

**DAYA TETAS DAN ABNORMALITAS LARVA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIPAPAR TIMBAL****R Nurlian<sup>1)</sup>, Arif Sardi<sup>2)</sup>, Muliari Muliari<sup>3)</sup>, Yusrizal Akmal<sup>3)</sup>, Ilham Zulfahmi<sup>1,2)</sup>**<sup>1)</sup>Center for Aquatic Research and Conservation (CARC), Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia,<sup>2)</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia<sup>3)</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Bireuen, Indonesia

Email: ilham.zulfahmi@ar-raniry.ac.id

**ABSTRAK**

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan yang berpotensi terpapar polutan timbal. Walaupun demikian, penelitian terkait dampak paparan timbal terhadap daya tetas dan abnormalitas larva ikan nila masih belum diungkap. Oleh karenanya, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat daya tetas dan abnormalitas larva ikan nila yang dipapar timbal. Rancangan penelitian terbagi kedalam empat perlakuan disertai dengan tiga ulangan untuk masing masing perlakuannya yaitu Perlakuan Kontrol, Perlakuan A (0,21 mg/L PbCl<sub>2</sub>), Perlakuan B (0,42 mg/L PbCl<sub>2</sub>) dan Perlakuan C (0,63 mg/L PbCl<sub>2</sub>). Masa pemaparan berlangsung selama sepuluh hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan timbal klorida dengan konsentrasi lebih besar dari 0,42 mg/L telah menyebabkan terjadinya penurunan daya tetas telur. Persentase daya tetas terendah terdapat Perlakuan B yaitu 40,42±8,17 %. Disamping itu, paparan timbal klorida dengan konsentrasi 0,63 mg/L menyebabkan terjadinya peningkatan detak jantung dan laju malformasi larva ikan nila. Detak jantung larva ikan nila meningkat secara signifikan dari 91,37 detak/menit pada perlakuan kontrol menjadi 115,6 detak/menit pada perlakuan C. Bentuk malformasi larva ikan nila yang terpapar timbal yang teramati meliputi lordosis, kiposis dan pembentukan ekor. Paparan timbal tidak berdampak signifikan terhadap parameter kelangsungan hidup dan panjang larva ikan nila.

**Kata Kunci:** Daya tetas, Detak jantung, Laju malformasi, Kelangsungan hidup, Panjang larva**PENDAHULUAN**

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) merupakan salah satu jenis ikan yang memiliki distribusi luas di seluruh dunia (terutama di perairan tropis dan subtropis) serta bernilai ekonomis penting. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2018), terjadi peningkatan produksi global ikan nila dari 383.654 metrik ton (mt) pada tahun 1990 (4,5% dari total produksi ikan budidaya) menjadi 5.898.793 mt pada tahun 2016 (11% dari total produksi ikan budidaya), dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata mencapai 13,5%. Hal serupa juga dilaporkan terjadi di Indonesia, dimana pada tahun 2016 produksi ikan nila mencapai 1,14 juta ton, sedangkan pada tahun 2017 meningkat sebanyak 3,6 % menjadi 1,15 juta ton (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2017).

Meskipun ikan nila mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan, akan tetapi ikan nila termasuk ikan yang sensitif terhadap paparan polutan. Paparan berbagai jenis polutan dilaporkan telah menyebabkan terjadinya kematian maupun gangguan fisiologis pada ikan nila. Hasil penelitian Suparjo (2010) mengungkapkan bahwa paparan deterjen menyebabkan terjadinya kerusakan jaringan insang ikan nila berupa *hyperplasia*, *fusi lamella*, *hemoragi*, dan *atrofi*. Kerusakan jaringan tersebut berakibat pada terganggunya kinerja pernafasan ikan. Paparan  $\lambda$ -cyhalothrin pada konsentrasi 3 hingga 6 mg/L juga dilaporkan menyebabkan terjadinya kerusakan usus dan mempengaruhi kinerja enzim *cholinesterase* yang berdampak pada gangguan proses penyerapan makanan (Rahayu, 2013).

Organ reproduksi merupakan salah satu organ yang berpotensi mengalami kerusakan akibat paparan polutan. Kajian terkait kinerja reproduksi suatu organisme merupakan salah satu indikator penting dalam rangka mengevaluasi dinamika populasi dan kelestarian organisme tersebut (Zulfahmi *et al.*, 2018). Menurut Willey & Krone (2001), paparan polutan jenis endosulfan terbukti mengganggu perkembangan sel-sel reproduksi ikan zebra (*Danio rerio*) terutama sel germinal primordial. Paparan pestisida jenis organofosfat juga dilaporkan menghambat produksi hormon esterogen yang berdampak pada terganggunya proses vitelogenesis (Setyawati, 2011). Gangguan vitelogenesis tersebut berakibat pada mengecilnya ukuran diameter telur dan larva ikan (Affandi & Tang, 2001). Disamping itu, Zhang *et al.* (2016), mengungkapkan bahwa paparan merkuri telah mengakibatkan terjadinya malformasi pada larva ikan zebra (*Danio rerio*) berupa pembengkakan perikardial (*pericardial oedema*), kelainan kelengkungan tulang belakang (*spinal curvature*) dan pembengkokan ekor.

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang masih digunakan sebagai komponen bahan baku produksi berbagai produk-produk logam, baterai, pestisida dan keramik (Jannah *et al.*, 2017). Kontaminasi timbal ke perairan dapat terjadi melalui pembuangan limbah industri, erosi tanah, presipitasi, serta korofikasi batuan mineral yang mengandung timbal (Maddusa *et al.*, 2017). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa terdapat beberapa perairan di Indonesia yang telah tercemar timbal diantaranya Sungai Tondano, Sulawesi Utara (Maddusa *et al.*, 2017), Danau Balang Tojong, Sulawesi Selatan (Iryani & Marzuki, 2017) dan Sungai Batang Hari, Sumatera Barat (Sahara & Puryanti, 2015).

Timbal bersifat toksik bagi organisme perairan (Palar, 2002). Akumulasi timbal dalam tubuh organisme akuatik terjadi melalui tiga cara yaitu makanan, pernapasan dan difusi (Palar, 2002). Menurut Alkahemal-Balawi *et al.*

(2011), paparan timbal mengganggu proses pemijahan serta meningkatkan anomali morfologis dan mortalitas sperma ikan. Timbal yang terdifusi secara pasif kedalam kuning telur dapat menghambat kerja enzim pertumbuhan embrio (Nirmala *et al.*, 2006). Selain itu, timbal akan menggantikan ion-ion di dalam tulang larva sehingga menyebabkan terjadinya malformasi seperti skoliosis, lordhosis dan kiposis (Nirmala *et al.*, 2006). Hasil penelitian Jezierska *et al.* (2008) menunjukkan bahwa paparan timbal terbukti mengganggu proses embriogenesis ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dicirikan oleh kecacatan blastula, terjadinya pemendekan tulang belakang, serta kelainan jantung.

Sejauh ini, pengaruh paparan polutan terhadap daya tetas dan abnormalitas larva terhadap beberapa jenis ikan telah banyak dilaporkan sebelumnya diantaranya pada ikan zebra (*Danio rerio*) (Zhang *et al.*, 2016), ikan mas (*Cyprinus carpio*) (Jezierska, 2008) dan ikan lele jumbo (*Clarias gariepinus*) (Alkahemal-Balawi *et al.*, 2011). Walaupun demikian, penelitian terkait pengaruh paparan timbal terhadap daya tetas dan abnormalitas larva ikan nila masih belum diungkap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya tetas dan abnormalitas larva ikan nila yang dipapar timbal.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan mulai Oktober hingga November 2019. Tahap pemaparan, pengamatan daya tetas dan abnormalitas larva dilakukan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujong Batee, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Pengukuran kandungan timbal pada larva ikan dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri, Banda Aceh, sedangkan analisis data dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Toksikan timbal yang digunakan pada penelitian ini berupa timbal klorida ( $PbCl_2$ ) (Pudak Scientific, Indonesia) yang diperoleh

dari Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Kimia Universitas Syiah Kuala. Sebanyak 2.400 butir telur ikan nila yang telah dibuahi diperoleh dari BPBAP Ujong Batee, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Penetasan telur ikan nila dilakukan dengan metode corong berkapasitas sembilan puluh liter air payau yang dilengkapi aerasi.

Rancangan penelitian berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan untuk masing masing perlakuannya. Dosis timbal yang digunakan pada setiap perlakuan mengacu pada hasil penelitian terkait konsentrasi timbal dalam air pada beberapa perairan di Indonesia yang sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan pemerintah yaitu lebih besar dari 0,03 mg/L (PP No. 82 Tahun 2001), diantaranya Sungai Tondano dengan konsentrasi timbal sebesar 0,14 mg/L (Maddusa *et al.*, 2017), Danau Balang Tobjong dengan konsentrasi timbal sebesar 0,49 mg/L (Iryani & Marzuki, 2017) dan perairan Aceh Lhokseumawe-Aceh Utara dengan konsentrasi timbal sebesar 0,10 mg/L (Komarawidjaja W *et al.*, 2017). Secara rinci, konsentrasi timbal pada setiap perlakuan adalah sebagai berikut: Perlakuan Kontrol (0 mg/L PbCl<sub>2</sub>), Perlakuan A (0,15 mg/L Pb setara dengan 0,21 mg/L PbCl<sub>2</sub>), Perlakuan B (0,30 mg/L Pb setara dengan 0,42 mg/L PbCl<sub>2</sub>), Perlakuan C (0,45 mg/L Pb setara dengan 0,63 mg/L PbCl<sub>2</sub>).

Setiap corong perlakuan memuat sebanyak 200 butir telur ikan nila. Masa pemaparan timbal berlangsung selama sepuluh hari. Larva yang menetas pada setiap perlakuan di tampung dalam wadah berupa nyaring berukuran 40×60×40 cm dengan ukuran pori-pori jaringnya 0,5 mm. Parameter pengamatan yang diamati meliputi daya tetas kumulatif, kelangsungan hidup, denyut jantung, derajat malformasi, bentuk abnormalitas larva, dan kandungan timbal dalam larva. Pengukuran daya tetas kumulatif dilakukan setiap 24 jam, sedangkan pengukuran tingkat kelangsungan hidup, panjang larva, derajat malformasi, bentuk abnormalitas larva dan kandungan timbal pada

larva dilakukan pada akhir masa pemaparan. Pengukuran denyut jantung dilakukan pada hari kelima. Setiap larva yang mati dan seluruh larva yang hidup pada setiap perlakuan dianalisis bentuk malformasinya menggunakan mikroskop stereo pada pembesaran 4x10. Identifikasi bentuk abnormalitas yang terjadi pada larva merujuk pada penelitian Zhang *et al.* (2016). Tingkat malformasi larva pada setiap perlakuan diukur dengan menggunakan persamaan Zhang *et al.* (2016).

Pengukuran panjang total larva dilakukan dengan menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,1 mm terhadap 30 ekor larva yang diambil secara acak pada setiap perlakuannya. Pengukuran parameter fisik kimiawi air media dilakukan setiap dua hari sekali meliputi salinitas, suhu, dan oksigen terlarut. Salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer, suhu diukur dengan menggunakan thermometer sedangkan oksigen terlarut diukur dengan menggunakan DO meter. Kisaran nilai parameter fisik kimiawi air pada setiap perlakuan selama masa pemaparan adalah sebagai berikut: Salinitas 11,7-12,8; ppt, suhu 25-28,7°C dan oksigen terlarut 5,6-8,7 mg/L.

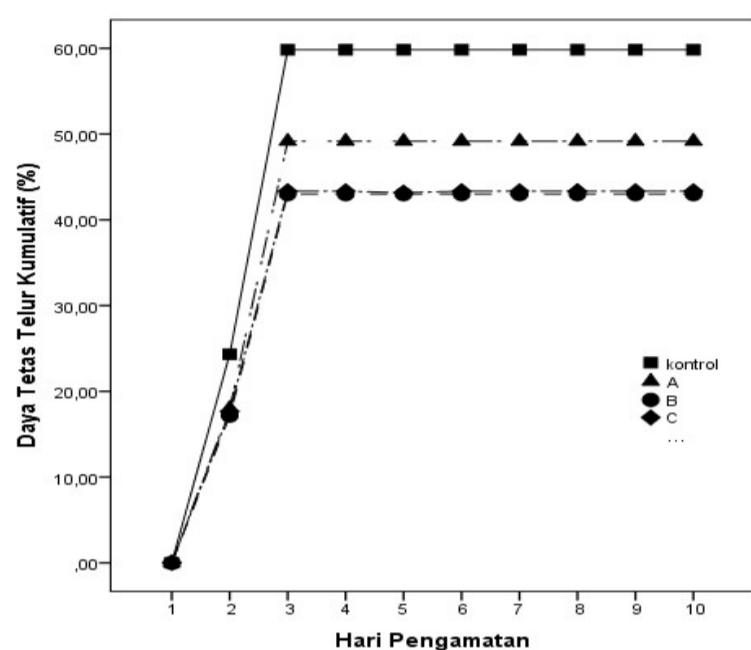
Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Analisis data terhadap parameter daya tetas kumulatif, tingkat kelangsungan hidup, derajat malformasi dan panjang larva antar perlakuan dilakukan menggunakan analisis varian satu arah (*One Way-ANOVA*) pada selang kepercayaan 95%. Sementara itu data terkait abnormalitas larva dikaji secara deskriptif. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

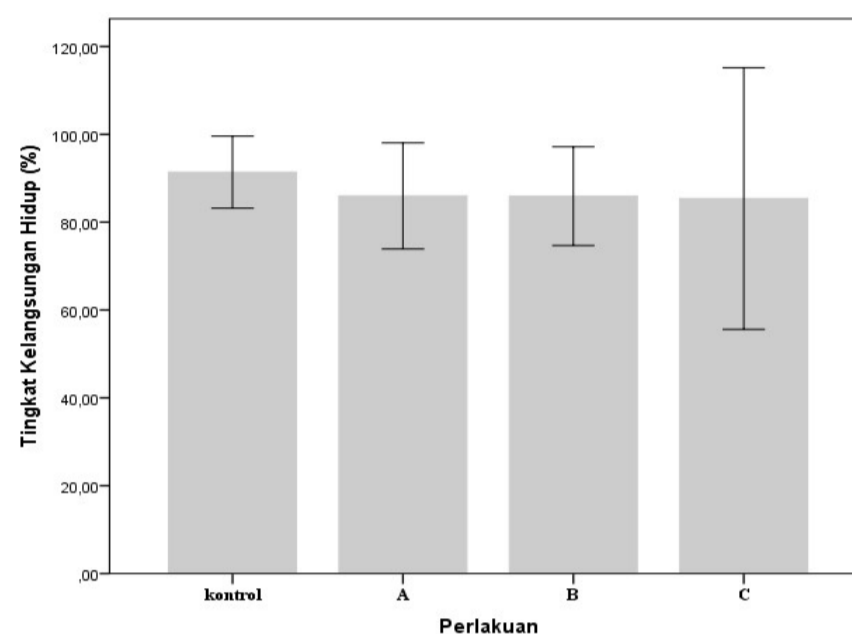
Telur ikan nila mulai menetas pada hari kedua hingga hari ketiga masa pemaparan (Gambar 1a). Persentase daya tetas tertinggi terdapat pada Perlakuan kontrol sedangkan nilai terendah terdapat pada Perlakuan B yaitu masing-masing sebesar 59,83 ± 11,23 % dan 40,42 ± 8,17 %. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara tingkat daya

tetas pada perlakuan control dengan perlakuan B dan perlakuan C baik pada hari kedua maupun ketiga ( $p < 0.05$ ). Sementara itu, hingga hari kesepuluh masa pemaparan, tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap parameter tingkat kelangsungan hidup antar perlakuan ( $p > 0.05$ ). Pada perlakuan kontrol, dari seluruh larva

yang menetas, 91,37 % mampu bertahan hidup hingga akhir masa pemaparan, sedangkan pada perlakuan B dan C hanya 85,94% dan 85,39% yang mampu bertahan hidup (Gambar 1b).



(a)



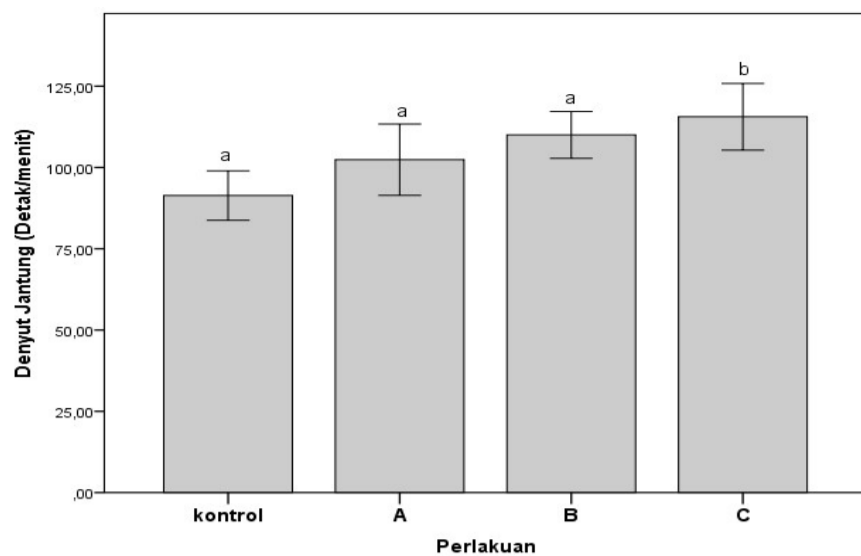
(b)

Gambar 1. Daya Tetas Komulatif Telur Ikan Nila di Setiap Perlakuan (a). Tingkat Kelangsungan Hidup Larva Ikan Nila di Setiap Perlakuan pada Akhir Masa Pemaparan (b)

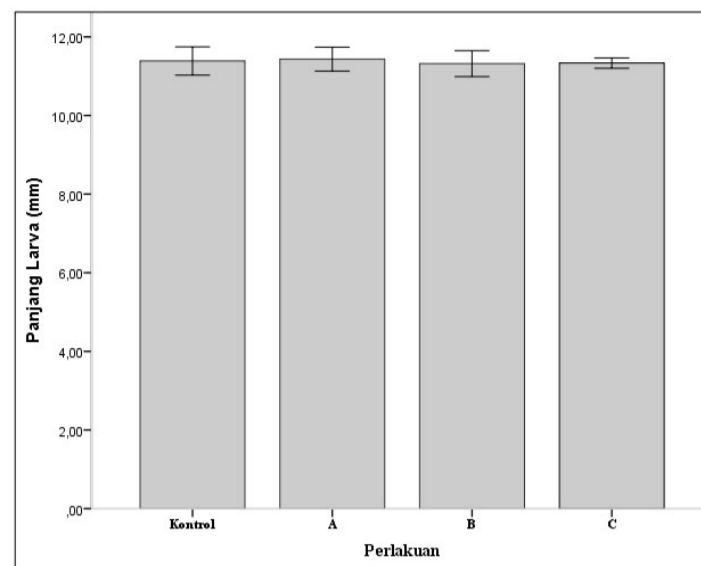
Panjang total larva pada setiap perlakuan di akhir masa pemaparan berkisar antara 11,33 – 11,40 mm. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter panjang larva antar perlakuan (Gambar 2a). Sebaliknya, terjadi peningkatan detak jantung yang signifikan pada perlakuan C apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol ( $p < 0.05$ ). Detak jantung larva ikan nila pada perlakuan kontrol adalah 91,37 detak/menit sedangkan pada perlakuan C meningkat sebesar 115,6 detak/menit (Gambar 2b).

Terdapat tiga bentuk abnormalitas larva yang teramati dalam penelitian ini yaitu lordosis, kiposis dan pembentukan ekor Lordosis

merupakan bentuk abnormalitas yang paling sering ditemukan yaitu sebesar 54% sedangkan pembengkokan ekor adalah yang paling sedikit ditemukan yaitu sebesar 15% (Gambar 3b). Laju malformasi larva cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi timbal dalam media pemaparan. Laju malformasi larva tertinggi terdapat pada perlakuan C sedangkan terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu masing masing sebesar 3,4% dan 0,33%. Hasil analisis statistik menunjukkan laju malformasi larva meningkat secara signifikan pada perlakuan C dibanding dengan kontrol ( $p < 0.05$ ) (Gambar 3a).

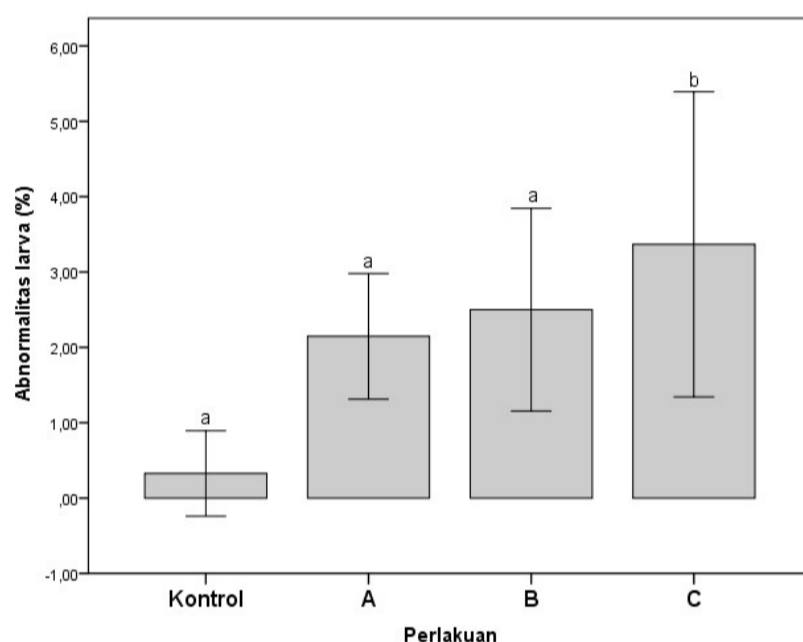


(a)

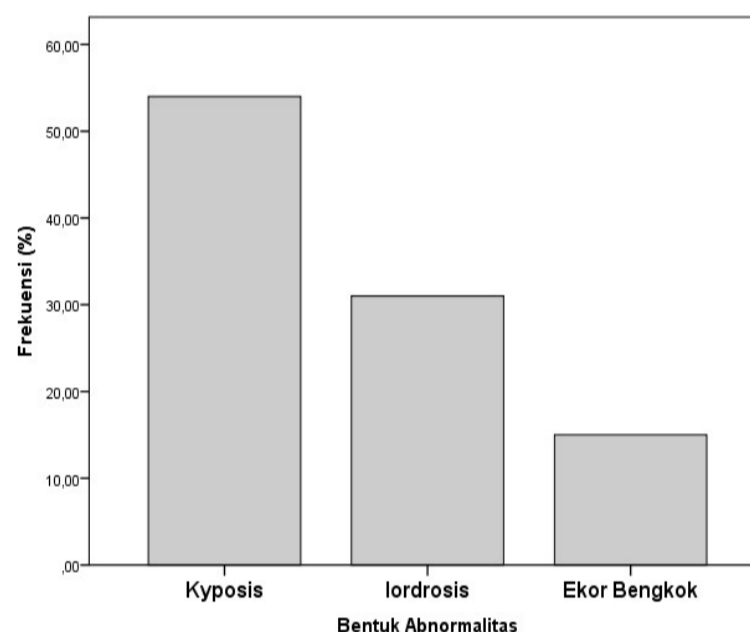


(b)

Gambar 2. Denyut jantung larva ikan nila di setiap perlakuan pada hari kelima masa pemaparan (a). Panjang rata-rata larva ikan nila di setiap perlakuan pada akhir masa pemaparan (b)



(a)



(b)

Gambar 2. Tingkat Abnormalitas larva ikan nila (*Oreochromi niloticus*) pada setiap perlakuan selama masa pemaparan (a). Frekuensi jenis abnormalitas larva ikan nila (*Oreochromi niloticus*) yang terpapar timbal (b)

Paparan timbal telah menyebabkan berbagai gangguan fisiologis baik pada sistem pernapasan, pencernaan, saraf dan reproduksi ikan (Yulaipi dan Aunurohim, 2013). Hasil penelitian Yolanda *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa paparan timbal dapat menyebabkan perubahan histopatologi pada jaringan insang ikan nila berupa *edema*, *kongesti*, *hyperplasia*, *nekrosis*, *lamela sekunder* dan *fusi lamela*. Paparan timbal juga dapat mengganggu kinerja hormon reproduksi yang berdampak pada gangguan proses vitalogenesis dan terhambatnya pembentukan yolk (Sridevi *et al.*, 2015).

Dalam penelitian ini, paparan timbal klorida dengan konsentrasi 0,42 mg/L dan 0,63 mg/L telah menyebabkan terjadinya penurunan daya tetas telur serta meningkatnya detak jantung dan laju malformasi larva ikan nila. Penurunan daya tetas telur akibat paparan timbal juga dilaporkan terjadi pada ikan Zebra (*Danio rerio*) (Zhang *et al.*, 2016 & Kaur *et al.*, 2018). Hasil serupa dengan paparan jenis polutan yang berbeda juga diungkapkan oleh Putri *et al.* (2015), dimana paparan insektisida jenis organoklorin endosulfan telah menyebabkan terjadinya penurunan daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

Rendahnya daya tetas telur tersebut diduga terjadi akibat terhambatnya kinerja enzim chorionase dalam mereduksi chorion sehingga larva tidak mampu keluar dari cangkang telur (Nirmala *et al.*, 2006). Disamping itu, Prahastuti (2013) ikut menjelaskan bahwa paparan polutan menyebabkan telur menjadi hipertonik sehingga sel telur cenderung mengalami pengerutan atau pecah.

Laju detak jantung larva telah mulai digunakan sebagai bioindikator untuk menilai dampak negatif paparan polutan (Zhao *et al.*, 2014). Menurut Nofrizal (2014), laju detak jantung dapat mendeskripsikan aliran darah, proses metabolisme, respirasi dan tingkat stres pada ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan timbal klorida dengan konsentrasi 0,63 mg/L mampu menyebabkan terjadinya peningkatan detak jantung larva ikan nila. Hasil serupa juga dilaporkan terjadi pada ikan zebra (*Danio rerio*) yang terpapar monosodium glutamat (Mahaliyana, 2016). Sarmah & Marrs (2016) ikut mengungkapkan bahwa paparan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) terhadap larva ikan zebra telah menyebabkan peningkatan detak jantung hingga 140-180 denyut per menit. Meningkatkan detak jantung larva ikan akibat paparan polutan merupakan upaya untuk merespon kinerja detoksifikasi polutan dan metabolisme tubuh lainnya (Laela & Zahroul, 2017). Disamping itu, rusaknya jaringan insang ikan akibat paparan timbal, berdampak pada menurunnya jumlah oksigen yang dapat diinduksi kedalam tubuh (Yolanda *et al.*, 2017). Hal ini berdampak pada berkurangnya kebutuhan pasokan oksigen untuk mendukung proses metabolisme tubuh. Oleh karenanya, jantung ikan berupaya merespon hal tersebut melalui peningkatan detak jantung sehingga frekuensi pengikatan oksigen menjadi lebih meningkat

Dalam penelitian ini, paparan timbal tidak menunjukkan dampak yang signifikan terhadap parameter tingkat kelangsungan hidup dan panjang larva ikan nila. Hasil ini cenderung berbeda dengan beberapa penelitian lain terkait efek polutan terhadap larva ikan. Sebagai contoh, paparan timbal dengan konsentrasi 6,86

mg/L menyebabkan terjadinya penurunan tingkat kelangsungan hidup pada juvenil ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Sahetapy, 2011). Tidak adanya pengaruh timbal terhadap tingkat kelangsungan hidup dan panjang larva ikan nila dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan rendahnya konsentrasi timbal yang dipaparkan. Hasil serupa juga pernah dilaporkan oleh Triadayani *et al.* (2010), dimana paparan timbal dengan konsentrasi 0.05 mg/L belum menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Mahalina *et al.* (2015) dan (Hidayah, 2012) ikut mengungkapkan bahwa paparan timbal dengan konsentrasi 0,006 mg/L menunjukkan tidak terjadinya pengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*), namun pada konsentrasi 0,18 mg/L timbal dapat menurunkan tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Hasil penelitian terkait lainnya juga menjelaskan bahwa, pada konsentrasi rendah dengan masa pemaparan yang singkat, paparan timbal juga tidak mempengaruhi pertumbuhan panjang larva dari ikan zebra (*Danio rerio*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Nirmala *et al.*, 2006; Yulaipi & Aunurohim, 2013)

Meskipun tidak berdampak signifikan menurunkan tingkat kelangsungan hidup dan panjang larva ikan nila, akan tetapi paparan timbal berdampak negatif meningkatkan laju malformasi larva ikan nila. Laju malformasi larva ikan nila cenderung semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi timbal pada media pemaparan. Kyposis merupakan jenis malformasi yang paling umum ditemukan pada larva ikan nila yang terpapar timbal. Berberapa penelitian lain mengungkapkan bahwa kyposis juga ditemukan pada larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang terpapar timbal (Osman *et al.*, 2007), ikan zebra (*Danio rerio*) yang terpapar merkuri (Zhang *et al.*, 2016) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar insektisida (Putri *et al.*, 2015).

Menurut Palar (2004) timbal cenderung terakumulasi pada jaringan tulang larva yang mengakibatkan gangguan perkembangan tulang.

Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang positif antara meningkatnya kandungan timbal dalam media dengan meningkatkannya kandungan timbal dalam larva ikan. Akumulasi timbal dalam larva ikan terjadi akibat keberadaan metalotionin (sulfhidril-SH) dan amina (nitrogen-NH) yang mengikat timbal secara kovalen. Timbal akan masuk ke dalam sel dan ikut didistribusikan oleh darah keseluruhan tubuh sehingga dapat terakumulasi pada organ tubuh lainnya.

Paparan timbal dilaporkan telah mengganggu proses pertukaran ion kalsium pada jaringan tulang, akibatnya tulang ikan akan mengalami abnormalitas berupa lordosis, kiposis dan kelengkungan ekor (Nirmala *et al.*, 2006). Yusuf (2011) ikut berpendapat bahwa ion timbal memiliki kemampuan untuk menggantikan keberadaan ion kalsium yang terdapat dalam jaringan tulang sehingga menyebabkan terjadinya malformasi pada embrio ikan. Larva yang mengalami malformasi akan kesulitan untuk bergerak, mendapatkan

makanan dan menghindari mangsa, serta meningkatkan tingkat kerentanan hidup larva ikan.

## KESIMPULAN

Paparan timbal klorida dengan konsentrasi lebih besar dari 0,42 mg/L telah menyebabkan terjadinya penurunan daya tetas telur. Persentase daya tetas terendah terdapat Perlakuan B yaitu  $40,42 \pm 8,17$  %. Disamping itu, paparan timbal klorida dengan konsentrasi 0,63 mg/L menyebabkan terjadinya peningkatan detak jantung dan laju malformasi larva ikan nila. Detak jantung larva ikan nila meningkat secara signifikan dari 91,37 detak/menit pada perlakuan kontrol menjadi 115,6 detak/menit pada perlakuan C. Bentuk malformasi larva ikan nila yang terpapar timbal yang teramati meliputi lordosis, kiposis dan pembentukan ekor. Paparan timbal tidak berdampak signifikan terhadap parameter kelangsungan hidup dan panjang larva ikan nila.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed MK, Biswas DR, Islam MM, Akter MS, Kazi AI, Sultana GNN. 2009. Heavy metal concentrations in different organs of fishes of the River Meghna, Bangladesh. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*, 3(1): 28–32.
- Affandi R & Tang UM. 2001. *Biologi Reproduksi Ikan*. Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Perairan. Universitas Riau. Pekanbaru. 153 pp.
- Alkahemal-Balawi HF, Ahmad Z, Al-Alkel AS, Al-Misned F, Suliman EM, Al-Ghanim KA. 2011. Toxicity Bioassay of Lead Acetate and Effects of its Sublethal Exposure on Growth, Haematological parameters and Reproduction in *Clarias gariepinus*. *Journal of Biotechnology*, 10(53): 11039-11047.
- Anggraini D. 2007. Analisis Logam berat Pb,Cd,Cu, dan Zn pada air laut, seimen dan lokal (genlona coaxans) diperairan pesisir Dumai, Provinsi Riau online. <http://heavymetals-contens-analist Pb,Cd,Cu, dan Zn anseawaters.pdf>. diakses,15 april 2019.
- Abidin N. 2015. Pembenuhan ikan Nila Salin sistem corong berdaya tetas tinggi. *Akumina Edisi* 107, IV (1):107 pp.
- Amri K dan Khairuman. 2008. *Budidaya ikan Nila secara Intensif*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta. 195 PP.
- Direktur Jenderal Perikanan. 2017. <http://kkp.go.id/djpb/artikel/3113-subsektor-perikanan-budidaya-sepanjang-tahun-2017-menunjukkan-kinerja-positif>. Diakses 20 maret 2019.
- Darmono. 2001. *Lingkungan hidup dan pencemaran hubungan dengan toksikologi senyawa logam*. Jakarta, Penerbit Universitas Indonesia. 176 pp.
- Edelynna AMO, Wireshpathi, Raharjo, Budijastuti W. 2012. pengaruh kromium heksavalen (IV) terhadap tingkat kelangsungan hidup

- ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Latera Biologi*,1(2):75-79.
- Effendi MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusantara. 163 pp.
- Fadhlan A. 2016. Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di beberapa pasar tradisional Kota Makassar. *Skripsi*, 1-75.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2018. Global Aquaculture Production 1950-2016. (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>). Diakses 5 maret 2019.
- Ghufran H, Kordi K. 2010. *Panduan Lengkap Ikan Nila Air Tawar Di Kolam Terpal*. Yogyakarta. Andi. 156 pp.
- Hidayah AM, Purwanto, Soeprbowati TR. 2012. Kandungan logam berat pada air, sedimen dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawapening. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 2: 95-101.
- Hidayah AM, Purwanto, Soeprbowati TR. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linn.) di Keramba Danau Rawa Pening. *BIOMA*,16(1):19.
- Iryani AS & Marzuki I. 2017. Penilaian tingkat cemaran timbal pada Danau Balang Tonjong Kelurahan Antang Manggala Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*, 2(1): 51-58.
- Jannah R, Rosmaidar, Nazaruddin, Winaruddin, Balgis U, Armansyah T. 2017. Pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap histologi hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JIMVET*, 01(4):743-748.
- Jeziarska B, Ługowska K, Witeska M. 2008. The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 144:1-7.
- Kaur J, Khatri M, Pu S. 2018. Toxicological evaluation of metal oxide nanoparticles and mixed exposures at low doses using zebra fish and THP1cell line. *Environmental Toxicology*,1-13.
- Komarawidjaja W, Riyadi A, Garno YS. 2017. Status kandungan logam berat perairan pesisir Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe *Jurnal Teknologi Lingkungan*,18(2): 251-258.
- Laela, Zahroul. 2017. Uji toksisitas karbosulfan terhadap morfologi dan fisiologi embrio ikan Zebra (*Brachydanic rerio*). *Sarjana Thesis*, Universitas Brawijaya, 132-137.
- Lukman, mulyana, mumpuni FS. 2014. Efektivitas pemberian akar Tuba (*Derris elliptica*) terhadap lam waktu kematian ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pertanian*, 5(1): 22-31.
- Maddusa SS, Papatungan MG, Syarifuddin AR, Maambuat J, Alla G. 2017. Kandungan logam timbal (Pb), merkuri (Hg), zink (Zn) dan arsen (As) pada ikan dan air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah Public Health Science Journal*, 9(2): 153-159.
- Mahaliyana AS, Fasmina MFA, Alahakoon AMTB, Wickrama GMGMM. 2016. Toxicity effects of monosodium glutamate (MSG) on embryonic development of zebra fish (*Danio rerio*); a promising model to study excitotoxins. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(3): 2250-3153.
- Mahalina W, Tjandrakirana, Purnomo T. 2016. Analisis kandungan timbal (Pb) dalam ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang hidup di Sungai Kali Tengah, Sidoarjo. *Lentera Biologi*, 5(1): 43-47.
- Nirmala K, Sekarasari J, Suptijah P. 2006. Efektivitas khitosan sebagai pengkhelat logam timbal dan pengaruhnya terhadap perkembangan awal embrio ikan Zebra (*Danio rerio*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2): 157-165.



- Nofrizal. 2014. Aktivitas jantung ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) pada kecepatan renang berbeda yang dipantau dengan elektrokardiograf (EKG). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(2):101-109.
- Osman AGM, Wuertz S, Mekawaty IA, Exner HJ, Kirschbaum F. 2007. Lead Induced Malformations in Embryos of The African Catfish *Clarias gariepinus*. *Environmental Toxicology*, 22(4): 375-89.
- Putry AC, Razak A, Sumarmi R. 2015. Pengaruh insectisida terhadap daya tetas telur ikan Nila (*Oreochromis niloticus*): 43-52 pp.
- Palar H. 2002. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta. Rineka Cipta. 180 pp.
- Priatna, DE, Purnomo T, Kuswanti N. 2016. Kadar logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wijaya, Mojokerto. *Lentera Bio Berkala Ilmiah Biologi*, 5(1): 48-53.
- Prahastuti MS, Ain C, Sulardiono B. 2013. Dampak surfaktan berbahan aktif Na-ABS terhadap daya tetas telur ikan Karper (*Cypinus carpio*) dalam skala Laboratorium. *Journal of Maquares*, 2(4): 11-17.
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi dan Logam Berat*. Rineka Cipta Jakarta. 152 PP.
- Rahayu SW, Zulfatin ZL, Nuriliani A. 2013. Efek histopatologi insektisida  $\lambda$ -cyhalothrin terhadap insang, hati, dan usus halus ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.,1758). *Biosfera*, 30(2): 52-65.
- Sunu P. 2001. *Melindungi Lingkungan*. Jakarta. PT Gramedia. 224 pp.
- Sunarya Y. 2007. *Kimia Umum*. Jakarta. Grafindo. 234 pp.
- Setyawati I, Wiratmini NI, Wiryatno J. 2011. Pertumbuhan histopatologi ovarium dan fekunditas ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) setelah paparan pestisida organofosfat. *Jurnal Biologi*, 15(2): 44-48.
- Suyanto R. 2009. *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta. Penebar Swadaya. 153 pp.
- Suparjo MN. 2010. Kerusakan jaringan insang ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L) akibat deterjen. *Jurnal Saintek Perikanan*, 5(2): 1-7.
- Shihab, Quraish M. Tarsir Al-Mishbah. 2010. *Pesan Kesan Dan Keserasian Al-Qur'an*. Tangerang: Lentera Hati.
- Sahetapy, J. M. 2011. Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) dan pengaruhnya pada konsumsi oksigen dan respon hematologi juvenil ikan Kerapu Macan. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 7(2): 42-48.
- Sarmah S & Marrs JA. 2016. Zebrafish as a Vertebrate Model System to Evaluate Effects of Environmental Toxicants on Cardiac Development and Function. *Journal of Molecular Sciences*, 17(12): 2123.
- Sahara R & Puryanti D. 2015. Distribusi logam berat Hg dan Pb pada Sungai Batanghari Aliran Batu Bakauik Dharmasraya Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 4(1): 68-77.
- Suprapti, NH. 2008. Kandungan chromium pada perairan, sedimen dan kerang Darah (*Anadara granosa*) di wilayah pantai sekitar Muara Sayung Desa Morosari Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *BIOMA*, 10(2): 36-40.
- Sridevi P, Chaitanya RK, Prathibha Y, Balakrishna S, Dutta-Gupta A, Senthilkumaran B. 2015. Early exposure of 17 $\alpha$ -ethynylestradiol and diethylstilbestrol induces morphological changes and alters ovarian steroidogenic pathway enzyme gene expression in catfish, *Clarias geriepinus*. *Environmental Toxicology*. 30: 439-451.
- Triadayani AE, Aryawati R, Diansyah G. 2010. Pengaruh logam timbal (Pb) terhadap jaringan hati ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Journal Maspari*, 01: 42-47.
- Willey JB & Krone PH, 2001. Effects of endosulfan and nonylphenol on the

- primordial germ cell population in pre-larval Zebra fish embryos. *Aquatic Toxicology*, 54 (1-2): 113-123.
- Widowati W. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta. Penerbit Andi. 119 pp.
- Yulaipi S dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (PB) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2): 2337-3520.
- Yusuf Y. 2011. Analisis kadar logam timbal (Pb) pada ikan mas hasil persilangan yang dibudidayakan pada keramba jaring apung waduk Cirata Jawa Barat. *Jurnal Riser Sains Dan Kimia Terapan*, 1(2): 98-110.
- Yolanda S, Rosmaidar, Nazaruddin, Armansyah T, Balqis U, Fahrimal Y. 2017. pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap histologi insang ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JIMVET*, 01(4): 736-741.
- Zhang Q, Ying-Wen L, Zhi-Hao L, Qi-Liang C. 2016. Exposure to mercuric chloride induces developmental damage, oxidative stress and immunotoxicity in Zebra fish embryos-larvae. *Aquatic Toxicology*, 181: 76-85.
- Zhao GL, Ming-Hui L, Jun-Song W, Dan-Dan W, Qing-Wang L, Ling-Yi K. 2014. Developmental toxicity and neurotoxicity of two matrine-type alkaloids, matrine and sophocarpine, in zebrafish (*Danio rerio*) embryos/larvae. *Reproductive Toxicology*, 47: 33–41
- Zulfahmi I, Muliari M, Akmal Y, Batubara AS. 2018. Reproductive performance and gonad histopathology of Female Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) exposed to palm oil mill effluent. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44: 327–332.