

Histomorfometri Limpa Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan dengan Aerasi dan Filtrasi Berbeda

(*HISTOMORPHOMETRY OF SPLEEN RED TILAPIA
(OREOCHROMIS NILOTICUS) CULTIVATED WITH DIFFERENT AERATION
AND FILTRATION*)

**Muhammad Anwar Djaelani,
Lestari Milatul Khusnia, Kasiyati*, Sunarno**

Program Studi Biologi,
Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang Semarang Jawa Tengah 50275
Telp. 024-7474754, *Email: atikbudi77@gmail.com

ABSTRACT

Cultivation of red tilapia (*Oreochromis niloticus*) requires good water quality. Physiological processes and organ structures can be disrupted when water quality including dissolved oxygen, water temperature, pH, salinity and ammonia exceeds the normal threshold. Aeration and filtration in fish farming can help improve water quality which affects the improvement of physiological processes and spleen function of red tilapia. The study was purposed to analyze the use of aerators, filters and a combination of both on the histomorphometry and structure of the spleen of red tilapia. This study used a completely randomized design with a 2×2 factorial arrangement. Each main factor consists of two levels, such as aeration i.e., single aeration and double aeration and filtration i.e., without filter and with filter. The experimental fish in the study were 24 red tilapia fish which were divided into four treatment groups, which included single aeration without filter, double aeration without filter, single aeration with filter, and double aeration with filter. The results showed that the interaction between aeration and filters had no significant effect ($P>0.05$) on spleen weight, Relative Spleen Weight (RSW), red pulp diameter, white pulp diameter, melanomacrophage center (MMC) diameter, and MMC cell diameter. The conclusion of this study was that the aeration, filters and combination of aeration and filters could maintain the chemical quality of water so there was no adverse effect on the histomorphometry and structure of the spleen of red tilapia.

Keywords: red tilapia; water quality; white pulp; relative spleen weight

ABSTRAK

Budi daya ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) memerlukan kualitas air yang baik. Proses fisiologis dan struktur organ dapat terganggu ketika kualitas air yang meliputi oksigen terlarut, suhu air, pH, salinitas dan amonia melebihi ambang batas normal. Filtrasi dan aerasi dalam budi daya ikan dapat membantu memperbaiki kualitas air yang berpengaruh terhadap perbaikan proses fisiologis dan fungsi limpa ikan nila merah. Penelitian ini bertujuan

untuk menganalisis penggunaan aerator, filter dan kombinasi antara aerator tunggal, aerator ganda dan filter yang berbeda terhadap kualitas air, histomorfometri dan struktur histologi limpa ikan nila merah. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial 2×2 yang terdiri atas dua faktor utama, yaitu aerasi berupa aerasi tunggal dan aerasi ganda, serta filtrasi yang terdiri atas tanpa filtrasi dan dengan filtrasi. Ikan uji dalam penelitian adalah 24 ikan nila merah yang dibagi menjadi empat kelompok perlakuan, yaitu aerasi tunggal tanpa filtrasi, aerasi ganda tanpa filtrasi, aerasi tunggal dengan filtrasi dan aerasi ganda dengan filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aerasi, filtrasi dan interaksi antara aerasi dan filtrasi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada bobot limpa, *Relative Spleen Weight* (RSW), diameter pulpa merah, diameter pulpa putih, diameter *melanomacrophage centre* (MMC) dan diameter sel MMC. Simpulan dari penelitian ini, yaitu penggunaan aerasi, filtrasi dan kombinasi antara aerasi dan filtrasi dapat mempertahankan kualitas kimia air sehingga tidak menyebabkan perubahan histomorfometri dan struktur histologi limpa.

Kata-kata kunci: nila merah; kualitas air; pulpa putih; bobot relatif limpa

PENDAHULUAN

Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Jenis ikan ini banyak digemari oleh masyarakat karena mempunyai rasa daging yang enak dan warna yang menarik (Arifin, 2016). Budi daya ikan nila merah banyak dilakukan karena spesies ikan ini mempunyai beberapa kelebihan, yaitu mempunyai fase hidup yang cepat, pertumbuhan cepat, dan tahan dengan berbagai hama dan penyakit yang sering menyerang ikan nila (Isnawati *et al.*, 2015), serta rasa daging yang enak (Arifin, 2016).

Pertumbuhan ikan nila merah harus didukung dengan kualitas air yang bersih (Salsabila dan Suprpto, 2018). Kualitas air sangat memengaruhi kualitas budi daya perikanan. Ikan nila merah merupakan salah satu jenis ikan yang mempunyai toleransi tinggi terhadap berbagai kondisi perairan dibandingkan jenis ikan lainnya. Ikan nila merah mampu beradaptasi pada kualitas air yang rendah, namun pertumbuhan dan perkembangan ikan nila merah tidak dapat maksimal. Parameter air yang harus diperhatikan dalam budi daya ikan nila, yaitu parameter fisika dan kimia air (Pramleonita *et al.*, 2018).

Sistem aerasi dan filtrasi berpengaruh dalam budi daya ikan nila. Kualitas air budi daya perikanan dapat mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Penurunan kualitas air disebabkan oleh sisa metabolisme ikan dan sisa pakan yang berada di dasar kolam (Pratama *et al.*, 2020). Sisa metabolisme dan sisa pakan pada kolam ikan mengandung banyak amonia. Konsentrasi amonia yang terlalu banyak di dalam air kolam dan tidak teroksidasi dapat bersifat racun bagi ikan nila (Mercante *et al.*, 2018). Sistem resirkulasi akuakultur dengan teknik aerasi dan filtrasi dapat diaplikasikan untuk mengatasi penurunan kualitas air (Suparlan *et al.*, 2020). Aerasi dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan mengurangi efek toksik amonia. Konsentrasi oksigen terlarut dapat menurun saat jumlah sisa pakan meningkat karena sisa pakan yang terlalu banyak dapat dirombak oleh oksigen terlarut (Zahidah *et al.*, 2015). Teknik filtrasi yang umum digunakan dalam budi daya ikan adalah biofiltrasi dengan biofilter. Biofiltrasi dapat mengikat amonia yang beracun bagi ikan. Amonia akan dioksidasi oleh biofiltrasi dan diubah menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat (Norjanna *et al.*, 2015).

Limpa merupakan salah satu organ pada sistem imun yang berfungsi seperti limfonodus pada mammalia (Hayatun *et al.*, 2022) dan juga sebagai tempat hematopoiesis yang berperan dalam pembetukan sel-sel darah, menyimpan eritrosit, tempat penyaringan darah, dan penghancuran sel darah yang telah melaksanakan fungsinya (Mariska *et al.*, 2020). Kualitas lingkungan perairan yang tidak baik dapat mengakibatkan perubahan fisiologis dan struktural limpa ikan (Xu *et al.*, 2018). Hasil pengukuran histomorfometri limpa ikan nila dapat digunakan untuk menunjukkan status kesehatan ikan (Vastos, 2021). Penilaian kesehatan ikan juga dapat dilakukan dengan mengamati perubahan histologi. Kualitas air dalam perikanan harus tetap dijaga agar kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila dapat optimal, di antaranya dengan penggunaan teknik aerasi dan filtrasi dalam budi daya ikan nila. Penelitian ini dirancang bertujuan untuk mengetahui pengaruh aerasi dan filtrasi yang berbeda pada histomorfometri dan struktur histologi limpa ikan nila merah.

METODE PENELITIAN

Hewan uji ikan nila merah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Balai Benih Ikan Siwarak, Ungaran, Kabupaten Semarang, ukuran panjang ikan 8-12 cm dan bobot 10-20 g. Hewan uji dipelihara dalam kontainer boks CB 150 dengan volume air 40 liter, masing-masing boks diisi dengan enam ekor ikan nila dengan panjang dan bobot badan seragam. Semua boks kontainer ditempatkan dalam satu ruang yang sama, setiap pagi, siang, dan sore dilakukan pencatatan suhu ruang selama penelitian berlangsung.

Aklimatisasi hewan uji dilakukan selama dua minggu dengan pemberian pakan secara *ad satiation*. Selama berlangsungnya penelitian, ikan nila diberi pakan (Takari[®],) tiga kali sehari sebanyak 3% dari bobot tubuh ikan. Bobot tubuh ikan pada awal dan akhir penelitian diukur menggunakan *digital micro*

scale, sedangkan panjang tubuh awal dan akhir diukur menggunakan *caliper*. Pengurasan air dalam kontainer dilakukan apabila warna air mendekati keruh (1-2 minggu sekali), dengan cara menyedot dan membersihkan sisa kotoran yang mengendap pada bagian dasar kontainer, serta mengganti 70% air di dalam kontainer dengan air yang baru. Air yang digunakan adalah air ledeng yang bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum Kota Semarang.

Pengukuran faktor lingkungan dilakukan sebanyak dua kali pada setiap minggu yang meliputi pengukuran suhu air, suhu lingkungan, pH, dan *dissolve oxygen* (DO). Kadar amonia diukur setiap dua minggu sekali menggunakan spektrofotometer (DR3900 Spectrophotometer Visible, Hacht Indonesia, Jakarta, Indonesia). Salinitas diukur menggunakan *conductivity meter* (WTW Cond 3210 Portable Conductivity Meter[®], Fisher Scientific, Göteborg - Swedia) pada awal penelitian. Perlakuan pada hewan uji diberikan selama 60 hari. Ikan uji diterminasi dengan cara mengorbankan nyawa ikan, yaitu dengan menguras air di dalam kontainer sampai air terbuang seluruhnya, kemudian ikan yang tetap berada di dalam kontainer dидiamkan selama 30-60 menit atau sampai ikan mati. Isolasi organ limpa dilakukan dengan pembedahan tubuh ikan nila merah pada bagian bawah abdomen menggunakan pisau bedah kemudian organ limpa diisolasi. Organ limpa dibersihkan menggunakan larutan garam fisiologis untuk menghilangkan sisa darah, sisa garam fisiologis diserap menggunakan tissue dan limpa ditimbang untuk memperoleh bobot organ. Penghitungan bobot limpa relatif mengacu pada metode yang digunakan oleh Xu *et al.* (2018), yaitu : $Relative\ Spleen\ Weight/RSW\ (\%) = (bobot\ total\ limpa/bobot\ tubuh) \times 100\%$. Limpa yang telah ditimbang selanjutnya difiksasi menggunakan larutan *buffer neutral formalin* (BNF) 10% untuk diproses menjadi preparat histologi (Mariska *et al.*, 2020).

Pembuatan preparat histologi limpa dengan metode parafin terdiri atas beberapa tahapan, yaitu fiksasi, dehidrasi, penjernihan, infiltrasi, *embedding*, *sectioning*, *affixing*, deparafinasi, pewarnaan, dan penutupan (Harijati *et al.*, 2017). Pewarnaan preparat menggunakan hematoksin eosin. Pengamatan histomorfometri dan struktur histologi limpa menggunakan optilab dan mikroskop. Parameter yang diukur, yaitu diameter pulpa merah, pulpa putih, dan *melanomacrophage center* (MMC). Cara pengukuran masing-masing diameter, yaitu setiap satu preparat histologi diamati pada lima bidang pandang, masing-masing bidang pandang diukur lima pulpa atau MMC sebagai ulangan. Aksis panjang dan aksis pendek dari pulpa atau MMC dijumlahkan dan dibagi dua. Pengamatan selanjutnya, yaitu mendeskripsikan struktur histologi limpa nila merah sesuai dengan kelompok perlakuan.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2×2 yang terdiri atas dua faktor utama, masing-masing faktor utama disusun oleh dua level. Faktor pertama, yaitu aerasi (aerasi tunggal dan aerasi ganda) dan faktor kedua, yaitu filtrasi (tanpa filtrasi dan dengan filtrasi) sehingga kombinasi kelompok perlakuan pada penelitian ini adalah 1) kelompok aerasi tunggal tanpa filtrasi (A1F0), 2) kelompok aerasi tunggal dengan filtrasi (A1F1), 3) kelompok aerasi ganda tanpa filtrasi (A2F0), dan 4) kelompok aerasi ganda dengan filtrasi (A2F1).

Analisis data penelitian menggunakan software SPSS versi 26. Semua data diuji normalitas dan homogenitasnya menggunakan Levene Statistic. Data yang terdistribusi normal dan homogen, dianalisis menggunakan uji sidik ragam dua arah pada taraf signifikansi 5%. Transformasi data dilakukan pada analisis bobot limpa karena data yang didapatkan tidak terdistribusi normal. Uji Friedman

dilakukan pada analisis RSW karena data yang didapatkan juga tidak normal, baik sebelum maupun setelah transformasi data (Na'imah dan Rohmaniah, 2020). Namun, analisis terhadap struktur histologi limpa dari sampel ikan dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan aerator, filter, maupun interaksi antara aerator dan filter tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap diameter pulpa merah, pulpa putih dan diameter MMC pada ikan nila merah (Tabel 1). Bobot limpa, ukuran diameter pulpa merah, pulpa putih dan diameter MMC relatif sama pada semua kelompok, kondisi ini berkaitan dengan penggunaan aerator, filter, maupun kombinasi aerator dan filter dapat mempertahankan kualitas air selama penelitian (Tabel 2). Kandungan amonia dalam air sebagai media pemeliharaan ikan nila merah masih dalam kisaran normal sehingga tidak bersifat toksik bagi ikan. Kadar amonia pada penelitian ini berkisar antara 0,18-0,58 mg/L, lebih rendah dari laporan Wahyuningsih dan Gitarama (2020) yang menyatakan kadar amonia lebih besar dari 1,5 mg/L bersifat racun bagi ikan nila. Penggunaan aerator, filter, maupun kombinasi aerator dan filter secara umum dapat mempertahankan kualitas air budi daya sehingga nitrit, nitrat, maupun amonia masih dalam kisaran normal (Tabel 2).

Kualitas air budi daya yang sesuai standar pemeliharaan tidak dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan fisiologis bagi ikan penelitian. Bobot limpa pada penelitian ini juga tidak mengalami perubahan ukuran ($P>0,05$) pada semua kelompok. Hasil pengukuran bobot limpa pada penelitian ini sesuai dengan bobot limpa ikan nila pada hasil penelitian He *et al.* (2021) yang memiliki rentangan 0,07-0,25 g. Sementara itu Xu *et al.* (2018) menyatakan bahwa perubahan ukuran limpa seperti splenomegali dapat terjadi

Tabel 1. Hasil analisis data bobot limpa, diameter pulpa merah, diameter pulpa putih, diameter MMC, dan diameter sel MMC pada setiap kelompok perlakuan

Perlakuan	Bobot limpa		Diameter (µm)			
	Absolut (g)	Relatif (%)	Pulpa merah	Pulpa putih	MMC	Sel MMC
<i>Aerator (A)</i>						
A1	0,08±0,03	0,21±0,04	27,10±2,54	21,69±3,20	37,83±7,56	6,36±6,36
A2	0,11±0,04	0,23±0,06	27,43±4,33	22,27±1,88	37,45±14,45	5,76±0,94
<i>Filter (F)</i>						
F0	0,10±0,05	0,28±0,05	28,11±3,83	21,29±2,90	40,59±9,67	6,66 ^b ±0,92
F1	0,10±0,03	0,19±0,05	26,42±3,01	22,67±2,12	34,69±12,39	5,46 ^a ±0,62
<i>Aerator × Filter (A×F)</i>						
A1F0	0,08±0,03	0,29±0,06	28,09±2,44	20,01±3,46	37,99±6,92	7,13±0,45
A1F1	0,09±0,04	0,18±0,01	26,11±2,43	23,38±1,94	37,68±8,82	5,59±0,63
A2F0	0,12±0,06	0,28±0,04	28,13±5,13	22,58±1,61	43,20±11,89	6,18±1,05
A2F1	0,11±0,02	0,20±0,08	26,73±3,71	21,96±2,22	31,71±15,44	5,34±0,64

Keterangan: ^{a-b}Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda signifikan (P<0,05) Tidak terdapat pengaruh interaksi (P>0,05) antara penggunaan aerator dan filter. Data yang ditampilkan berupa rerata±SD. A1F0: kelompok aerasi tunggal tanpa filtrasi, A1F1: kelompok aerasi tunggal dengan filtrasi, A2F0: kelompok aerasi ganda tanpa filtrasi, A2F1: kelompok aerasi ganda dengan filtrasi.

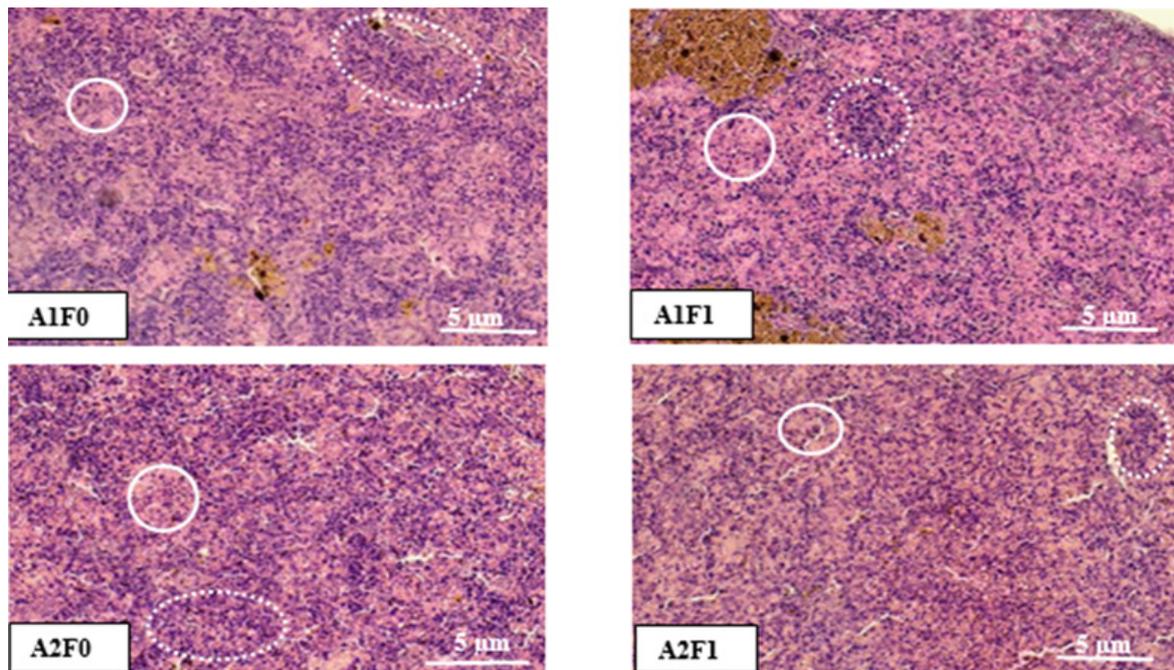
Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada setiap kelompok perlakuan

Parameter	Nilai normal*	Kelompok Perlakuan			
		A1F0	A1F1	A2F0	A2F1
Suhu (°C)	25-30	28,13	28,33	28,28	28,33
pH	6,5-8,5	6,66	6,78	6,69	6,90
Salinitas (ppt)	0-35	0,1	0,1	0,10	0,1
DO (mg/L)	≥ 3	5,59	7,36	6,74	8,46
Nitrit (mg/L)	0,06	0,19	0,04	0,13	0,04
Nitrat (mg/L)	0,3-0,9	0,89	0,20	0,40	0,15
Amonia (mg/L)	<0,02	0,58	0,21	0,52	0,19

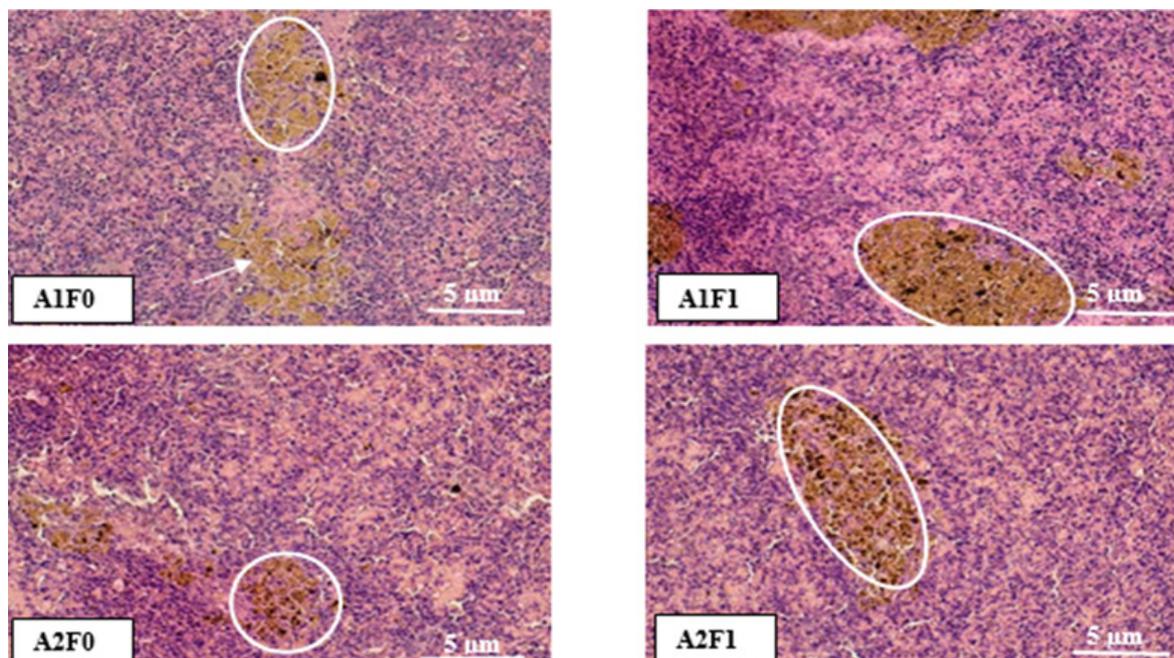
Keterangan: A1F0: kelompok aerasi tunggal tanpa filtrasi, A1F1: kelompok aerasi tunggal dengan filtrasi, A2F0: kelompok aerasi ganda tanpa filtrasi, A2F1: kelompok aerasi ganda dengan filtrasi. *SNI (2009)

pada limpa ikan nila yang dipelihara pada air payau. Hal tersebut dapat terjadi karena ikan nila mengalami stres yang disebabkan oleh salinitas jangka panjang. Splenomegali menunjukkan limpa aktif dalam memproduksi sel darah merah sehingga bobot dan volume limpa meningkat. Peningkatan bobot dan volume limpa memungkinkan ikan nila untuk tetap dapat mempertahankan fungsi fisiologisnya.

Parameter lain yang diamati dalam penelitian ini adalah histomorfometri dan struktur histologis pulpa merah limpa (Gambar 1). Diameter pulpa merah limpa tidak menunjukkan adanya perbedaan pada semua kelompok perlakuan. Pulpa merah pada setiap kelompok juga memperlihatkan struktur histologi yang homogen dan normal (Gambar 1), serta tidak ditemukan adanya nekrosis maupun vakuolisasi pada



Gambar 1. Struktur histologi limpa pada setiap kelompok perlakuan (Pewarnaan H&E; Perbesaran 400 ×). A1F0: kelompok aerasi tunggal tanpa filtrasi, A1F1: kelompok aerasi tunggal dengan filtrasi, A2F0: kelompok aerasi ganda tanpa filtrasi, A2F1: kelompok aerasi ganda dengan filtrasi. Secara umum, struktur pulpa putih dan merah tidak berbeda pada semua kelompok, sel-sel penyusun pulpa putih (garis solid warna putih) dan merah (garis putus-putus warna putih) tersusun rapat.



Gambar 2. Struktur histologi limpa dengan MMC pada setiap kelompok perlakuan (Pewarnaan HE; Perbesaran 400 x). A1F0: kelompok aerasi tunggal tanpa filtrasi, A1F1: kelompok aerasi tunggal dengan filtrasi, A2F0: kelompok aerasi ganda tanpa filtrasi, A2F1: kelompok aerasi ganda dengan filtrasi. Populasi sel-sel MMC pada kelompok nonfilter (A1F0 dan A2F0) menunjukkan adanya agregasi (lingkaran warna putih), sedangkan populasi MMC pada kelompok berfilter (A1F1 dan A2F1) memperlihatkan sel-sel MMC tersusun rapat tanpa agregasi. Panah putih adalah sel-sel MMC.

sel-sel pulpa merah. Pulpa merah terdiri atas sel darah merah dan sinusoid yang menghubungkan sistem limfa pada pulpa merah. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilaporkan Mariska *et al.* (2020) yang menemukan bahwa pulpa merah mengalami vakuolisasi dan nekrosis akibat adanya paparan merkuri klorida (HgCl_2).

Diameter pulpa putih pada hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan hasil yang tidak signifikan antar-kelompok. Pulpa putih terdiri atas sel limfosit yang padat dan homogen. Berdasarkan hasil pengamatan histologis pada pulpa putih tidak teramati nekrosis atau vakuolisasi sel-sel penyusun pulpa putih. Struktur histologi pulpa putih relatif tidak mengalami perubahan (Gambar 2), hal ini kemungkinan berkaitan dengan penggunaan aerator dan filter, maupun kombinasinya yang dapat mempertahankan kualitas air. Kadar amonia dan nitrit pada penelitian ini masih dalam kisaran normal sehingga tidak bersifat toksik pada ikan. Dotta *et al.* (2018) menyatakan bahwa jumlah limfosit pada pulpa putih dapat mengalami peningkatan ketika sistem imunitas ikan diaktifkan. Kehadiran mikroba patogen penyebab penyakit juga bisa menyebabkan jumlah limfosit pada pulpa putih meningkat. Martins *et al.* (2008) melaporkan menemukan adanya peningkatan jumlah limfosit hingga $48,1 \times 10^3 \mu\text{L}^{-3}$. Limfosit berperan sebagai sel imunokompeten dalam tubuh ikan nila. Limfosit mampu mengendalikan sistem pertahanan tubuh ikan dalam melawan beberapa agen infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Edwardsiella tarda* pada ikan patin (A'yunin *et al.*, 2020), protozoa, cacing, (Hardi *et al.*, 2015) maupun patogen lainnya.

Penggunaan aerator, filter, dan kombinasi antara aerator dan filter tidak berpengaruh pada struktur morfologis populasi sel MMC ikan nila merah pada penelitian ini. Selain itu, pemakaian aerator, filter, maupun kombinasinya diduga tidak memberikan dampak langsung

pada sistem imunitas ikan. Komponen kimiawi air, seperti ammonia, nitrit, dan nitrat yang diukur pada penelitian ini masih dalam kisaran normal sehingga tidak berdampak toksik bagi ikan. Manrique *et al.* (2019) mengemukakan bahwa kondisi morfologi MMC dapat bervariasi bergantung pada usia, gizi, kondisi patologis, kondisi inflamasi akut, atau kronis. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Hayatun *et al.* (2022) memperlihatkan adanya kerusakan MMC pada ikan nila yang lingkungannya tercemar limbah cair kelapa sawit. Limbah cair kelapa sawit masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang kemudian menyebar ke seluruh tubuh ikan dan melalui sistem sirkulasi masuk ke dalam limpa. Kandungan pigmen dalam MMC juga dapat bervariasi bergantung pada jenis kerusakan jaringan dan kondisi pencemaran lingkungan. Agius dan Roberts (2003) menyatakan kandungan pigmen dalam MMC juga dapat bervariasi bergantung pada jenis kerusakan jaringan dan kondisi pencemaran lingkungan. Melanin merupakan pigmen utama dalam MMC karena MMC juga merupakan tempat melanogenesis primer dan pembongkarannya, serta penyimpanan zat besi. Jumlah dan volume pigmen meningkat pada ikan yang telah tua atau sakit. Ruiz *et al.* (2020) menemukan adanya jumlah MMC yang berkurang pada ikan nila yang diberikan probiotik *Lactobacillus plantarum*. Sementara itu, hasil penelitian lain memperlihatkan bahwa jumlah MMC pada limpa ikan nila dapat mengalami peningkatan karena proses detoksifikasi. Peningkatan proses detoksifikasi dapat terjadi ketika terdapat kadar racun yang tinggi dalam kolam ikan. Keterlibatan MMC dalam imunitas bawaan dan adaptif ikan juga dapat menyebabkan jumlah MMC meningkat. Stress lingkungan juga dapat menyebabkan peningkatan abnormal pada MMC (Dotta *et al.*, 2018).

Pengukuran diameter sel MMC pada ikan nila menunjukkan adanya

pengaruh signifikan ($P < 0,05$; Tabel 1) pada penggunaan filter. Sementara, penggunaan aerator (Tabel 1) tanpa mempertimbangkan filter, serta interaksi antara aerator dengan filter tidak berpengaruh ($P > 0,05$) pada diameter sel MMC ikan nila. Diameter sel MMC pada kelompok yang tidak diberi filter lebih besar daripada kelompok yang berfilter. Peningkatan ukuran sel MMC pada kelompok tanpa filter kemungkinan diakibatkan oleh aktivitas sel MMC yang meningkat. Peningkatan aktivitas sel MMC ini diduga berkaitan dengan bertambahnya konsentrasi amonia pada kolam ikan nila tanpa filter yang melebihi ambang batas. Ambang batas kadar amonia yang diperkenankan tidak lebih dari 0,02 (Tabel 2). Pada penelitian ini, kadar amonia pada perlakuan dengan filter sebesar 0,2 mg/L. Namun, perlakuan pada kolam tanpa filter mempunyai kadar amonia sebesar 0,55 mg/L. Peningkatan diameter sel MMC merupakan tanda bahwa terjadi proses detoksifikasi ammonia. Sel MMC berperan sebagai *biomarker* imunotoksikologi (Agius dan Robert, 2003). Ementara *et al.* (2016) menyatakan bahwa konsentrasi amonia yang lebih dari 0,08 mg/L dapat menurunkan daya tahan tubuh dan nafsu makan ikan nila. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Manrique *et al.* (2019) menunjukkan bahwa peningkatan jumlah dan ukuran agregat sel MMC terjadi pada sistem imun yang terganggu.

Pengamatan sel MMC pada penelitian ini menunjukkan bahwa sel MMC berbentuk bulat pada semua kelompok, terdapat agregasi sel-sel MMC pada kelompok tanpa filter. Agregasi pada sel-sel MMC diduga berkaitan dengan peran detoksikasi terhadap amonia. Sebaliknya pada kelompok berfilter sel-sel MMC tersusun rapat tanpa agregasi (Gambar 2) dengan asumsi kadar amonia dapat ditoleransi oleh tubuh ikan nila pada penelitian ini. Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Sayed dan Younes (2016) bahwa sel-sel MMC berperan

menghancurkan dan mendetoksifikasi zat endogen maupun eksogen, serta merespons bahan asing yang masuk ke dalam tubuh. Perubahan struktur histologi MMC pada ikan juga digunakan sebagai bioindikator pencemaran perairan, stres, dan peradangan kronis (Agius dan Robert, 2003). Secara umum perubahan diameter MMC juga dapat terjadi karena faktor usia, jenis kelamin, spesies, kondisi hormonal, dan faktor lainnya (Sayed dan Younes, 2016).

Penelitian ini memiliki batasan dalam penggunaan air, wadah pemeliharaan, jumlah ikan dan pengukuran faktor kimiawi lingkungan. Air yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari air PDAM Kota Semarang yang memiliki standar sebagai air minum dan untuk keperluan hygiene sesuai baku mutu SNI 7550 (2009). Namun demikian, dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran ulang kualitas air PDAM. Di dalam penelitian ini juga dilakukan penggantian air sebanyak 70% bila kondisi air dalam wadah pemeliharaan telah keruh karena air yang keruh dapat menjadi faktor tersendiri dalam hygiene ikan nila. Dalam upaya meminimalkan faktor-faktor lain yang dapat berdampak dalam penelitian ini maka dilakukan penggantian air sebanyak 70% pada media ikan nila yang digunakan selama penelitian. Wadah pemeliharaan ikan digunakan boks kontainer plastik CB 150 sebagai pengganti aquarium/kolam. Pada uji coba penelitian digunakan aquarium akrilik namun seringkali dijumpai kebocoran pada bagian sudut aquarium sehingga pada saat pelaksanaan penelitian digunakan boks kontainer CB 150 yang antibocor dan mudah dibersihkan. Jumlah ikan nila yang dipergunakan pada penelitian ini semula 100 ekor, namun terus mengalami kematian, sehingga jumlah yang tersisa dan masih mewakili untuk olah data dipergunakan dalam penelitian ini. Pengukuran faktor lingkungan, terutama kimiawi air hanya dilakukan setiap dua minggu sekali yang semestinya bisa diukur satu minggu sekali.

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah penggunaan aerator, filter, atau kombinasi antara filtrasi dan aerasi dapat mempertahankan kualitas kimia air sehingga tidak berdampak pada histomorfometri dan mikrostruktur histologis limpa. Perubahan ukuran sel MMC menunjukkan terjadi kinerja imunologis.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mengobservasi mengenai kualitas air budi daya yang sesuai standar untuk pemeliharaan ikan nila.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui kontrak penelitian nomor 2174/UN7.5.8.2/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Agius C, Roberts RJ. 2003. Melanomacrophage center and their role on fish pathology. *J Fish Dis* 26(9): 499-509
- Arifin MY. 2016. Pertumbuhan dan survival rate ikan nila (*Oreochromis* sp.) strain merah dan strain hitam yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Univiversitas Batanghari Jambi* 1(16): 159-166.
- A'yunin Q, Budianto, Andayani S, Pratiwi DC. 2020. Analisis Kondisi Kesehatan Ikan Patin *Pangasius* sp. yang Terinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 9(2): 164-172.
- Dotta G, Andradea JEA, Garcia P, Jesus GFA, Mourinoa JLP, Mattos JJ, Bainy ACD, Martins ML. 2018. Antioxidant enzymes, hematology and histology of spleen in nile tilapia fed supplemented diet with natural extracts challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immun* 79: 175-180.
- Hardi EH. 2015. *Parasit Biota Akuatik*. Samarinda. Mulawarman University Press.
- Harijati N, Samino S, Indiyani S, Sowondo A. 2017. *Mikroteknik Dasar*. Malang. UB Press.
- Hayatun N, Akmal Y, Irfannur, Muliari. 2022. Histopatologi limpa pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan* 2(4): 94-99.
- He Y, Wang E, Wang K, Wang J, Fan W, Chen D, Yang Q. 2021. Morphology of the spleen in *Oreochromis niloticus*: splenic subregions and the blood-spleen barrier. *Animals* 11: 2934. <https://doi.org/10.3390/ani11102934>. [17 Maret 2024].
- Isnawati N, Sidik R, Mahasri G. 2015. Potensi serbuk daun pepaya untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, rasio efisiensi protein dan laju pertumbuhan relatif pada budidaya ikan nila. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 2(7): 121-124.
- Manrique BG, Figueiredo MAP, Silvac IC, Beloá MAA, Dib C. 2019. Spleen melanomacrophage centers response of nile tilapia during *Aeromonas hydrophila* and *Mycobacterium marinum* infections. *Fish and Shellfish Immun* 95: 514-518.
- Mariska M, Nazaruddin, Armansyah T. 2020. Gambaran histopatologis limpa jantan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang terpapar merkuri klorida (HgCl₂). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner* 1(4): 1-8.
- Martins ML, Mourino JLP, Amoral GV, Viera FN, Dotta G, Jatoba AMB, Pedrotti FS, Jeronimo GT, Buglione NCC, Pereira-Jr G. 2008. Hematological

- changes in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. *Braz J Biol* 68(3): 657-661.
- Mercante CTJ, David GS, Rodrigues, CJ, Carmo, CF, Silva RJ. 2018. Potential toxic effect of ammonia in reservoirs with tilapia culture in cages. *Intl J of Fish and Aquatic Study* 6(5): 256-261.
- Na'imah EN, Rohmaniah, SA. 2020. Analisis data produksi ikan konsumsi menggunakan uji Friedman. *Unisda J of Mathematics and Computer Science* 1(6): 25-32.
- Norjanna F, Efendi E, Hasani Q. 2015. Reduksi amonia pada sistem resirkulasi dengan penggunaan filter yang berbeda. *J Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(4): 427-432.
- Panggabean TK, Sasanti AD, Yulisman. 2016. Kualitas air, kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan efisiensi pakan ikan nila yang diberi pupuk hayati cair pada air media pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 4(1): 67-79.
- Pramleonita M, Yuliani N, Arizal R, Wardoyo, SE. 2018. Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Sains Natural* 1(8): 24-34.
- Pratama FA, Harris H, Anwar S. 2020. Pengaruh perbedaan media filter dalam resirkulasi terhadap kualitas air, pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *J Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan* 2(15): 95-104.
- Ruiz ML, Owatari MS, Yamashita MM, Ferrarezi JVS, Garcia P, Cardoso L, Martins ML, Mourino JLP. 2020. Histological effects on the kidney, spleen, and liver of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed different concentrations of probiotic *Lactobacillus plantarum*. *Tropical Animals Health and Production* 12: 167-176.
- Salsabila M, Suprpto H. 2018. Teknik pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur. *J of Aquaculture and Fish Health* 3(7): 118-123.
- Sayed AH, Younus AM. 2016. Melanomacrophage centers in *Clarias gariepinus* as an immunological biomarker for toxicity of silver nanoparticles. *J of Microscopic and Ultrastructure* 5: 97-104.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 2009. SNI 7550:2009 Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang. Badan Standardisasi Nasional-BSN, Jakarta.
- Suparlan, Thaib A, Aprilizar S, Nurhayati. 2020. Kombinasi filter pada sistem resirkulasi terhadap pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tilapia Ilmu Perikanan dan Kelautan* 1(1): 26-32.
- Vastos IN. 2021. Planning and reporting of the histomorphometry used to assess the intestinal health in fish nutrition research suggestions to increase comparability of the studies. *Frontier in Vet Sci* 8: 1-4.
- Wahyuningsih S, Gitarama AM. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia* 2(5): 112-125.
- Xu C, Lia E, Suo Y, Sub Y, Lud M, Zhao Q, Qinc JG, Chen L. 2018. Histological and transcriptomic responses of two immune organs, the spleen and head kidney, in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to long-term hypersaline stress. *Fish and Shellfish Immun* 76: 48-57.
- Zahidah H, Masjamsir, Iskandar. 2015. Pemanfaatan teknologi aerasi berbasis energi surya untuk memperbaiki kualitas air dan meningkatkan pertumbuhan ikan nila di KJA Waduk Cirata. *J Akuatika* 1(6): 68-78.