

## **DIFFERENCES IN THE VULNERABILITY OF MEDAKA FISH (*Oryzias celebensis*) MALE AND FEMALE TO CLORPYRIPHOS INSECTICIDE**

**Sulfitratullah<sup>1</sup> · Khusnul Yaqin<sup>1</sup> · Nita Rukminasari<sup>1</sup>**

**Abstract** *Chlorpyrifos is one of the most widely used organophosphate insecticides used to control pests on plants. The use of insecticides will produce residues in the soil and on plants and can be carried by rain flows to water bodies. This can pollute aquatic ecosystems and could negatively affected the growth of aquatic biota like *Oryzias celebensis*. This study aimed to determine the susceptibility of male and female medaka celes (Oryzias celebensis) to chlorpyrifos insecticide. In this study, five fish medaka celes were put in each jar in one jar for male medaka fish and female medaka fish with five replications. The parameters measured were survival rate, oxygen consumption rate between male and female of *O. celebensis*, temperature and pH. Significant the survival rate of male and female medaka fish showed no statistically significant difference*

*( $P > 0.05$ ). Likewise, there was no difference between the oxygen consumption levels of male and female medaka fish before and after exposure to chlorpyrifos insecticide ( $P > 0.05$ ). This study concluded that there was no difference in susceptibility to chlorpyrifos insecticides between male and female medaka fish.*

**Keywords:** *Chlorpyrifos, insecticides, gender differences, *Oryzias celebensis*, survival rate, oxygen consumption.*

### **PENDAHULUAN**

Penggunaan insektisida biasa digunakan dalam pertanian yang bertujuan untuk membunuh organisme hidup yang mengganggu tumbuhan, ternak dan sebagainya. Meskipun suatu jenis insektisida ditujukan untuk mematikan suatu kelompok atau spesies target tertentu, akan tetapi pada

---

<sup>1</sup> Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10 Tamalanrea Makassar 90245 Indonesia  
Email: Khusnul@gmail.com

hakekatnya akan bersifat racun bagi semua organisme karena pada umumnya jenis insektisida tidak bersifat selektif dan memiliki spektrum yang luas sebagai racun sehingga dapat menjadi sumber pencemar yang potensial bagi organisme dan lingkungan perairan (Soemirat, 2003).

Berdasarkan data dari Balai Proteksi Tanaman Pangan Hortikultura Sulawesi Selatan menunjukkan pada Tahun 2008-2012 insektisida dengan merek dagang Dursban 200EC yaitu insektisida golongan organofosfat yang mengandung bahan klorpirifos banyak digunakan oleh petani untuk menanggulangi hama pada tanaman padi dan bawang merah hal ini dapat menunjukkan bahwa klorpirifos dapat masuk dalam lingkungan perairan di Sulawesi Selatan.

Klorpirifos merupakan bahan aktif insektisida yang memiliki sifat mudah menguap sehingga berpotensi toksik bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Berdasarkan penelitian Hidayat *et al.*, (2013) didapatkan residu insektisida klorpirifos pada bawang merah di LotteMart Makassar sebesar 0,00615 mg/kg dan residu insektisida pada cabai merah besar di pasar swalayan kota Makassar sebesar 0,0074 mg/kg (Nurhayati, 2014). Keberadaan residu pada bahan makanan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia sehingga dapat mengganggu kesehatan. Klorpirifos memiliki bentuk kristal putih dan berbau tajam, apabila klorpirifos masuk pada suatu perairan maka dapat membunuh biota perairan seperti ikan. Insektisida klorpirifos bersifat non sistematis yang bekerja ketika terjadi kontak dengan kulit, terhirup dan termakan (WHO, 1990).

Ikan medaka celebes (*Oryzias celebensis*) adalah salah satu jenis ikan endemik provinsi Sulawesi Selatan. Ikan ini tergolong vertebrata yang hidup di air tawar, payau dan asin, yang memiliki jumlah serta variasi spesies yang relatif banyak (Kottelat *et al.*, 1993). Spesies ini telah banyak digunakan dalam penelitian bidang biologi dan perilaku ikan, serta penelitian toksikologi, dan spesies tersebut telah diusulkan oleh OECD (1999) sebagai ikan standar untuk uji toksikologi.

Dalam toksikologi perbedaan jenis kelamin untuk eksposur, perilaku, anatomi, fisiologi, biokimia dan genetika, mempengaruhi toksikokinetik dan toksikodinamik dari tingkat molekuler sampai tingkat hewan, perbedaan jenis kelamin perlu diperhitungkan dalam respons terhadap xenobiotik pada manusia dan hewan lain, seperti ikan *Oryzias celebensis* (Gochfeld, 2017). Institute of Medicine (IOM) menyatakan bahwa perbedaan jenis kelamin adalah variabel fundamental penting yang harus dipertimbangkan saat merancang dan menganalisis penelitian dasar dan klinis. Selain dari perbedaan yang jelas terkait dengan organ khusus jenis kelamin dan peristiwa reproduksi, *xenobiotik* dapat berinteraksi secara berbeda dengan hormon seks pria dan wanita serta reseptornya (Wizemann & Pardue, 2001).

Banyak penelitian uji toksikologi yang hanya menggunakan satu jenis kelamin, atau jika keduanya digunakan perbedaan jenis kelamin yang diamati atau tidak diselidiki (Gochfeld, 2017). Oleh karena itu peneliti ingin membandingkan kerentanan ikan medaka celebes jantan dan betina

terhadap insektisida klorpirifos. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kerentanan ikan medaka celebes (*Oryzias celebensis*) jantan dan betina terhadap insektisida klorpirifos.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2021 di Laboratorium Fisiologi Hewan Air dan Laboratorium Hatchery, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar dan Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen labolatorium, yaitu memberikan perlakuan insektisida klorpirifos. Hewan uji yang digunakan adalah ikan medaka celebes (*Oryzias celebensis*) dengan panjang rata-rata 4 cm. Ikan uji diperoleh dari Sungai Pattunuang, Desa Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Transport ikan sampel ke laboratorium menggunakan kantong plastik transparan yang diberi oksigen.

Akuarium yang akan digunakan sebelumnya dicuci bersih kemudian dikeringkan selama 1 hari. Selanjutnya akuarium diisi dengan air sebanyak 10 liter kemudian diaerasi selama 1 hari untuk suplai O<sub>2</sub>. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi pada ikan. Aklimatisasi hewan uji dilakukan selama satu minggu yang bertujuan untuk mengkondisikan ikan medaka celebes pada kultur media air dan memberikan waktu beradaptasi dengan lingkungan yang baru (Zai, 2019). Ikan medaka celebes digunakan sebanyak 50 ekor. Selama aklimatisasi hewan uji diberi aerasi yang cukup. Ikan tersebut akan diberikan pakan artemia pada saat pagi dan sore hari selama aklimatisasi.

Konsentrasi perlakuan uji diperoleh dari hasil penelitian Khalil *et al.*, (2013) LC<sub>50-48h</sub> ikan medaka celebes terhadap insektisida klorpirifos yaitu sebesar 0,12 mg/l. Ikan medaka celebes dimasukkan kedalam toples masing-masing 5 ekor dalam satu toples. Pemaparan insektisida klorpirifos dilakukan sebanyak 5 kali ulangan sehingga jumlah toples berjumlah 10 yang mana 5 toples untuk pengamatan ikan medaka betina dan 5 toples untuk ikan medaka jantan (Andriani *et al.*, 2019).

Selama pengamatan berlangsung dilakukan pergantian air setiap hari. Parameter yang diukur yaitu mortalitas, suhu dan pH air yang dihitung pada jam ke- 0, 6, 12, 18, 24 dan selanjutnya dilakukan perhitungan setiap 6 jam sekali sampai jam ke- 96 Sedangkan pengukuran TKO (Tingkat Konsumsi Oksigen) dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah 96 jam pemaparan klorporifos (Zai, 2019).

Pengukuran konsumsi oksigen dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada hewan uji jantan dan betina sebelum dan setelah 96 jam pemaparan klorpirifos. Prosedur pengukuran oksigen terlarut pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode titrasi secara yodometri (modifikasi azida) berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2004 sebagai berikut.

1. Mengambil air sampel. Pada penelitian ini air sampel diambil dari *glass jar* dengan menggunakan selang infus untuk menghindari bertambahnya kadar oksigen dan dimasukkan ke dalam botol *winkler* 250 mL lalu botol ditutup rapat.

2. Menambahkan 1 mL MnSO<sub>4</sub> dan 1 mL alkali iodida azida dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan.
3. Menutup botol winkler sesegera mungkin lalu dihomogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna.
4. Gumpalan dibiarkan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit.
5. Menambahkan 1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, tutup dan dihomogenkan hingga endapan larut sempurna.
6. Memasukkan 50 mL larutan tersebut ke dalam Erlenmeyer 150 mL.
7. Melakukan titrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan indikator amilum sampai warna biru tepat hilang.

Untuk mengetahui oksigen terlarut dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$DO \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan pengertian yaitu V adalah mL Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. N adalah normalitas Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Nilai 8000 adalah berat molekul O<sub>2</sub> dalam 1000 ml. F adalah faktor (Volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi MnSO<sub>4</sub> dan alkali iodide azida). Nilai 50 adalah banyaknya contoh air yang dititrasi.

Selanjutnya setelah pengukuran oksigen terlarut awal dan akhir pengamatan, jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh ikan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TKO = \frac{DO_{\text{awal}} - DO_{\text{akhir}}}{W \times t} \times V \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

TKO = Tingkat konsumsi oksigen (mgO<sub>2</sub>/gr tubuh/jam)

DO awal = Oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg/L)  
 DO akhir = Oksigen terlarut pada akhir pengamatan (mg/L)  
 W = Berat ikan uji (gr)  
 V = Volume air (L)  
 t = Waktu pengamatan (jam)

Menurut Hidayat *et al.* (2013), Laju sintasan ikan uji diperoleh dengan mengikuti rumus :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

SR : Persentase jumlah ikan hidup (%)

N<sub>t</sub> : Jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N<sub>o</sub> : Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Data pengaruh konsentrasi insektisida terhadap kelangsungan hidup ikan medaka celebes akan dianalisis menggunakan Uji t student pada software SPSS jika data berdistribusi normal dan homogen. Apabila data tidak berdistribusi normal maka data akan dianalisis dengan uji Mann Whitney U.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran suhu dan pH (Tabel 1) menunjukkan bahwa insektisida klorpirifos selama pemaparan tidak berpengaruh terhadap perubahan suhu air. Suhu air tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu berkisar antara 26-28<sup>0</sup>C pada ikan medaka jantan maupun ikan meda betina. Nilai suhu tersebut masih dalam kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan Ikan Medaka karena pada umumnya ikan medaka dapat

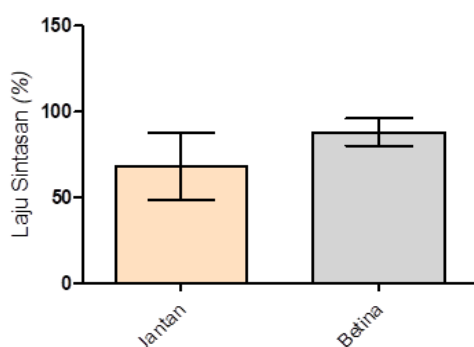
hidup pada suhu 22-30°C (Said & Hidayat, 2015) Pengukuran pH pada pemaparan insektisida klorpirifos berkisar 8,23 – 8,70 ppt untuk ikan medaka jantan dan untuk ikan medaka betina berkisar 8,23 – 8,69 ppt. Nilai

pH tersebut masih dalam kisaran pH yang optimal untuk pertumbuhan Ikan Medaka karena pada umumnya ikan medaka dapat hidup pada pH 8-9 ppt (Said & Hidayat, 2015).

**Tabel 1** Nilai rata-rata (min dan max) suhu dan pH pada saat pemaparan

Ulangan	Parameter Kualitas Air			
	Jantan		Betina	
	Suhu (°C)	pH	Suhu (°C)	Ph
1	26 – 28	8,23 – 8,65	26 – 28	8,38 – 8,60
2	26 – 28	8,28 – 8,59	26 – 28	8,23 – 8,58
3	26 – 28	8,34 – 8,70	26 – 28	8,37 – 8,66
4	26 – 28	8,24 – 8,51	26 – 28	8,50 – 8,69
5	26 – 28	8,38 – 8,64	26 – 28	8,28 – 8,50

Jumlah kematian ikan uji kemudian digunakan untuk menghitung laju sintasan hewan uji yang mampu bertahan pada perairan yang tercemar insektisida klorpirifos. Hasil laju sintasan pada ikan medaka dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Laju Sintasan Ikan Medaka pada saat pemaparan

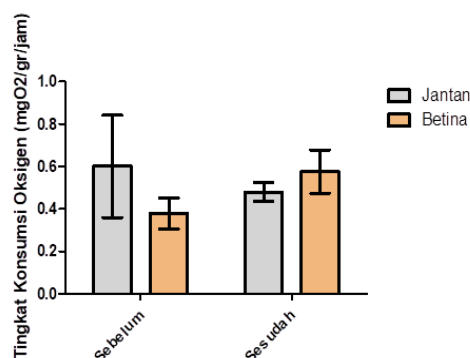
Hasil pengamatan secara visual pada hewan uji setelah insektisida klorpirifos dimasukkan kedalam akuarium, menimbulkan gejala klinis pada Ikan Medaka seperti kemampuan berenang tidak teratur dan tersentak, bergerak melompat-lompat untuk keluar dari akuarium, muncul ke permukaan dan terlihat abnormalitas

yaitu insangnya memerah. Gerakan dan tindakan tersebut terjadi akibat insektisida merusak saraf dan organ tubuh ikan seperti insang, lambung dan hati sehingga gerakannya tidak terkendali. Keadaan ini sesuai dengan pernyataan (Nwani *et al.*, 2013) yang menyatakan bahwa ikan yang terkena racun atau bahan pencemar akan mengalami perubahan tingkah laku dengan menunjukkan perilaku yang tidak terkoordinasi seperti berenang tidak teratur dan tersentak-sentak, berusaha melompat keluar dari air, sering muncul ke permukaan dan menelan udara, mengurangi gerakan opercula dan sekresi lendir pada tubuh dan insang diikuti oleh kelelahan dan kematian. Ciri-ciri gerakan normal ikan medaka (*Oryzias spp.*) yaitu gerakan ikan tidak melemah dan posisi tubuh ikan tidak miring (Sartika *et al.*, 2018).

Jumlah kematian ikan uji kemudian digunakan untuk menghitung laju sintasan hewan uji yang mampu bertahan pada perairan yang tercemar insektisida klorpirifos. Nilai signifikansi berdasarkan uji Mann

whitenei didapati hasil  $P > 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan yang nyata kelangsungan hidup ikan medaka jantan dan ikan medaka betina selama 96 jam pemaparan insektisida klorpirifos. Hal ini diduga ikan medaka jantan dan ikan medaka betina memiliki daya tahan tubuh yang sama hal ini sesuai dengan penelitian Takai *et al.*, (2004) bahwa ikan medaka jantan dan ikan medaka betina memiliki kerentanan yang sama terhadap pemaparan genotoksisitas. Menurut Effendie (1997) bahwa kelangsungan hidup dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu faktor yang berasal dari dalam tubuh ikan itu sendiri antara lain daya tahan tubuh terhadap penyakit, jumlah pakan yang dapat diserap tubuh dan menjadi energi untuk tumbuh. Faktor eksternal meliputi kondisi lingkungan dimana ikan hidup seperti sifat fisika, kimia dan biologi perairan.

Pengukuran konsumsi oksigen dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada hewan uji jantan dan betina sebelum dan setelah pemaparan klorpirifos. Hasil pengamatan konsumsi oksigen ikan medaka jantan dan ikan medaka betina sebelum dan setelah pemaparan klorpirifos 96 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Tingkat Konsumsi Oksigen Ikan Medaka Antara Jantan dan Betina

Pada hasil penelitian didapatkan setelah dilakukan pemaparan insektisida klorpirifos, tingkat konsumsi ikan medaka (*Oryzias celebensis*) jantan berkisar 0,34-0,55 mgO<sub>2</sub>/gr/jam dengan rata-rata 0,46 mgO<sub>2</sub>/gr/jam dan ikan medaka betina berkisar 0,36-0,94 mgO<sub>2</sub>/gr/jam dengan rata-rata 0,57 mgO<sub>2</sub>/gr/jam. Tingkat konsumsi oksigen pada ikan medaka tersebut masih dalam keadaan normal karena ikan medaka (*Oryzias celebensis*) pada umumnya memiliki nilai tingkat konsumsi oksigen berkisar 0,30-0,50 mgO<sub>2</sub>/gr/jam (Umezawa & Watanabe, 1973).

Berdasarkan hasil uji statistik tingkat konsumsi oksigen ikan medaka jantan dan betina tidak ada perbedaan nyata ( $P > 0,05$ ) baik sebelum pemaparan maupun setelah pemaparan insektisida klorpirifos. Hal ini menunjukkan bahwa klorpirifos tidak mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen ikan medaka celebes. Bisa jadi selama pemaparan insektisida klorpirifos ikan mungkin beradaptasi untuk meningkatkan penyesuaian fisiologis untuk menghilangkan stres dalam hal ini tingkat konsumsi

oksigen. Dalam pemaparan bahan beracun ikan akan mengalami stress kemudian ikan akan berusaha untuk memerangi stress tersebut seperti memodifikasi struktur insangnya (Neelima *et al.*, 2016). Sehingga kerusakan pada insang dapat di minimalisir karena jika fungsi insang atau membran rusak karena bahan kimia xenobiotik maka akan mengganggu tingkat penyerapan oksigen (Hartl *et al.*, 2001). Dalam penelitian Edwin *et al.*, (2019) klorpirifos bertanggung jawab terhadap perubahan struktur insang yaitu hiperplasia. Hiperplasia merupakan salah satu bentuk pertahanan tubuh ikan terhadap benda asing dimana akan terjadi peningkatan produksi sel sehingga dapat mentolerir paparan insang dari klorpirifos dimana produksi sel ini menyebabkan lapisan epitel lamella sekunder yang hanya satu lapis menjadi tampak berlapis-lapis (Utami *et al.*, 2017).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kerentanan ikan medaka jantan dan ikan medaka betina terhadap insektisida klorpirifos tidak berbeda nyata begitupun tingkat konsumsi oksigen ikan medaka jantan dan ikan medaka betina tidak berbeda nyata sebelum dan setelah pemaparan insektisida klorpirifos.

**Acknowledgements** Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air dan juga Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Joearnani Tresnati (kepala laboraorium Fisiologi Hewan Air) dan Prof. Dr. Ir.

Yushinta Fujaya, M.Si (Kepala Hatchery FIKP) yang telah menyediakan laboratorium untuk digunakan sebagai tempat penelitian penelitian Terima kasih juga disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

## PUSTAKA

- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1999. Final Report of the Fish Expert Consultation Meeting, London, UK, Oktober. Environmental Health and Safety Division, Paris, France, 28–29.
- Andriani, Litaay, M., Sartika, & Tahir, D. 2019. Medaka fish *Oryzias javanicus* Bleeker as bio-indicator of lead content in waters. Journal of Physics: Conference Series.
- Astuti, W., & Widyastuti, C. R. 2016. Pestisida Organik Ramah Lingkungan Pembasmi Hama Tanaman Sayur. Rekayasa, 14(2), 115–120.
- BPTPH. 2012. Laporan Data Statistik Balai Proteksi Tanaman Pangan Hortikultura Sulawesi Selatan Tahun 2008-2012. Makassar.
- Edwin, T., Ihsan, T., Rahmatika, A., & Darlis, N. 2019. Impact of chlorpyrifos toxicity on gill damage of two species of freshwater fish in Lake Diatas. Environmental Health Engineering and Management Journal, 6(4), 241–246
- Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor
- Gochfeld, M. 2017. Sex Differences in Human and Animal Toxicology:

- Toxicokinetics. *Toxicologic Pathology*, 45(1), 172–189.
- Hartl, M.G.J., Hutchinson, S. and Hawkins, L. 2001. Organotin and osmoregulation: quantifying the effects of environmental concentrations of sediment associated TBT and TPhT on the fresh water adapted European flounder, *Platichthys flesus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 256: 267-78.
- Hidayat, N. I., Daud, A., & Ibrahim, E. 2013. Identifikasi Residu Pestisida Klorpirifos dan Profenofos Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Pasar Terong Dan Lotte Mart Kota Makassar. 1–9.
- Khalil, F., Kang, I. J., Undap, S., Tasmin, R., Qiu, X., Shimasaki, Y., & Oshima, Y. 2013. Alterations in social behavior of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) in response to sublethal chlorpyrifos exposure. *Chemosphere*, 92(1), 125–130.
- Kottelat, M., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., & Wiriadmojo, S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition (HK) Ltd. Dan Proyek EMDI. Republik Indonesia.
- Neelima, P., Rao, N. G., G. Rao, S., & Rao, J. C. S. 2016. A Study on Oxygen Consumption in a Freshwater Fish *Cyprinus carpio* Exposed to Lethal and Sublethal Concentrations of Cypermethrin (25%Ec). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(4): 338-348
- Nurhayati. 2014. Analisis Residu Pestisida Pada Cabai Merah Besar Dan Cabai Merah Keriting Di Pasar Swalayan Kota Makassar. Skripsi. Program Sarjana. Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar.
- Nwani, C. D., N. Ivoke, D. O. U., C. Atama, G. C. O., Echi, P. C., & Ogbonna., S. A. 2013. Investigation on Acute Toxicity and Behavioral Changes in a Freshwater African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), Exposed to Organophosphorous Pesticide, Termifos. *Pakistan J. Zool.*, 45(4), 959-965.
- Said, D. S., & Hidayat. 2015. 101 Ikan Hias Air Tawar Nusantara. LIPI Press. Jakarta.
- Sartika, Litaay, M., Andriani, I., & Tahir, D. 2018. Kajian Ikan Medaka *Javanicus* (*Oryzias javanicus*) sebagai bioindikator pencemaran logam berat timbal (Pb) di Perairan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. *Air Dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Takai, A., Kagawa, N., & Fujikawa, K. 2004. Susceptibility of male and female medaka (*Oryzias latipes*) fish to spontaneous and X-ray induction of micronuclei in gill cells. *Genetic toxicology and environmental mutagenesis*, 558 (1-2), 131-136.
- Umezawa, B. Y. S., & Watanabe, H. 1973. on the Respiration of the Killifish. *J. Exp. Biol.* 58;305–325.



Utami, I.A.N.S., Ciptojoyo, A.A.A., & Wiadnyana, N.N. 2017. Histopatologi Insang Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Yang Terinfestasi Trematoda Monogenea. *Media Akuakultur*, 12 (1), 2017, 35-43.

World Health Organization (WHO). 1990. Public health impact of pesticides used in agriculture. World Health Organization. Geneva.

Wizemann, T., & Pardue, M. 2001. Exploring the Biological Contributions to Human Health: Does Sex Matter? Institute of Medicine. National Academy Press. Washington, D.C.

Zai, K. E. S. 2019. Uji Toksisitas Akut (Lc50-96jam) Insektisida Klorpirifos Terhadap Ikan Lele (*Clarias* sp.). Skripsi. Program Sarjana, Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

***Kontribusi Penulis :*** Sulfitratullah: Mengambil data Lapangan, menulis manuscript; Yaqin, K: Analisis Data; Rukminasari, N: Merangkum dan menulis pembahasan

