

## **Filtrasi dan Aerasi Mengurangi Kerusakan secara Histopatologi pada Organ Insang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*)**

*FILTRATION AND AERATION REDUCE HISTOPATHOLOGICAL DAMAGE ON THE GILL ORGANS OF RED TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS)*

**Muhammad Anwar Djaelani, Sunarno,  
Muhammad Ammar Nur Handyka, Kasiyati**

Departemen Biologi  
Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto No. 13, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50275  
(024) 7474754; Email: [sunarno@lecturer.undip.ac.id](mailto:sunarno@lecturer.undip.ac.id)

### **ABSTRACT**

The use of filters and aerators in aquaculture has an important role in controlling water quality, especially ammonia levels so that they do not exceed the permitted threshold. Ammonia compounds with high levels in rearing containers can cause damage to the structure and function of the gill organs. This study was aimed to analyze the effect of different filtration and aeration on the histopathology of the gill organs of red tilapia (*O. niloticus*). This study used a completely randomized design (CRD). The variables observed were total gill weight, fish body weight, relative gill weight and percentage of gill tissue damage. Relative gill weight is calculated using the formula,  $BIR (\%) = \frac{B_i}{B_t} \times 100\%$ . Gill tissue damage was calculated from the observation of 240 secondary lamellae per gill on a microscope with 400 times magnification, then multiplied by 100%. The data obtained were analyzed using two way analysis of variance with a confidence level of 95%. The results of the analysis showed that there was a significant difference in the observed variables between the treatment and the control group ( $P < 0.05$ ) in total gill weight, fish body weight, relative gill weight and percentage of gill tissue damage. The conclusion of this study the addition of aeration combined with filtration can reduce ammonia and reduce damage to the gill organs of red tilapia.

Keywords: total gill weight; fish body weight; relative gill weight; percentage of gill tissue damage

### **ABSTRAK**

Penggunaan filter dan aerator dalam budidaya perikanan mempunyai peran penting dalam mengendalikan kualitas air, terutama kadar amonia agar tidak melebihi ambang batas. Senyawa amonia dengan kadar yang tinggi dalam air pada wadah pemeliharaan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur dan fungsi organ insang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh filtrasi dan aerasi yang berbeda terhadap histopatologi organ insang ikan nila merah (*O. niloticus*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Variabel yang diamati adalah bobot total insang, bobot tubuh ikan, bobot insang relatif dan persentase kerusakan jaringan insang. Bobot insang relatif dihitung menggunakan rumus,  $BIR (\%) = \frac{B_i}{B_t} \times 100\%$ . Kerusakan jaringan insang dihitung dari pengamatan 240 lamela sekunder per insang dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400 kali, kemudian dikalikan dengan 100%. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji sidik ragam dua arah dengan taraf kepercayaan sebesar 95%. Hasil analisis menunjukkan terdapat beda nyata terhadap variabel yang diamati antar perlakuan dengan kontrol ( $P < 0,05$ ) terhadap bobot total insang, bobot tubuh ikan, bobot insang relatif dan persentase kerusakan jaringan insang. Simpulan penelitian ini adalah, penambahan aerasi yang dikombinasi dengan filtrasi dapat mereduksi amonia dan mengurangi kerusakan jaringan organ insang ikan nila merah.

Kata-kata kunci: bobot total insang; bobot tubuh ikan; bobot insang relatif; persentase kerusakan jaringan insang

## PENDAHULUAN

Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas ikan budidaya yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis ikan lain. Ikan *O. niloticus* sangat potensial untuk dikembangkan karena memiliki beberapa keunggulan komparatif dalam sifat biologisnya, seperti mudah berkembang biak, memiliki pertumbuhan yang cepat, daya adaptasi tinggi, dan bersifat toleran terhadap kisaran kualitas air yang tinggi (Ta'aladin, 2012). Efektivitas pertumbuhan *O. niloticus* juga dipengaruhi oleh beberapa keunggulan lainnya, yaitu efisiensi terhadap pemberian pakan tambahan, resisten terhadap penyakit, memiliki toleransi terhadap perubahan lingkungan, dan mampu menyesuaikan pada kadar garam tertentu (Haryadi *et al.* 2015).

Kondisi perairan yang digunakan untuk pemeliharaan ikan nila harus stabil, karena kondisi lingkungan yang tidak stabil dapat berpengaruh terhadap perubahan metabolisme ikan secara langsung maupun tidak langsung. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kestabilan kondisi lingkungan budi daya adalah dengan menjaga sistem sirkulasi, memberi aerasi yang dapat mempertahankan kadar oksigen di dalam air, dan melakukan siphonisasi apabila air dalam wadah terlihat keruh. Fauzia dan Sugeng (2020) menyatakan, sirkulasi merupakan sistem yang memiliki prinsip menggunakan kembali air yang digunakan untuk kegiatan budi daya. Sistem ini membutuhkan komponen filter untuk menyaring kotoran dan residu organik, yang meliputi amonia, padatan, dan bahan kimia lainnya, sedangkan aerasi dalam budi daya ikan berfungsi untuk meningkatkan *Dissolved Oxygen* (DO), mengurangi kejenuhan oksigen, dan mengurangi terjadinya gangguan respirasi pada ikan nila (Islami *et al.*, 2017).

Salah satu penanda ikan nila merah telah terganggu oleh kondisi lingkungan dapat terlihat dari organ insang. Organ ini memiliki fungsi dalam proses respirasi yang berkaitan erat dengan pengambilan oksigen terlarut dalam air. Unsur oksigen ini diabsorpsi ke dalam kapiler insang, oleh karena itu perubahan kualitas air yang terjadi dalam wadah pemeliharaan dapat memberikan dampak pada perubahan struktur histopatologi insang (Berlianti *et al.*, 2014). Analisis ini memiliki fungsi untuk mengetahui sehat atau tidaknya ikan dengan memerhatikan perubahan struktur yang terjadi khususnya pada organ insang. Histopatologi insang yang

umum terjadi pada ikan yang terpapar amonia secara berlebih adalah hiperplasia, fusi lamela sekunder, hilangnya struktur lamela sekunder, *clubbing* (penempelan lamela), dan penebalan tulang rawan elastis.

Penggunaan filtrasi dan aerasi dalam budidaya perikanan memiliki peran dalam mempertahankan kualitas air, khususnya mempertahankan kadar amonia agar tidak melebihi ambang batas. Laporan studi oleh Zulkifli *et al.* (2022), menunjukkan bahwa filtrasi dan aerasi memiliki peran kunci dalam mempertahankan kadar amonia pada tingkat yang dapat diterima, menghindari potensi melebihi ambang batas yang dapat merugikan ikan. Kadar amonia yang tinggi dalam lingkungan pemeliharaan dapat menyebabkan kerusakan struktural dan fungsional pada organ insang ikan nila merah. Akibatnya, penelitian tentang penggunaan filtrasi dan aerasi dalam budidaya ikan nila merah (*O. niloticus*) harus dilakukan. Kadar amonia yang tinggi dalam wadah pemeliharaan sangat memengaruhi struktur dan fungsi organ insang. Penelitian ini melibatkan beberapa variabel pengamatan, seperti bobot total insang, bobot total tubuh ikan, bobot insang relatif, dan histologi insang, khususnya jumlah sel lamela yang mengalami kerusakan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam mengenai cara filtrasi dan aerasi memengaruhi struktur dan fungsi organ insang ikan nila merah. Informasi ini dapat menjadi dasar penting bagi praktisi perikanan dalam merancang sistem pemeliharaan yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan ikan nila merah dalam budidaya perikanan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *aerator air pump* Resun (tipe LP20), filter yamano (tipe SP1000L), pH meter (tipe PH-009(I)A), DO meter (tipe DO9100), timbangan CHQ pocket scale DJ series, *container box* kapasitas 150 L (CB 150), *temperature and humidity meter series HTC-2*, *digital caliper* 150 mm, spektrofotometer DR3900, *conductivity meter* WTW cond 3210, pengukur volume air, talenan, pisau scalpel, pinset, saringan, *tissue cassette*, jar perendam, mesin bloking dan pendingin, mikrotom putar, *water bath*, kaca objek, kaca penutup, dan inkubator.

Bahan yang digunakan adalah ikan nila merah (*O. niloticus*) yang berasal dari Balai Benih Ikan Siwarak, Ungaran, Kabupaten Semarang dengan ukuran panjang 8-12 cm dan bobot 10-20 g, air kran, pakan ikan komersial (Takari®, PT CP Prima, Surabaya, Indonesia) ukuran 2 mm, *Buffer Neutral Formalin* (BNF) 10%, akuades, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 96%, alkohol absolute, xylol, parafin, enthelan, larutan hematoksilin dan eosin mayer.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2x2. Faktor dari penelitian ini adalah aerasi dan filtrasi. Perlakuan pada penelitian terdiri atas aerasi tunggal (1 mesin aerator) nonfiltrasi, aerasi tunggal (1 mesin aerator) berfiltrasi, kelompok aerasi ganda (2 mesin aerator) nonfiltrasi, dan aerasi ganda (2 mesin aerator) berfiltrasi dengan menggunakan 24 ekor ikan nila merah yang ditempatkan dalam empat *container box* perlakuan dan masing masing *container box* terdapat enam ekor ikan nila sebagai ulangan.

### Manajemen Pemeliharaan

Hewan uji terlebih dahulu diaklimatisasi selama dua minggu untuk beradaptasi dengan baik terhadap tempat pemeliharaan yang baru. Dewi *et al.* (2017) menyampaikan, bahwa aklimatisasi penting dilakukan sebagai tahap penyesuaian ikan coba terhadap perubahan iklim lingkungan dari habitat awal menjadi iklim lingkungan percobaan. Setelah melalui proses aklimatisasi, ikan uji dipelihara dalam *container box* CB 150 dengan volume air 40 L dengan pemberian pakan 3% dari bobot tubuh ikan sebanyak tiga kali sehari (Diansari, 2013).

Faktor lingkungan diukur dua kali dalam seminggu dengan ketentuan *dissolved oxygen* (DO), *potential hydrogen* (pH), suhu air, dan suhu udara. Alat pengukuran DO dan suhu air menggunakan DO meter, sedangkan untuk pH air menggunakan pH meter. Metode ini dapat memberikan hasil yang akurat dan responsif terhadap perubahan DO dan pH dalam air. Suhu udara dapat diukur menggunakan termometer udara yang umumnya menggunakan sensor termokopel atau termistor. Sensor ini memberikan pembacaan suhu dengan cepat dan dapat diandalkan. Pengurasan air dilakukan apabila kualitas air sudah berada di bawah ambang batas, dengan cara 70% air dari kontainer dibuang dan sedikit dibasuh

bagian dasar kontainer untuk menghilangkan sisa kotoran ikan, kemudian diganti dengan air yang baru. Pengukuran amonia dilakukan menggunakan spektrofotometer DR3900 yang dilakukan dua minggu sekali. Pengukuran salinitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan *conductivity* meter WTW cond 3210 yang dilakukan dua minggu sekali.

Perlakuan dilakukan selama 60 hari, lalu proses yang dilakukan saat ingin mengisolasi organ adalah melemaskan ikan uji dengan pembuangan air di dalam kontainer, kemudian dilanjutkan dengan proses isolasi dan penimbangan organ insang.

### Isolasi dan Fiksasi Organ Insang

Isolasi organ insang dilakukan saat ikan sudah lemas dan sesudah pengukuran bobot tubuh ikan, kemudian pembedahan ikan uji dengan penutup insang (*operculum*) bagian kanan dipotong menggunakan gunting bedah, kemudian organ insang bagian kanan ditarik secara perlahan keluar dari rongga kepala, kemudian organ insang ditimbang menggunakan timbangan mikro. Setelah ditimbang, organ insang dicuci dengan larutan garam fisiologis (NaCl 0,98%). Filamen pada organ insang dipisahkan satu sama lain, kemudian dipilih salah satu filamen yang tidak rusak atau patah. Perlakuan ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Sudrajat *et al.* (2020), yaitu pengambilan insang saat dibedah adalah insang sebelah kanan, kemudian garam fisiologis digunakan dalam pencucian insang untuk menghilangkan darah. Organ yang sudah dicuci segera direndam di dalam larutan fiksatif *Buffer Neutral Formalin* (BNF) 10% minimal selama dua hari.

### Preparasi dengan Metode parafin

Organ yang sudah difiksasi kemudian dipotong menggunakan pisau *scalpel*, kemudian disusun ke dalam *tissue cassette* dan dilabel, setelah itu dilanjutkan dengan proses dehidrasi. *Tissue cassette* yang berisi organ, dimasukkan ke dalam stoples/*jar* perendam yang berisi larutan dehidrasi. Selanjutnya jaringan didehidrasi secara bertahap dengan urutan alkohol 70% (2 x 30 menit), alkohol 80% (2 x 30 menit), alkohol 96% (2 x 30 menit), alkohol 100% (2 x 30 menit) dan xylol (2 x 10 menit). Jaringan yang sudah didehidrasi kemudian direndam dalam parafin cair di inkubator dengan suhu 60°C selama 60 menit, setelah itu sediaan dikeluarkan untuk proses *embedding* (Pawlina, 2016).

Sediaan dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian parafin cair dituangkan ke dalam cetakan sampai seluruh jaringan terendam. Parafin dibiarkan membeku di atas mesin pendingin, selanjutnya blok parafin dilepas dari cetakan dan disimpan di dalam *freezer* (-20°C) sebelum dilakukan pengirisan. Tahapan dilanjutkan dengan proses pengirisan menggunakan mikrotom putar dengan ketebalan 3-4 µm. Irisan tipis tersebut diletakkan secara hati-hati di penangas air/*waterbath* dengan suhu 40°C. Irisan jaringan tersebut diambil dengan kaca objek yang telah dilapisi dengan Mayer's albumin secara perlahan, kemudian kaca objek yang terdapat jaringan dimasukkan ke dalam inkubator bersuhu 40°C selama 24 jam (Laboratorium Kesehatan Hewan Semarang, 2021).

#### **Pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE)**

Sediaan yang sudah diinkubasi kemudian dilakukan deparafinasi menggunakan *xylol* selama 3-5 menit, setelah itu dikeringkan dengan kain kasa. Proses selanjutnya adalah rehidrasi yang dilakukan dengan preparat dimasukkan ke dalam alkohol 100%, 95%, 80%, 70% masing-masing 3-5 menit. Tahapan berikutnya, preparat dialiri dengan air mengalir selama 5 menit, dilanjutkan dengan pewarnaan inti sel dengan hematoksilin mayer selama 5-10 menit, kemudian preparat dialiri kembali dengan air mengalir selama 5 menit. Tahapan berikutnya, preparat dimasukkan ke larutan eosin 5-10 menit, kemudian dimasukkan ke dalam alkohol 100% sebanyak 3-5 celup. Proses dilanjutkan dengan clearing menggunakan *xylol* selama 5 menit sebanyak tiga kali untuk menjernihkan preparat dan diakhiri proses penutupan slide jaringan (*mounting*) dengan menggunakan enthelan untuk melindungi jaringan dari faktor yang bersifat merusak jaringan (Laboratorium Kesehatan Hewan Semarang, 2021).

#### **Pengukuran Bobot Insang Relatif**

Pengukuran bobot insang relatif dilakukan dengan menimbang kedua insang ikan nila merah kemudian bobot insang dibandingkan dengan bobot tubuh ikan. Pengukuran ini menggunakan rumus penghitungan mengacu pada penelitian Kazlauskiene dan Vosyliene (2008) sebagai berikut:  $BIR\% = (Bi \times Bt^{-1}) \times 100\%$ .

Keterangan: Bi = Bobot total insang; Bt =  
Bobot tubuh ikan

#### **Evaluasi Kerusakan Jaringan Insang**

Evaluasi kerusakan jaringan insang mengacu pada laporan penelitian Indrayani *et al.* (2014), dengan cara mengamati 240 lamela sekunder per insang pada mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Jumlah lamela yang diamati dipilih secara hati-hati untuk memastikan keterwakilan sampel dan validitas hasil. Kriteria-kriteria yang diukur dalam evaluasi ini mencakup sejumlah aspek, termasuk kelengkapan struktural lamela, kehadiran lesi atau tanda inflamasi, serta warna dan struktur sel. Dengan mengukur kriteria-kriteria tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensial masalah kesehatan pada jaringan insang ikan. Hasil dari evaluasi lamela ini diharapkan memberikan wawasan yang mendalam tentang kondisi mikroskopis jaringan insang dan memungkinkan penarikan suatu simpulan yang kuat terkait dampak perlakuan yang telah diterapkan selama 60 hari dalam penelitian ini.

#### **Analisis Data**

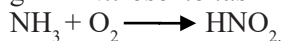
Data yang diperoleh ditabulasikan kemudian dilakukan pengolahan dengan aplikasi SPSS release 23. Analisis variabel dilakukan dengan cara melakukan pengukuran terhadap bobot total insang, bobot tubuh ikan, bobot insang relatif, dan persentase kerusakan jaringan. Bobot total insang mencakup bobot dari seluruh sistem insang ikan. Peningkatan atau penurunan bobot total insang dapat mencerminkan perubahan dalam volume atau kepadatan insang, yang dapat dipengaruhi oleh efisiensi pertukaran gas atau kondisi kesehatan jaringan insang. Perubahan bobot tubuh ikan dapat mencerminkan pertumbuhan, kesehatan umum, atau respons terhadap lingkungan budidaya. Bobot insang relatif adalah perbandingan bobot insang terhadap bobot tubuh keseluruhan ikan. Parameter ini memberikan indikasi sejauh mana insang memengaruhi bobot total ikan. Terhadap data kemudian dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene's Homogeneity Test* dan diuji pola distribusinya menggunakan uji Shapiro Wilk. Data homogen dan mengikuti pola distribusi normal sehingga dilakukan uji beda parametrik menggunakan sidik ragam dua arah (*two way-Analysis of variance*) dan dilakukan uji interaksi menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).



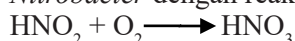
## HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian selama 60 hari tentang bobot total insang, bobot tubuh ikan, dan bobot insang relatif ikan nila merah dianalisis dengan sidik ragam pada signifikansi 5%. Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat beda nyata terhadap variabel yang diamati antar perlakuan dengan kontrol ( $P < 0,05$ ). Data penelitian menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dan filtrasi berpengaruh terhadap bobot total insang, bobot tubuh ikan, dan bobot insang relatif. Data hasil penelitian perlakuan aerasi dan filtrasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis variabel penelitian menggunakan uji sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan aerasi ganda memberikan pengaruh terhadap variabel dengan hasil yang lebih tinggi dengan perlakuan aerasi tunggal dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Aerasi ganda menyebabkan waktu interaksi antara oksigen dengan molekul air akan meningkat. Kenaikan kadar oksigen terlarut mereduksi kadar amonia air di dalam wadah pemeliharaan. Wahyuningsih dan Arbi (2020) menyatakan, kadar oksigen yang tinggi di dalam air diperlukan untuk bakteri nitrifikasi. Bakteri nitrifikasi akan tumbuh dengan baik dengan kadar oksigen terlarut diatas 5 mg/L untuk melakukan oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat, dalam hal ini dibutuhkan 3,43 mg/L untuk oksidasi 1 mg  $\text{NH}_3$  dan 1,14 mg/L untuk oksidasi 1 mg  $\text{NO}_2$ . Proses nitrifikasi terbagi menjadi dua tahap, yaitu amonia diubah menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) oleh bakteri genus *Nitrosomonas* dengan reaksi:



Nitrit yang dihasilkan kemudian diubah menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) oleh bakteri dari kelompok *Nitrobacter* dengan reaksi:



Bakteri dalam proses nitrifikasi ini membutuhkan kadar oksigen terlarut yang cukup. Hal ini menjadikan aerasi harus dioperasikan secara terus menerus untuk memberikan kondisi optimal bagi kehidupan mikroorganisme dalam proses tersebut. Peningkatan aerasi dapat menjadi alternatif dalam menurunkan amonia. Islami *et al.* (2017) menyatakan, bahwa aerasi pada budidaya ikan nila umumnya dilakukan sepanjang waktu sehingga sisa metabolisme ikan (feses) tidak terakumulasi pada media penelitian, limbah nitrogen seperti amonia yang tidak terionisasi (*unionized*) berada pada kisaran ambang batas, dan tidak bersifat toksik pada ikan. Bobot total insang, bobot tubuh, dan bobot

relatif insang pada ikan nila merah mengalami peningkatan. Peningkatan ini menandakan bahwa kondisi lingkungan yang diperbaiki melalui aerasi dan filtrasi telah memberikan kontribusi signifikan terhadap kesejahteraan ikan. Teori aerasi, dengan meningkatkan ketersediaan oksigen dalam air, mendukung proses respirasi ikan dan meningkatkan efisiensi metabolisme, memberikan landasan vital untuk pertumbuhan tubuh yang optimal. Di samping itu, teori filtrasi, dengan mengurangi kontaminan dalam air, menciptakan lingkungan yang lebih bersih, mengurangi stres, dan meminimalkan risiko infeksi, semuanya memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan

Hasil analisis data terhadap variabel penelitian dengan perlakuan filtrasi menunjukkan hasil berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antar kelompok perlakuan. Perlakuan yang menggunakan filtrasi terlihat ukuran bobot total insang, bobot tubuh ikan dan bobot insang mengalami peningkatan relatif dibandingkan kelompok nonfiltrasi. Perbedaan hasil yang terjadi memiliki keterkaitan dengan fungsi filtrasi yang digunakan selama penelitian. Filtrasi pada wadah pemeliharaan memiliki peran penting dalam memperbaiki kualitas air, terutama mereduksi kadar amonia dalam air.

Interaksi antara perlakuan aerasi ganda dengan filtrasi menghasilkan nilai rerata variabel penelitian yang lebih tinggi dibandingkan dari perlakuan lain. Interaksi antar perlakuan ini menyebabkan kadar oksigen meningkat dan memberi pengaruh terhadap perbaikan aktivitas respirasi ikan dan mampu mereduksi kadar amonia di dalam air. Penggunaan filtrasi dan aerasi pada wadah pemeliharaan memberi pengaruh nyata terhadap variabel penelitian pada ikan nila merah. Analisis data terhadap seluruh variabel insang yang diamati menunjukkan interaksi yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara penggunaan aerasi dengan filtrasi. Nilai variabel paling tinggi yang terdiri atas bobot total insang, bobot insang relatif dan bobot tubuh ikan terdapat pada kelompok aerasi ganda dengan filtrasi.

Kombinasi antara perlakuan filtrasi dan aerasi menyebabkan adanya peningkatan bobot organ insang yang optimal, yaitu pada perlakuan aerasi ganda dengan filtrasi. Hal ini karena terjadi keseimbangan antara kadar oksigen terlarut dan amonia di dalam air pada wadah pemeliharaan, karena oksigen terlarut yang meningkat memberikan pengaruh terhadap

reduksi amonia dalam air dan perbaikan aktivitas konsumsi pakan ikan nila merah. Chabot *et al.* (2016) menyatakan peningkatan kadar oksigen dapat menurunkan nilai konversi pakan dan meningkatkan laju metabolisme. Pakan yang dikonsumsi oleh ikan nila merah merupakan penyedia nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan organ insang. Pakan yang dikonsumsi diserap nutrisinya oleh sel entrosit pada usus halus untuk dialirkan menuju hati melalui vena porta hepatica. Nutrisi yang sudah diolah di dalam hati akan disebarkan menuju sel target pada organ insang untuk aktivitas metabolisme. Yuan *et al.* (2014), menyatakan adanya aktivitas metabolisme yang terjadi di dalam sel dapat membantu sel meningkatkan biomassa jaringan. Gambaran insang ikan nila merah hasil penelitian disajikan pada Gambar 1.

Pengamatan histopatologi organ insang berdasarkan hasil penelitian selama 60 hari terdiri atas hiperplasia, fusi lamela sekunder, edema, dan telangiectasis. Hasil pengamatan dihitung persentase rata-rata kerusakan jaringan yang terdistribusi secara normal kemudian dianalisis dengan sidik ragam pada signifikansi 5%. Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat beda nyata terhadap variabel yang diamati antar perlakuan dengan kontrol ( $P < 0,05$ ). Data penelitian menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dan filtrasi berpengaruh terhadap persentase kerusakan jaringan. Data hasil penelitian perlakuan aerasi dan filtrasi disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis, persentase kerusakan jaringan menggunakan uji sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan aerasi ganda memberikan pengaruh terhadap variabel dengan hasil persentase yang lebih rendah dengan perlakuan aerasi tunggal dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa persentase kerusakan jaringan insang pada perlakuan aerasi tunggal nonfiltrasi lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini disebabkan oleh kurangnya kadar oksigen terlarut dan tingginya kadar amonia yang dipicu oleh dekomposisi bahan organik hasil sisa metabolisme ikan nila dalam wadah pemeliharaan. Kerusakan jaringan insang ini diawali dengan terjadinya peningkatan produksi sekreta oleh sel-sel mukosa pada lamela insang. Produksi sekreta oleh sel-sel mukosa berfungsi melindungi insang dari cekaman faktor eksternal selama pemeliharaan. Yoon *et al.* (2015) menyatakan, peningkatan kadar amonia dapat menyebabkan sel-sel mukosa pada lamela insang menghasilkan lebih banyak

sekreta yang berfungsi melindungi insang. Hal ini merupakan bentuk respons dan mekanisme pertahanan nonspesifik ikan dari cekaman yang terjadi dalam wadah pemeliharaan.

Kandungan amonia terbesar terdapat pada perlakuan aerasi nonfiltrasi (ANF) yang memiliki rata-rata sebesar 0,58 mg/L, diikuti dengan perlakuan aerasi ganda non filtrasi (AANF) sebesar 0,52 mg/L, aerasi dan filtrasi (AF) sebesar 0,21 mg/L dan yang terendah dari perlakuan aerasi ganda dan filtrasi (AAF), yaitu sebesar 0,19 mg/L. Nilai ini tidak melebihi ambang batas cemaran amonia pada wadah pemeliharaan sebesar 1,0 mg/L. Syamsunarno dan Sunarno (2016) menyatakan, kandungan amonia yang baik bagi kehidupan ikan nila adalah kurang dari 1,0 mg/L, apabila kadar amonia melebihi 1,5 mg/L, maka perairan tersebut bersifat toksik bagi ikan nila. Peningkatan kadar amonia ini disebabkan oleh banyaknya sisa metabolit ikan nila merah.

Hasil analisis terhadap persentase kerusakan jaringan dengan perlakuan filtrasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antar kelompok perlakuan. Penggunaan filtrasi dapat menurunkan persentase kerusakan jaringan dibandingkan kelompok perlakuan nonfiltrasi. Kondisi ini disebabkan oleh filtrasi yang dapat mereduksi amonia dalam wadah pemeliharaan. Kadar amonia yang tereduksi dapat meningkatkan kualitas air dan bermanfaat bagi pertumbuhan ikan nila merah dan mencegah terjadinya kerusakan jaringan pada organ insang. Junaidi dan Diniarti (2021) menyatakan, ikan akan mengeluarkan limbah dari sisa pakan dan metabolisme tubuh yang banyak mengandung amonia, apabila tidak teroksidasi oleh bakteri dalam kurun waktu lama dapat bersifat racun. Tingginya konsentrasi buangan ini tentunya dapat menyebabkan gangguan pada ikan. Kondisi ini dapat berupa kerusakan pada insang, adanya pertumbuhan jamur, menghambat laju respirasi ikan, bahkan dapat menyebabkan kematian pada ikan. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Pratama *et al.* (2021), yang menunjukkan adanya penurunan signifikan pada nilai amonia setelah dilakukan filtrasi. Kondisi ini diakibatkan oleh adanya proses penyerapan sisa buangan metabolisme oleh komponen pada filter. Filtrasi terbukti mampu mereduksi kadar amonia sehingga berada dalam kisaran ambang batas yang dibolehkan dan dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air pada wadah pemeliharaan.

Tabel 1. Data hasil analisis bobot total insang, bobot tubuh ikan, dan bobot insang relatif pada ikan nila merah setelah perlakuan aerasi dan filtrasi selama 60 hari pemeliharaan

Perlakuan	Persentase Kerusakan Jaringan		
	Bobot Total Insang	Bobot Tubuh Ikan	Bobot Insang Relatif
<i>Aerasi (A)</i>			
A	1,44 <sup>a</sup> ±0,27	36,73 <sup>a</sup> ±1,72	2,23 <sup>a</sup> ±1,00
AA	1,66 <sup>b</sup> ±0,13	47,29 <sup>b</sup> ±8,20	4,24 <sup>b</sup> ±2,53
<i>Filtrasi (F)</i>			
NF	1,38 <sup>a</sup> ±0,22	33,74 <sup>a</sup> ±1,35	1,79 <sup>a</sup> ±0,68
F	1,72 <sup>b</sup> ±0,04	50,28 <sup>b</sup> ±7,71	4,67 <sup>b</sup> ±2,14
<i>Aerasi x Filtrasi</i>			
A x NF	1,20 <sup>a</sup> ±0,09	26,02 <sup>a</sup> ±3,42	1,48 <sup>a</sup> ±0,79
AA x NF	1,56 <sup>b</sup> ±0,12	41,47 <sup>b</sup> ±5,09	2,10 <sup>ab</sup> ±0,45
A x F	1,69 <sup>c</sup> ±0,04	47,45 <sup>bc</sup> ±6,76	2,98 <sup>b</sup> ±0,53
AA x F	1,75 <sup>c</sup> ±0,03	53,11 <sup>c</sup> ±6,67	6,37 <sup>c</sup> ±1,70

Keterangan: Data pada tabel berupa rata-rata±standar deviasi. Superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata (P<0,05). A: aerasi tunggal, AA: aerasi ganda, F: dengan filtrasi, NF: Nonfiltrasi

Tabel 2. Data hasil analisis persentase kerusakan jaringan insang setiap kelompok perlakuan selama 60 hari pemeliharaan

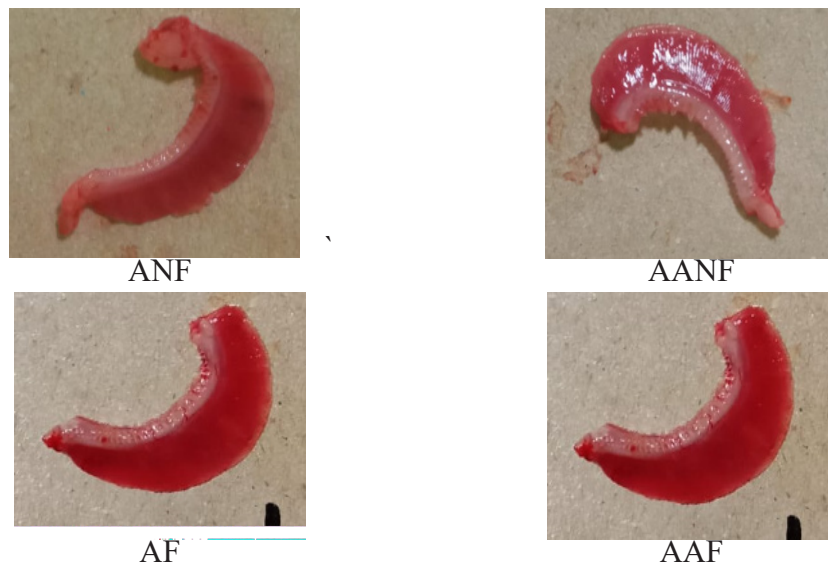
Perlakuan	Persentase Kerusakan Jaringan			
	Hiperplasia	Fusi lamela sekunder	Odema	Telangiectasis
<i>Aerasi (A)</i>				
AA	1,32 <sup>a</sup> ±0,22	1,06 <sup>a</sup> ±0,03	1,38 <sup>a</sup> ±0,40	1,42 <sup>a</sup> ±0,20
A	1,54 <sup>b</sup> ±0,13	1,16 <sup>b</sup> ±0,11	1,71 <sup>b</sup> ±0,18	1,64 <sup>b</sup> ±0,32
<i>Filtrasi (F)</i>				
F	1,29 <sup>a</sup> ±0,19	1,06 <sup>a</sup> ±0,03	1,31 <sup>a</sup> ±0,34	1,30 <sup>a</sup> ±0,07
NF	1,58 <sup>b</sup> ±0,09	1,17 <sup>b</sup> ±0,10	1,78 <sup>b</sup> ±0,14	1,76 <sup>b</sup> ±0,23
<i>Aerasi x Filtrasi</i>				
AA x F	1,14 <sup>a</sup> ±0,12	1,04 <sup>a</sup> ±0,02	1,06 <sup>a</sup> ±0,30	1,13 <sup>a</sup> ±0,16
A x F	1,45 <sup>b</sup> ±0,09	1,07 <sup>b</sup> ±0,03	1,56 <sup>ab</sup> ±0,10	1,47 <sup>a</sup> ±0,14
AA x NF	1,51 <sup>b</sup> ±0,07	1,08 <sup>b</sup> ±0,01	1,69 <sup>b</sup> ±0,12	1,71 <sup>b</sup> ±0,03
A x NF	1,64 <sup>c</sup> ±0,07	1,26 <sup>b</sup> ±0,07	1,86 <sup>c</sup> ±0,10	1,81 <sup>c</sup> ±0,05

Keterangan: Data pada tabel berupa rata-rata±standar deviasi. Superskrip berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata (P<0,05). A: aerasi tunggal, AA: aerasi ganda, F: dengan filtrasi, NF: Nonfiltrasi

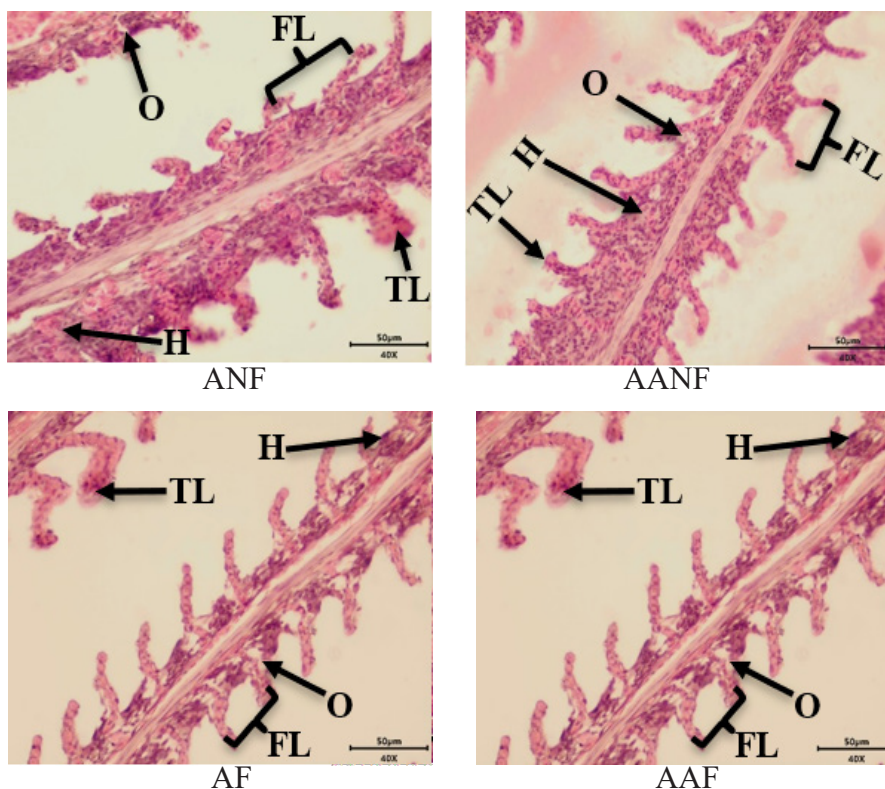
Tabel 3. Data Parameter Lingkungan Budidaya Setiap Kontainer Selama Penelitian Pengaruh Filtrasi dan Aerasi yang Berbeda terhadap Histopatologi Organ Insang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*)

Parameter	Perlakuan			
	ANF	AANF	AF	AAF
D.O (mg/L)	5,59	6,74	7,36	8,46
pH	6,66	6,69	6,78	6,9
Suhu air (°C)	28,13	28,28	28,51	28,33
Salinitas	0,1	0,1	0,1	0,1
Nitrit	0,198	0,128	0,045	0,042
Nitrat	0,89	0,4	0,2	0,15
Amonia	0,58	0,52	0,21	0,19

Keterangan: ANF, aerasi tunggal non filtrasi; AANF, aerasi ganda non filtrasi; AF, aerasi tunggal dengan filtrasi; AAF, aerasi ganda dengan filtrasi; DO, dissolved oxygen; pH, potential hydrogen.



Gambar 1. Perbandingan insang ikan nila merah setiap kelompok perlakuan  
Keterangan: ANF, aerasi tunggal non filtrasi; AANF, aerasi ganda non filtrasi; AF, aerasi tunggal dengan filtrasi; AAF, aerasi ganda dengan filtrasi. Warna organ perlakuan nonfiltrasi lebih pucat dan cenderung berukuran lebih kecil dibanding dengan perlakuan dengan filtrasi



Gambar 2. Histopatologi organ insang ikan nila merah setiap kelompok perlakuan dengan perwarnaan HE pada perbesaran 400 kali.  
Keterangan: ANF, aerasi tunggal non filtrasi; AANF, aerasi ganda non filtrasi; AF, aerasi tunggal dengan filtrasi; AAF, aerasi ganda dengan filtrasi. O, Odema; FL, Fusi lamela sekunder; TL, Telangiektasis; H, Hiperplasia.



Penggunaan filtrasi dan aerasi pada wadah pemeliharaan ikan memberi pengaruh nyata terhadap variabel penelitian pada ikan nila merah. Hasil analisis data terhadap persentase kerusakan jaringan menunjukkan adanya interaksi berbeda yang signifikan ( $P < 0,05$ ) antara penggunaan aerasi dengan filtrasi. Interaksi antar perlakuan aerasi ganda dengan filtrasi menghasilkan nilai rerata kerusakan jaringan yang lebih rendah dibandingkan dari perlakuan lain. Hal ini disebabkan oleh kadar oksigen yang meningkat memberi pengaruh terhadap perbaikan aktivitas respirasi ikan. Penggunaan kombinasi perlakuan ini juga mampu mereduksi kadar amonia di dalam air. Hal ini karena perlakuan aerasi dapat memberikan asupan oksigen yang cukup untuk proses oksidasi dan filtrasi akan menyerap buangan metabolit yang mengandung amonia sehingga menurunkan kadar toksik dalam wadah pemeliharaan.

Insang merupakan organ utama dalam fungsi respirasi pada ikan. Fungsi organ insang ini dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan sel pada jaringan insang hingga terjadinya disfungsi organ, apabila terjadi perubahan lingkungan yang terlalu drastis. Wandari *et al.* (2018) menyatakan bahwa terjadinya perubahan lingkungan akan memberikan dampak terhadap struktur dan fungsi pada organ ikan, seperti insang. Kondisi ini dapat mengakibatkan rusaknya sel-sel pada jaringan insang. Romdhoni (2015) menyatakan bahwa setiap jaringan dan organ hewan dapat mengalami kerusakan tertentu, hal ini umumnya diketahui dengan pemeriksaan histopatologi. Kerusakan jaringan pada organ insang ikan nila merah hasil penelitian ini disajikan pada Gambar 2.

Histopatologi yang ditemui pada insang ikan nila merah saat penelitian adalah hiperplasia, fusi lamela sekunder, edema, dan telangiectasis. Hiperplasia merupakan penambahan biomassa sel yang berlebih, karena proses mitosis yang terjadi secara berkelanjutan. Hiperplasia pada sel terjadi saat sel mengalami proses mitosis yang mengakibatkan biomassa sel pada jaringan bertambah. Hiperplasia yang berlebihan berdampak pada terjadinya fusi lamela sekunder pada insang ikan nila merah. Kondisi ini ditandai dengan terjadinya perlekatan antar lamela sekunder dan struktur lamela yang tidak utuh. Alfis *et al.* (2022) menyatakan, hiperplasia ditandai dengan penambahan jumlah sel epitel

pada lamela yang berakibat pada penambahan ukuran dan perlekatan antar lamela sekunder.

Indikasi lain yang teramati pada preparat histologi insang adalah edema pada lamela sekunder. Edema merupakan bentuk respons pertahanan awal akibat dari paparan cemaran bahan kimia, toksisitas amonia, dan parasit yang menempel pada insang. Juanda dan Sri (2018) menyatakan bahwa edema pada lamela sekunder ditandai dengan adanya pembengkakan yang berfungsi untuk melindungi jaringan dari paparan polutan kimia, amonia, dan parasit. Edema yang tidak diikuti fase pemulihan dan terjadi dalam waktu yang lama dapat berdampak pada kematian sel. Berata *et al.* (2015) menyatakan, nekrosis terjadi dengan tahapan kerusakan membran karena sel mengalami pembengkakan (*swelling*) yang menyebabkan lisosom mengeluarkan enzim ke sitoplasma dan menghancurkan sel, kemudian isi sel akan keluar karena kerusakan membran sehingga mengakibatkan reaksi peradangan akut. Sel dalam kondisi ini kehilangan kemampuannya untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi.

Kerusakan secaa histopatologi pada jaringan insang juga ditandai dengan terjadinya telangiectasis, yaitu pelebaran pembuluh darah yang disebabkan oleh cekaman yang melampaui batas. Kondisi ini menyebabkan munculnya penjonolan/*prosesus* pada bagian apeks lamela sekunder. Jamin dan Erlangga (2015) menyatakan, telangiectasis merupakan bentuk histopatologi pada insang yang ditandai dengan terjadinya vasodilatasi pembuluh darah kapiler. Kondisi ini berakibat terjadinya evaginasi atau munculnya *prosesus* pada bagian apeks lamela sekunder sehingga tampak bulat akibat terjadinya peningkatan volume darah.

## SIMPULAN

Penambahan aerasi yang dikombinasi dengan filtrasi berdampak positif dalam mereduksi konsentrasi amonia dan mengurangi kerusakan pada jaringan organ insang ikan. Sinergi aerasi dan filtrasi secara potensial dapat meningkatkan kualitas lingkungan hidup ikan dan mengurangi risiko gangguan kesehatan. Temuan ini membuka peluang untuk pengembangan teknik budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan, mendukung kesejahteraan dan kesehatan ikan secara menyeluruh.

## SARAN

Penelitian ini hanya dilakukan menggunakan kombinasi filtrasi dengan aerasi dan rentang waktu dalam skala laboratorium atau skala kecil. Peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemberian kombinasi filtrasi dengan aerasi dalam budidaya perikanan dalam skala kolam atau skala besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mereka yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan saran serta masukan, bimbingan, dan motivasi selama penelitian hingga penulisan artikel jurnal ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfis NF, Lia H, Nurhayati. 2022. Gambaran histologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar pestisida golongan organofosfat. *Jurnal Tilapia* 3(1): 28-37.
- Berata IK, Winaya IBO, Adi AAAM, Adnyana IBW, Kardena IM. 2015. *Patologi Veteriner Umum*. Cetakan ke-3. Denpasar. Swasta Nulus.
- Berlianti NA, Widodo CS, Juswono UP. 2014. Studi tentang pengaruh limbah pencemar terhadap kandungan radikal bebas pada organ insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Natural B* 2(4): 355-359.
- Chabot D, McKenzie DJ, Craig JF. 2016. Metabolic rate in fishes: definitions, methods and significance for conservation physiology. *Journal of Fish Biology* 88: 1-9.
- Dewi SRP, Marlamsya DO, Bikarindrasari R. 2017. Efek antikaries ekstrak gambir pada tikus jantan galur wistar. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia* 3(2): 83-92.
- Diansari VR, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 2(3): 37-45.
- Fauzia RS, Sugeng HS. 2020. Resirkulasi air untuk optimalisasi kualitas air budidaya ikan nila nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat* 2(5): 887-892.
- Haryadi DSY, Lumbessy Z, Abidin. 2015. Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram* 6(1): 64-69.
- Indrayani D, Yusfiati, Roza E. 2014. Struktur insang ikan *Ompok hypophthalmus* (Bleeker 1846) dari perairan sungai Siak Kota Pekanbaru *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 1(2): 7.
- Islami AN, Zahidah, Zuzy A. 2017. Pengaruh perbedaan siphonisasi dan aerasi terhadap kualitas air, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup pada budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) stadia benih. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 8(1): 73-82.
- Jamin, Erlangga. 2015. Pengaruh insektisida golongan organofosfat terhadap benih ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*, Bleeker): analisis histologi hati dan insang. *Acta Aquatica* 3(2): 46-53.
- Juanda JS, Sri IE. 2018. Histopatologi insang, hati, dan usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Saintek Perikanan* 14(1): 23-29.
- Junaidi M, Diniarti N. 2021. Pengaruh komposisi filter terhadap kualitas air dan pertumbuhan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan* 9(2): 17-27.
- Kzlauskiene N, Vosyliene MZ. 2008. Characteristic features of the effect of Cu and Zn mixtures on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in ontogenesis. *Polish Journal of Environmental Studies* 17(2): 291.
- Laboratorium Kesehatan Semarang. 2021. *Teknik pembuatan preparat histopatologi dari jaringan hewan dengan pewarnaan hematoksin dan eosin (H&E)*. Semarang. Laboratorium Kesehatan Semarang.

- Pawlina W. 2016. *Histology a text and atlas*. Seventh Ed. Philadelphia. Wolters Kluwer.
- Pratama Y, Juhana S, Yuliatmo R. 2021. Metode filtrasi menggunakan media arang aktif, zeolit, dan pasir silika untuk menurunkan amonia total (N-NH<sub>3</sub>) dan sulfida (S<sup>2-</sup>) pada air limbah outlet industri penyamakan kulit. *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit* 20(1): 38-52.
- Romdhoni MF. 2015. Pengaruh pemberian formalin per oral terhadap mukosa lambung tikus putih strain wistar (*Rattus norvegicus* strain wistar). *Magna Medika* 1(2): 162-169.
- Sudrajat, Dwi A, Muhamad M. 2020. Analisis histopatologis insang dan kandungan logam berat Pb, Cd dan Fe pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan di kolam bekas tambang Kota Samarinda. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 7(1): 36-42.
- Syamsunarno MB, Sunarno MT. 2016. Budidaya ikan air tawar ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan penyediaan ikan bagi masyarakat. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan. Pembangunan Perikanan dan Kelautan dalam Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional*. Jurusan *Perikanan* Universitas Lampung. Bandar Lampung. 17 Mei 2016. Hlm.1-15.
- Ta'aladin Z. 2012. Analisa usaha budidaya ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) secara terpadu dengan ayam (long-yam) di Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Agriseip* 11(2): 262-269.
- Wahyuningsih S, Arbi MG. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia* 5(2): 112-125.
- Wandari DWT, Restu IW, Suryaningtyas EW. 2018. Studi histopatologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*, Linn.) ditinjau dari kadar ammonia (NH<sub>3</sub>) di Danau Batur, Bali. *Jurnal Metamorfosa* 5(1): 1-7.
- Yoon G, Najjya AS, Aisha A. 2015. Gill histology of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* following chronic and acute exposure to ammonia. *Journal of Agricultural and Marine Sciences* 19(1): 66-72.
- Yuan H, Xiong Y, Guan K. 2014. Nutrient sensing, metabolism, and cell growth control. *Molecular Cell* 49: 379-387.
- Zulkifli M, Hasan HA, Abdullah SRS, Muhamad MH. 2022. A review of ammonia removal using a biofilm-based reactor and its challenges. *Journal of Environmental Management* 315: 115162.