingkungan, olah raga lansia, syaraf dan penyakit jantung, baik dari hasil penelitian, studi kasus maupun tinjauan pustaka.

Jurnal ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma menerima artikel ilmiah dari hasilpenelitian, laporan/studi kasus, kajian/tinjauan pustaka, maupun penyegar ilmu kedokteran, yang erorientasi pada kemutakhiran ilmu pengetahuan dan teknologi kedokteran, agar dapat menjadi sumber informasi ilmiah yang mampu memberikan kontribusi dalam mengatasi permasalahan kedokteran yang semakin kompleks.

Redaksi mengundang berbagai ilmuwan dari berbagai lembaga pendidikan tinggi maupun penelitian untuk memberikan sumbangan ilmiahnya, baik berupa hasil penelitian maupun kajian ilmiah mengenai kedokteran.

Redaksi sangat mengharapkan masukan-masukan dari para pembaca, professional bidang kedokteran, atau yang terkait dengan penerbitan, demi makin meningkatnya kualitas jurnal sebagaimana harapan kita bersama.

Redaksi berharap semoga artikel-artikel ilmiah yang termuat dalam Jurnal ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma bermanfaat bagi para akademisi dan professional yang berkecimpung dalam dunia Kedokteran.

**Pimpinan Redaksi**

# wijaya kusuma

Volume Edisi Khusus Desember 2009

## DAFTAR ISI

	Halaman
1. ANTHRAX DI INDONESIA <i>Asih Rahayu</i>	1 - 8
2. HYMENOLEPIASIS NANA <i>Bagus Uda Palgunadi</i>	9 - 13
3. PENGGUNAAN PREDNISON PADA PENDERITA ASMA BRONKHIALE DIKAITKAN DENGAN KADAR IgE DAN IgG PENDERITA <i>Lusiani Tjandra</i>	14 - 24
4. SEHAT <i>Atik Sriwulandari</i>	25 - 30
5. DEMAM TIFOID <i>Inawati</i>	31 - 36
6. ADAPTASI KARDIOVASKULAR TERHADAP LATIHAN FISIK <i>Akmarawita kadir</i>	37 - 47
7. PERAN AKUPUNKTUR DALAM OBSTETRI <i>Harry Kurniawan Gondo</i>	48 - 56
8. OPTIMASI FREKUENSI DAN DOSIS PAPARAN GELOMBANG UTRASONIK UNTUK MEMBUNUH JENTIK NYAMUK <i>Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti, Heru Setiawan</i>	57 - 62
9. ISOLASI DAN KARAKTERISASI ENZIM SELULASE <i>Masfufatun</i>	63 - 72
10. STRONGILOIDES <i>Indah Widyaningsih</i>	73 - 79
11. PENGARUH VARIABILITAS IKLIM TERHADAP PERKEMBANGAN WATER-BORNE DISEASES <i>Sudarso</i>	80 - 86
12. KORELASI ANTARA PREVALENSI ENTEROBIASIS VERMICULARIS DENGAN HIGIENES PERORANGAN PADA ANAK USIA 5 - 18 TAHUN DI DESA KARANGASEM KECAMATAN KUTOREJO KABUPATEN MOJOKERTO <i>Heru Setiawan, Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti</i>	87 - 93

Diterbitkan oleh :  
Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya  
Jl. Dukuh Kupang XXV/54 Surabaya



# **OPTIMASI FREKUENSI DAN DOSIS PAPARAN GELOMBANG UTRASONIK UNTUK MEMBUNUH JENTIK NYAMUK**

**Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti, Heru Setiawan**

**Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya**

## **ABSTRAK:**

Nyamuk merupakan salah satu serangga ditimpakan kepada orang-orang yang disebabkan oleh partikel memimpin dalam berbagai penyakit tak terluaskan seperti malaria, demam berdarah dan cikungunya. Nyamuk adalah membawa masalah bagi ruang hidup terutama di daerah penurunan sanitasi banjir tersebut. Pencegahan penyakit yang disebabkan oleh nyamuk telah dilakukan dengan banyak cara antara lain dengan menggunakan insektisida seperti DDT, BHC, dll Insektisida memungkinkan untuk menyebabkan keracunan bagi manusia dan makhluk hidup lain. Menggunakan insektisida yang tidak terkontrol akan memberikan kompleks risiko tinggi. Ini adalah ide yang baik untuk mendapatkan metode alternatif yang lebih baik. Gelombang ultrasonik memilih sebagai metode alternatif untuk efektivitas dan ramah lingkungan. Fokus penelitian telah dilakukan untuk memiliki frekuensi gelombang ultrasonik optimal mematikan yang disebabkan persentase tertinggi dan untuk mendapatkan dosis atau kepadatan volume energi gelombang ultrasonik untuk menghancurkan larva nyamuk secara keseluruhan. Sebagai hasil observasi dan analisa data telah dilakukan oleh 50 Mosquito Larva dan 50 W ultrasonik bertenaga memberikan frekuensi optimum adalah 86 KHz, dengan Persentase Lethal 78%. Selain itu, semakin kapal hubungan linier untuk volume, sehingga volume kepadatan energi 3,95904 kJ / ml.

Kata kunci: Metode Alternatif, ramah lingkungan, persentase mematikan

## **FREQUENCY OPTIMIZATION OF WAVE EXPOSURE AND DOSE TO KILL ultrasonic mosquito larvae**

**Mas Mansyur, E. Devi Dwi Rianti, Heru Setiawan**

**Lecturer Faculty of Medicine, University of Wijaya Kusuma Surabaya**

## **ABSTRACT :**

Mosquito is the one of inflicted insect upon people caused by the lead part in many indescribable diseases such as malaria, dengue and cikungunya. Mosquito is bring problem for living space especially in decreasing sanitation such flooded area. The disease prevention caused by Mosquito has done in many ways among the others by using insecticide such as DDT, BHC, etc. Insecticide enable to caused poisoned to people and others living creatures. Using uncontrolled insecticide will be give high risk complex. It is a good idea to get a better alternative method. The ultrasonic waves choose as alternative method for its effectiveness and environmental friendliness. The focus of research has been done to have optimum frequency of ultrasonic waves caused highest lethal percentage and to get the dosages or the volume density of energy of ultrasonic waves to destroy Mosquito larva on the whole. As the result of observation and data analysis has done by 50 Mosquito Larva and 50 W ultrasonic powered give the optimum frequency is 86 KHz, with Lethal Percentage is 78%. Besides, is getting the linier relation ship to volume, so that the volume density of energy is 3.95904 kJ/ml.

*Keywords :* Alternative method, environmental friendliness, lethal percentage

## **PENDAHULUAN**

Diperkirakan hampir tiga juta spesies makhluk hidup yang termasuk Phylum Artopoda, misalnya serangga yang merupakan kelas terbesar dan terpenting. Sampai saat ini telah dikenal lebih dari 500.000 species serangga. Sejumlah besar species serangga bermanfaat dalam kehidupan manusia, tetapi tidak sedikit pula yang menyebabkan kerugian bagi manusia (Wiantari, 1993).

Nyamuk merupakan salah satu jenis serangga yang merugikan manusia. Karena banyak berperan dalam penyebaran berbagai

macam penyakit. Seperti : malaria, demam berdarah, cikungunya. Nyamuk dapat menimbulkan masalah pada lingkungan pemukiman terutama yang sanitasinya kurang baik, seperti tempat-tempat yang dapat menimbulkan genangan air (got, kaleng-kaleng bekas maupun bak mandi yang jarang dikuras).

Penanggulangan penyakit yang ditularkan oleh penyakit ini telah banyak dilakukan antara lain dengan menggunakan insektisida seperti DDT, BHC. Insektisida ini dapat menimbulkan keracunan baik pada manusia maupun makhluk hidup lainnya.

Disamping itu insektisida menyebabkan meningkatnya daya tahan dalam tubuh nyamuk terhadap zat ini. Pemakaian insektisida tanpa terkendali dapat menimbulkan keracunan bahkan kematian, oleh karena itu perlu dipikirkan metode yang lebih baik untuk mengendalikan hama nyamuk ini. Fogging memang dapat membunuh nyamuk, tetapi jentik-jentiknya tetap tak terbasmi (Sarudji, 2006).

Gelombang ultrasonik merupakan metode yang dapat mengendalikan insektisida untuk menghambat pertumbuhan serangga ini. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz dan di dalam gas atau zat cair berupa gelombang longitudinal. Gelombang mekanik memiliki cepat rambat sebanding dengan kerapatan medium rambatannya, sehingga cepat rambat dalam zat cair lebih besar dibanding dalam gas. Selama perambatannya di dalam medium gelombang ultrasonik mengalami atenuasi karena adanya peristiwa-peristiwa pematulan, hambatan dan absorpsi sehingga intensitasnya berkurang. Disamping sifat-sifat ini, juga sifat-sifat karakteristik yaitu dapat menimbulkan kalor, gaya ultrasonik steady, kavitasi dan stres mekanik yang besar (Goberman, 1988).

Keuntungan penggunaan gelombang ultrasonik untuk membunuh jentik nyamuk diantara adalah tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, tidak mengeluarkan bunyi yang membisingkan telinga manusia karena frekuensinya melebihi jangkauan pendengaran manusia normal, dapat membunuh jentik nyamuk secara termis akibat efek panas yang

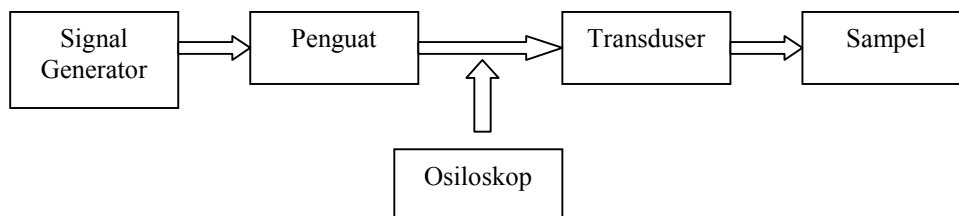
ditimbulkan, dan efek-efek lain yang ditimbulkan gelombang ultrasonik (Maskunah, 1988).

Kematian jentik *Aedes Aegypti* terbesar terjadi akibat paparan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 85 kHz. Daya gelombang ultrasonik, waktu paparan juga berpengaruh (Wiantari, 1993). Pada percobaan ini interval frekuensinya terlalu lebar yaitu 5 kHz, sehingga diperlukan frekuensi paparan gelombang ultrasonik yang lebih halus.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menentukan Frekuensi optimal yang mampu membunuh jentik nyamuk dengan persen kematian terbesar, dan menentukan dosis. Paparan optimal meliputi daya, waktu dan volume. Medium gelombang ultrasonik yang mampu membunuh jentik nyamuk dengan kematian sebesar 100 %.

#### BAHAN DAN CARA KERJA.

Proses penelitian ini diawali dengan mendisain pembangkit gelombang ultrasonik. Pembangkit gelombang ini disebut transduser ultrasonik, karena pembangkit ini mengubah energi listrik menjadi energi akustik. Pada penelitian ini dipilih transduser elektromagnetik. Karena dapat digunakan untuk membangkitkan gelombang ultrasonik baik di zat padat maupun fluida disamping itu transduser jenis ini banyak dijual di pasaran. Gambar 1. adalah diagram blok pembangkit gelombang ultrasonik. Adapun foto-foto peralatan yang di gunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Lampiran.



Gambar 1. Diagram Blok Pembangkit Gelombang Ultrasonik.

Jentik nyamuk diambil dari selokan yang berada disekitar tempat penelitian. Hal ini di maksudkan agar setelah penelitian ini selesai, hasilnya langsung dapat digunakan untuk membunuh jentik nyamuk yang berada di selokan.

Untuk menentukan frekuensi optimum dilakukan dengan cara, memasukkan 50 ekor jentik nyamuk ke dalam gelas ukur yang berisi 50 ml air. Kemudian dipapari dengan gelombang ultrasonik dengan frekuensi bervariasi,

sedangkan daya gelombang ultrasonik, volume air dan waktu di buat konstan.

Frekuensi optimum yang di peroleh di gunakan sebagai dasar percobaan berikutnya. Untuk menentukan dosis paparan gelombang ultrasonik di lakukan cara memapari 50 ekor jentik nyamuk dengan gelombang ultrasonik berdaya konstan. Sedangkan volume air bervariasi, kemudian percobaan di lanjutnya dengan volume air konstan sedangkan daya gelombang ultrasonik divariasikan. Lalu mencatat waktu paparan yang menyebabkan kematian seluruh jentik nyamuk.

## HASIL

Untuk menentukan frekuensi optimal paparan gelombang ultrasonik, dilakukan variasi frekuensi antara 20-100 kHz. Sebagai hewan coba digunakan 50 ekor jentik nyamuk dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi 50 ml air kemudian di papari dengan gelombang ultrasonik dengan daya sebesar 50 W dalam waktu 1 jam. Adapun hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Pengamatan Jumlah Kematian Jentik Nyamuk terhadap Frekuensi.

Frekuensi (kHz)	Jumlah Kematian ( 12 menit )					Total	% Kematian
	I	II	III	IV	V		
20	2	3	2	2	4	13	26
30	2	2	4	4	4	14	28
40	3	4	3	5	5	20	40
50	3	3	4	5	5	20	40
60	5	3	4	5	6	23	46
70	3	5	5	5	7	25	50
80	4	6	5	8	7	30	60
82	4	6	6	8	8	32	64
84	4	5	9	9	8	35	70
86	5	4	9	9	9	36	72
88	6	4	7	7	10	34	68
90	3	5	6	6	10	30	60
100	4	4	5	6	6	25	50

Untuk mengetahui energi paparan gelombang ultrasonik yang mampu menghasilkan persen kematian sebesar 100% dilakukan pengamatan waktu paparan terhadap variasi daya keluaran pembangkit gelombang ultrasonik. Adapun hasil Pengukurannya ditunjukkan pada Tabel 2.

Untuk mengetahui energi persatuan volume gelombang ultrasonik yang mampu

menghasilkan persen kematian sebesar 100% dilakukan pengamatan waktu paparan terhadap variasi dengan daya keluaran pembangkit gelombang ultrasonik konstan 200 W. Sebagai hewan coba digunakan 50 ekor jentik nyamuk di masukkan ke dalam gelas ukur yang berisi 50 ml, 150 ml, 200 ml dan 250 ml air, Adapun hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2 : Hasil Pengamatan Waktu Paparan terhadap Variasi Daya dengan Volume Konstan

No	Data (watt)	Waktu (menit)
1.	100	32,33
2.	150	20,40
3.	200	15,70
4.	250	12,40
5.	300	10,10

Tabel 3 : Hasil Pengamatan Waktu Paparan Terhadap Volume dengan Daya Konstan

No	Volume (ml)	Waktu (menit)
1.	50	15,70
2.	100	33,10
3.	150	47,60
4.	200	68,80
5.	250	80,33

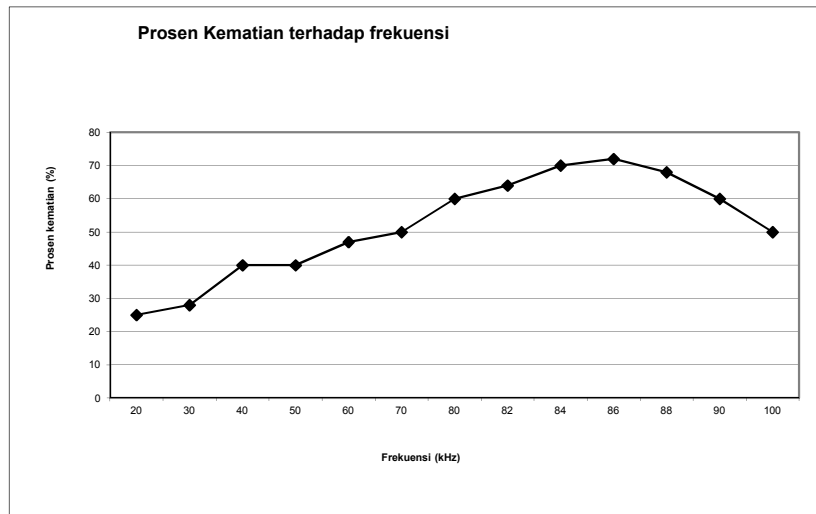
Untuk menentukan energi paparan persatuan volume dilakukan dengan variasi energi menggunakan daya konstan sebesar

200 W. Hubungan antara energi dan volume tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 : Hubungan Energi Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Volume

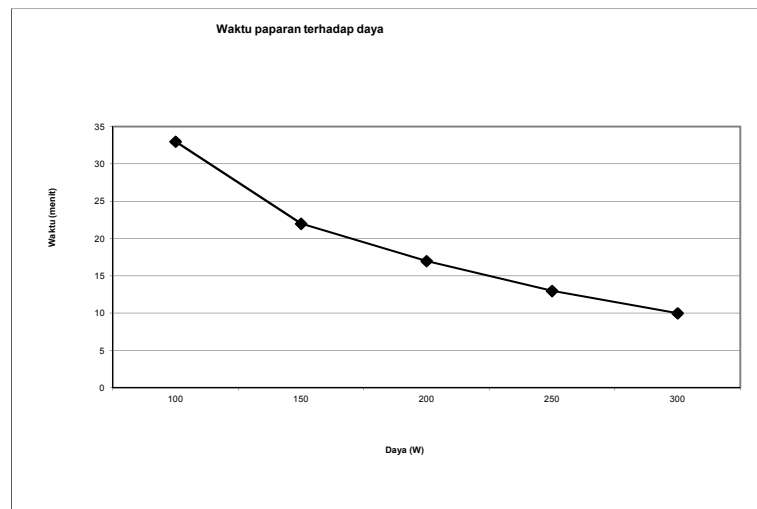
No.	Volume (ml)	Waktu (menit)	Energi (kJ)
1.	50	15,70	188,40
2.	100	33,10	397,20
3.	150	47,60	571,20
4.	200	68,80	825,60
5.	250	80,33	963,96

Grafik Hasil Percobaan



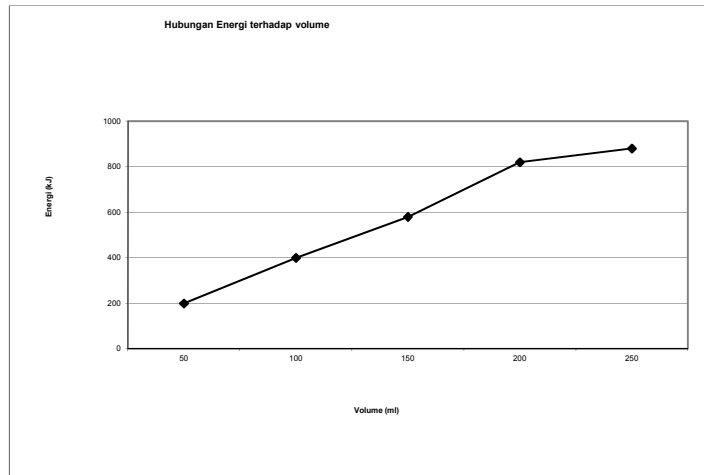
Gambar 1 : Grafik Hubungan Persen Kematian Terhadap Frekuensi Gelombang Ultrasonik

Dari grafik di atas terlihat bahwa persen kematian terbesar (sebesar 72%), terjadi pada frekuensi 86 kHz. Frekuensi ini disebut frekuensi optimum. Frekuensi ini digunakan untuk percobaan selanjutnya.



Gambar 2 : Grafik Hubungan Antara Waktu Paparan terhadap Daya





Gambar 3 : Grafik hubungan energi terhadap volume

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, pada gambar 1. diperoleh frekuensi optimal untuk membunuh jentik nyamuk sebesar 86 kHz. Dengan persen kematian sebesar 72% Kriteria pemilihan frekuensi optimal didasarkan atas frekuensi optimal didasarkan atas frekuensi gelombang ultrasonik (variabel bebas) dengan persen kematian jentik nyamuk (variabel terikat) terbesar Frekuensi optimal ini berkaitan dengan panjang gelombang ultrasonik sebesar 1,57 cm. Hal ini mengacu pada cepat rambat gelombang ultrasonik di air sebesar 1350 m/s. Bila dibandingkan dengan ukuran jentik nyamuk yang pada umumnya < 1 cm, maka seharusnya frekuensi optimal tersebut bernilai di atas 100 kHz, namun karena transduser ultrasonik yang dijumpai di pasaran memiliki rentang frekuensi di bawah 100 kHz, maka perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan transduser yang sesuai, agar diperoleh hasil yang diharapkan.

Dari hasil pengamatan waktu paparan (variabel terikat) terhadap variasi daya, (variabel bebas) diperoleh hasil bahwa semakin besar daya yang dipancarkan semakin kecil waktu yang dibutuhkan untuk membunuh jentik nyamuk secara keseluruhan. Jadi waktu paparan berbanding terbalik dengan daya, sehingga bila diinginkan waktu paparan sesingkat mungkin dibutuhkan daya yang lebih besar. (Gambar 2).

Hasil pengamatan waktu (variabel bebas) yang dibutuhkan untuk membunuh seluruh jentik nyamuk dengan daya sebesar 200W pada volume bervariasi (variabel bebas), tampak bahwa adanya hubungan

linier antara energi yang dibutuhkan dengan volume air tempat hidup jentik nyamuk (Gambar 3). Energi persatuan volume yang dibutuhkan untuk membunuh seluruh jentik nyamuk bernilai 3,95904 kJ/ml. Tingginya nilai energi persatuan volume ini terkait dengan keterbatasan respon transduser ultrasonik yang digunakan. Bila frekuensi respon transduser semakin tinggi, maka selain berkaitan dengan nilai frekuensi alamiah jentik nyamuk, juga meningkatkan impedansi transduser. Hal ini berhubungan dengan meningkatnya efisiensi energi transduser. Jadi keterbatasan respon transduser merupakan kendala utama optimasi pendayagunaan gelombang ultrasonik untuk membunuh jentik nyamuk.

Terlepas dari kendala eksperimen yang ada, upaya pendayagunaan gelombang ultrasonik untuk membunuh jentik nyamuk memiliki prospek yang baik. Hasil ini membuka peluang penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan metode pengendalian nyamuk sebagai vektor penyakit, khususnya demam berdarah, dengan memotong siklus kehidupan nyamuk.

Keuntungan gelombang ultrasonik sebagai gelombang mekanik dengan frekuensi di atas frekuensi ambang dengar manusia adalah tidak terjadinya efek kebisingan yang mengganggu. Disamping itu paparan gelombang ultrasonik di air memiliki efektivitas yang lebih baik, karena cepat rambat gelombang ultrasonik di air yang lebih tinggi dibanding di udara. Hal ini ditunjang pula oleh derajat kebebasan Bergeraknya jentik nyamuk di air lebih terbatas dibanding nyamuk di udara.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang bertujuan menentukan frekuensi dan dosis optimal paparan gelombang ultrasonik untuk membunuh jentik nyamuk dapat dipetik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Frekuensi optimal yang berkaitan dengan persen kematian tertinggi adalah 86 kHz, dengan persen kematian sebesar 72%. Kondisi tersebut dicapai pada paparan gelombang ultrasonik dengan daya 50W, volume 50 ml dan waktu paparan selama 1 jam.
2. Untuk mencapai persen kematian jentik nyamuk sebesar 10% dibutuhkan paparan gelombang ultrasonik dengan energi persatuan volume sebesar 3,95904 kJ/ml.

## SARAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya pendayagunaan gelombang ultrasonik untuk membunuh jentik nyamuk memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai metode alternatif pengendalian nyamuk. Selain tidak beresiko menimbulkan pencemaran lingkungan, metode ini juga memiliki efektivitas yang cukup baik.

Kendala utama penerapan metode ini adalah terbatasnya respon frekuensi transduser, sehingga perlu diupayakan untuk mendapatkan jenis transduser dengan spesifikasi yang diinginkan agar upaya optimasi frekuensi dan dosis paparan memiliki hasil yang lebih baik, ditinjau dari aspek fisis maupun ekonomis. Dengan respon frekuensi yang lebih baik, diharapkan faktor energi persatuan volume yang dibutuhkan untuk membunuh jentik nyamuk secara menyeluruh akan memiliki nilai lebih kecil, sehingga tercipta efisiensi energi yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, Eugene, 1989, *Biophysical Science*, Prentice Hall Inc, Engelwood Cliffs, New Jersey.
- Cameron, I.R. and Skofronik, 1978, *Medical Physics*, A. Wiley Intersciences, New York.

Cromer, Alan, 1994, *Physics For Life Sciences*, Mc. Graw Hill Inc. Publication, New York.

Gabriel, J.F., 1993, *Fisika Kedokteran*, Edisi 5, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

Goeberman, G.I., 1988, *Ultrasonics Theory and Application*, The English University Press, Ltd, London.

Hariadji, Imam, 1990, *Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik untuk Mengusir Lalat Rumah*, Skripsi, FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya

Maskunah, 1988, *Pengaruh Gelombang Ultrasonik Terhadap Suspensi Bakteri*, Kolokium, FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya

Mansyur, Mas, 2006, *Pengukuran Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik dengan Metode Beda Fase*, Jurnal LPPM UWK, Surabaya

Nasir, Moh., 1988, *Metode Penelitian*, Penerbit Ghalia, Jakarta.

Priyo T, Anggono, 1992, *Studi Tentang Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik dan Metode Pengukurannya*, Kolokium FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya

Sarudji, Didik, 2006, *Kesehatan Lingkungan*, Media Ilmu, Sidoarjo

Spiegel, R.M., 1996, *Statistika*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Wiantari, Sugiani, 1993, *Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik untuk Membunuh Larva Aedes Aegypti*, Skripsi, FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya

Widodo, Asnar, 1990, *Efisiensi Pencucian Gelombang Ultrasonik*, Kolokium FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya.