



Jurnal Sains Akuakultur Tropis
Departemen Akuakultur
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698
Email: sainsakuakulturtropis@gmail.com, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

**PENGARUH PERBEDAAN PERIODE PAPAN DETERGEN TERHADAP
HISTOPATOLOGI INSANG BENIH IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

*The Effect of Different Detergent Exposure Periods on Gill Histopathology of Tilapia
(Oreochromis niloticus) Juvenile*

Vanda Delima Warno Putri¹, Desrina^{1*}, Sarjito¹, Herjuno Condro Haditomo²

¹Departemen Akuakultur, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto SH, Semarang 50275, Indonesia, Telp/Fax: (024)7474698.

²Division of Marine Life Science, Graduate School of Fisheries Science, Hokkaido
University, Japan

*Corresponding author: rinadesrina@yahoo.com

ABSTRAK

Detergen merupakan limbah domestik yang paling umum mengkontaminasi lingkungan perairan dan menyebabkan berbagai toksisitas terhadap organisme akuatik sehingga mempengaruhi aktivitas budidaya, salah satunya pada budidaya ikan nila. Detergen memiliki sifat iritan dan toksik yang dapat mengakibatkan perubahan struktural pada organ tubuh ikan. Insang merupakan organ yang rentan terdampak polutan karena terjadi kontak langsung dengan kontaminan dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran histologi insang benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar detergen pada periode paparan yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium akuakultur Universitas Diponegoro Semarang, pada tanggal 9 September-12 November 2021, menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan nila berumur ± 2 bulan dengan bobot rata-rata $1,24 \pm 0,3$ gr/ekor. Dosis subletal detergen yang digunakan adalah 2,4 mg/l pada setiap perlakuan kecuali perlakuan A (0 mg/l). Lama paparan pada setiap perlakuan A, B, C, dan D secara berturut-turut yaitu 45, 15, 30, dan 45 hari. Parameter yang diukur meliputi gambaran histopatologi insang, gejala klinis, mortalitas dan kualitas air. Tingkat kerusakan insang ditentukan dengan metode *skoring* dan dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis, apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney U. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan periode paparan detergen memberikan perubahan histopatologi insang berupa edema, hipertrofi, hiperplasia dan fusi dengan tingkat kerusakan terparah pada perlakuan D, diikuti perlakuan C, perlakuan B dan perlakuan A. Hasil kelulushidupan terendah yaitu pada perlakuan D sebesar 75,56% dan tertinggi pada perlakuan A sebesar 95,56%. Nilai kualitas air selama penelitian masih berada dikisaran yang layak untuk budidaya ikan nila. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbedaan periode paparan detergen memberikan pengaruh nyata terhadap histopatologi insang benih ikan nila. Tingkat kerusakan insang tertinggi hingga terendah yaitu perlakuan D, diikuti perlakuan C, perlakuan B dan perlakuan A.

Kata Kunci: Detergen, Histopatologi, Ikan Nila, Periode Paparan

ABSTRACT

Detergents are the most common domestic wastes that contaminate the aquatic environment and cause various toxicities to aquatic organisms affecting aquaculture activities, such as tilapia hatchery.

*Detergents have irritant and toxic properties that can cause structural changes in fish organs. The gills are the first organ to be structurally affected by direct contact with pollutants such as detergents in the water. This study determined the histological description of the gills of tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile exposed to detergents at different exposure periods. This research was conducted in the aquaculture laboratory of Diponegoro University, Semarang on 9 September-12 November 2021, using a completely randomized design with four treatments and three replications. The fish used were tilapia juvenile aged ± 2 months with a mean weight of $1,24 \pm 0,3$ g/fish. A sublethal dose of 2,4 mg/l was exposed to each treatment groups except the group A (0 mg/l). The periods of exposure in each treatment group A, B, C, and D were 45, 15, 30, and 45 days, respectively. Parameters measured include histopathological change of gills, clinical sign, mortality and water quality. The level of damage is determined by the scoring and analyzed using the Kruskal-Wallis test, if there is a significant difference, then proceed with the Mann-Whitney U test. The results showed that different periods of detergents exposure affected the histopathological changes of gills such as oedema, hypertrophy, hyperplasia and fusion with the highest severity in treatment group D, followed by treatment groups C, B, and A. The lowest survival rate of 75,56% found in treatment group D and the highest survival rate of 95,56% found in treatment group A. The quality of water during the study were in the appropriate range, This study concluded that the different periods of detergents exposure have significant effect on the histopathology of tilapia fry gills. The level of damage from the highest to the lowest was in treatment group D, followed by treatment groups C, B, and A.*

Keywords: Detergent, Exposure Periods, Histopathology, Tilapia

PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan salah satu ancaman bagi ekosistem global akibat masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat mengakibatkan kerusakan akut (jangka pendek) dan kronis (jangka panjang) pada ekosistem perairan. Masuknya limbah kimia yang tidak terkendali ke dalam ekosistem perairan tanpa dilakukan pengolahan, dapat menyebabkan dampak berbahaya bagi organisme perairan hingga manusia (Ismail dan Mahboub, 2016). Salah satu limbah domestik yang paling umum mengkontaminasi ekosistem perairan adalah detergen (Wachap *et al.*, 2019).

Detergen adalah senyawa xenobiotik yang tersusun atas beberapa komponen dengan bahan aktif surfaktan, yang digunakan dalam kegiatan industri dan rumah tangga sebagai bahan pencuci atau pembersih kotoran (Al-Asmakh *et al.*, 2020; Vinati dan Radha, 2015). Surfaktan memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik dalam satu molekul yang sama, serta berperan sebagai komponen yang bertanggung jawab atas fungsi pembersihan detergen (*cleaning action*). Detergen sintetis mengandung bahan surfaktan seperti *alkyl-benzene sulfonate* (ABS), *dodecyl-benzene sulfonate* (DBS) dan *Linear alkyl-benzene sulfonate* (LAS) (Isyaku, dan Solomon, 2016; Sobrino-Figueroa, 2013). Golongan surfaktan dengan muatan anionik merupakan bahan aktif detergen yang paling banyak digunakan karena kemampuan *cleaning action* yang tinggi seperti *alkyl-benzene sulfonate* (ABS) (Han dan Jung, 2020). Total produksi surfaktan di seluruh dunia terus berkembang mencapai 14,09 juta ton pada tahun 2017, dan diperkirakan akan meningkat menjadi lebih dari 24 juta ton per tahun pada tahun 2020 (Al-Asmakh *et al.*, 2020).

Sebagian besar detergen sintetis tergolong ke dalam polutan yang persisten dan bersifat iritan. Detergen mengkontaminasi badan air melalui aliran permukaan (*surface run-off*), perbuangan parit, dan pembuangan secara langsung ke sungai atau badan air lainnya. Bahan yang terkandung dalam deterjen dapat berkontak langsung dan masuk ke dalam tubuh ikan melalui makanan dan air (mekanisme respirasi dan osmoregulasi). Zat toksik yang terserap dapat berinteraksi dengan membran sel dan enzim sehingga menyebabkan iritasi serta disfungsi jaringan dan organ ikan. Berdasarkan studi ultrastruktural, iritasi akibat paparan detergen secara terus menerus dapat menyebabkan gangguan pada sel branchial epitel, vakuasi sitoplasma, autofagosom, inklusi, hilangnya mikrovili serta abnormalitas mitokondria dan nukleus. Pembuangan detergen ke dalam suatu ekosistem perairan dapat meninggalkan sebesar 0,001–10 mg/l, setelah melalui proses degradasi (Ivon *et al.*, 2020; Sobrino-Figueroa, 2013; Spirita *et al.*, 2015; Vinati dan Radha, 2015). Bahan aktif deterjen dapat membentuk busa pada konsentrasi di atas 0,5 mg/l. Lapisan busa yang dihasilkan akan menutup permukaan air dan mencegah masuknya oksigen sehingga menyebabkan penurunan oksigen secara tiba-tiba di ekosistem perairan. Hal tersebut dapat menimbulkan ancaman serius bagi organisme perairan dan secara langsung mempengaruhi ekosistem perairan. Limbah deterjen mengandung surfaktan dan fosfat sehingga menimbulkan efek toksik pada organisme akuatik dan juga menyebabkan eutrofikasi pada ekosistem perairan (Akbulut dan Yön, 2019).

Nila (*Oreochromis niloticus*) adalah salah satu ikan air tawar yang paling banyak dibudidayakan di dunia karena bernilai ekonomis penting dan relatif mudah dibudidayakan. Nila memiliki kemampuan dalam mentolerir berbagai macam kondisi lingkungan (oksigen dan salinitas rendah), kebiasaan makan omnivorus, rasa daging yang enak dan produksi benih yang mudah dalam lingkungan budidaya (Majumder

dan Kaviraj, 2018). Ikan nila seringkali dibudidayakan di dekat sumber air tawar yang lokasinya berdekatan dengan sistem drainase limbah industri maupun rumah tangga (Magouz *et al.*, 2021). Pembuangan limbah detergen dapat merusak kualitas air budidaya dan berdampak pada kelangsungan hidup benih ikan nila. Sejumlah penelitian telah melaporkan bahwa ikan maupun invertebrata lain pada stadia benih, lebih sensitif terhadap racun daripada organisme stadia dewasa (Mohammed, 2013; Siraita *et al.*, 2020).

Insang menjadi salah satu organ sasaran pertama untuk beberapa senyawa xenobiotik karena terjadi kontak langsung dengan kontaminan dalam air (Pal *et al.*, 2012). Selain itu, insang sensitif terhadap bahan kimia dalam air karena filamen dan lamelanya memiliki area permukaan yang sangat luas untuk secara langsung dan kontinu berkontak dengan kontaminan dalam air. Oleh karena itu, insang telah ditetapkan sebagai organ yang efektif untuk menilai dampak lingkungan yang disebabkan oleh polutan dan sebagai penanda utama pencemaran air (Velmurugan *et al.*, 2018).

Hitopatologi adalah studi mikroskopis jaringan yang rusak sebagai alat investigasi penting yang berdasarkan pada studi histologi manusia dan hewan (anatomi mikroskopis). Histopatologi mampu memberikan informasi tentang kesehatan dan fungsionalitas jaringan organ yang terluka, serta kerusakan organ yang secara langsung mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, keberhasilan reproduksi dan kerentanan terhadap agen patologis (Yamamoto *et al.*, 2017). Detergen dapat menyebabkan iritasi dan mempengaruhi organ insang secara langsung melalui proses penyerapan jaringan tertentu dalam mekanisme respirasi. Kerusakan insang pertama yang ditemukan adalah edema yang ditandai dengan adanya pengangkatan sel epitel akibat sekresi cairan berlebih pada lamela sekunder dan filamen.

Penelitian perbedaan periode paparan detergen terhadap histopatologi ikan nila dilakukan untuk mengetahui perbedaan gambaran histopatologi dan tingkat kerusakan insang serta tingkat kelulushidupan benih ikan nila disetiap periode paparan detergen, untuk mendeteksi dan memperkirakan perubahan histologi insang akibat detergen dan lama pencemaran detergen di lingkungan perairan.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Benih ikan nila yang digunakan sebagai ikan uji berasal dari Balai Benih Ikan (BBI) Siwarak, Semarang, Jawa Tengah, berumur \pm 2 bulan dengan bobot $1,24 \pm 0,3$ gr/ekor. Benih ikan nila yang dipilih dalam kondisi sehat, pergerakan lincah, morfologi normal, dan tidak cacat. Aklimatisasi benih ikan nila dilakukan selama satu minggu di dalam bak berkapasitas 100 l. Ikan uji dipindahkan ke dalam akuarium berukuran $40 \times 30 \times 40$ cm dengan kepadatan 15 ekor/30 l per akuarium. Bahan kimia uji yang digunakan adalah detergen bubuk dengan bahan aktif *Alkylbenzene Sulfonate* (ABS). Larutan stok detergen (10.000 mg/l) disiapkan untuk perlakuan paparan detergen disetiap kelompok perlakuan periode paparan.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), empat perlakuan dan tiga pengulangan. Perlakuan yaitu pemberian detergen dengan periode paparan yang berbeda terhadap ikan uji; A (0 mg/l dengan periode pemeliharaan 45 hari); B (2,4 mg/l dengan periode paparan 15 hari); C (2,4 mg/l dengan periode paparan 30 hari) dan D (2,4 mg/l dengan periode paparan 45 hari).

Manajemen Pemeliharaan

Ikan diberi makan *pellet* dengan komposisi protein 31-33%, lemak 3-5%, serat 4-6%, abu 10-13%, dan air 11-13% secara *at-satiation* sebanyak dua kali sehari pada jam 08.00 dan 16.00 WIB. Penggantian air dilakukan setiap dua hari sekali sebelum ikan diberi pakan *pellet*, untuk mempertahankan konsentrasi detergen dalam air agar tetap mendekati konsentrasi percobaan.

Persiapan Bahan Kimia

Persiapan bahan kimia dilakukan dengan membuat larutan stok detergen 1% yaitu dengan melarutkan 5 g detergen dengan akuades sebanyak 500 ml menggunakan *magnetic hotplate stirrer* selama 1-2 menit. Konsentrasi detergen yang diaplikasikan pada setiap perlakuan, ditentukan berdasarkan rumus CEA (1993) sebagai berikut:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan:

- V1 = Volume detergen yang akan diaplikasikan (ml)
- M1 = Konsentrasi larutan stok detergen (10.000 mg/l)
- V2 = Volume media pemeliharaan (30.000 ml)
- M2 = Konsentrasi detergen yang akan diuji (mg/l)

Paparan Detergen

Formulasi konsentrasi detergen ditentukan berdasarkan penelitian Maqfirah *et al.*, (2015), yang menyatakan bahwa nilai LC₅₀ paparan detergen terhadap benih ikan nila sebesar 24 mg/l, sehingga ditetapkan konsentrasi subletal adalah 10% dari nilai LC₅₀, adalah 2,4 mg/l. Dengan demikian, konsentrasi detergen yang digunakan adalah 2,4 mg/l pada semua kelompok perlakuan kecuali perlakuan A (0 mg/l); B (2,4 mg/l dengan periode paparan 15 hari); C (2,4 mg/l dengan periode paparan 30 hari) dan D (2,4 mg/l dengan periode paparan 45 hari). Selama penelitian pembaharuan konsentrasi detergen dilakukan setiap dua hari sekali, untuk mempertahankan konsentrasi detergen mendekati konsentrasi perlakuan dan membersihkan sisa-sisa hasil metabolisme ikan uji.

Pengamatan Histopatologi

Pengamatan histopatologi insang diawali dengan persiapan jaringan dengan mengambil sampel ikan untuk dilakukan anestesi dan *sectio* organ insang. Anestesi dilakukan dengan perendaman menggunakan air dingin selama 3-5 menit. Seluruh bagian organ insang diambil dan diamati secara makroskopis. Menurut Zhanmu *et al.*, (2020) preparasi organ diawali dengan proses fiksasi menggunakan larutan NBF (*Neutral Buffered Formaline*), didehidrasi dengan penetrasi alkohol (70-90%) dan dilakukan proses *clearing* dengan menggunakan *xylene*. *Wax-immersion* dilakukan dengan menggunakan lilin parafin untuk mengeluarkan cairan *toluene* (*clearing agent*). *Embedding* spesimen mencakup tiga proses yaitu penguangan lilin parafin ke dalam cetakan, pemindahan spesimen dan pendinginan blok parafin. *Sectioning* menggunakan mikrotom dengan ketebalan 4µm-6µm. *Staining* jaringan insang dilakukan dengan menggunakan metode hematoksilin dan eosin (H&E). Pengamatan histopatologi dilakukan dengan perbesaran lensa 400× menggunakan mikroskop digital binokuler Moticam 1,3 MP.

Skoring Tingkat Kerusakan Insang

Perubahan histopatologis yang menunjukkan tingkat kerusakan insang, diukur menggunakan sistem skoring semi-kuantitatif dan perbandingan gambaran histologi insang pada perlakuan A (kontrol) dengan perlakuan B, C dan D. Skor tingkat kerusakan insang, menurut Edwin *et al.*, (2019) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor tingkat kerusakan jaringan insang (Edwin *et al.*, 2019)

No	Skor	Keterangan
I	1	Terdapat edema di lamela dan pelepasan sel epitel dari jaringan di bawahnya
II	2	Terjadinya hiperplasia pada lamela basal proksimal lamela sekunder
III	3	Hiperplasia menyebabkan bersatunya dua lamela sekunder (<i>clubbing</i>)
IV	4	Hiperplasia hampir di semua bagian lamela
V	5	Hilangnya struktur lamela sekunder dan rusaknya filamen

Kelulushidupan

Tingkat kelulushidupan/*survival rate* (SR) benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diamati dan ditentukan berdasarkan Effendi (1979):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

No

Keterangan:

SR = *Survival rate*/tingkat kelulushidupan (%)

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi (08.00 WIB) dan sore hari (16.00 WIB). Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran kualitas air dilakukan sebelum ikan diberi makan dengan menggunakan WQC (*Water Quality Checker*).

Analisis Hasil penelitian

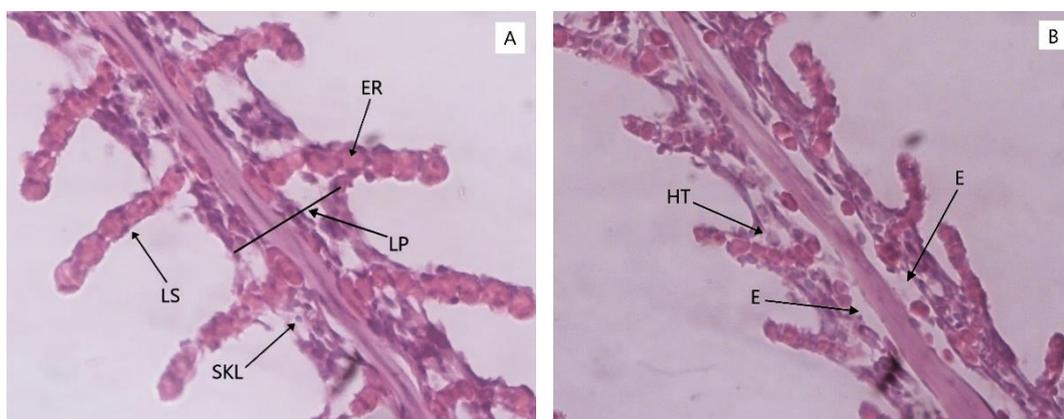
Skor kerusakan jaringan insang yang telah didapatkan setelah dilakukan pengukuran tingkat kerusakan insang dirata-rata, kemudian skor rata-rata tersebut dianalisis dengan analisis regresi dan korelasi menggunakan *Software SPSS* untuk mengetahui hubungan kerusakan insang dengan periode paparan detergen. Uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk mengetahui perbedaan masing-masing varian. Analisis dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney U pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan nyata antara kerusakan insang pada setiap periode paparan (Edwin *et al.*, 2019).

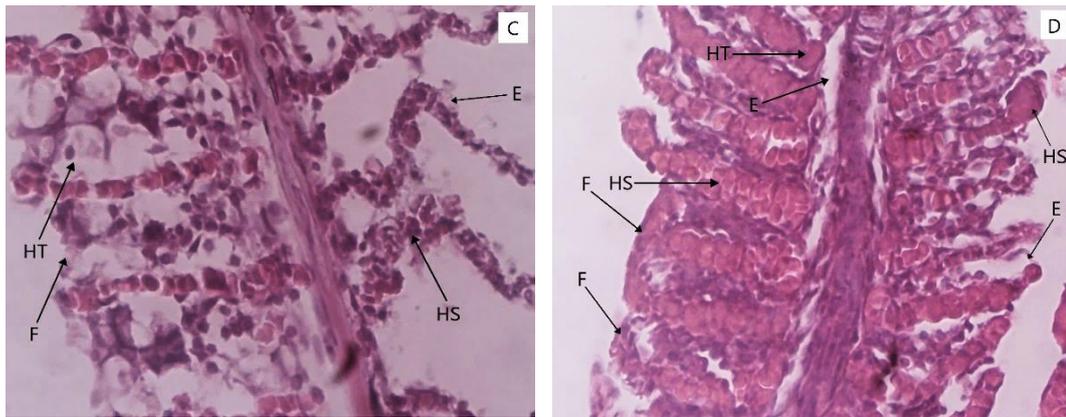
HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pengamatan Preparat Histologi Insang

Hasil pengamatan histopatologi menunjukkan adanya kerusakan insang pada kelompok perlakuan B, C dan D berupa edema, hipertrofi, hiperplasia dan fusi (Gambar 1B, 1C dan 1D). Kerusakan insang pada kelompok perlakuan B menunjukkan kerusakan insang berupa edema pada sel epitel lamela primer, hipertrofi sel klorida dan hiperplasia pada lamela sekunder. Kerusakan insang pada kelompok perlakuan C berupa edema sel epitel pada lamela primer dan sekunder, hipertrofi sel klorida, hiperplasia lamela sekunder dan fusi di sebagian sisi lamela sekunder. Kerusakan insang yang terjadi pada kelompok perlakuan D berupa edema epitel lamela primer dan sekunder, hipertrofi sel klorida, hiperplasia dan fusi di hampir seluruh bagian lamela sekunder.





Gambar 1. Hasil pengamatan preparat histopatologi insang benih ikan nila dengan metode pewarnaan H&E dengan perbesaran lensa 400× dan luas lapang pandang 0,12 mm². A: kontrol, B: paparan detergen 15 hari, C: paparan detergen 30 hari dan D: paparan detergen 45 hari. ER: Eritrosit, LP: Lamela Primer, LS: Lamela Sekunder, SKL: Skeleton, E: Edema, HT: Hipertrofi, HS: Hiperplasia dan F: Fusi.

Hasil perhitungan nilai skoring histopatologi insang benih ikan nila pada kelompok kontrol dan perlakuan yang dipaparkan dengan detergen dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil perhitungan nilai skoring didapatkan nilai rata-rata skoring pada kelompok A, B, C, dan D secara berurutan yaitu 0; 1,33; 3 dan 4. Hal ini menunjukkan bahwa gambar histopatologi insang benih ikan nila telah mencapai tingkat kerusakan ringan hingga berat akibat paparan detergen dengan nilai skoring antara 1-4.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Skoring Histopatologi Insang Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

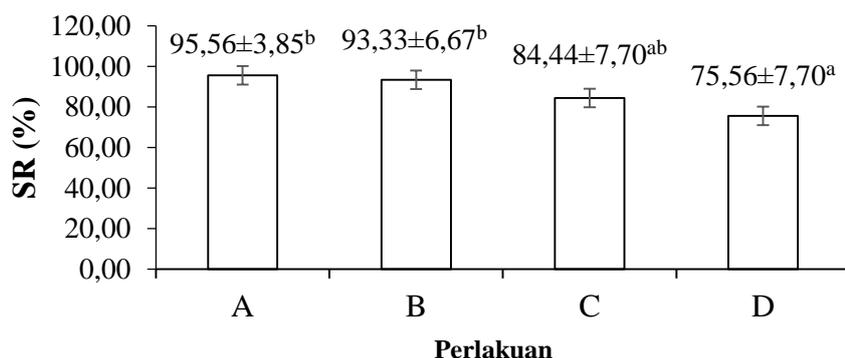
Perlakuan	Ulangan Ke-			Nilai Rata-rata Skoring
	1	2	3	
A	0	0	0	0 ^{a)}
B	1	1	2	1,33 ^{b)}
C	2	4	3	3 ^{bc)}
D	4	4	4	4 ^{c)}

Keterangan: Huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama tiap parameter uji menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf signifikan ($\alpha < 0,05$). A: kontrol, B: paparan detergen 15 hari, C: paparan detergen 30 hari dan D: paparan detergen 45 hari.

Hasil analisis dengan menggunakan uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perbedaan periode paparan detergen berpengaruh nyata terhadap skoring gambaran histopatologi insang benih ikan nila ($p < 0,05$). Hasil analisis uji Mann Whitney U menunjukkan bahwa nilai rata-rata skoring tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan D (periode paparan detergen 45 hari) yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan kelompok A (kontrol) dan nilai rata-rata skoring terendah terdapat pada kelompok perlakuan B (periode paparan detergen 15 hari).

Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan (*survival rate*) digunakan untuk mengukur kemampuan suatu kultivan untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan tertentu. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai rata-rata tingkat kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*), dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram tingkat kelulushidupan (%) pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian. Huruf kecil yang saling berbeda pada grafis batangan tiap parameter uji menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf signifikan ($\alpha < 0,05$). A: kontrol, B: paparan detergen 15 hari, C: paparan detergen 30 hari dan D: paparan detergen 45 hari.

Berdasarkan histogram diatas, nilai rata-rata kelulushidupan pada masing-masing perlakuan dari tertinggi hingga terendah adalah perlakuan A sebesar 95,56 ± 3,85 %; perlakuan B sebesar 93,33 ± 6,67%; perlakuan C sebesar 84,44 ± 7,70 % dan perlakuan D sebesar 75,56 ± 7,70%.

Hasil analisis ragam data tingkat kelulushidupan pada benih ikan nila (*O. niloticus*) menunjukkan bahwa perbedaan periode paparan detergen memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$), karena nilai F hitung > F tabel (0,05) terhadap tingkat kelulushidupan benih ikan nila (*O. niloticus*).

Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air media pemeliharaan benih ikan nila (*O. niloticus*) selama penelitian masih dikategorikan ideal untuk menunjang kelangsungan hidup benih ikan nila, yang tersaji pada Tabel 3:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Air Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) selama Pemeliharaan

Parameter	Perlakuan				Baku Mutu*
	A	B	C	D	
Suhu (°)	25-29	26-28	25-29	25-29	25-32
pH	7,1-7,9	7,3-7,9	7,1-7,9	7,1-7,9	6,5-8,5
DO (mg/l)	4-8,3	3,5-8,7	3,8-7,5	3,6-8,0	≥3

Keterangan: (*) SNI 7550:2009

PEMBAHASAN

Tingkat Kerusakan Insang

Hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perbedaan periode paparan detergen berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap histopatologi insang benih ikan nila (*O. niloticus*). Hasil skoring menunjukkan bahwa terdapat tingkat kerusakan yang bervariasi antar perlakuan. Gambaran histologi pada kelompok A (kontrol) menunjukkan gambar struktur insang yang normal (skor 0), tanpa menunjukkan adanya tanda edema atau pengangkatan sel epitelium dari jaringan dibawahnya, yang merupakan tanda awal terjadinya kerusakan pada insang. Pengamatan histopatologi insang pada perlakuan B dengan nilai rata-rata skoring 1,33 sebagian besar menunjukkan tingkat kerusakan ringan (skor 1) dan sebagian kecil menunjukkan tingkat kerusakan sedang (skor 2) yang memperlihatkan adanya edema, hipertrofi dan hiperplasia disebagian kecil sisi lamela sekunder. Perlakuan C dengan nilai rata-rata skoring 3 sebagian kecil menunjukkan kerusakan sedang (skor 2) dan sebagian besar menunjukkan tingkat kerusakan berat (skor 3 dan 4) yang memperlihatkan adanya edema, hipertrofi, hiperplasi, fusi di sebagian sisi lamela sekunder. Histopatologi insang pada perlakuan D dengan nilai rata-rata 4 sebagian besar menunjukkan kerusakan berat (skor 4) yang memperlihatkan adanya edema, hipertrofi, hiperplasia dan fusi pada hampir di seluruh bagian lamela sekunder. Hasil penelitian serupa lainnya oleh Maqfirah *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa kerusakan insang benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar detergen dengan konsentrasi 2,16 mg/l selama 30 hari menunjukkan tingkat kerusakan berat (skor 3 dan 4) seperti hasil pada kelompok perlakuan yang dipapar detergen memperlihatkan kerusakan berat berupa edema epitel pada lamela primer dan sekunder, hipertrofi, hiperplasia dan fusi disebagian sisi lamela sekunder. Spirita *et al.*, (2015), melaporkan pula bahwa perubahan histopatologi insang yang dipapar oleh detergen (*Alkylbenzene sulfonate*) pada ikan zebra (*Danio rerio*) dengan konsentrasi 2,73 mg/l selama 30, 45 dan 60 hari, memperlihatkan gambar kerusakan struktur insang yang serupa dengan perlakuan B, C dan D yaitu berupa hiperplasia, hipertrofi, edema disertai epitel terangkat (*epithelial lifting*), dan peningkatan sekresi lendir. Kerusakan insang ini diduga karena adanya zat iritan pada detergen menyebabkan timbulnya reaksi jaringan untuk menekan tingkat iritasi dan mempertahankan kondisi hemostasis. Menurut Pereira *et al.*, (2012), hipertrofi sel epitel lamela dan klorida serta proliferasi sel mukosa merupakan bentuk mekanisme pertahanan terhadap zat iritan yang terkandung dalam detergen, namun mekanisme ini mengubah keseimbangan air dan darah sehingga menyebabkan menurunnya efisiensi respirasi yang berperan dalam pertukaran gas dan osmoregulasi yang dalam mekanismenya bersinteraksi secara langsung dengan air dan zat beracun sehingga terjadinya gangguan morfofisiologi organ insang.

Kerusakan insang berupa edema (Gambar 1B, 1C dan 1D) yang disertai dengan pengangkatan sel epitel lamela merupakan salah satu tanda pertama terjadinya lesi atau kerusakan insang yang terlihat di seluruh kelompok perlakuan kecuali kontrol yaitu kelompok perlakuan B, C dan D. Edema merupakan salah satu tanda kerusakan insang yang umum terjadi pada semua perlakuan yang dipapar detergen. Edema muncul sebagai respon pertahanan terhadap agen toksik yang terkandung di dalam detergen. Edema pada lamela sering muncul setelah terjadinya paparan polutan kimia sebagai mekanisme pertahanan. Menurut Ferguson (2006), kondisi edema yang disertai pengangkatan jaringan dan nekrosis pada epitel lamela sekunder dan lamela primer, dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan osmoregulasi.

Pembengkakan atau hipertrofi sel-sel lamela (Gambar 1B, 1C dan 1D) menyebabkan pembesaran sel dan peningkatan ketebalan lamela sekunder. Hipertrofi terjadi pada seluruh perlakuan kecuali kontrol yaitu perlakuan B, C dan D yang terjadi akibat berubahnya permeabilitas membran pada tingkat seluler dan jaringan. Hipertrofi ditandai dengan adanya peningkatan volume sekresi lendir di permukaan. Menurut Roberts (2012), iritasi pada tingkat rendah menyebabkan perubahan permeabilitas membran dan muncul sebagai salah satu tanda lesi yang paling awal terjadi berupa pembengkakan atau hipertrofi sel-sel lamela.

Iritasi pada stimulus yang lebih parah dapat menyebabkan edema, nekrosis epitel, hiperplasia dan fusi lamela sekunder.

Hiperplasia pada lamela sekunder dan lamela primer terjadi pada perlakuan C dan D (Gambar 1C dan 1D) yang muncul sebagai respon untuk menekan tingkat iritasi akibat paparan detergen. Hiperplasia termasuk salah satu tanda yang paling dominan terjadi pada semua perlakuan yang dipapar detergen. Pembelahan sel secara berlebihan di temukan pada lamela sekunder dan lamela primer. Menurut Roberts (2012), hiperplasia pada lamela sekunder terjadi karena meningkatnya edema dan hipertrofi sel epitel lamela sekunder. Hiperplasi pada lamela primer terjadi karena pembelahan sel klorida yang berlebihan sehingga menghasilkan akumulasi sel pada ruang interlamela sekunder akibat peningkatan jumlah sel mukosa di dasar lamela. Meluasnya pembelahan sel klorida ke permukaan lamela sekunder menyebabkan "clubbing" atau fusi lamela yang terjadi pada perlakuan C dan D (Gambar 1C dan 1D). Ferguson (2006), melaporkan bahwa fusi lamela merupakan hasil akhir terjadinya hiperplasia lamela secara masif sehingga menyebabkan lamela sekunder terlihat saling melekat atau "clubbing".

Toksikan dapat mengubah glikoprotein dalam lapisan sel mukus memproduksi lendir berlebih, mengganggu transportasi ionik Na^+ , Cl^- dan Ca^{2+} menuju sel kaya akan mitokondria dan menghambat penyerapan oksigen. Sel klorida yang merupakan tempat aktif metabolit dan transpor ion untuk merangsang proliferasi sel, telah kehilangan ion sehingga menyerap bentuk aktif dari ion Na^+ , Cl^- dan Ca^{2+} sebagai bentuk respon mempertahankan kondisi homeostasis. Kondisi ini menyebabkan proliferasi dan hipersekresi sel klorida dan sel mukus pada lamela. Proliferasi berlebih sel klorida menyebabkan fusi hampir diseluruh bagian lamela sekunder. Fusi lamela sekunder dibentuk dengan mengisolasi darah dari air secara mekanis untuk melindungi diri dari bahan kimia yang masuk ke dalam jaringan, namun mekanisme ini mengubah keseimbangan air dan darah dan menghambat pertukaran gas. Kondisi ini mengakibatkan penyempitan luas permukaan respirasi insang akibat meningkatnya jarak antara darah dan air karena menebalnya lamela sekunder (Pereira *et al.*, 2017). Penyempitan luas permukaan insang menimbulkan respon megap-megap di permukaan air pada ikan. Hal ini dikarenakan berkurangnya kemampuan ikan dalam memenuhi kebutuhan oksigen untuk berespirasi dan memetabolit makanan (Ferguson, 2006).

Kelulushidupan

Hasil analisis ragam (anova) menunjukkan bahwa perbedaan periode paparan detergen memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kelulushidupan benih ikan nila (*O. niloticus*). Hasil penelitian menunjukkan nilai kelulushidupan tertinggi hingga terendah didapat pada kelompok A sebesar 95,56%, kelompok perlakuan B sebesar 93,33%, C sebesar 84,44% dan D sebesar 75,56%. Mortalitas yang terjadi pada perlakuan A diduga dipengaruhi oleh kemampuan benih ikan untuk adaptasi terhadap lingkungan selama penelitian.

Mortalitas pada kelompok perlakuan B, C dan D disebabkan karena kandungan detergen bersifat iritan dan toksik. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian detergen dengan periode paparan yang berbeda menyebabkan dan mempengaruhi kematian pada ikan uji, yang mana semakin lama benih ikan nila dipapar detergen maka semakin kecil kemampuan ikan untuk bertahan hidup. Menurut Akbulut dan Yön (2019), kandungan fosfat yang merupakan salah satu komponen utama detergen memiliki sifat toksik pada organisme akuatik dan dapat menyebabkan eutrofikasi pada ekosistem perairan (Akbulut dan Yön, 2019). Pemberian detergen mampu menyebabkan mortalitas hingga 24,44%, yang mana secara statistik berbeda nyata. Peningkatan durasi paparan detergen mampu menyebabkan kematian, namun memberikan indikasi bahwa benih ikan nila mampu menoleransi dan bertahan hidup pada durasi paparan detergen yang lebih pendek.

Hasil penelitian oleh Maqfirah *et al.*, (2015), menunjukkan tingkat kelulushidupan yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kelompok perlakuan C yaitu 66,637%, setelah dipapar detergen selama 30 hari dengan konsentrasi detergen 2,16 mg/l. Menurut Ferguson (2006), respon berupa lesi pada insang bergantung pada jenis organisme akuatik, toksisitas agen penyebab dan lama paparan. Distribusi lesi pada insang menyebabkan penyempitan luas permukaan insang dan menurunkan efisiensi respirasi. Kurangnya efisiensi respirasi menyebabkan menurunnya kemampuan untuk bertahan hidup ikan di dalam air.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air media pemeliharaan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penelitian, diperoleh nilai kualitas air media pemeliharaan meliputi oksigen terlarut (DO) yaitu dalam kisaran 3,5-8,7 mg/l, suhu yaitu dalam kisaran 25-29°C dan pH yaitu dalam kisaran 7,1-7,9. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui bahwa kisaran parameter kualitas air selama penelitian

masih dikategorikan ideal untuk menunjang kelangsungan hidup benih ikan nila dan mortalitas yang terjadi diduga tidak dipengaruhi oleh kualitas air.

Menurut SNI (2009), parameter kualitas air yang diperlukan untuk menunjang kelangsungan hidup benih ikan nila yaitu oksigen terlarut ≥ 3 mg/l, suhu berkisar antara 25-32°C dan pH berkisar antara 6,5-8,5. Hal ini diperkuat oleh Delong *et al.*, (2009), yang kisaran suhu yang masih dikategorikan ideal untuk pertumbuhan ikan nila berkisar antara 25-32°C. Ikan nila mampu bertahan pada kisaran pH yang luas yaitu antara 5-10. Kisaran oksigen terlarut yang dapat menunjang pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila yaitu $\geq 3,5$ mg/l.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan periode paparan detergen memberikan pengaruh nyata terhadap kerusakan histopatologi jaringan insang benih ikan nila;
2. Kerusakan insang berupa edema, hipertrofi, hiperplasia dan fusi telah terjadi pada kelompok perlakuan yang dipapar detergen yaitu perlakuan B, C dan D;
3. Paparan detergen selama 45 hari (kelompok perlakuan D) menunjukkan tingkat kerusakan insang yang paling tinggi dengan rata-rata skor 4 dibandingkan dengan paparan detergen selama 15 hari (kelompok perlakuan B) dan 30 hari (kelompok perlakuan C) dengan rata-rata skor kerusakan insang masing-masing 1,33 dan 3; dan
4. Perlakuan paparan detergen selama 45 hari menunjukkan tingkat kelulushidupan benih ikan nila paling rendah dengan nilai 75,56% diikuti kelompok perlakuan paparan 30 hari (84,44%) dan 15 hari (93,33%).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbulut, C., dan Yön, N. D. 2019. Histological Effects of Linear Alkyl Benzene Sulfonic Acid Exposure on Primordial Germ Cell Migration and Gonad Formation in Zebrafish (*Danio rerio*). Archives of Biological Sciences, 71(4): 589–595.
- Al-Asmakh, M., Majdalawieh, A. F., Abdullah, A. M., Younes, N., Da'as, S. I., Radwan, A. B., Sliem, M. H., Ech-Cherif, H., Pintus, G., dan Nasrallah, G. K. 2020. AEO-7 Surfactant is "Super Toxic" and Induces Severe Cardiac, Liver and Locomotion Damage in Zebrafish Embryos. Environmental Sciences Europe, 32(149): 1–12.
- Delong, D. P., Losordo, T. M., dan Rakocy, J. E. 2009. Tank Culture of Tilapia. SRAC Publication, 282: 1–8.
- Edwin, T., Ihsan, T., Rahmatika, A., dan Darlis, N. 2019. Impact of Chlorpyrifos Toxicity on Gill Damage of Two Species of Freshwater Fish in Lake Diatas. Environmental Health Engineering and Management, 6(4): 241–246.
- Ferguson, H. W. 2006. Systemic Pathology of fish. In Fisheries Research. 2th ed, Scotian Press, London, 9(2): 367 p.
- Han, J. H., dan Jung, S. K. 2020. Toxicity Evaluation of Household Detergents and Surfactants Using Zebrafish. Biotechnology and Bioprocess Engineering, 9: 1–9.
- Ismail, H. T. H., dan Mahboub, H. H. H. 2016. Effect of Acute Exposure to Nonylphenol on Biochemical, Hormonal, and Hematological Parameters and Muscle Tissues Residues of Nile Tilapia; *Oreochromis niloticus*. Veterinary World, 9(6): 616–625.
- Isyaku, B. dan Solomon, J. R. 2016. Effect of Detergent on the Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*). Direct Res. J. Agric. Food Sci, 4(12): 351–360.
- Ivon, E. A., Etangetuk, N. A., Ubi, G. M., Anyanwu, C. O., Nkang, A. N., dan Ekanem, A. P. 2020. Assessment of Histopathological Damages in African Catfish (*Clarias gariepinus*) as Influenced by Nittol Detergent Aquatic Pollution in Nigeria. Annual Research and Review in Biology, 35(4): 1–11.
- Magouz, F. I., Mahmoud, S. A., El-Morsy, R. A. A., Paray, B. A., Soliman, A. A., Zaineldin, A. I., dan Dawood, M. A. O. 2021. Dietary Menthol Essential Oil Enhanced the Growth Performance, Digestive Enzyme Activity, Immune-related Genes, and Resistance Against Acute Ammonia Exposure in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 530: 1–9.
- Majumder, R., dan Kaviraj, A. 2018. Acute and Sublethal Effects of Organophosphate Insecticide

- Chlorpyrifos On Freshwater Fish *Oreochromis niloticus*. Drug and Chemical Toxicology, 42(5): 1–9.
- Maqfirah, M., Adhar, S., dan Ezraneti, R. 2015. Efek Surfaktan terhadap Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Struktur Jaringan Insang Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 2(2): 90–96.
- Mohammed, A. 2013. Why are Early Life Stages of Aquatic Organisms more Sensitive to Toxicants than Adults? In New Insights into Toxicity and Drug Testing. 3th ed, Trinidad and Tobago, pp. 50–62.
- Pal, S., Kokushi, E., Koyama, J., Uno, S., dan Ghosh, A. R. 2012. Histopathological Alterations in Gill, Liver and Kidney of Common Carp Exposed to Chlorpyrifos. Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 47(3): 180–195.
- Pereira, B. F., Alves, A. L., Senhorini, J. A., Scalize, P. H., Figueiredo, F. A. T. De, Pitol, D. L., dan Caetano, F. H. 2017. Quantifying Structural Modifications of Gills of Two Fish Species *Astyanax altiparanae* (Lambari) and *Prochilodus lineatus* (Curimbatá) After Exposure to Biodegradable Detergents in Urban Lake Water. Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues, 80(6): 338–348.
- Pereira, B. F., Alves, R. M. da S., Pitol, D. L., Senhorini, J. A., Rocha, R. de C. G. de A., dan Caetano, F. H. 2012. Morphological Gill Analysis of Fish Species *Prochilodus Lineatus* after Exposure to Pollutants. Journal of Environmental & Analytical Toxicology, 2(3): 2–4.
- Roberts, R. J. (2012). Fish Pathology. 4th ed, Willey-Blackwell, Scotland, 591 p.
- Siraita, P., Hasibuana, S., dan Syafridimana. 2020. Toksisitas Akut dan Sub Kronis Limbah Detergen Laundry terhadap Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Berkala Perikanan Terubuk, 48(1): 329–338.
- Sobrinho-Figueroa, A. S. 2013. Evaluation of Oxidative Stress and Genetic Damage Caused by Detergents in the Zebrafish *Danio rerio* (Cyprinidae). Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology, 165(4): 1–5.
- Spirita, S. V., Avila, V. R., dan Kanagapan, M. 2015. Alkylbenzene Sulphonate , A Detergent , Induced Toxicity on the Gill of Zebrafish *Danio rerio* (Hamilton). International Journal of Fauna and Biological Studies, 2(4): 33–37.
- Velmurugan, B., Cengiz, E. I., Yolcu, M., Uğurlu, P., dan Selvanayagam, M. 2018. Cytological and Histological Effects of Pesticide Chlorpyrifos in the Gills of *Anabas testudineus*. Drug and Chemical Toxicology, pp. 1–6.
- Vinati, H., dan Radha, R. 2015. Effect of Detergent on Histology of Fish Intestine. International Journal of Scientific Research and Reviews, 4(1): 7–15.
- Wachap, R. I., Annune, P. A., dan Solomon, S. G. 2019. Hematological Changes of *Oreochromis niloticus* (Linne 1757) Juveniles Exposed to Kiln (R). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 7(3): 291–294.
- Yamamoto, F. Y., Garcia, J. R. E., Kupsco, A., dan Oliveira Ribeiro, C. A. 2017. Vitellogenin Levels and Others Biomarkers Show Evidences of Endocrine Disruption in Fish Species From Iguaçú River - Southern Brazil. Chemosphere, 186: 88–99.
- Zhanmu, O., Yang, X., Gong, H., dan Li, X. 2020. Paraffin-Embedding for Large Volume Bio-Tissue. Scientific Reports, 10(1): 1–8.