

Pengaruh Deterjen Cair terhadap Mortalitas dan Perilaku Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

The Effect of Liquid Detergent on Mortality and Behavior of Nila Fish (*Oreochromis niloticus*)

RIZKI AMALIAH¹, LOLA NUR HANIFA¹, MUHAMMAD FARHAN PUTRA EMIL¹, DHEANA PUSPA DEWI¹, TRI HERU WIDARTO^{2*}

¹Program Studi Biosains Hewan, Departemen Biologi, FMIPA IPB, Bogor 16680

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima 3 Mei 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 16 Desember 2024/Disetujui 17 Desember 2024

The disposal of detergent waste into water bodies leads to environmental problems. The use of detergents is increasing, and the variety of detergents available is also becoming more diverse. This study examines the mortality and behavior of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in response to liquid detergent contaminants. The research was conducted from March to April 2023 at the Fish Behaviour Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University. We used 154 individuals of Nile tilapia measuring 5-7 cm. A total of 90 individuals were used for the preliminary test and most of them died at the highest concentration of 100 ml/L within five minutes. Sixty individuals were used for determining LD50-96 and we found that the LD50-96 was 1.29 ml/L. The behavior of four individuals of tilapia was observed using focal animal sampling in four sublethal concentrations. The results show that the detergent contaminant inhibits oxygen diffusion and damages the physiological functions of the tilapia. The detergent concentration level also affects the operculum opening and closing behavior, movement, feeding response, and mortality.

Key words: behavior, concentration, focal animal sampling, liquid detergent, mortality

PENDAHULUAN

Penggunaan deterjen sebagai bahan pembersih dimanfaatkan oleh rumah tangga dan pelaku bisnis. Penggunaan dalam skala kecil dan besar mengakibatkan kebutuhan dan produksi bahan pembersih ini mengalami peningkatan dari waktu ke waktu (Effendi 2003). Deterjen umumnya dimanfaatkan untuk membuat pakaian yang dicuci menjadi lebih bersih dan juga harum. Sifatnya yang menguntungkan mengakibatkan penggunaan deterjen semakin meluas, termasuk deterjen cair (*liquid detergent*). Deterjen kini menjadi kebutuhan primer setiap rumah tangga. Penggunaan yang luas ternyata juga menimbulkan kekhawatiran dan keresahan terhadap dampak yang ditimbulkan dikemudian hari. Dampak buruk penggunaan deterjen menyebabkan kerusakan serius pada sungai dan badan air lainnya (Sahetapy & Borut 2018). Limbah deterjen sisa cucian umumnya dialirkan secara langsung ke badan air terdekat tanpa adanya penyaringan dan

manajemen khusus. Komposisi penyusun utama deterjen yaitu surfaktan merupakan pencemar yang membahayakan (Maqfirah *et al.* 2015). Limbah deterjen menghambat suplai oksigen ke badan air, limbah ini membahayakan kehidupan biota akuatik. Limbah deterjen menyebabkan busa sehingga menutupi bagian permukaan (Maqfirah *et al.* 2015). Salah satu biota akuatik yang merasakan dampak dari kerusakan badan air akibat limbah deterjen adalah ikan. Limbah deterjen pada badan air yang tercemar menyebabkan kombinasi kerusakan sistem respirasi dan penurunan kadar oksigen hingga kematian pada ikan. Ikan yang terpapar limbah deterjen juga akan menunjukkan perubahan perilaku dan mortalitas. Perubahan perilaku dan mortalitas menjadikan ikan berpeluang besar dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator pada penilaian kerusakan badan air (Cahaya 2003). Selain itu, ikan juga dapat dimanfaatkan dalam merespon paparan berbagai kontaminan (Lawal *et al.* 2015).

Kelangsungan hidup ikan dikendalikan secara internal oleh tubuh dan eksternal oleh kondisi habitat tempat hidup ikan (Sulastri 2006). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan

*Corresponding author:

E-mail: theru@apps.ipb.ac.id

yang dikenal memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap kondisi habitat yang tidak menguntungkan. Dalam skala laboratorium, ikan nila dapat dimanfaatkan sebagai hewan model pada eksperimen kerusakan badan air karena dapat ditemukan pada kondisi air yang tercemar. Ikan nila dapat hidup pada kondisi dimana biota akuatik lainnya tidak dapat hidup (Sumantadinata 1999). Namun, menurut Saparuddin & Arbain (2019) semakin tinggi konsentrasi limbah maka angka mortalitas ikan nila akan semakin tinggi. Mereka berpendapat bahwa penyebabnya adalah zat-zat toksik pada deterjen yang tidak dapat di toleransi oleh sistem pernapasan pada tubuh ikan nila.

Penggunaan deterjen bubuk pada eksperimen ikan nila sudah sering dilakukan untuk pengamatan mortalitas (Saparuddin & Arbain 2019; Pelu *et al.* 2022; Sadiqqa *et al.* 2024). Namun, eksperimen yang menggunakan deterjen cair masih sangat kurang, terutama pengamatan efeknya terhadap perilaku. Sehingga penelitian ini bertujuan mempelajari mortalitas dan perilaku ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam merespon zat pencemar yang mengandung deterjen cair.

BAHAN DAN METODE

Metode. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2023 di Laboratorium Tingkah Laku Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini menggunakan benih ikan nila sehat (*Oreochromis niloticus*) berukuran 5–7 cm dengan total 154 individu, terdiri atas 90 ekor untuk uji pendahuluan, 60 ekor untuk uji toksisitas akut, dan 4 ekor untuk uji sublethal. Ikan nila ditempatkan dalam akuarium kaca berukuran 80 × 50 × 50 cm yang dilengkapi aerator pada setiap unit. Sebanyak 18 akuarium digunakan pada uji pendahuluan (5 ekor/akuarium), 12 akuarium pada uji toksisitas akut (5 ekor/akuarium), dan 4 akuarium pada uji sublethal (1 ekor/akuarium). Perbedaan jumlah akuarium dan jumlah ikan dalam setiap tahapan didasarkan pada variasi perlakuan dan jumlah ulangan. Media air yang digunakan adalah aqua sendis yang telah didiamkan sebelumnya.

Aklimatisasi. Sebelum dilakukan pengujian, ikan nila diaklimatisasi untuk memberikan kesempatan kepada ikan agar dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru (Gusrina 2014). Aklimatisasi dilakukan selama 24 jam (Taufiq *et al.* 2016) dengan pemberian pakan untuk adaptasi terhadap habitat baru sebelum menjalani fase puasa fisiologis. Selama fase puasa, ikan tidak diberi pakan kecuali pada pengamatan perilaku gerak dan respon terhadap pakan.

Uji Pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan dengan lima perlakuan dan satu kontrol masing-

masing sebanyak 3 ulangan. Konsentrasi bahan uji bervariasi sesuai dengan basis angka 10 yaitu 0,01 ml/L; 0,1 ml/L; 1 ml/L; 10 ml/L; 100 ml/L (Rand & Petrocelli 1985). Pengamatan kematian dilakukan pada menit ke-5', 15', 30' dan jam ke-24, dan 48.

Uji Toksisitas Akut. Uji lanjutan dilakukan untuk menentukan konsentrasi dimana ikan uji sebanyak 50% mati selama waktu pemaparan 96 jam (LD50–96 jam). Setelah diketahui nilai ambang atas dan ambang bawah dari uji pendahuluan, maka dapat ditentukan nilai konsentrasi yang akan diujikan dengan persamaan yang tercantum dalam (Syafriadiman *et al.* 2009) sebagai berikut:

$$P_n = B + (n - 1) \left[\frac{A - B}{N - 1} \right]$$

Keterangan:

- P_n : Perlakuan konsentrasi ke n (ml/L)
 B : Nilai konsentrasi ambang batas bawah (ml/L)
 A : Nilai konsentrasi ambang batas atas (ml/L)
 N : Banyaknya perlakuan konsentrasi yang diinginkan
 n : 1, 2, 3, dan seterusnya

Untuk mendapatkan nilai LD50 dilakukan uji probit menggunakan Microsoft Excel. Persamaan yang digunakan dalam analisis probit sebagai berikut.

$$Y = a + b \cdot x$$

Keterangan:

- Y : jumlah hewan uji
 a : nilai regresi linear "a"
 b : nilai regresi linear "b"
 x : nilai LD50

Uji Sublethal. Pada pengamatan ini, digunakan empat akuarium yang berukuran 15 × 10 × 10 cm yang berisikan masing-masing satu ikan nila. Dari LD50–96 jam maka ditentukan konsentrasi yang akan digunakan dalam uji sublethal. Konsentrasi yang digunakan dalam uji sublethal sebesar 0%, 10%, 30%, 50% dari LD50–96 jam (Taufik & Setiadi 2015). Uji sublethal sebagai penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari deterjen cair terhadap perilaku buka tutup operkulum, perilaku bergerak, serta respon ikan terhadap pakan.

Pengamatan Perilaku Ikan. Pengamatan ini dilakukan bersamaan dengan uji sublethal dengan pemberian pakan selama dua kali sehari (Saparuddin & Arbain 2019). Perilaku buka tutup operkulum ikan diamati dengan metode *focal animal sampling* selama 10 menit, pada jam pemaparan detergent ke-0, 24, 48, 72, dan 96. Selain itu dilakukan pula pengamatan

perilaku pergerakan ikan serta respon ikan terhadap pakan dengan metode *ad-libitum*. Pengamatan perilaku ini dilakukan sebagai deskripsi respon ikan nila terhadap kontaminan deterjen cair.

Parameter Kualitas Air Uji. Kadar oksigen pada air diukur menggunakan DO meter, suhu air akan diukur menggunakan thermometer, pH air diukur menggunakan kertas lakmus dan salinitas air diukur menggunakan refractometer. Parameter kualitas air berperan dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan adalah DO, suhu, pH dan salinitas. Pengukuran kualitas air dilakukan sebanyak dua kali selama uji sublethal yaitu pada jam ke-0 dan ke-96.

HASIL

Uji Mortalitas.

Uji Pendahuluan. Mortalitas benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama uji pendahuluan yang dilakukan selama 48 jam (Tabel 1) menunjukkan bahwa konsentrasi 100 ml/L (P. E) memberikan pengaruh sangat besar terhadap mortalitas karena kurang dari 5 menit semua benih ikan mengalami kematian.

Uji Lethal (Uji Toksisitas Akut). Pada uji lethal atau uji toksisitas akut yang dilakukan selama 96 jam menunjukkan bahwa persentase mortalitas benih ikan nila paling tinggi terjadi pada konsentrasi deterjen 10 ml/L dan paling rendah pada konsentrasi 0 ml/L sebagai kontrol (Tabel 2). Beberapa benih ikan nila mengalami kematian pada menit ke 30 menit dan berlanjut hingga 2 jam sampai akhirnya benih ikan tersebut mati keseluruhan pada konsentrasi deterjen 10 ml/L. Berdasarkan hasil uji lethal dan uji probit diperoleh nilai LD₅₀-96 jam sebesar 1,29 ml/L dengan jumlah kematian 50% untuk uji sublethal (Tabel 2).

Uji Sublethal. Pada uji sublethal yang dilakukan selama 96 jam digunakan satu benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada setiap konsentrasi (Tabel 3). Dari pengamatan pada uji ini, persentase mortalitas benih ikan nila yaitu 0% pada masing-masing konsentrasi.

Pengaruh Deterjen Terhadap Perilaku Ikan Nila.

Frekuensi Perilaku Buka Tutup Operkulum. Frekuensi buka tutup operkulum benih ikan nila selama uji sublethal yang dilakukan selama 96 jam mengalami peningkatan setelah 24 jam dan terus mengalami penurunan hingga jam ke-96. Pada konsentrasi kontrol dan 10% frekuensi buka tutup operkulum ikan mengalami peningkatan hingga jam ke-48 dan turun hingga jam ke-96, sedangkan konsentrasi 30% dan 50% frekuensi buka tutup operkulum ikan mengalami peningkatan hingga jam ke-24 dan turun hingga jam ke-96 (Gambar 1).

Perilaku Bergerak dan Respon Terhadap Pakan Ikan. Perilaku benih ikan nila juga diamati

Tabel 1. Tingkat mortalitas ikan nila selama uji pendahuluan

Perlakuan	Konsentrasi Deterjen (ml/L)	Jumlah ikan (individu) jumlah mortalitas	Jumlah mortalitas	Mortalitas (%)
K	0,00	15	0	0,00
A	0,01	15	4	26,60
B	0,10	15	5	30,00
C	1,00	15	8	52,66
D	10,00	15	15	100,00
E	100,00	15	15	100,00

Tabel 2. Tingkat mortalitas ikan nila selama uji lethal

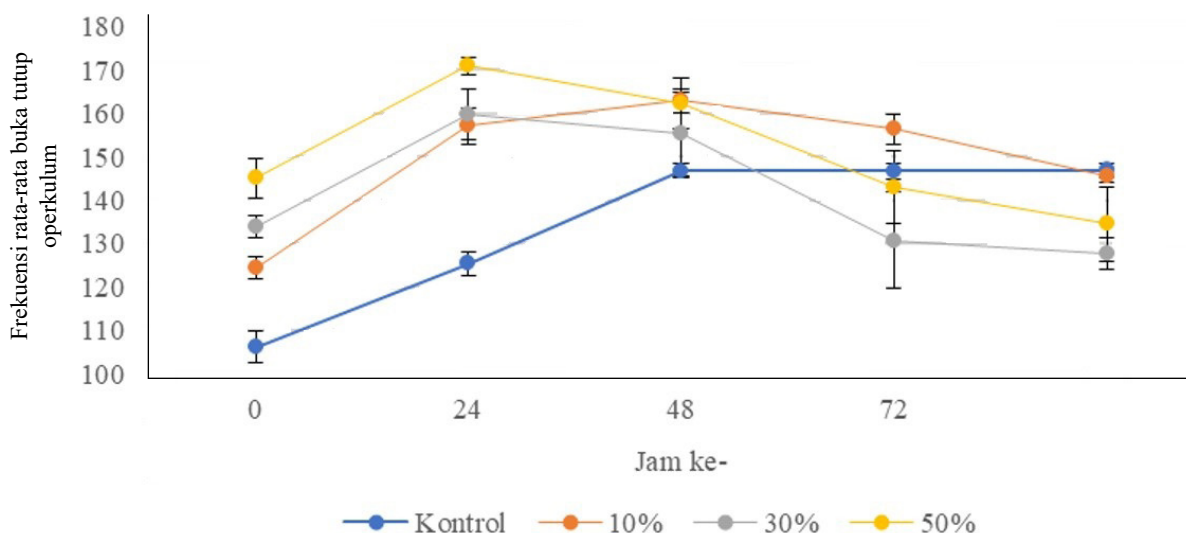
Perlakuan	Konsentrasi Deterjen (ml/L)	Jumlah Ikan (Individu)	Jumlah mortalitas	Mortalitas (%)
K	0,0	15	0	0,00
A	1,0	15	7	46,66
B	5,5	15	15	100,00
C	10,0	15	15	100,00

Tabel 3. Tingkat mortalitas ikan nila selama uji sub-lethal

Perlakuan	Konsentrasi Deterjen (ml/L)	Jumlah Ikan (Individu)	Jumlah mortalitas	Mortalitas (%)
K	0,0	1	0	0
A	0,1	1	0	0
B	0,4	1	0	0
C	0,6	1	0	0

selama uji sublethal yang dilakukan selama 96 jam. Selain buka tutup operkulum, perilaku bergerak dan respon pakan juga diamati pada uji ini. Pada perlakuan kontrol ikan menunjukkan pergerakan ikan yang aktif berenang dan respon terhadap pakan yang normal mulai dari jam ke-0 hingga ke-96. Pada perlakuan A, B, dan C, ikan menunjukkan gerakan yang cepat pada jam ke-0 hingga ke-24 (Tabel 4). Pada jam ke-48 hingga ke-96, perlakuan A dan B mengalami penurunan gerakan. Ikan pada perlakuan A dan B menunjukkan gerakan yang normal hingga lambat, terkadang mereka berdiam cukup lama di dasar mendekati ke arah aerator, sedangkan ikan perlakuan C menunjukkan penurunan hingga jam ke-96 (Tabel 4). Respon terhadap pakan pada perlakuan A dan B pada jam ke-0 hingga ke-96, ikan menunjukkan perilaku yang normal, tetapi pada saat diberikan pelet ikan tidak langsung berenang menghampiri pelet tersebut, sedangkan pada perlakuan C pada jam ke-0 hingga ke-96, ikan menunjukkan perilaku yang sangat lambat, tidak langsung menghampiri pelet yang diberikan (Tabel 4).

Parameter Kualitas Air Uji. Kadar oksigen, suhu, pH dan salinitas air pada jam ke-0 dan ke-96 selama pengamatan menunjukkan rata-rata nilai yang masih tergolong dalam nilai baku mutu pemeliharaan dan keberlangsungan hidup benih ikan nila (Tabel 5).



Gambar 1. Hasil rata-rata perilaku buka tutup operkulum pada jam ke-0, 24, 48, 72, dan 96

Tabel 4. Tingkat mortalitas ikan nila selama uji lethal

Perlakuan	Bergerak					Respon terhadap pakan				
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
K	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
A	+++	+++	++	+	+	++	++	++	++	++
B	+++	+++	++	+	+	++	++	++	++	++
C	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+

+: lambat, ++: normal, +++: cepat

Tabel 5. Parameter kualitas air

Perlakuan	DO (mg/L)		Suhu (°C)		pH		Salinitas (ppt)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Kontrol	7,5	7,0	25	25	7	7	0	0
A	7,2	5,9	25	25	7	8	0	0
B	7,0	5,3	25	25	7	8	0	0
C	7,0	5,1	25	25	7	8	0	0
Baku Mutu SNI	>3		25-32		6,5-8,5		0	

SNI 7550: 2009 Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Pramleonita et al. (2018)

PEMBAHASAN

Uji pendahuluan yang diberikan pada konsentrasi tinggi memberikan pengaruh mortalitas yang sangat tinggi pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sehingga menyebabkan kerusakan pada ephitellium insang ikan dan tersumbatnya saluran *branchiola* yang menyebabkan terganggunya pertukaran gas (Wulansari & Ardiansyah 2013). Selain itu, masuknya toksikan deterjen cair ke dalam tubuh benih ikan akan menurunkan daya tahan tubuh hingga terjadi kematian. Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut diperoleh uji perlakuan untuk uji lethal atau uji toksisitas akut. Pada uji lethal (uji toksisitas akut) mortalitas benih ikan nila paling tinggi saat diberikan konsentrasi deterjen yang tinggi karena semakin tinggi konsentrasi deterjen yang diberikan maka mortalitas pada ikan akan

semakin tinggi (Novitasari et al. 2017). Terjadinya mortalitas yang tinggi diakibatkan terganggunya proses respirasi yang berlanjut pada kematian benih ikan nila, dibuktikan dengan posisi tutup insang (operkulum) benih ikan nila yang terbuka hingga mengeluarkan darah.

Mortalitas pada ikan nila menurun pada uji sublethal. Konsentrasi deterjen yang tinggi tidak menyebabkan kematian pada ikan nila tetapi hanya meningkatkan frekuensi buka tutup operculum ikan nila pada 24 jam pertama dan akan mengalami penurunan setelah 96 jam karena semakin tinggi konsentrasi deterjen dan semakin lama waktu pemaparan deterjen pada ikan akan menurunkan frekuensi buka tutup operculum (Sahetapy & Borut 2018). Mortalitas pada ikan terjadi karena penggunaan surfaktan anionik melebihi nilai ambang batas yaitu 0,2 mg/L (menurut Peraturan

Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001). Tingginya toksisitas racun berdampak negatif pada ikan, berupa penurunan absorpsi oksigen di air, merusak insang dan sufokasi hingga kematian (Andriani & Hartini 2017). Tidak adanya kematian ikan pada pengujian sublethal terbukti masih dalam ambang batas toleransi ikan terhadap lingkungannya. Namun, perlu dilakukan uji lanjutan berupa penambahan waktu pengamatan agar dapat diketahui kemampuan ikan untuk bertahan hidup.

Gerakan berenang normal hingga cepat pada benih ikan nila juga dipengaruhi oleh konsentrasi deterjen yang digunakan ketika uji sublethal walaupun pada perlakuan tersebut sudah menggunakan aerator. Menurut Sahetapy & Borut (2018), gerakan tersebut terjadi akibat karena deterjen yang bereaksi dengan air menimbulkan busa pada permukaan air sehingga menghambat proses difusi udara ke dalam air dalam aquarium. Ikan berenang dengan cepat kebawah dan keatas mencari udara yang ada pada aerator di dalam akuarium hingga berenang ke permukaan air karena konsentrasi deterjen yang diberikan rendah maka ikan masih dapat merespon pakan yang diberikan (Novita *et al.* 2020). Syafriadiman *et al.* (2009) juga menyatakan bahwa kadar toksikan yang berkonsentrasi rendah atau aman akan membuat respon ikan terhadap pakan yang diberikan akan lebih tinggi daripada toksikan yang berkonsentrasi tinggi.

Deterjen cair berpotensi menjadi salah satu pencemar potensial pada sungai dan badan air lainnya serta berpotensi merusak keseimbangan badan air dan membahayakan biota akuatik. Limbah deterjen yang langsung masuk ke badan air menjadi toksin yang menyumbang penyebab kematian biota akuatik. Penelitian ini mengungkapkan bahwa deterjen mencemari badan air, menghambat suplai oksigen di air, menyebabkan kerusakan struktur dan sistem respirasi ikan, menurunkan imunitas tubuh ikan sehingga ikan mengalami perubahan perilaku dan pada konsentrasi yang tidak tertolerir menyebabkan kematian. Konsentrasi deterjen juga sangat berpengaruh terhadap perilaku buka tutup operkulum, pergerakan, respon terhadap pakan, mortalitas, waktu kematian, dan kondisi kematiannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Wazir Mawardi, M. Si. yang telah memberi izin melakukan penelitian di Laboratorium Perilaku Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Kami juga berterima kasih kepada Bobby dan Teguh Riad yang telah membantu kami dalam pengambilan data dan penyediaan bahan uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani R, Hartini. 2017. Toksisitas limbah cair industri batik terhadap morfologi sisik ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal SainHealth* 1:32-40. <https://doi.org/10.51804/jsh.v1i2.108.83-91>
- Cahaya I. 2003. Ikan Sebagai alat Monitor Pencemaran. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Bogor: Fakultas Kelautan dan Perikanan IPB.
- Gusrina. 2014. Genetika dan Reproduksi Ikan. Yogyakarta: Deepublish.
- Lawal MO, Nwaokoro RC, Ohadike KP. 2015. Acute toxicity of green liquid detergent to the guppy (*Poecilia reticulata*) and Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Marine Sciences: Research and Development* 15: 38-41.
- Maqfirah, Adhar S, Ezraneti R. 2015. Efek surfaktan terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan struktur jaringan insang benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica Aquatic Science Journal* 2:90-96. <https://doi.org/10.29103/aa.v2i2.340>
- Novita D, Hasibuan S, Syafriadiman. 2020. Toksisitas akut limbah cair laundry dan uji sublethal terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* 48:340-349.
- Novitasari E, Rachimi, Prasetyo E. 2017. Uji toksisitas deterjen cair terhadap kelulushidupan ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*). *Jurnal Ruaya* 5:10-20. <https://doi.org/10.29406/rya.v5i2.716>
- Pelu NJ, Tabaika R, Umagap Az W. 2022. Pengaruh bahan pencemar (deterjen) terhadap kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Al-Nafis: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 2:149-158. <https://doi.org/10.46339/al-nafis.v2i2.913>
- Rand GM, Petrocelli SR. 1985. *Fundamental of Aquatic Toxicology: Methods and Application*. Washington: Hemisphere Publishing Co.
- Sadiqa A, Parveen S, Riaz H F, Ayub U, Shaheen A, Rasheed S, Zahra M, Nawaz Y, Zafar J, Khan MS. 2024. Toxic impact of detergent (bright) on growth, external morphology, behaviour, liver toxicology, haematological parameter and histopathology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Survey in Fisheries Sciences* 11:45-54. <https://doi.org/10.53555/sfs.v11i4.2718>
- Sahetapy JMF, Borut RR. 2018. Pengaruh perbedaan konsentrasi deterjen bubuk terhadap frekuensi bukaan operkulum dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 14:135-40.
- Saparuddin, Arbain. 2019. Biological test of the laundry industry toxicity of detergents and concentration of hemoglobin in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 382:012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/382/1/012038>
- Sulastris T. 2006. Pengaruh pemberian pakan pasta dengan penambahan lemak yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan selais (*Kryptopterus lois*) [Skripsi]. Riau, Indonesia: Universitas Islam Riau.
- Sumantadinata K. 1999. Program Penelitian Genetika Ikan. Jakarta: Infigrad.
- Syafriadiman, Huri E, Harahap S. 2009. Toksisitas limbah cair minyak bumi terhadap benih kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* 37: 93-102.
- Taufik I, Setiadi E. 2015. Pemaparan insektisida endosulfan pada konsentrasi subletal terhadap kondisi hematologis dan histologis ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur* 10:109-115. <https://doi.org/10.15578/jra.10.1.2015.109-115>
- Taufiq, Firdus, Arisa II. 2016. Pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) pada pemberian pakan alami yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1:355-365.
- Wulansari FD, Ardiansyah. 2013. Pengaruh deterjen terhadap mortalitas benih ikan patin sebagai bahan pembelajaran kimia lingkungan. *Edusains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika IAIN Palangka Raya* 1:1-20. DOI:10.23971/eds.v1i2.14