

UJI EMBRIOTOKSIK ENDOSULFAN TERHADAP DAYA TETAS TELUR IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Ramadhan Sumarmin, Radi

Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang
Email: ramadhan_unp@yahoo.com

ABSTRACT

*Endosulfan is organochlorine pesticide that have widely used by farmers because it's persistent. The residue of uncontrolled usage of Endosulfan can contaminate the environment such as water. This study aims to identify the effects Endosulfan on hatchability of tilapia eggs (*Oreochromis niloticus*). This research was used completely Randomized Design with 6 treatments and 4 replications. The treatments were 0.00395%, 0.00400%, 0.00405%, 0.00410% and 0.00415% of endosulfan. The percentage hatchability counted at day 4 (after 96 hours treatment). The data analyzed by ANOVA and then DNMRT (Duncan's New Multiple Range Test). The result showed that endosulfan have effect significantly higher ($p < 0,05$) decreased hatchability of tilapia eggs (*Oreochromis niloticus*), but it not effect on percentage of abnormal larvae. It can conclude that Endosulfan have embryotoxic to tilapia embryos and coused decreased of the hatchability of tilapia eggs.*

Keywords: *Endosulfan, Embryotoxic, Pesticide, Tilapia, Hatchability*

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya hasil-hasil pertanian tidak terlepas dari pengendalian hama yang telah dilakukan oleh petani menggunakan berbagai jenis pestisida. Pestisida adalah bahan kimia bersifat racun yang digunakan untuk menahan pertumbuhan atau mematikan hama dan patogen. Pada kegiatan pertanian penggunaan pestisida bertujuan untuk menurunkan populasi hama, menghentikan serangan penyakit, dan mengendalikan gulma. Pestisida dapat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, yaitu bakterisida berfungsi untuk membasmi bakteri, fungisida berfungsi untuk membunuh jamur dan cendawan, herbisida berfungsi untuk mengendalikan gulma, dan insektisida berfungsi untuk membunuh serangga (Sudarmo, 1991).

Sifat insektisida organoklorin yang persisten dapat menimbulkan dampak positif terhadap pertanian. Artinya insektisida golongan organoklorin ini dapat mengendalikan hama dalam jangka waktu

yang cukup lama. Namun, penggunaan insektisida ini juga memiliki dampak negatif terhadap manusia, hewan ternak, biota air, lingkungan, dan lain-lain (Djojosemarto, 2008). Hal ini dapat terjadi karena residu bahan aktif pestisida yang tertinggal dan terbioakumulasi di dalam tanah dan air (Safni, 2009).

Salah satu indikator pencemaran lingkungan adalah air. Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Kualitas air secara umum menunjukkan kondisi air yang dikaitkan dengan kegiatan yang dilakukan di area tersebut. Selain dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari air juga sering digunakan sebagai media budidaya ikan.

Menurut Maniagasi dkk., (2013), air yang digunakan untuk keperluan budidaya perikanan tidak sekedar air (H_2O) karena banyaknya ion yang terkandung di dalam air. Ion itulah yang kemudian menentukan apakah lingkungan tersebut cocok untuk

budidaya atau tidak. Air dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila komoditas lain seperti hewan dan tumbuhan air lainnya dapat hidup dengan normal di dalamnya. Selain itu kualitas air juga ditentukan oleh lingkungan sekitar.

Endosulfan merupakan insektisida dari golongan organoklorin yang memiliki tingkat toksisitas akut terhadap serangga, ikan, mamalia, dan juga beresiko tinggi terhadap organisme lainnya. Endosulfan sangat persisten sehingga akan meninggalkan residu dalam jangka waktu cukup lama yang dapat mencemari lingkungan perairan. Nilai LC_{50} endosulfan pada ikan lele selama 96 jam sebesar 17,13 $\mu\text{g/l}$ (Yudha, 1999). Pada ikan mas nilai LC_{50} selama 96 jam sebesar 12,9 $\mu\text{g/l}$ (Koesoemadinata, 2000) dan 2,42 $\mu\text{g/l}$ (Taufik, dkk, 2009). Di Indonesia endosulfan digunakan sebagai bahan aktif dalam berbagai formulasi insektisida yang diperdagangkan dalam berbagai merek dagang yaitu Thiodan, Fanodan, Akodan, dan Termisidan (Pusat dan Investasi Sekjen Deptan, 2007).

Perairan yang dicemari oleh endosulfan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan karena sifat toksisitasnya yang sangat tinggi. Pencemaran tersebut dapat menyebabkan toksisitas akut dan toksisitas sub letal terhadap biota air. Reaksi toksisitas akut ditandai dengan banyaknya biota air yang mati (letal) (dapat dilihat secara langsung), sedangkan toksisitas sub letal ditandai dengan terjadinya gangguan system saraf, pernapasan, dan reproduksi (tidak dapat dilihat secara langsung).

Pencemaran dari endosulfan yang digunakan oleh petani ini bermula dari residu yang ditinggalkan oleh organoklorin endosulfan dalam waktu yang cukup lama. Residu yang ditinggalkan ini akan mempengaruhi kualitas lingkungan khususnya air dan biota air contohnya ikan. Residu tersebut dapat masuk melalui penyerapan tubuh dan pengambilan air oleh insang. Endosulfan yang masuk ke dalam tubuh tersebut akan mengganggu

keseimbangan sodium (Na) dan potassium (K) dalam sel syaraf, sehingga mengganggu keseimbangan sel syaraf yang mengakibatkan ketidaktabilan kontaksi otot. Hal ini mengakibatkan ikan kejang-kejang (Arianti, 2002). Jika ikan ini dikonsumsi dalam jangka panjang oleh manusia maka dapat menimbulkan sel kanker, karena insektisida organoklorin endosulfan ini bersifat karsinogenik (Taufik. dkk, 2009).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan. Budidaya ikan nila biasanya dilakukan di sawah, kolam, dan sungai. Menurut Wardoyo (2005), ikan nila diminati oleh masyarakat karena pembudidayaannya yang cukup mudah. Diantaranya mudah berkembangbiak, pertumbuhannya cepat, tahan terhadap penyakit, mudah beradaptasi dengan lingkungan, dan tidak memerlukan pakan khusus. Selain itu ikan nila memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dengan harga yang relatif murah.

Namun kemajuan teknologi pertanian contohnya pemakaian insektisida, dapat menghambat pertumbuhan ikan. Berdasarkan penelitian Taufik, dkk., (2009), terhambatnya pertumbuhan ikan disebabkan oleh faktor eksternal yaitu polutan endosulfan dalam media pemeliharaan dan faktor internalnya adalah terganggunya proses fisiologis dan metabolisme tubuh akibat bioakumulasi endosulfan. Selain itu penggunaan insektisida pada padi sawah atau lingkungan perairan lainnya mengakibatkan kematian pada ikan yang dipelihara di sawah atau di kolam maupun ikan liar. Karacunan ikan dan biota air lainnya tidak hanya menyebabkan kelainan pertumbuhan yang mengakibatkan perubahan tingkah laku dan bentuk, yang selanjutnya dapat mengakibatkan terhambatnya perkembangan populasi ikan tersebut (Anonim, 2011).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat pengaruh

insektisida organoklorin endosulfan terhadap daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2014–Januari 2015 di laboratorium FMIPA Biologi UNP. Alat dan bahan yang digunakan adalah akuarium dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi 20 cm x 20 cm x 15 cm, *aerator*, wadah plastik, pengatur infus, *water stone*, klem, selang penyambung, kuas kecil, alat tulis, thermometer alkohol, pipet tetes, sendok kecil, *erlenmeyer*, jaring kecil, pinset, *mikroskop stereo*, pH meter, gunting, gelas kimia, *mikropipet*, kamera digital, telur ikan nila yang sudah difertilisasi sebanyak 480 butir yang diperoleh dari Unit Pembenihan Ikan Lubuak Minturun Padang, air, kertas label, kertas tissue, dan larutan endosulfan yang telah diencerkan.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, yaitu memberikan perlakuan organoklorin endosulfan ke dalam aquarium dan kemudian diisi dengan telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Konsentrasi perlakuan endosulfan yang digunakan adalah P1 (0%) sebagai kontrol, P2 (0,00395 %), P3 (0,00400 %), P4 (0,00405 %), P5 (0,00410 %), dan P6 (0,00415 %). Penentuan konsentrasi endosulfan berdasarkan nilai LC_{50} selama 48 jam yang dilakukan pada pra penelitian.

Proses pemijahan biasanya berlangsung selama 10-20 hari untuk dapat memanen larva. Pada awalnya induk ikan nila betina dan jantan yang siap memijah dipisahkan kolamnya dari ikan yang lain agar didapatkan benih yang homogen. Biasanya induk ikan nila ditempatkan pada kolam pemijahan. Pemijahan berlangsung selama 2-3 jam pada siang hari sekitar pukul 14.00 – 15.00 WIB. Ikan nila betina akan mengerami telur di dalam mulutnya.

Metode yang digunakan untuk mengambil telur disebut dengan *ketekan*, yaitu mengeluarkan telur dari mulut induk ikan nila. Metode *ketekan* dilakukan dengan cara yaitu dengan menangkap induk nila yang mengerami telur dengan seser. Kemudian tunggikan induk nila tersebut ke dalam ember yang berisi air. Mulut nila dibuka dengan jari telunjuk atau jari tengah, sedangkan ibu jari dan jari manis atau kelingking membuka katup insang. Selanjutnya kepala induk nila dicelupkan ke dalam ember yang berisi air hingga telur keluar semua. Pengetekan dilakukan setelah diketahui terjadi pemijahan pada ikan nila tersebut. Pengetekan telur dilakukan pada 1-2 hari setelah pemijahan (Saparinto; 2013). Panjang induk nila yang digunakan adalah 20,3 cm dan beratnya $\pm 0,27$ kg.

Selanjutnya masing-masing akuarium diisi dengan 20 butir telur ikan nila. Disamping itu, dilakukan analisis faktor fisika kimia air dengan beberapa parameter yaitu suhu, pH, DO, dan BOD. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer alcohol. pH dapat diukur dengan menggunakan pH meter. Kadar oksigen terlarut (DO) diukur dengan menggunakan DO meter. Selanjutnya BOD juga diukur dengan menggunakan DO meter. BOD dapat dihitung dengan menggunakan rumus Suin (2002):

$$BOD_5 = DO_1 - DO_5$$

Pengamatan daya tetas dan abnormalitas larva dilakukan pada hari ke empat setelah diberi perlakuan. Daya tetas telur dapat dihitung dengan menggunakan rumus Suin (2002),:

$$\text{Daya tetas telur} = \frac{\text{jumlah h telur yang menetas}}{\text{jumlah h telur seluruhnya}} \times 100\%$$

Abnormalitas larva sangat dipengaruhi oleh mutu telur yang dihasilkan oleh induk. Persentase abnormalitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Abnormalitas} = \frac{\text{jumlah h larva abnormal}}{\text{jumlah h larva normal}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analisis of Varians*), jika

terdapat beda nyata akan dilanjutkan dengan uji DN MRT (*Duncan New Multiple Range Test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Tetas

Pengamatan dilakukan selama 96 jam. Kegagalan menetas atau matinya embrio ikan nila ditandai dengan perubahan warna yaitu dari warna kuning bersih

Tabel 1. Daya Tetas Telur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Berbagai Perlakuan Endosulfan

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rata-rata (%)
	A	B	C	D		
P1	55	45	35	50	185	46,25 ^a
P2	30	25	25	20	100	25,00 ^b
P3	25	20	25	30	100	25,00 ^b
P4	15	40	30	15	100	25,00 ^b
P5	20	25	15	20	80	20,00 ^{bc}
P6	30	0	25	25	80	20,00 ^{bc}
Jumlah					645	26,875

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, dengan huruf super skrip sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dan DN MRT ($p < 0,005$)

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap 6 perlakuan konsentrasi insek-tisida organoklorin endosulfan yaitu P1, P2, P3, P4, P5, dan P6 diperoleh penurunan daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Pada perlakuan P1 yang tidak diberi perlakuan atau kontrol diperoleh rata-rata daya tetas telur ikan nila tertinggi yaitu sebesar 46,25%. Selanjutnya diikuti oleh P2, P3 dan P4 yang masing-masing diberi perlakuan dengan endosulfan 0,00395%, 0,00400%, dan 0,00405%. Rata-rata daya tetas dari ketiga perlakuan tersebut adalah 25%. Kemudian daya tetas terendah terdapat pada perlakuan P5 dan P6 yang diberi perlakuan dengan endosulfan 0,00410% dan 0,00415% dengan rata-rata 20%.

Turunnya daya tetas telur ikan nila dapat terjadi karena residu endosulfan yang terbioakumulasi dalam perairan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Taufik, dkk. (2009) yaitu terhambatnya pertumbuhan ikan dapat disebabkan oleh polutan endosulfan dalam media pemeliharaan. Polutan endosulfan

menjadi warna putih keruh. Berdasarkan Tabel 1, rata-rata daya tetas tertinggi terdapat pada perlakuan P1, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan P6. Hasil analisis sidik ragam daya tetas telur ikan nila menunjukkan F hitung lebih besar dari pada F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa insektisida organoklorin endosulfan berpengaruh nyata terhadap daya tetas telur ikan nila

dapat berpengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap perubahan tingkat hormonal yang pada akhirnya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan. Selain itu, di dalam air endosulfan dapat terdegradasi membentuk alkohol yang dapat mematikan ikan (WHO, 1992 dalam Arianti; 2002).

Berdasarkan pengamatan, terdapat faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan daya tetas telur ikan nila yang terpapar insektisida organoklorin endosulfan yaitu sifat kerentanan telur ikan terhadap toksik dan perbedaan konsentrasi cairan yang berada di dalam telur ikan dengan konsentrasi cairan pada media pemeliharaan. Kedua faktor tersebut dapat mengganggu proses metabolisme ikan. Kerentanan dan perbedaan konsentrasi cairan di dalam dengan di luar telur akan mengakibatkan kematian pada embrio ikan.

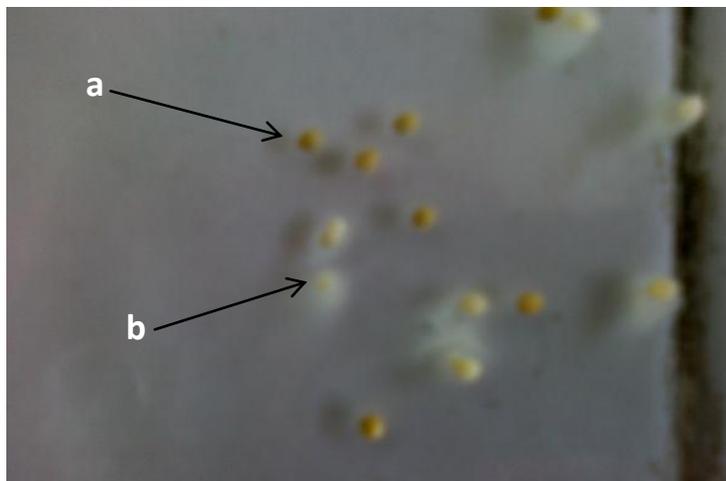
Zat aktif yang terdapat dalam insektisida organoklorin adalah klorin. Klorin merupakan bahan kimia yang biasa digunakan sebagai disinfektan di perusahaan air minum. Klorin (Cl_2)

merupakan gas berwarna kuning kehijauan dengan bau menyengat, perlakuan klorinasi dikenal dengan kaporit. Klorin sangat beracun pada ikan.

Apabila bereaksi dengan air, klorin akan membentuk asam kuat yaitu asam hidroklorik (HCl) dan asam lemah yaitu asam hipoklorus (HOCl) yang dapat merusak sel-sel protein dan sistem enzimatik pada ikan. Penetasan terjadi karena kerja mekanik dan kerja enzimatik. Kerja mekanik disebabkan karena embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungan dalam cangkangnya (Lagler et al; 1962). Sedangkan kerja enzimatik yaitu enzim dan zat kimia lainnya yang diproduksi oleh kelenjar endodermal di daerah pharink embrio. Enzim ini disebut

chorionase yang kerjanya bersifat mereduksi chorion yang menyebabkan membran chorion menjadi lunak, sehingga bagian cangkang yang terkena chorionase akan pecah dan embrio keluar dari cangkang (Gusrina, 2008).

Peristiwa ini juga dapat timbul akibat hipertonik yaitu perbedaan konsentrasi yang terjadi antara konsen trasi cairan dalam telur ikan dengan konsentrasi cairan pada media. Keadaan hipertonik tersebut mengakibatkan cairan dalam telur ikan akan keluar dan sel telur mengalami pengerutan (Maisura, 2004). Telur yang mengalami plasmolisis dapat dilihat pada Gambar. Meningkatnya konsentrasi endosulfan yang diberikan berbanding terbalik dengan daya tetas telur ikan nila yang diamati.



Gambar 1. Telur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*): a. Telur Normal, b. Telur yang Mengalami Plasmolisis

Pada permukaan membran sel terdapat protein dan mukopolisakarida yang membuat membran sel tersebut bersifat hidrofilik. Adanya lapisan mukopolisakarida menyebabkan tegangan permukaan luar berbeda dengan permukaan dalam, sehingga reaktivitas kimia permukaan dalam sel berbeda dengan permukaan luarnya. Sedangkan lipid yang terletak ditengah membran menyebabkan membran tidak dapat ditembus oleh zat-zat yang tidak larut dalam lipid (Fujaya; 2008). Endosulfan merupakan zat yang memiliki

kelarutan sangat tinggi pada lipid. Hal ini yang menyebabkan endosulfan dapat masuk dan mengganggu keseimbangan tegangan permukaan membran.

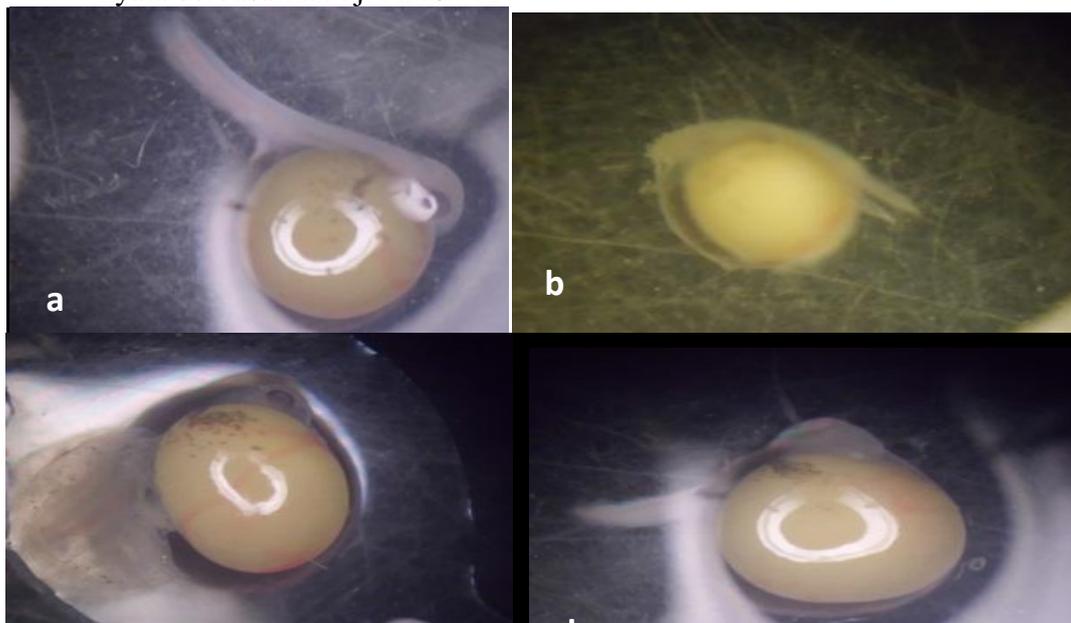
Abnormalitas Larva

Data abnormalitas larva dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis, terdapat beberapa larva abnormal dengan ciri-ciri bentuk kepala tidak sempurna, cangkang telur yang belum lepas, dan ekor yang pendek dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2 Abnormalitas Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Perlakuan	Ulangan (%)				Total (%)	Rata-rata (%)
	A	B	C	D		
P1	9	0	0	0	9	2.25 ^{ns}
P2	17	0	0	0	17	4.25 ^{ns}
P3	0	0	20	0	20	5.00 ^{ns}
P4	33	13	0	0	46	11.5 ^{ns}
P5	50	0	33	25	108	27.0 ^{ns}
P6	33	0	20	20	73	18.25 ^{ns}
Jumlah					273	11.375

Keterangan: Angka pada kolom yang sama, dengan huruf super skrip sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA



Gambar 2 Morfologi Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*): a. Larva Normal, b. Larva Abnormal dengan Bentuk Kepala Tidak Sempurna, c. Larva Abnormal dengan Cangkang Telur Yang Belum Lepas, d. Ekor yang Pendek

Pada hasil pengamatan diperoleh rata-rata abnormalitas tertinggi terdapat pada perlakuan P6 dan P5 yaitu 27.0% dan 18.25%, sedangkan rata-rata yang terendah terdapat pada perlakuan P1, P2, P3 dan P4 secara berurut yaitu 2.25%, 4.25%, 5.00%, dan 11.5%. Hasil analisis sidik ragam terhadap abnormalitas larva ikan nila menunjukkan bahwa pemaparan insektisida organoklorin endosulfan tidak berpengaruh nyata terhadap munculnya abnormalitas larva ikan nila.

Karacunan ikan dan biota air dapat menyebabkan kelainan pertumbuhan yang mengakibatkan perubahan tingkah laku dan bentuk (Anonim, 2011). Berdasarkan

penelitian Taufik, dkk., (2009), terhambatnya pertumbuhan ikan disebabkan oleh faktor eksternal yaitu polutan endosulfan dalam media pemeliharaan dan faktor internalnya adalah terganggunya proses fisiologis dan metabolisme tubuh akibat bioakumulasi endosulfan.

Munculnya abnormalitas larva ikan nila dapat terjadi karena paparan langsung insektisida organoklorin endosulfan. Larutan insektisida organoklorin endosulfan merupakan racun kontak yang dapat masuk ke dalam tubuh melalui penyerapan langsung lewat kulit (Djojosumarto, 2008). Endosulfan yang masuk ke dalam tubuh tersebut akan mengganggu keseimbangan

Ramadhan Sumarmin

sodium (Na) dan potassium (K) dalam sel saraf, sehingga mengganggu keseimbangan sel syaraf yang mengakibatkan ketidakstabilan kontaksi otot. Hal ini mengakibatkan ikan kejang-kejang (Arianti, 2002). Selanjutnya larva ikan abnormal akan mati karena mengalami kesulitan dalam beraktivitas.

Analisis Kualitas Air

Pengamatan selanjutnya yaitu kualitas air. Parameter yang diamati adalah suhu, pH, DO, dan BOD. Berdasarkan hasil pengamatan rata-rata suhu air pada media penelitian adalah 25⁰C. Suhu pada media penelitian merupakan suhu yang cocok

untuk perkembangan ikan. Menurut Saparinto dan Rini (2013), suhu yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan berkisar antara 25-30⁰C. Selanjutnya berdasarkan penelitian Arsianingtyas (2009), suhu optimum penetasan dan perkembangan larva ikan nila adalah 28⁰C.

Berdasarkan hasil pengamatan rata-rata pH air pada media penelitian adalah 8,43 (Tabel 3). Menurut Saparinto dan Rini, (2013), pH optimum untuk penetasan telur ikan nila adalah 5 - 8,5. Hal ini menunjukkan bahwa air yang dijadikan media penelitian layak untuk digunakan.

Tabel 3. Kualitas Air

Perlakuan	Suhu ⁰ C	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
P1	25	8,42	5,58	0,43
P2	25	8,46	5,94	0,52
P3	25	8,35	4,94	0,51
P4	25	8,47	5,38	0,57
P5	25	8,46	5,81	0,46
P6	25	8,41	4,32	0,39

Pada pengamatan DO (oksigen terlarut) diperoleh rata-rata yaitu 5,33 mg/l. Menurut Monalisa dan Infa (2010), konsentrasi oksigen terlarut yang bagus untuk budiaya perairan berkisar 5-7 mg/l. Namun ada ikan tertentu yang dapat bertahan pada konsentrasi oksigen terlarut 3 mg/l, contohnya penelitian yang dilakukan oleh Diana, dkk. (-), DO optimum untuk penetasan dan perkembangan ikan nila adalah 3 mg/l. Sedangkan menurut Supriyono (2005), nilai oksigen terlarut optimal adalah >2 mg/l.

Selanjutnya yaitu BOD, berdasarkan hasil pengamatan rata-rata nilai BOD yang diperoleh adalah 0,48 mg/l. Rendahnya nilai BOD dapat terjadi akibat persentase organisme yang hidup juga kecil, selain itu juga dapat dipengaruhi oleh tingkat toksik pada media penelitian.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Insektisida organoklorin endosulfan berpengaruh nyata terhadap daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*), namun tidak berpengaruh nyata terhadap abnormalitas larva.
2. Daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan abnormalitas larva tertinggi yaitu terdapat pada perlakuan P1 yang merupakan kontrol. Sedangkan daya tetas telur dan abnormalitas larva terendah terdapat pada perlakuan P6 dengan konsentrasi perlakuan endosulfan 0,00415%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. **Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida**. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Kementerian Pertanian
- Arianti, FD. 2002. **Toksisitas Insektisida Endosulfan Terhadap Ikan Nila**

- (*Oreochromis niloticus*) Dalam Lingkungan Air Tawar. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana, IPB
- Arsianingtyas, H. 2009. **Pengaruh Kejutan Suhu Panas dan Lama Waktu Setelah Pembuahan Terhadap Daya Tetas dan Abnormalitas Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**. Skripsi. Surabaya: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
- Djojosumarto, P. 2008. **Pestisida dan Aplikasinya**. Jakarta : Agro Media
- Fujaya , Yushinta. 2008 . **Fisiologi Ikan**. Jakarta : Rineka Cipta
- Gusrina. (2008). **Budidaya Ikan Jilid 3. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta.
- Koesoemadinata, S. 2000. **Toksistasitas Akut Insektisida Endosulfan, Klorpirifos, dan Klorfluazuron pada Tiga Jenis Ikan Air Tawar dan Udang Galah**. JPPI. 4(3-4): 36-43
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, and R.R. Miller. 1962. **Ichthyology**. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Maisura, I. 2004. **Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Tetapan Telur dan Kelulushidupan Larva Ikan Manvis (*Prenophilum sculare*)**. Skripsi. Fakultas Perikanan. Malang: Universitas Brawijaya
- Maniagasi, R. dkk. 2013. **Analisis Kualitas Fisika Kimia Air Di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Sulawesi Utara**. Jurnal Budidaya Ikan. Vol 1. No. 2
- Monalisa, S, S. dan Infa, M. 2010. **Kualitas Air yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) di Kolam Beton dan Terpal**. Jurnal Of Tropical Fisheries (2010), 5(2): 526-530
- Pusat Perizinan dan Investasi. 2007. **Pestisida: Pertanian dan Kehutanan**. Sekretariat Jendral, Departemen Pertanian
- Safni. 2009. **Degradasi Senyawa Dikofol Dalam Pestisida Kelthane 200 EC Secara Fotolisis Dengan Penambahan TiO₂-Anatase**. Jurnal Ris. Kim. Vol 2. No. 2
- Saparinto, C dan Rini S. 2013. **Sukses Pembenihan 6 Jenis Ikan Air Tawar Ekonomis**. Lily Publisher: Yog-yakarta
- Sudarmo, S. 1991. **Pestisida**. Yogyakarta: Kanisius
- Suin, N.M. 2002. **Metode Ekologi**. Padang: Universitas Andalas
- Supriyono, E. 2005. **Studi toksistasitas insektisida triklorfon terhadap ikan nila, oreochromis sp.** Jurnal. Bogor: IPB
- Taufik, I, E. Supriyono, K. Nirmala. 2009. **Pengaruh Bioakumulasi Endosulfan Terhadap Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* LINN)**. Jurnal Akuakultur Indonesia. 8(1): 59-65
- Wardoyo, S, E. 2005. **Peniktatan Produktivitas Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Di Indonesia**. <http://www.dkp.go.id/>. (Diakses 14 September 2014)
- Yudha IG. 1999. **Toksistasitas Akut dan Pengaruh Subletal Endosulfan Terhadap Pertumbuhan dan Kondisi Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)**. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Yuniarti, MG Catur. 2011. **Dampak Pestisida Organoklorin Terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan Serta Penanggulangannya**. Semarang: Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro.