



EFISIENSI PENGGUNAAN JENIS FILTER DALAM SISTEM RESIRKULASI TERHADAP KUALITAS AIR DAN KADAR GLUKOSA DARAH IKAN SELAIS (*Ompok hypophthalmus*)

THE EFFICIENCY OF USING DIFFERENT TYPE OF FILTER IN RECIRCULATION SYSTEM ON WATER QUALITY AND BLOOD GLUCOSE OF *Ompok hypophthalmus*

Gunawan B.S.¹, Usman M. Tang², Henni Syawal²

1) Jurusan Ilmu Kelautan, Konsentrasi Budi Daya Perairan Program Pasca Sarjana Universitas Riau

2) Jurusan Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 09 June 2020

Distujui: 27 June 2020

Keywords:

Jenis filter, resirkulasi, kualitas air, glukosa darah, *Ompok hypophthalmus*

ABSTRACT

One of the methods used in intensive cultivation on limited land is the use of a recirculation system with a certain type of filter. This study aims to find the best type of inorganic filter in the cultivation of recirculation systems. This research was conducted from May to August 2019. The materials used were selais fish with a length of 6.8-7.8 cm and a weight of 1.07-2.36 g and fish feed in the form of commercial pellets PF 800. 60x40x40 cm and 60 liter water volume. The method used was an experimental method with one-factor completely randomized design (CRD), namely the type of filter and five levels of treatment (filter type), namely dacron, bioball, gravel, charcoal and zeolite. The parameters measured were the quality of the water in the maintenance medium and the blood glucose levels of the fish. The results showed that the use of different types of filters in the recirculation system had an effect on water quality and blood glucose levels in *O. hypophthalmus* fish. The results of temperature measurements during the study showed that the value of the temperature range was not much different in all treatments, namely in the range, pH and dissolved oxygen were not much different between treatments, namely 26.5 - 29.20C, 7-8, and 4.0- 6.5 mg / L. While the lowest levels of NH₃, NO₃ and NO₂ are found in the bioball filter, namely 0.05 mg / L, 0.65 mg / L and 0.33 mg / L. The treatment with the lowest stress level was the bioball filter, indicated by a blood glucose level of 67.25 mg / dL. Based on the results of the study, it can be concluded that the use of bioball filters in the recirculation system for rearing tilapia (*O. hypophthalmus*) provides the best results in water quality and reduces stress levels of fish.

1. PENDAHULUAN

Ikan selais (*O. hypophthalmus*) merupakan ikan perairan umum yang bernilai ekonomis tinggi. Harga ikan selais segar berkisar antara Rp 70.000 - 80.000/kg. Produksi ikan selais (*O. hypophthalmus*) di alam cenderung menurun, dan kegiatan penangkapan secara terus-menerus dapat menyebabkan kepunahan pada spesies ikan ini. Produksi ikan selais di perairan umum Riau pada tahun 2015 mengalami penurunan menjadi 1.325,8 ton dibandingkan dengan produksi tahun 2014, yaitu sebanyak 1.572,1 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2017). Salah satu cara untuk meningkatkan

produksi ikan selais dalam rangka memenuhi permintaan pasar adalah dengan melakukan usaha budidaya intensif dan terkontrol.

Perubahan kondisi air yang telah tercemar dapat menyebabkan stress yang menyebabkan tingginya tingkat glukosa darah, selanjutnya mengganggu pertumbuhan. Stres adalah suatu keadaan sesaat ikan yang tidak mampu mengatur kondisi fisiologis yang normal karena berbagai faktor merugikan yang mempengaruhi kondisi kesehatannya. Dalam keadaan stres kemungkinan ikan untuk bertahan hidup sangat kecil karena nafsu makan menurun dan mudah terserang penyakit.

Sistem resirkulasi adalah salah satu jawaban untuk menjaga kualitas air tetap optimal selama pemeliharaan ikan di dalam wadah. Resirkulasi adalah sistem yang menggunakan air secara terus-menerus dengan cara diputar untuk dibersihkan di dalam *filter* kemudian dialirkan kembali, sehingga sistem ini bersifat hemat air (Prayogo dan Manan, 2012).

Keberhasilan sistem resirkulasi tertutup tergantung pada efektifitas sistem dalam menangani atau mengolah limbah budi daya terutama limbah organik. Proses pengolahan limbah pada sistem resirkulasi dapat berupa filtrasi fisik, filtrasi biologi dan filtrasi kimia (Sasongko *dalam* Prayogo dan Manan, 2012). Syafriadiman *et al.* (2005) menyatakan bahwa bahan penyaring yang umum digunakan untuk meningkatkan kualitas air dapat berupa pasir, kerikil, arang batok, ijuk, bubur kapur, tawas, batu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2019. Pemeliharaan ikan uji dilakukan di Laboratorium Teknologi Budidaya Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau dan pengukuran kadar glukosa darah ikan dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok Jawa Barat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ikan uji, yaitu ikan selais berukuran panjang 6,8 – 7,8 cm dan bobot 1,07 – 2,36 g, yang diperoleh dari Pembudidaya di Rokan Hilir. Pakan yang digunakan, yaitu pakan komersial berupa pelet komersil PF 800 produksi PT. Matahari Sakti. Bahan filter yang digunakan berupa dacron, biobal, kerikil, arang dan zeolit yang digunakan sebagai filter dalam sistem resirkulasi. Wadah yang digunakan dalam penelitian adalah akuarium sebanyak 20 unit, berukuran 60x40x40 cm dengan volume 60 liter dilengkapi pompa air untuk mengalirkan air ke talang filter.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan lima taraf perlakuan. Untuk memperkecil kekeliruan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Perlakuan pada penelitian ini yaitu jenis filter dacron, biobal, kerikil, arang dan zeolit.

Wadah penelitian

Akuarium yang digunakan berukuran 60x40x40 cm dengan jumlah 20 unit. Persiapan wadah dimulai dengan pencucian akuarium yang akan digunakan. Selanjutnya Filter dipersiapkan terlebih dahulu sebelum digunakan media resirkulasi. Dacron direndam di dalam air bersih selama 1 hari kemudian dibilas bersih. Kerikil dan biobal cukup dibersihkan menggunakan air bersih. Sedangkan untuk filter berupa arang dan zeolit diaktifkan terlebih dahulu. Pengaktifan arang dan zeolit dilakukan secara fisika, dimana kedua filter di rendam atau direbus dalam air panas, kemudian dicuci bersih dan dijemur hingga kering sebelum digunakan (Subhan, 2014).

Pemeliharaan ikan dan penyamplangan

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan Selais (*O. hypophthalmus*). Sebelum ikan uji ditebar ke dalam akuarium terlebih dahulu diadaptasikan (*aklimatisasi*) selama 15

hari, sehingga mengurangi tingkat stress ikan. Selanjutnya ikan ditimbang untuk mengetahui bobot rata-rata awalnya. Penebaran benih ikan uji yaitu 1 ekor/4 liter. Ikan uji dipelihara selama 60 hari dan sampling dilakukan 10 hari sekali.

Pakan digunakan selama penelitian adalah berupa pelet komersil PF 800 produksi dari PT. Matahari Sakti, yang diberikan secara perlahan sampai ikan kenyang (*ad-satiation*). Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada pukul 08.00 WIB, 13.00 WIB dan 16.00 WIB.

Parameter yang diukur

Parameter yang diukur yaitu kualitas air dan kadar glukosa darah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air

Kisaran parameter kualitas air berupa suhu, pH dan DO selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisaran suhu, pH dan DO selama pemeliharaan ikan selais (*O. hypophthalmus*) dalam sistem resirkulasi dengan filter berbeda

Perlakuan	Parameter kualitas air		
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	pH	DO (mg/L)
Dacron	26,8-28,7	5,2-6,3	4,2-5,6
Bioball	27,2-29,2	5,0-6,5	4,3-6,5
Kerikil	26,5-28,9	5,0-6,2	4,0-5,7
Arang	26,5-29,0	5,3-6,9	4,3-5,6
Zeolit	26,8-28,9	5,2-6,7	4,0-5,7

Hasil pengukuran suhu selama penelitian menunjukkan bahwa nilai kisaran suhu tidak jauh berbeda pada semua perlakuan, yaitu pada kisaran 26,5 – 29,2 $^{\circ}\text{C}$. Nilai suhu yang cenderung stabil dan tidak mengalami perubahan berupa kenaikan maupun penurunan yang tinggi dapat disebabkan oleh media pemeliharaan berupa akuarium yang ditempatkan di dalam ruangan. Suhu dari semua perlakuan memenuhi baku mutu kualitas air pemeliharaan ikan selais. Adliana (2017) menyatakan bahwa suhu untuk ikan selais berkisar 25,5-28,1 $^{\circ}\text{C}$.

Hasil pengukuran pH selama penelitian menunjukkan nilai pH tidak mengalami perubahan yang signifikan pada semua perlakuan. Nilai pH berada pada kisaran 5,0 – 6,9. Kisaran nilai ini masih bisa ditoleransi oleh ikan selais. Syafridiman *et al.* (2005) menyatakan bahwa pH sangat berpengaruh dalam kehidupan ikan perairan. Pada umumnya organisme perairan khususnya ikan dapat tumbuh dengan baik dengan nilai pH 7-8. pH yang ideal dalam budidaya perikanan adalah 5-9.

Oksigen terlarut selama penelitian berada pada kisaran 4,0 -6,5 mg/L. Kisaran nilai oksigen terlarut antar perlakuan tidak berbeda signifikan. Zulfa (2007) menyatakan bahwa ikan selais dapat hidup pada kualitas air dengan oksigen terlarut berkisar antara 4,26-5,11 mg/L. Nilai oksigen yang cenderung stabil dan tinggi pada semua perlakuan ini dapat disebabkan sistem resirkulasi yang membuat adanya sirkulasi air pada media pemeliharaan.

Nilai parameter kualitas air ini berubah selama masa penelitian. Nilai NH_3 , NO_3 , dan NO_2 selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata NH_3 , NO_3 , dan NO_2 selama pemeliharaan ikan selais (*O. hypophthalmus*)

dalam sistem resirkulasi dengan filter berbeda

Perlakuan	Parameter kualitas air		
	NH ₃ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)
Dacron	0,12±0,05 ^b	1,51±0,04 ^b	0,42±0,02 ^b
Bioball	0,05±0,01 ^a	0,65±0,19 ^a	0,33±0,01 ^a
Kerikil	0,24±0,01 ^c	1,87±0,05 ^b	0,43±0,03 ^b
Arang	0,11±0,03 ^b	1,63±0,12 ^b	0,40±0,02 ^a
Zeolit	0,07±0,02 ^{ab}	1,56±0,07 ^c	0,34±0,01 ^b

Ket: Huruf *superscript* yang sama pada kolom di atas menunjukkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi rata-rata amoniak tertinggi pada penelitian terdapat pada perlakuan jenis filter kerikil, sebesar 0,24 mg/L, diikuti perlakuan filter dacron sebesar 0,12 mg/L, dan jenis filter arang sebesar 0,11 mg/L. Konsentrasi amoniak terendah terdapat pada perlakuan jenis filter bioball, yaitu sebesar 0,05 mg/L, diikuti oleh filter zeolit sebesar 0,07 mg/L. Dari analisis variansi (ANAVA) diketahui bahwa penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi memberikan pengaruh terhadap konsentrasi amoniak ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut Student-Newman Keuls menunjukkan bahwa jenis filter berbeda nyata dengan jenis filter dacron, arang dan zeolit serta berbeda sangat nyata dengan jenis filter biobal.

Dari Tabel 2 dapat diketahui nilai amonia dalam penelitian ini berkisar 0,05-0,24 mg/L masih tergolong baik untuk pertumbuhan benih ikan selais. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd (1979) dalam Rusmaedi *et al.* (2006) yaitu kadar amonia yang aman bagi ikan dan organisme perairan adalah kurang dari 1 mg/L. Amonia juga merupakan racun bagi ikan sekalipun pada konsentrasi yang sangat rendah. Konsentrasi amonia dalam media pemeliharaan dapat meningkat seiring bertambahnya ukuran ikan dan lamanya waktu pemeliharaan.

Kadar amoniak yang rendah dan tidak berbeda nyata pada perlakuan jenis filter bioball dan zeolit mengindikasikan bahwa perlakuan ini dapat menekan konsentrasi amoniak di perairan sehingga ikan dapat tumbuh dengan baik. Hasil penelitian Nurhidayat dan Ginanjar (2010) menunjukkan bahwa kombinasi filter 50% bioball dan 50% zeolit mampu menghasilkan kualitas air terbaik dengan efektivitas penyisihan amoniak sebesar 95,89%. Alfia *et al.* (2013) menyatakan bahwa *bioball* bekerja secara efektif sehingga dapat menurunkan nilai konsentrasi ammonia sampai minggu keenam pemeliharaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi, setelah itu fungsi *bioball* akan berkurang sampai akhir penelitian karena adanya penumpukan sisa pakan dan sisa metabolisme. Las (2007) menyatakan bahwa zeolit mempunyai kemampuan untuk menyerap amoniak hasil limbah industri dan peternakan, dan permukaan zeolit yang kasar dapat medpat njadi tempat bakteri membentuk biofilm untuk proses oksidasi bahan organik secara biologi.

Nelvia *et al.* (2015) menggunakan bioball sebagai filter dalam media hidup ikan mas koki dan mendapatkan nilai kualitas air yang masih dalam kisaran normal untuk hidup ikan mas koki. Nelvia *et al.* menyatakan bahwa hal ini dikarenakan oleh fungsi bioball yang merupakan filter biologi dan media tumbuh bagi bakteri-bakteri yang berperan dalam proses nitrifikasi, sehingga bioball dapat membantu memperbaiki kualitas air terutama amoniak dalam media pemeliharaan ikan mas koki.

Penurunan kualitas air bisa menyebabkan stres pada ikan, bahkan apabila penurunan mutu air telah melampaui batas toleransi maka akan berakibat pada kematian. Selain itu penurunan mutu air juga dapat mempengaruhi nafsu makan ikan. Saat nafsu makan berkurang, asupan pakan ke dalam tubuh ikan pun berkurang. Apabila hal ini berlangsung lama akan menyebabkan kematian.

Pada Tabel 2 terlihat rata-rata konsentrasi nitrat dan nitrit media pemeliharaan ikan selais dengan filter yang berbeda. Konsentrasi nitrat mulai dari yang terendah yaitu 0,65 mg/L pada P1, 1,51 mg/L pada P0, 1,56 mg/L pada P4, 1,63 mg/L pada P3 dan 1,87 mg/L pada P2. Dari hasil pengukuran yang diperoleh selama penelitian masih sesuai dengan baku mutu yang mengacu pada Peraturan

Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu 10 mg/L. Dari analisis variansi (ANOVA) diketahui bahwa penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi memberikan pengaruh terhadap konsentrasi nitrat. Hasil uji lanjut Student-Newman Keuls menunjukkan bahwa perlakuan filter biobal berbeda nyata dengan perlakuan filter dacron, kerikil, arang berbeda sangat nyata dengan perlakuan filter zeolit.

Konsentrasi rata-rata nitrit pada semua perlakuan mulai dari yang terendah yaitu, 0,33 mg/L pada filter bioball, 0,34 mg/L pada filter zeolit 0,40 mg/L pada filter arang, 0,42 mg/L pada filter dacron dan 0,43 mg/L pada filter kerikil. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi memberikan pengaruh terhadap konsentrasi nitrit. Hasil uji lanjut Student-Newman Keuls menunjukkan bahwa perlakuan filter bioball dan arang berbeda nyata dengan perlakuan filter dacron, kerikil, dan zeolit.

Rendahnya konsentrasi rata-rata nitrat dan nitrit pada jenis filter bioball didukung juga dengan konsentrasi rata-rata amoniak yang didapat selama penelitian yang masih dalam kisaran normal. Pada perlakuan filter bioball kadar oksigen tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu berkisar 4,3-6,5 sehingga diduga oksigen cukup untuk terjadinya proses nitrifikasi yang mengubah amoniak menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat. Rendahnya kadar nitrat pada perlakuan filter bioball dapat mengindikasikan adanya pemanfaatan nitrat yang baik.

Menurut Forteach *et al.*, (1993) dalam Agustiyani *et al.* (2004), nitrat berasal dari oksidasi ammonium secara sempurna yang dilakukan oleh bakteri nitrifikasi yang bersifat autotrofik. Amoniak pertama kali dikonversi menjadi nitrit oleh kelompok bakteri *Nitrosomonas sp.* dan kemudian dikonversi lagi menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter sp.* Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik, namun konsumsi air yang mengandung kadar nitrat yang tinggi dapat mengakibatkan menurunnya kapasitas darah dalam mengikat oksigen. Lukman dalam Djokosetiyanto *et al.* (2006) menyatakan bahwa tanpa adanya pemanfaatan nitrat oleh tanaman air dan bakteri, akan terjadi akumulasi nitrat pada sistem resirkulasi.

Menurut Doblander dan Lackner (1997) dalam Kroupova *et al.* (2005), sumber nitrit adalah konversi amonia oleh bakteri nitrifikasi yang berlebihan, ketika nitrit diserap oleh ikan, nitrit akan bereaksi dengan hemoglobin menjadi methemoglobin yang tidak dapat mengikat oksigen. Siikavuopio dan Saether (2006) menyatakan bahwa nitrit di perairan pada kisaran tertentu beracun bagi ikan, dilaporkan pada level 16 mg/l merupakan konsentrasi letal dosis dan pada konsentrasi <5 mg/l sudah membahayakan dan konsentrasi batas aman <1 mg/l.

Glukosa Darah

Kadar glukosa darah ikan selais yang dipelihara dalam sistem resirkulasi dengan jenis filter yang berbeda menunjukkan kadar yang berbeda. Kadar glukosa darah rata-rata ikan selais pada akhir penelitian berkisar antara 67,25 – 85,00 mg/dL pada semua perlakuan. Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah ikan selais (*O. hypophthalmus*) dapat di lihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kadar glukosa darah ikan selais (*O. hypophthalmus*) dalam sistem resirkulasi dengan filter berbeda

Perlakuan	Glukosa darah (mg/dL)
Dacron	85,00±3,56 ^a
Bioball	67,25±9,07 ^b
Kerikil	73,00±2,83 ^b
Arang	72,00±3,83 ^b
Zeolit	70,50±1,94 ^b

Ket: Huruf *superscript* yang tidak sama pada kolom di atas menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan

Rata-rata kadar glukosa darah tertinggi terdapat pada jenis filter dacron, yaitu 85,00 mg/dL, diikuti oleh filter kerikil sebesar 73,00 mg/dL, dan filter arang sebesar 72,00 mg/dL. Sedangkan rata-rata kadar glukosa darah terendah terdapat pada filter dacron yaitu sebesar 67,50 mg/dL. Dari analisis variansi (ANOVA) diketahui bahwa penggunaan filter yang berbeda pada sistem resirkulasi berpengaruh terhadap kadar glukosa darah ikan selais (*O. hypophthalmus*) ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut Student-Newman Keuls menunjukkan filter dacron berbeda nyata dengan filter bioball, kerikil, arang dan zeolit.

Salah satu indikator yang sering terlihat dari efek metabolik akibat stres adalah meningkatnya kadar glukosa di dalam plasma (Evans dan Claiborne 2006). Terjadinya peningkatan maupun penurunan kadar glukosa di dalam plasma mengindikasikan bahwa ikan mengalami stres. Konsentrasi glukosa dalam plasma yang beredar tergantung pada produksi glukosa dan cepat hilangnya dalam peredaran darah. Rendahnya kadar glukosa darah ikan selais pada jenis filter bioball mengindikasikan bahwa ikan selais yang dipelihara pada perlakuan jenis filter bioball memiliki tingkat stress yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan jenis filter dacron memiliki ikan dengan kadar glukosa darah tertinggi, menunjukkan tingkat stress yang lebih tinggi pula. Tingkat stress yang tinggi pada jenis filter dacron dapat terjadi karena tingginya kadar amoniak pada filter dacron yaitu 0,12 mg/L. Zeitoun *et al.* (2016) dan Metwally dan Wafeek (2014) juga menemukan adanya peningkatan level glukosa pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada ikan yang terekspos amoniak. Hontela *et al.*, (1992) dalam Zeitoun *et al.* (2016) menjelaskan bahwa amoniak sebagai stressor dapat menstimulasi bagian interrenal hipotalamus-hipofisa untuk meningkatkan kadar kortisol dalam darah, yang selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya lipolisis, glikogenolisis dan glukoneogenesis untuk menyediakan energi dalam kondisi stress.

Mazeud *et al.* dalam Tang *et al.* (2018) menyebutkan bahwa keberadaan glukosa darah ditentukan oleh stress. Tang *et al.* (2018) menjelaskan bahwa hiperglikemia (naiknya kadar glukosa darah) akan berakibat buruk pada ikan. Pada saat ikan stress, kadar glukosa darah terus naik untuk mengatasi homeostasis, namun keperluan energi dari glukosa tersebut akan dapat terpenuhi apabila glukosa dalam darah dapat segera masuk ke dalam sel, dan hal ini bergantung pada kerja insulin. Naiknya kadar kortisol akan mengurangi kerja insulin yang mengakibatkan meningkatnya kadar glukosa darah. Lebih lanjut Tang juga mengutip pendapat Hessel yang menyatakan bahwa naiknya glukosa darah mengakibatkan ikan merasa kenyang dan tidak mau makan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis filter yang berbeda dalam sistem resirkulasi berpengaruh terhadap kualitas air dan kadar glukosa darah ikan selais (*Ompok hypophthalmus*). Hasil pengukuran suhu selama penelitian menunjukkan bahwa nilai kisaran suhu tidak jauh berbeda pada semua perlakuan, yaitu pada kisaran, pH dan oksigen terlarut yang tidak jauh berbeda antar perlakuan, yaitu 26,5 – 29,20C, 7-8, dan 4,0-6,5 mg/L. Sedangkan kadar NH₃, NO₃ dan NO₂ terendah terdapat pada filter bioball, yaitu 0,05 mg/L, 0,65 mg/L dan 0,33 mg/L. Perlakuan dengan tingkat stress terendah adalah filter bioball ditunjukkan dengan kadar glukosa darah sebesar 67,25 mg/dL. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa filter bioball dapat digunakan dalam budidaya sistem resirkulasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyan, D., Imamuddin, H., Faridah, E.N., Oedjijono., 2004. Pengaruh pH dan Substrat Organik Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Amonia, dalam *Biodiversitas*, 5 (2) : 43-47.
- Alfia, A.R., E. Arini, T. Elfitasari, 2013. Pengaruh Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resikulasi Dengan Filter *Bioball*, dalam *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2 (3) : 86-93.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2017. *Produksi dan Nilai Perairan Umum, Tambak, dan Kolam Keramba menurut Jenis 2014-2015*, https://riau.bps.go.id/statictable/2017/01/25/322/produksi-dan-nilai-perika_nan-perairan-umum-tambak-dan-kolam-keramba-menurut-jenis-2014-2015.html, di akses 09 Januari 2020
- Djokosetiyanto, D. A., Sunarma, dan Widanarni. 2006. Perubahan Ammonia (NH₃-N), Nitrit (NO₂-N) dan Nitrat (NO₃-N) pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) di dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5 (1):13-20.
- Evans, D. H. dan Claiborne, J. B. 2006. *The Physicology of fishes*. Third Edition. Taylor and Francis. 601 p.
- Kroupova, H., Machova, J., Svobodova, Z., 2005. Nitrite influence on fish: a review. *Vet. Med – Czech*, 50 (11): 461-471.
- Las, T., 2007. *Potensi Zeolit Untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. JSPS-BBPT, Jakarta.
- Nurhidayat dan R. Ginanjar. 2010. Fungsi Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Untuk Pembesaran Benih Patin Albino (*Pangasius hypophthalmus*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*.
- Prayogo, B.S dan A. Manan. 2012. Eksploritasi Bakteri Indigen Pada Pembenihan Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* (52):193-197.
- Rusmaedi., Rasidi., Praseno, O., Johan, O., Subamia, I.W., 2009. Pertumbuhan Benih Ikan Sidat (Elver) *Anguila bicolor* Yang Dipelihara Dengan Kepadatan Berbeda. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*.
- Subhan. R. Y. 2014. *Penerapan Sistem Resirkulasi Pada Proses Domestikasi Ikan Juara (Pangasius polyuranodon Blkr)*. Skripsi Jurusan Budidaya Perairan, Universitas Riau. 74 hlm. (tidak diterbitkan).
- Syafriadiman, Pamungkas, N.A., Saberina, H. 2005. *Prinsip Dasar Pengelolaan Kualitas Air*. Mina Mandiri Press. Pekanbaru. 131 hlm.
- Tang, U.M., N. Aryani, H. Masjudi, K. Hidayat. 2018. Pengaruh Suhu Terhadap Stres Pada Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 2(1):43-49

- Zeitoun, M.M., K.E.M. El-Azrak, M.A. Zaki, B.R. Nemat-Allah, E.E. Mehana. 2016. Effects of ammonia toxicity on growth performance, cortisol, glucose and hematoological response of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aceh Journal of Animal Science*, 1 (1) : 21-28.
- Zulfa, Y. 2007. *Domestikasi Ikan Selais (Ompok sp.) dengan Pemberian Pakan Berbeda*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 92 hlm.