



Efek toksisitas deterjen dan pestisida terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

[Toxicity effect of detergents and pesticides against the growth of the fish *Tilapia Oreochromis niloticus*]

Zikra Rachmi¹

¹Mahasiswa Program Studi Akuakultur. Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Jalan Almuslim, Matang Glumpang Dua, Peusangan, Kabupaten Bireuen, Aceh, Indonesia 24261

ARTICLE INFO

Received: 22 Oktober 2020

Accepted: 29 November 2020

Published: 6 November 2020

*Corresponding author
rachmi@gmail.com

Key words

Tilapia

Oreochromis niloticus

Detergent

Pesticide

ABSTRACT

This study was conducted to determine the growth rate and survival of tilapia (*Oreochromis* sp) given detergent and pesticide waste. The experiment was conducted in concrete pool with 3 treatments and 3 replications and then tested significantly with anova test by using complete randomized block design (RAKL) and if $F_{count} \geq F_{table}$ then tested continued by using uni BNT (smallest real difference). The results showed a length increase in the control of 7.74 cm, 4.84 cm detergent and 4.34 cm pesticide, and for control weight growth of 31.92 grams, 13.46 grams of detergent and pesticide 9.22 grams, for the survival of the control reached 90,58%, detergent 78,33% and pesticide only 31,16%, then for bile volume relative control 50,33%, detergent 47,14% and pesticide 46,37%. Detergent and pesticide waste have a negative effect on the growth and survival of tilapia (*Oreochromis niloticus*).

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberikan limbah deterjen dan pestisida. Percobaan dilakukan didalam kolam beton dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan kemudian di uji signifikannya dengan uji anova dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dan apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka di uji lanjut dengan menggunakan uni BNT (beda nyata terkecil). Hasil penelitian menunjukkan pertambahan panjang pada kontrol 7,74 cm, deterjen 4,84cm dan pestisida 4,34 cm, dan untuk pertumbuhan berat kontrol 31,92 gram, deterjen 13,46 gram dan pestisida 9,22 gram, untuk kelangsungan hidup kontrol mencapai 90,58 %, deterjen 78,33 % dan pestisida hanya 31,16 %, kemudian untuk volume empedu relative kontrol 50,33 %, deterjen 47,14 % dan pestisida 46,37%. Limbah deterjen dan pestisida memberi pengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

Kata kunci

Ikan nila

Oreochromis niloticus

Deterjen

Pestisida

Kutipan | Rachmi, Z. (2020). Efek toksisitas deterjen dan pestisida terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Fanik: Jurnal Faperta Uniki*, 1(1), 28-34
e-ISSN (Online) | 0000-0000

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komonitas potensial untuk dibudidayakan karena mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan dengan kisaran salinitas yang luas. Kadar salinitas pada pemeliharaan nila juga membantu meningkatkan pertumbuhan ikan nila, disebabkan terjadinya gangguan pada sistem reproduksi, sehingga energi yang

digunakan untuk pertumbuhan menjadi maksimal (Hadi *et al.*, 2009).

Salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan adalah pencemaran air, dimana air yang kita pergunakan setiap harinya tidak lepas dari pengaruh pencemaran yang diakibatkan oleh ulah manusia. Beberapa bahan pencemar seperti bahan mikrobiologi (bakteri, virus, parasit), bahan organik yang terakumulasi surfaktan (pestisida, deterjen),

beberapa bahan inorganik (garam, asam, logam) serta bahan kimia lainnya sudah banyak ditemukan dalam air yang kita gunakan (Chaerunnisa, 2009).

Semakin tinggi akumulasi pencemaran maka semakin rendah pula suplai oksigen terlarut di dalam air. Meningkatnya kadar zat-zat pencemar yang berbahaya dapat menimbulkan toksik atau racun sehingga mengganggu proses kehidupan dan setelah mencapai kadar tertentu dapat mematikan hewan peliharaan (Zulfahmi *et al.*, 2017; Muliari *et al.*, 2019), sehingga dampak yang paling buruk adalah kematian pada ikan. Kematian yang terjadi dikarenakan berhentinya fungsi kerja organ tubuh pada ikan akibat tidak terpenuhi oksigen pada proses respirasi. Atau kandungan pencemar yang bersifat toksik tidak bisa ditolerir oleh tubuh ikan.

Limbah atau toksikan di alam ada yang bersifat tunggal dan ada yang campuran. Keberadaannya di lingkungan (terutama perairan) akan berinteraksi dengan komponen atau faktor lain. Faktor yang mempengaruhi konsentrasi toksikan adalah sifat fisik kimia toksikan tersebut, sifat fisik kimia biologis lingkungan, dan sumber keluaran dan kecepatan masukan toksikan ke lingkungan. Biota dapat mengalami efek negatif toksikan tunggal atau campuran berbagai toksikan, dalam bentuk perubahan struktural dan fungsional. Efek negatif tersebut dapat bersifat akut atau kronis/subkronis, tergantung pada jangka waktu pemaparan zat yang dapat mematikan 50% atau lebih populasi biota yang terpapar (Mangkoedihardjo, 2011).

Beberapa penelitian terkait toksikan limbah terhadap ikan nila telah banyak dilaporkan sebelumnya. Paparan merkuri telah menyebabkan terjadinya gangguan terhadap histologi insang, hati dan ginjal ikan nila (Zulfahmi *et al.*, 2014). Penelitian tentang limbah cair kelapa sawit menyebabkan penurunan keanekaragaman plankton (Muliari dan Zulfahmi 2016), kerusakan hati ikan nila (Zulfahmi *et al.*, 2017), histopatologi insang ikan nila (Muliari *et al.*, 2018), penurunan hormon estradiol dan testosteron pada ikan nila betina (Zulfahmi *et al.*, 2018; Muliari *et al.*, 2019), penurunan indeks gonadosomatik dan spermatokrit pada ikan nila jantan (Muliari *et al.*, 2020). Penelitian limbah detergen

berpengaruh terhadap mortalitas dan indeks fisiologi ikan nila (Yuliani, 2016). Akan tetapi beberapa limbah memberikan dampak positif untuk budidaya seperti limbah budidaya ikan lele berpengaruh terhadap pertumbuhan pertumbuhan populasi *Daphnia sp* (Akmal *et al.*, 2019).

Detergen merupakan salah satu produk komersial yang digunakan untuk menghilangkan kotoran pada pencucian pakaian di industri laundry maupun rumah tangga. Umumnya detergen tersusun atas tiga komponen yaitu, surfaktan (sebagai bahan dasar detergen) sebesar 20-30%, builders (senyawa fosfat) sebesar 70-80%, dan bahan aditif (pemutih dan pewangi) yang relatif sedikit yaitu 2-8%. Surface Active Agent (surfaktan) pada detergen digunakan untuk proses pembasahan dan pengikat kotoran, sehingga sifat dari detergen dapat berbeda tergantung jenis surfaktannya (Santi, 2009).

Residu pestisida didalam air akan masuk ke tanah dan oleh air hujan akan dibawa ke sungai dan sumur sehingga dapat merusak ekosistem perairan. Pestisida dapat berada di udara setelah disemprotkan dalam bentuk partikel air atau partikel yang terformulasikan jatuh pada tujuannya. Pestisida adalah jenis membasmi hama yang digunakan oleh petani untuk membunuh suatu target pengganggu tanaman.

BAHAN DAN METODE

Waktu Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang yang berada di Desa Lipah Rayeuk Kecamatan Kuala Kabupaten Bireuen menggunakan Kolam beton yang berukuran 300 m x 200 m x 180 m. Benih ikan yang digunakan jenis monosex (satu jenis) bertujuan agar ikan tidak berproduksi. Bahan yang digunakan adalah Deterjen 20mg/l dan Pestisida 0,02 ml/l masing-masing dikalikan dengan volume air kolam yaitu 3600 Liter.

Pertambahan panjang

Pertambahan panjang tubuh ikan dapat diukur dengan menggunakan penggaris, pengukuran dilakukan setiap seminggu sekali. Ikan yang akan diukur diambil secara acak. Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan panjang menurut Effendie (2000) sebagai berikut $\{L = L_t - L_o\}$. Keterangan L :

Pertumbuhan panjang (cm), Lt: Panjang ikan akhir (cm) Lo: Panjang ikan awal (cm)).

Pertambahan berat

Pertambahan berat tubuh ikan dapat diukur dengan menggunakan timbangan digital, pengukuran dilakukan setiap seminggu sekali ikan yang akan ditimbang diambil secara acak. Pertumbuhan bobot mutlak ikan dihitung menggunakan rumus (Effendie, 2004) sebagai berikut $\{W = W_t - W_o\}$. Keterangan W: Pertumbuhan bobot mutlak, W_t : Bobot tubuh akhir (g), W_o : Bobot tubuh awal (g), t: Periode pengamatan (hari).

Kelangsungan hidup

Penghitungan kelangsungan hidup ikan menggunakan rumus menurut Hidayat *et al.*, (2013) sebagai berikut: $\{SR = (N_t/N_o) \times 100\}$. Keterangan SR: Survival Rate, N_t : Jumlah ikan akhir pemeliharaan, N_o : Jumlah ikan awal pemeliharaan.

Menghitung volume empedu

Adapun rumus untuk mencari volume empedu relatif adalah sebagai berikut $\{VEP = (VE/VH) \times 100\}$. Keterangan VEP: Volume empedu relatif %, VE: Volume empedu (ml), VH: Volume hati termasuk empedu (ml).

Pengamatan kualitas air

Budidaya ikan adalah aktivitas yang dilakukan dalam kondisi terkontrol disesuaikan dengan habitat ikan tersebut. Kualitas air yang diukur meliputi: suhu, pH, DO, amonia yang diukur pada awal dan akhir penelitian.

Analisis data

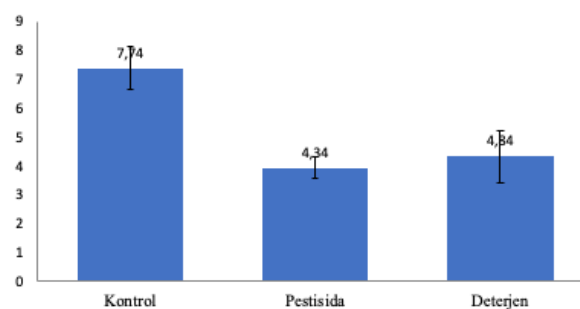
Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Varians*), jika terdapat beda nyata akan dilanjutkan dengan uji DNMR (*Duncan New Multiple Range Test*).

HASIL

Pertambahan panjang

Perbedaan nilai pertambahan panjang pada masing-masing perlakuan. Grafik tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol 7,74 cm, kemudian pada perlakuan pemberian limbah deterjen 4,84 cm dan diikuti oleh perlakuan dengan pemberian limbah pestisida 4,34 cm

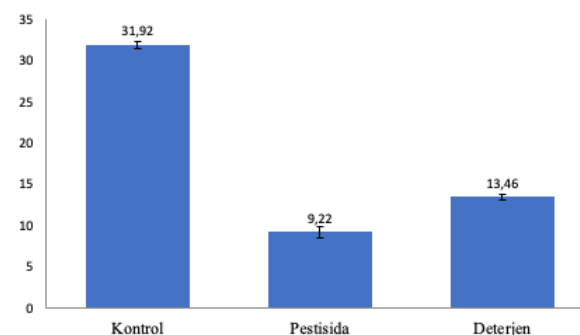
(Gambar 1).



Gambar 1. Hasil pertambahan panjang pada setiap perlakuan.

Pertumbuhan berat

Perbedaan nilai pertumbuhan berat ikan pada tiap perlakuan. Grafik tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol 31,92 gram tanpa pemberian limbah, kemudian pada perlakuan dengan pemberian limbah deterjen 13,46 gram dan diikuti oleh perlakuan pemberian limbah pestisida 9,22 gram (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil pertumbuhan berat pada setiap perlakuan.

Kelangsungan hidup

Perbedaan nilai kelangsungan hidup ikan pada tiap perlakuan. Nilai tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol tanpa pemberian limbah, kemudian pada perlakuan dengan pemberian limbah deterjen dan diikuti oleh perlakuan dengan pemberian limbah pestisida (Tabel 1).

Tabel 1. Kelangsungan hidup ikan nila.

Perlakuan	Tingkat kelangsunga hidup (%)
Kontrol	90,58 ^a
Pestisida	31,16 ^b
Deterjen	78,33 ^c

Volume empedu

Nilai rata-rata volume empedu tertinggi pada perlakuan kontrol 50,33% kemudian pada perlakuan dengan pemberian limbah Deterjen 47,17% dan diikuti oleh perlakuan dengan pemberian limbah pestisida yaitu 46,37%.

Tabel 2. Hasil rata-rata perhitungan volume empedu relatife dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Perlakuan	Volume empedu %	Standar Deviasi
Kontrol	50,33 ^a	±0,58
Pestisida	46,37 ^b	±1,41
Deterjen	47,14 ^c	±0,80

PEMBAHASAN

Pertambahan Panjang

Menurut Kamiswari (2013), pengaruh dari konsentrasi limbah deterjen dan pestisida yang tidak mematikan antara lain menghambat pertumbuhan ikan dan tumbuhan serta merusak epitelium pernafasan insang ikan, hal ini disebabkan karena banyak faktor terutama faktor lingkungan. Pencemaran menyebabkan makhluk hidup melakukan berbagai reaksi, mulai dari pengaruh yang sangat kecil berkurangnya pertumbuhan biota air sampai kematian yang sangat nyata Saparinto dan Susiana (2011).

Pertumbuhan berat ikan nila

Hasil pengukuran berat badan ikan nila memiliki perubahan yang sangat berbeda nyata antara perlakuan pemberian limbah dan perlakuan kontrol, nilai pertumbuhan berat ikan pada perlakuan kontrol yang tanpa pemberian limbah mencapai 31,92 gram, sebab pada perlakuan kontrol ikan memiliki nafsu makan yang baik dengan kondisi lingkungan yang normal tanpa terkandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Solikhah dan Trianik (2015). yaitu pada umumnya pertumbuhan erat hubungannya dengan efisiensi pakan konversi pakan, pakan merupakan kebutuhan vital yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup ikan. Komposisi nutrisi yang tepat untuk konsumsi ikan akan memberikan dampak positif pada pertumbuhan dan perkembangan ikan.

Kelangsungan hidup ikan nila

Data kelangsungan hidup ikan nila selama penelitian 30 hari dapat dilihat pada tabel kelangsungan hidup, berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki nilai tertinggi terhadap nila kelangsungan hidup ikan nila yaitu 90,58 %, pada perlakuan pemberian limbah deterjen tingkat kelangsungan hidup ikan nila 78,33 %, dan pada perlakuan dengan pemberian limbah pestisida nilai tingkat kelangsungan hidup ikan nila hanya 31,16%.

Rudiyanti dan Dana (2009) menyatakan limbah yang masuk dalam tubuh organisme akan mengalami proses-proses yang sama dengan benda-benda asing. Proses-proses tersebut yaitu absorpsi, distribusi, dan akumulasi. Limbah masuk dalam tubuh ikan dapat melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan kulit. Pada saluran pencernaan, pestisida dan deterjen yang ada dalam usus akan mengalami proses absorpsi dan distribusi, dengan adanya proses ini mengakibatkan kerusakan pada jaringan ikan. Proses distribusi terjadi dimana pestisida dan deterjen yang ada di usus dibawa oleh peredaran darah vena portal hepatis menuju ke hepar. Di hepar akan terjadi detoksikasi dan akumulasi racun.

Hasil pengamatan tingkat kelangsungan hidup ikan nila pada perlakuan dengan pemberian limbah deterjen menunjukkan bahwa secara tidak langsung dapat mengakibatkan kematian ikan, walaupun berbeda dengan perlakuan dengan pemberian limbah pestisida yang secara cepat mengalami kematian setelah pemberian limbah pestisida, limbah deterjen juga dapat memberikan dampak negatif terhadap kelangsungan hidup ikan nila. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Suastuti (2010) bahwa senyawa ABS yang terkandung didalam limbah deterjen yang mampu menghasilkan buih. Senyawa ini sulit terurai secara alamiah dalam air sehingga senyawa ini dapat mengganggu pelarutan oksigen dalam air. Sehingga biota dalam air mengalami kekurangan oksigen sehingga proses respirasi biota terganggu yang dapat menyebabkan kematian secara tidak langsung pada biota yang hidup di dalam perairan tersebut.

Efek dari bahan limbah secara langsung maupun tidak langsung dapat mematikan biota

akuatik yaitu ikan, respon dan kekebalan tubuh ikan terhadap lingkungan berbeda-beda, limbah akan masuk ke dalam tubuh ikan nila dan dapat terjadi secara oral yakni melalui air dan secara difusi dapat melalui insang dengan laju penyerapan harian sebesar 0,11 %. Dalam lingkungan perairan, pengambilan bahan pencemar akibat limbah oleh biota air melalui penelanan makanan yang terkontaminasi, pengambilan dari air melewati membran insang, difusi kutikular, dan penyerapan langsung dari sedimen (Koesoemadinata *et al.*, 2017).

Volume empedu relatif

Hasil perhitungan volume empedu reratif pada penelitian ini menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan kontrol 50,33%, kemudian pada perlakuan dengan pemberian limbah deterjen 47,14% dan diikuti oleh 46,37 %.

Empedu merupakan cairan bersifat basa yang pahit dan berwarna hijau kekuningan karena mengandung pigmen bilirubin, biliverdin, dan urobilin, yang disekresikan oleh hepatosit hati pada sebagian vertebrata. Pada beberapa spesies, empedu disimpan dikantung empedu dan dilepaskan ke usus dua belas jari untuk membantu proses pencernaan makanan serta menetralkan racun.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa banyak logam yang dikeluarkan dari hati menuju empedu (Ramadhan, 2016). Logam berat pada ikan diekskresikan terutama melalui empedu (Arkianti *et al.*, 2019). Beberapa polutan, termasuk logam, menyebabkan perubahan pada empedu (Morozov dan Vysotskaya 2007). Neves *et al.* (2012) juga melaporkan terjadinya perubahan pada empedu *Mugil liza* yang hidup pada daerah perairan yang terkontaminasi minyak.

Hati adalah lokasi utama dari biotransformasi toksit pada hewan, hati mengubah senyawa berbahaya menjadi metabolit yang di ekresikan langsung ke empedu untuk proses detoksifikasi, senyawa yang diekresikan ke dalam empedu dan memasuki usus kecil akan diserap di usus atau dieliminasi dalam feses.

Pada penelitian ini volume empedu pada perlakuan kontrol lebih tinggi dari pada perlakuan dengan pemberian limbah, hal ini menunjukkan ikan pada perlakuan kontrol

lebih berat dan organnya masih berfungsi dengan baik, dibandingkan ikan pada perlakuan dengan pemberian limbah, karena ikan pada perlakuan dengan pemberian limbah kurangnya nafsu makan sehingga berat badan ikan menurun.

Parameter kualitas air

Nilai kualitas air menunjukkan bahwa parameter kualitas air yang masing-masing diukur pada awal dan akhir penelitian masih dalam batas kelayakan untuk kehidupan ikan nila. Hasil pengukuran suhu air 29-31°C. Menurut Kordi (2011), kisaran kelayakan temperatur air bagi ikan nila adalah 25-3 °C. Oleh sebab itu, suhu memegang peranan penting sebagai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan organisme air tawar dan berhubungan erat dengan laju metabolisme untuk pernafasan dan reproduksi (Effendi, 2004).

Hasil pengukuran pH 7,5 - 9,2. Nilai pH air pemeliharaan benih ikan nila termasuk pH normal untuk kehidupan ikan. Pendapat ini dikuatkan dengan adanya pendapat dari Kordi (2011), yang menyatakan bahwa pH yang baik untuk pemeliharaan benih ikan nila adalah 6,5 - 9.

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) berkisar antara 4,35-6,43 mg/L. Nilai yang didapatkan termasuk nilai optimal kadar oksigen terlarut bagi benih ikan nila. Menurut Kordi (2011), ikan nila mampu hidup pada perairan yang minim oksigen yang mencapai kurang dari 2 mg/L, karena ikan nila mampu mengambil oksigen langsung dari udara dengan menyembulkan mulut ke permukaan air yang merupakan alat pernafasan tambahan yaitu divertikula.

Hasil pengukuran ammonia selama penelitian berlangsung berkisar antara 0,806-0,878 mg/L. Menurut Rudyanti dan Dana (2009) kisaran konsentrasi ammonia yang baik untuk kehidupan ikan adalah kurang dari 2,4 mg/L

KESIMPULAN

Bahan aktif yang terdapat didalam pestisida dan deterjen memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat ikan dan kelangsungan hidup ikan nila, namun tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang,

hal ini terjadi karena pada bahan aktif limbah deterjen dan pestisida tersebut dapat mengubah bau, rasa dan indera penciuman pada ikan sehingga nafsu makan ikan berkurang. Pestisida dan deterjen memiliki sifat yang mengikat oksigen, sehingga ikan sulit bernafas dan mengalami kematian secara masal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Lapang yang berada di Desa Lipah Rayeuk Kecamatan Kuala Kabupaten Bireuen serta kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat dan pemikiran dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Y., Humairani, R., & Zulfahmi, I. (2019). Pemanfaatan Air Buangan Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Sebagai Media Budidaya *Daphnia sp.* *Jurnal Biosains dan Edukasi*, 1(1), 22-27.
- Arkianti, N., Dewi, N. K., & Martuti, N. K. T. (2019). Kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*, 8(1), 54-63.
- Chairunnisa. 2009. Pembenihan Ikan Nila (*Oreochromis Sp.*). Penebar Swadaya. Jakarta.
- Effendie. (2004). Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ghufran. (2011). Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Hadi, M., Agustono & Y. Cahyoko. (2009). Pemberian tepung limbah udang yang difermentasi dalam ransum pakan buatan terhadap laju pertumbuhan, rasio konversi pakan dan kelangsungan hidup benih ikan nila. Universitas Airlangga.
- Hidayat, D., & Sasanti, A. D. (2013). Kelangsungan hidup, pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan gabus (*channa striata*) yang diberi pakan berbahan baku tepung keong mas (*pomacea sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 161-172.
- Hudayya Abdi. (2012). Penggelompokan Pestisida Berdasarkan Cara kerja (Mode Of Action). Yayasan Bina tani. Bandung.
- Kamiswari, R. (2013). Pengaruh Pemberian Deterjen terhadap Mortalitas Ikan *Platy sp.* *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 2(1), 139-142.
- Koesoemadinata, S., Sutrisno, S., & Nugraha, A. (2017). Tingkat Akumulasi Residu Pestisida Pertanian Diperaian Tambak. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(4), 53-61.
- Kordi, M. G. H. (2011). Budidaya Ikan Nila di Kolam Terpal, Lily Publisher Yogyakarta.
- Mangkoedihardjo S. 2011. Ekotoksikologi Keteknikan. Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Morozov, D. N., & Vysotskaya, R. U. (2007). Comparative study of bile acid composition of bile of the European vendace *Coregonus albula* L. and the European whitefish *Coregonus lavaretus* L. under conditions of technogenic water reservoir pollution. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 43(5), 490-494.
- Muliari, M., Akmal, Y., Zulfahmi, I., Karja, N. W., Nisa, C., Mahyana, M., & Humairani, R. (2020). Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). In *E3S Web of Conferences* (Vol. 151, p. 01022). EDP Sciences.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., & Akmal, Y. (2019). *Ekotoksikologi Akuatik*. Bogor: IPB Press.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., Akmal, Y., Karja, N. W. K., Nisa, C., & Sumon, K. A. (2019). Effects of palm oil mill effluent on reproductive hormone of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(11), 1035-1041.
- Muliari, M., Zulfahmi, I., Akmal, Y., Karja, N. W. K., Nisa, C., Sumon, K. A., & Rahman, M. M. (2020). Toxicity of palm oil mill effluent on the early life stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8.
- Muliari, Y., Zulfahmi, I., Juanda, R., Karja, N. W. K., & Nisa, C. (2018). Histopathological changes in gill of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after palm

- oil mill effluent exposure. In *IOP Conference Series: Earth Environ Sci* (Vol. 216, pp. 1-5).
- Neves, R. L., Oliveira, T. F., & Ziolli, R. L. (2007). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish bile (Mugil liza) as biomarkers for environmental monitoring in oil contaminated areas. *Marine pollution bulletin*, 54(11), 1818.
- Ramadhan, R. (2016). *Analisis Penyebaran Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Air Tanah Dan Aliran Sungai di Sekitar Industri Kerajinan Perak Kotagede Daerah Istimewa Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UII).
- Rudiyanti, S., & Dana, A. (2009). Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0, 3 g. *Saintek Perikanan*, 5(1), 49-54.
- Santi, S. S. 2009. Penurunan Konsentrasi Surfactan pada Limbah Detergen dengan Proses Photokatalitik Sinar UV. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 4(1) September 2009: 261-265.
- Saparinto, C., & Susiana, R. (2011). Kiat Sukses Budi Daya Ikan Nila. *Penerbit Andi. Yogyakarta*. 168p.
- Solikhah, T., & Trianik, W. (2015). Pengaruh surfaktan terhadap pertumbuhan dan histopatologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai materi pembelajaran siswa SMA kelas X. *Jurnal Jupemasi PBI*, 1269, 248-255.
- Suastuti, N. G. D. A. (2010). Efektivitas penurunan kadar dodesil benzen sulfonat (dbs) dari limbah deterjen yang diolah dengan lumpur aktif. *Jurnal Kimia*, 4(1), 49-53
- Yuliani, R. L. (2016). Pengaruh limbah detergen industri laundry terhadap mortalitas dan indeks fisiologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai bahan ajar biologi (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Zulfahmi, I., Affandi, R., & Batu, D. T. L. (2017). Kondisi biometrik ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri [Biometric condition of nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) after mercury exposure]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1), 37-48.
- Zulfahmi, I., Muliari, M., & Akmal, Y. (2017). Indeks Hepatosomatik Dan Histopatologi Hati Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linnaeus 1758) Yang Dipapar Limbah Cair Kelapa Sawit. In *Prosiding Semdi-Unaya (Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unaya)* (Vol. 1, No. 1, pp. 301-314).
- Zulfahmi, I., Muliari, M., Akmal, Y., & Batubara, A. S. (2018). Reproductive performance and gonad histopathology of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) exposed to palm oil mill effluent. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(4), 327-332.