



BERKALA PERIKANAN TERUBUK

Journal homepage: <https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT>
ISSN Printed: 0126-4265
ISSN Online: 2654-2714

FISIOLOGIS PERTUMBUHAN IKAN SELAIS (*ompok hypophthalmus*) PADA SISTEM RESIRKULASI AKUAKULTUR (SRA)

PHYSIOLOGICAL GROWTH OF SELAIS FISH (*ompok hypophthalmus*) IN THE RECIRCULATION AQUACULTURE SYSTEM (RAS)

Nur Addini¹, Usman M. Tang², Henni Syawal²

1) Mahasiswa Program Magister Ilmu Kelautan Universitas Riau

2) Dosen Pascasarjana Ilmu Kelautan Universitas Riau

Surel : nuraddini766@gmail.com / nuraddini46@yahoo.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 08 June 2020

Distujui: 26 June 2020

Keywords:

Ompok hypophthalmus, Fish
Physiological, Blood Glucose,
Recirculation Aquaculture.

ABSTRACT

The maintenance of selais with high density isn't expected to affect the physiological condition of the growth of the leaf. Then an attempt to cultivate fish with RAS using biofilter in the form of mustard plants. The purpose of this study was to determine the effect of stocking density on water quality on RAS technology and to determine the effect of water quality on RAS technology on physiological and hematological fish species. The study was conducted on Oct 6th-Dec 6th 2019, at the Aquaculture Technology Laboratory, Riau University. Using an experimental method with a Completely Randomized Design, three treatments and three replications (200 fish/m³, 250 fish/m³, 300 fish/m³). Data obtained included total erythrocytes, hemoglobin levels, hematocrit levels, total leukocytes, absolute growth using one way ANOVA at a 95% confidence level analyzed with the SPSS 17.0 application program. if significantly different then proceed with the Student Newman Keuls test (P <0.05). Whereas water quality data are presented in tabular form and discussed descriptively. Physiologically the best growth density stocking 250 fish/m³, total final erythrocytes 264.00±3.00 x10⁴ cells/mm³, final hemoglobin 8.3±0.11g/dL, final hematocrit 26.66±0.57%, final total leukocytes 2.53±0.01x10⁴ cells/mm³, blood glucose 89.00±1.00 mg/dL, absolute weight growth 12.06±0.02g, absolute length 7.44±0.02cm, SGR 2.40±0.01%.

1. PENDAHULUAN

Ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) adalah ikan endemik Riau yang memiliki nilai jual yang tinggi. Budidaya ikan selais secara intensif dengan padat tebar tinggi, memerlukan pakan dalam jumlah besar. Sisa metabolisme ikan di dalam wadah budidaya ikan, dapat mengganggu proses pengikatan oksigen dalam darah. Akibatnya ikan mengalami stress dan pertumbuhan yang lambat, maka perlu dilakukan pergantian air secara berkala. Akan tetapi dengan penggunaan sistem resirkulasi akuakultur (SRA), tidak perlu melakukan pergantian air karena telah menggunakan biofilter untuk

* Corresponding author.

E-mail address: nuraddini46@yahoo.com

menetralkan kembali air dalam wadah budidaya. Terjadinya peningkatan pertumbuhan dapat dilihat dari kondisi fisiologis dan hematologis tubuh ikan selais. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh padat tebar terhadap kualitas air pada teknologi SRA dan untuk mengetahui pengaruh kualitas air pada teknologi SRA terhadap fisiologis dan hematologis ikan selais.

Mutu kualitas air mempengaruhi kondisi fisiologis tubuh ikan. Ikan tidak dapat toleran terhadap kadar amonia bebas yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat mengakibatkan sufokasi (Effendi, 2003). Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/L, sedangkan kadar amonia bebas yang tidak terionisasi (NH_3) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,2 mg/L. Kadar amonia bebas lebih dari 0,2 mg/L, perairan toksik bagi beberapa jenis ikan (Effendi, 2003). Pada tingkat toksik, NH_3 dapat menyebabkan peningkatan pH pada darah, gangguan osmoregulasi, dan kesulitan bernafas. Akumulasi NH_3 pada kolam budidaya bersifat toksik pada konsentrasi yang tinggi dan dapat menyebabkan kematian ikan budidaya (Hargreaves dan Tucker, 2004).

Gambaran sel darah merupakan aspek pendukung dalam menentukan status kesehatan ikan. Darah merupakan salah satu komponen pertahanan dari serangan penyakit yang masuk ke dalam tubuh ikan (Purwanto, 2006). Pemeriksaan darah dilakukan untuk melihat pola peningkatan respon imun dengan menghitung total leukosit dan diferensial leukosit dalam darah (Septiarini *et al.*, 2012). Hematologi darah ikan dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi kesehatan ikan. Parameter ini dapat memberikan informasi penting tentang status fisiologis ikan (Hastuti dan Subandiyono, 2015).

Stres merupakan sejumlah respon fisiologis dari tubuh yang terjadi pada saat hewan berusaha mempertahankan homeostatis dari tekanan yang terjadi pada ikan (Barton, 2002; Taqwa, 2008). Stres yang terjadi pada ikan salah satunya disebabkan karena kondisi lingkungan yang buruk (Susanto *et al.*, 2014). Respon ikan terhadap stres dapat dibagi atas tiga fase yaitu primer, sekunder, dan tertier (Irianto, 2005).

Salah satu usaha meningkatkan mutu kualitas air ialah dengan penerapan Sistem Resirkulasi Akuakultur (SRA) secara diversifikasi, yaitu budidaya yang menghasilkan dua komoditi dalam satu lahan, teknik ini mengintegrasikan budidaya ikan (*resirculating aquaculture*) dipadukan dengan tanaman. Teknologi SRA ini juga memberikan keuntungan lainnya karena dapat menghemat lahan dan dapat meminimalisir penggunaan air. Pemeliharaan ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) dengan resirkulasi biofilter menggunakan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) sebagai media filter, lebih efektif untuk penyerapan total ammonia nitrogen sehingga dapat memperbaiki kualitas air (Hariadi, 2012). Dengan demikian diharapkan proses fisiologis dalam tubuh ikan dapat berjalan dengan baik, karena dilakukan treatment pada kualitas air budidaya, sehingga menghasilkan pertumbuhan ikan selais yang optimal. Berdasarkan pemaparan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Fisiologis Pertumbuhan Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*) Pada Sistem Resirkulasi Akuakultur (SRA)”.

2. METODE PENELITIAN

Metode dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 6 Oktober – 6 Desember 2019, di Laboratorium Teknologi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap, tiga perlakuan dan tiga ulangan. Padat tebar ikan selais 200 ekor/ m^3 , 250 ekor/ m^3 , 300 ekor/ m^3 . Penelitian ini dilakukan dua tahap, tahap pertama dengan desain wadah hingga pembentukan biofilter dan menentukan debit aliran air. Tahap kedua pemeliharaan ikan selais. Data yang diperoleh meliputi total eritrosit, kadar hemoglobin, kadar hematokrit, total leukosit, kadar glukosa dan pertumbuhan mutlak menggunakan *one way ANOVA* pada tingkat kepercayaan 95 % dianalisa dengan program aplikasi SPSS 17.0. Apabila hasil

uji antar perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Student Newman Keuls* ($P < 0.05$). Sedangkan data kualitas air disajikan dalam bentuk tabel dan dibahas secara deskriptif.

Respon yang diukur

Total Eritrosit

Pengukuran total eritrosit pertama; darah yang telah diberi antikoagulan dihisap dengan pipet *haemocytometer* (terdapat bulir berwarna merah untuk eritrosit) sampai tanda 0,5. Kemudian ditambahkan larutan Hayem (untuk eritrosit) dihisap sampai tanda 101. Agar darah tercampur secara merata, maka pipet diputar membentuk angka delapan selama 3–5 menit. Sebelum perhitungan eritrosit, darah dalam pipet *haemocytometer* terlebih dahulu dibuang sebanyak dua tetes untuk menghilangkan rongga udara, lalu darah diteteskan pada kotak *haemocytometer* dan ditutup dengan *cover glass*, untuk selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 x 40. Jumlah total eritrosit dihitung sebanyak 5 kotak kecil pada *haemocytometer* menurut rumus (Blaxhall dan Daisley, 1973):

$$\text{Jumlah eritrosit} = \Sigma N \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

Keterangan: N = Jumlah eritrosit yang terhitung dalam 5 lapangan pandang, 10^4 = faktor pengenceran.

Nilai Hematokrit

Perhitungan hematokrit pertama; sampel darah dimasukkan dalam tabung kapiler hematokrit sampai kira-kira 4/5 bagian tabung, bagian ujung kapiler disumbat dengan *crystoseal*, kemudian disentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 11000-12000 rpm pada *sentrifuge (microhematocrit centrifuge Model SH120-1)* dengan posisi tabung yang bervolume sama berhadapan agar putaran sentrifuge seimbang. Setelah itu diukur persentase dari nilai hematokrit. Kemudian nilai hematokrit yang diperoleh dibaca pada alat baca khusus (*microhematocrit reader*). Hematokrit adalah perbandingan antara padatan sel-sel darah (eritrosit) di dalam darah yang dinyatakan dalam persen sebagai % volume sel darah (Anderson dan Siwicki, 1995).

Hemoglobin

Perhitungan kadar hemoglobin dilakukan dengan mengacu pada metode Sahli. Kadar hemoglobin ditempatkan di antara 2 tabung dengan warna standar, lalu darah ikan diambil dari tabung microtube dengan pipet Sahli sebanyak 0,02 mL dan dimasukkan ke tabung Sahli dan didiamkan selama 3 menit, sebelumnya ujung pipet dibersihkan terlebih dahulu. Kemudian ditambahkan akuades dengan pipet tetes sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan gelas pengaduk sampai warnanya tepat sama dengan warna standar. Kadar hemoglobin dinyatakan dalam g/dL atau g % (Wedemeyer dan Yasutake, 1977).

Total Leukosit

Prosedur perhitungan total leukosit mengacu pada Blaxhall dan Daisley (1973) yaitu dengan cara sampel darah dihisap dari mikrotube dengan menggunakan pipet leukosit hingga skala 0,5 dan ditambah larutan Turk hingga garis 101, setelah itu dihomogenkan dengan cara memutar pipet leukosit membentuk angka delapan selama lima menit. Setelah homogen, darah dibuang sebanyak dua tetes untuk menghilangkan udara, lalu darah diteteskan pada kotak *haemocytometer* dan ditutup dengan *cover glass*. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 x.

Jumlah total leukosit dihitung dengan menggunakan mikroskop pada 4 kotak besar *haemocytometer* dengan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma \text{Leukosit} = \Sigma n \times 50 \text{ sel/mm}^3$$

Dimana: Σn = Jumlah total leukosit pada 4 kotak besar, 50 = Faktor pengenceran.

Glukosa Darah

Pengujian glukosa dilakukan pada pagi hari sebelum ikan diberikan pakan. Pengambilan ikan sampel dilakukan secara perlahan, saat ikan diangkat dari airikan ditutup menggunakan kain basah di bagian kepala dan tubuh ikan, lalu mengambil darahnya agar ikan tidak stress. Darah yang digunakan sebanyak 4 microliter diteteskan ke strip yang telah dipasang pada alat. Alat akan segera membaca kadar glukosa darah padaikan dan ditampilkan di layar. Pengecekan glukosa darah dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji glukosa untuk manusia (Philipson *et al* 2010). Alat ujiglukosa yang digunakan adalah merk *GlucoDr* dengan range 20-600 mg/dL.

Pertumbuhan Ikan Selais

Pertumbuhan yang diukur adalah pertumbuhan bobot mutlak pertumbuhan, dilakukan setiap 15 hari (5 kali pengukuran). Rumus yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan bobot mutlak ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*) menurut Effendie (1992) adalah :

$$W_m = W_t - W_o$$

Dimana; W_m = Pertambahan bobot mutlak rata-rata (g), W_t = Bobot rata-rata pada waktu ke t (g), W_o = Bobot rata-rata pada waktu awal (g)

Untuk pertumbuhan panjang mutlak ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*) digunakan rumus Effendie (1979) sebagai berikut :

$$L_m = L_t - L_o$$

Dimana: L_m = Pertumbuhan panjang mutlak rata-rata (cm), L_t = Panjang rata-rata pada waktu t (cm), L_o = Panjang rata-rata pada awal pengamatan (cm).

Pengukuran laju pertumbuhan bobot harian mutlak ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*) dihitung dengan menggunakan rumus menurut Zonneveld *et al.*, (1991), yaitu :

$$LPS = ((Ln W_t - Ln W_o)/t) \times 100 \%$$

Dimana: LPS= Laju pertumbuhan harian(%hari), W_t = Bobot ikan pada akhir penelitian, W_o = Bobot ikan pada awal penelitian, T = Lama penelitian (hari)

Kualitas Air

Pengukuran Oksigen terlarut/ *Dissolved oxygen* (DO) dilakukan menggunakan DO meter dengan cara memasukkan elektroda ke dalam wadah penelitian (perairan) lebih kurang sedalam 4 cm di bawah permukaan air hingga sensor suhu juga terendam. Gerakkan elektroda (di dalam wadah) kemudian dibaca hasil penentuan sebagai mg/L atau persen (%) kejenuhan.

pH diukur dengan menggunakan pH meter digital, cara penggunaannya dengan mencelupkan bagian elektroda ke perairan, kemudian dilihat pada layar monitor alat tingkat asam basa pada wadah pemeliharaan ikan selais.

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer digital, dengan cara mencelupkan bagian elektroda ke dalam air sampai angka stabil (± 3 menit), kemudian hasilnya dicatat dan pengukuran dilakukan setiap hari sebanyak dua kali sehari yaitu pagi dan sore.

Pengukuran NH_3 (Ammonia) dilakukan dengan menggunakan alat *Spektrofotometer* yaitu dengan cara air sampel diambil 25 mL kemudian ditambahkan 1-2 tetes pereaksi seignette. Kemudian ditambah 0.5 pereaksi nessler, dikocok dan dibiarkan selama 10 menit. warna kuning yang terjadi diukur intensitasnya dengan *spektrofotometer* pada panjang gelombang 420 μ m. Hitung kadarnya menggunakan kurva kalibrasi atau tentukan persamaan garis lurusnya dengan rumus sebagai berikut :

Konsentrasi $\text{NH}_3(\text{ppm}) = A \times S$, dimana : A adalah absorben sampel, sedangkan S adalah kemiringan kurva kalibrasi ($\text{ppm NH}_3/\text{unit absorpsi}$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit dan Total Leukosit, pada Darah Ikan Selais (*O.hypophthalmus*)

Gambaran darah atau yang lebih dengan hematologis pada ikan sangat penting untuk dipelajari dan dikaji lebih mendalam, berikut ini Tabel 1 akan menyajikan hasil penelitian total eritrosit darah ikan selais yang dipelihara pada sistem resirkulasi akuakultur.

Tabel 1. Total Eritrosit Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

No.	Padat Tebar	Kandungan Eritrosit ($\times 10^4$)		
		0 Hari	30 Hari	60 Hari
1.	200 ekor/ m^3	201,22	$222,000 \pm 1,00^b$	$246,33 \pm 1,52^b$
2.	250 ekor/ m^3	201,22	$227,000 \pm 2,00^c$	$264,00 \pm 3,00^c$
3.	300 ekor/ m^3	201,22	$218,333 \pm 1,52^a$	$204,33 \pm 1,52^a$

Total eritrosit ikan selais pada sistem resirkulasi akuakultur (SRA), berada pada kisaran normal, yaitu $201,222 - 227,000 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$. Menurut Irianto (2005), jumlah eritrosit pada ikan teleostei berkisar antara $105-300 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$. Hasil uji analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa pemeliharaan ikan selais dengan padat tebar berbeda memberikan pengaruh antar perlakuan ($p < 0,05$). Perlakuan Padat tebar 250 ekor/ m^3 memiliki total eritrosit tertinggi, selanjutnya padat tebar 200 ekor/ m^3 setelah itu padat tebar 300 ekor/ m^3 .

Hasil total eritrosit pada Perlakuan padat tebar 250 ekor/ m^3 pada hari ke-30 ialah $227,00 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$, kemudian semakin meningkat memasuki hari ke-60 pemeliharaan menjadi $264,00 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$. Peningkatan eritrosit ikan selais setelah 60 hari pemeliharaan disebabkan beberapa faktor, yaitu umur dan ukuran ikan. Menurut Emu (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit adalah spesies, jenis kelamin, umur, nutrisi pakan, ukuran, aktivitas fisik, dan umur. Peningkatan umur dan ukuran ikan akan mempengaruhi kebutuhan oksigen. Oksigen dibutuhkan oleh ikan untuk respirasi, sirkulasi darah dan metabolisme, sehingga ikan yang lebih besar memiliki eritrosit lebih banyak dari yang berukuran kecil. Jumlah total eritrosit ini menggambarkan bahwa kondisi fisiologis ikan dalam keadaan sehat, dan Sistem Resirkulasi Akuakultur yang diterapkan memberikan efek positif pada kesehatan ikan.

Peningkatan eritrosit menunjukkan ikan telah beradaptasi dengan lingkungan. Hal ini didukung oleh Syawal dan Ikhwan (2011) yang menyatakan bahwa meningkatnya kadar eritrosit dalam darah menunjukkan kandungan oksigen dalam darah meningkat dan menunjukkan mulai beradaptasi dengan lingkungan. Menurut Rosita *et al.* (2015) jumlah eritrosit akan bertambah bila kandungan oksigen dalam darah rendah. Kandungan oksigen dapat menstimulir penambahan jumlah eritrosit.

Tingkat kepadatan ikan mempengaruhi aktivitas metabolisme ikan dan kompetisi dalam konsumsi oksigen, serta ruang gerak. Aktivitas metabolisme dan kompetisi dalam memperoleh oksigen, menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam darah. Hal ini menstimulasi pembentukan sel-sel eritrosit baru (Kurniawan, 2020). Menurut Fujaya (2004), jumlah eritrosit yang cenderung tinggi menjadi pendukung dalam penyerapan oksigen lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan dalam rangka mempertahankan hidupnya.

Eritrosit atau sel darah merah berfungsi untuk mengangkut hemoglobin yang berperan membawa oksigen dari insang ke jaringan (Fujaya, 2004). Menurut Hasan (2012), eritrosit diproduksi pada ginjal bagian depan dan limpa, rendahnya jumlah eritrosit menggambarkan ikan terkena anemia. Peningkatan total eritrosit dipengaruhi dengan peningkatan nilai hematokrit dan kadar hemoglobin, karena ada korelasi antara hematokrit, jumlah hemoglobin dan total eritrosit, dimana semakin rendah jumlah sel

eritrosit maka semakin rendah pula kandungan hemoglobin dan hematokrit dalam.

Haemoglobin merupakan protein dalam eritrosit yang tersusun atas protein globin tidak memiliki warna dan pigmen heme yang dihasilkan di dalam eritrosit. Berikut (Tabel 2) merupakan hasil analisa kadar haemoglobin darah ikan selais pada sistem resirkulasi akuakultur (SRA).

Tabel 2. Hemoglobin Darah Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

No.	Padat Tebar	Kandungan Hemoglobin (g/dL)		
		0 Hari	30 Hari	60 Hari
1.	200 ekor/m ³	5,0	7,80 ± 0,20 ^b	8,0±0,20 ^{ab}
2.	250 ekor/m ³	5,0	8,20 ± 0,20 ^c	8,3±0,11 ^b
3.	300 ekor/m ³	5,0	6,07 ± 0,11 ^a	7,8±0,20 ^a

Kadar hemoglobin ikan selais selama pemeliharaan berkisar antara 5,0-8,30 g/dL. Tingkat padat penebaran pada pemeliharaan ikan selais memberikan pengaruh antar perlakuan ($p < 0,05$). Pada 30 hari pemeliharaan, perlakuan terbaik ialah padat tebar 250 ekor/m³ dengan nilai 8,2 g/dL. Sedangkan pada pemeliharaan hari ke-60, nilai haemoglobin padat tebar 250ekor/m³ berbeda nyata dengan padat tebar 300ekor/m³, sedangkan 200 ekor/m³ tidak berbeda nyata antara padat tebar 250ekor/m³ dan padat tebar 300ekor/m³. Jika dilihat kisaran normal kandungan hemoglobin ini menurut Saragih *et al.* (2016); yaitu 8,20 – 8,53 g/dL.

Pada padat tebar 250 ekor/m³ adalah hasil padat terbaik berdasarkan jumlah kadar haemoglobin dalam tubuh ikan. Haemoglobin berfungsi mengangkut oksigen dalam darah dan kemampuan mengangkut oksigen ini bergantung pada konsentrasi hemoglobin di dalam sel darah merah (Putra *et al.* 2015). Hal ini menunjukkan bahwa padat tebar mempengaruhi aktivitas metabolisme dan kompetisi dalam konsumsi oksigen dan ruang gerak. Hal ini diduga menstimulasi pembentukan sel-sel eritrosit baru. Sesuai dengan pendapat Lavabetha *et al.* (2015), konsentrasi oksigen yang rendah menstimulasi pembentukan sel-sel darah merah baru ke dalam darah dan menyebabkan peningkatan pada kadar hemoglobin.

Hematokrit merupakan perbandingan sel darah merah dengan cairan darah dalam tubuh ikan. Berikut (Tabel 3) pembahasan mengenai hematokrit darah ikan selais (*O. hypophthalmus*).

Tabel 3. Hematokrit Pada Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

No.	Padat Tebar	Kandungan Hematokrit (%)		
		0 Hari	30 Hari	60 Hari
1.	200 ekor/m ³	18,50	22,66±0,57 ^a	24,33±0,57 ^a
2.	250 ekor/m ³	18,50	24,33±0,57 ^b	26,66±0,57 ^b
3.	300 ekor/m ³	18,50	22,33±0,57 ^a	23,66±0,57 ^a

Persentasi jumlah kandungan hematokrit dalam darah ikan selais yang dipelihara menggunakan sistem resirkulasi akuakultur (SRA) ini menunjukkan masih berada dalam kisaran normal, yaitu 18,50 – 26,66 %. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemeliharaan ikan selais dengan padat tebar berbeda memberikan pengaruh antar perlakuan ($p < 0,05$). Pada padat tebar 200ekor/m³ dan padat tebar 300ekor/m³ tidak berbeda nyata hasil pemeliharaan hari ke-30 dan ke-60, sedangkan padat tebar 250 ekor/m³ ialah berbeda nyata dengan hasil 24,33 % dan 26,66 %.

Penurunan hematokrit merupakan indikasi akan rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan mendapat infeksi. Sedangkan peningkatan kadar hematokrit menunjukkan bahwa ikan dalam keadaan stress. Menurut Anderson dan Swicki (1995); jumlah kandungan hematokrit kurang dari 22 % dianggap ikan tersebut mengalami anemia.

Berikut ini, jumlah total leukosit atau sel darah putih pada ikan selais yang dipelihara pada media resirkulasi, pada awal pemeliharaan jumlah kandungan leukosit tertinggi selama pemeliharaan, yaitu $3,08 \times 10^4$ sel/mm³ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Leukosit Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

No.	Padat Tebar	Total Leukosit ($\times 10^4$) sel/mm ³		
		0 Hari	30 Hari	60 Hari
1.	200 ekor/m ³	3,08	3,01 $\pm$ 0,00 ^c	3,02 $\pm$ 0,00 ^b
2.	250 ekor/m ³	3,08	2,91 $\pm$ 0,01 ^a	2,53 $\pm$ 0,01 ^a
3.	300 ekor/m ³	3,08	2,95 $\pm$ 0,00 ^b	3,22 $\pm$ 0,00 ^c

Total sel darah putih pada ikan selais berkisar 2,53 – 3,08 $\times 10^4$ sel/mm³. Jumlah ini terbilang normal, seperti hasil penelitian yang dikemukakan oleh Royan (2014); jumlah kisaran normal total leukosit pada ikan yaitu 20.000 – 150.000 sel/mm³. Leukosit merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh non spesifik yang akan mengeliminasi dan melokalisasi patogen (Santoso *et al.*, 2013).

Peningkatan jumlah total leukosit terjadi akibat adanya respon dari tubuh ikan terhadap buruknya kondisi lingkungan, faktor stress dan infeksi penyakit (Royan, 2014). Pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa pada padat tebar 250 ekor/m³ jumlah leukosit tidak terlalu tinggi, juga dapat dilihat pada padat tebar 250 ekor/m³ jumlah total eritrositnya yang paling tinggi dari dua perlakuan lainnya, hal ini menggambarkan kondisi ikan dengan padat tebar 250 ekor/m³ dalam kondisi sangat baik dibandingkan dengan dua perlakuan lainnya, hal tersebut dibuktikan pula dengan hasil analisa variansi (ANOVA) pada hasil penelitian tersebut. Kadar leukosit antar tiap perlakuan dari awal penelitian yaitu 3,08 $\times 10^4$ sel/mm³, sedangkan pada hari ke-30 pemeliharaan padat tebar 250 ekor/m³ total leukosit 2,91 $\times 10^4$ sel/mm³, dan pada hari ke-60 pemeliharaan 2,53 $\times 10^4$ sel/mm³. Fluktuasi total leukosit pada tiap perlakuan dipengaruhi oleh kondisi tertentu seperti; stres, umur, bobot dan aktivitas fisiologis. Ikan dewasa tentunya memiliki sistem pertahanan tubuh lebih kuat dibandingkan larva. Sesuai dengan pendapat Rosidah *et al.* (2019), bahwa umur dan bobot ikan mempengaruhi sistem darah ikan salah satunya dengan bertambahnya sel darah putih yang digunakan sebagai pertahanan tubuh.

Leukosit dapat dibagi menjadi empat bagian besar, yaitu granulosit, limfosit, monosit dan trombosit. Granulosit itu sendiri dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu netrofil (tidak menyerap pewarna asam atau basa), eosinofil (menyerap pewarna asam) dan basofil (menyerap pewarna basa). Jumlah granulosit di dalam darah ikan jumlahnya bervariasi dari 4% sampai 60% dari total jumlah darah putih, tergantung dari jenis ikannya (Permatasari, 2015).

Glukosa Darah Pada Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

Glukosa darah adalah suatu komponen penting dalam darah ikan yang memiliki fungsi sebagai sumber pasokan bahan bakar utama dan substrat esensial untuk metabolisme sel, terutama sel otak. Glukosa darah pada ikan selais menggunakan sistem resirkulasi akuakultur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Kadar Glukosa (mg/dL) Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*)

No.	Padat Tebar	Kandungan Glukosa Darah (mg/dL)		
		0 Hari	30 Hari	60 Hari
1.	200 ekor/m ³	73,00	78,00 $\pm$ 1,00 ^a	79,00 $\pm$ 1,00 ^a
2.	250 ekor/m ³	72,00	80,33 $\pm$ 0,57 ^b	89,00 $\pm$ 1,00 ^b
3.	300 ekor/m ³	73,00	80,66 $\pm$ 0,57 ^b	94,00 $\pm$ 1,00 ^c

Kandungan glukosa darah (mg/dL) pada pemeliharaan ikan selais selama 60 hari termasuk dalam kondisi normal. Glukosa darah tersebut berkisar antara 73.00 – 94.00 mg/dL. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa padat tebar berbeda pada pemeliharaan ikan selais menggunakan sistem resirkulasi akuakultur memberikan pengaruh antar perlakuan ($p < 0,05$). Pada pemeliharaan selama 30 hari, padat tebar 250ekor/m³ dan padat tebar 300ekor/m³ tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan padat tebar 200ekor/m³, selanjutnya pada hari ke-60, antara 200 ekor/m³, 250

ekor/m³ dan 300 ekor/m³ berbeda nyata antar tiap perlakuan. Menurut Malini *et al.* (2016), kadar glukosa darah normal ikan berkisar 40-90 mg/dL. Pada (Tabel 4.5) diatas, dapat dilihat bahwa keseluruhan hasil pemeriksaan glukosa dalam kondisi normal, namun dapat dilihat bahwa jumlah padat tebar dengan tingkat kadar glukosa yang berada dalam keadaan optimal untuk ikan selais, ialah perlakuan jumlah padat tebar 250 ekor/m³.

Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Masjudi *et al.*, (2016); menyatakan bahwa ikan tapah (*Wallago leri*) yang dipelihara pada suhu 29⁰ dengan pemberian dosis pakan 5 %, menghasilkan nilai glukosa darah 14,44 mg/dL. Selanjutnya penelitian Syawal *et al.* (2012), pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara pada suhu 24⁰C menunjukkan kadar glukosa sebesar 133,96 mg/dL.

Peningkatan kadar glukosa merupakan efek skunder dari stress dan berpengaruh terhadap kesehatan ikan (Ulukoy, 2002; Li *et al.*, 2009). Efek stress pada ikan diperantarai oleh pelepasan kortikosteroid dan ketokelamin. Dalam keadaan stress terjadi peningkatan glukokortikoid yang berakibat pada peningkatan kadar glukosa darah untuk mengatasi kebutuhan energi yang tinggi pada saat stress (Li *et al.* 2009).

Padat penebaran ikan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi organisme budidaya. Padat penebaran mempengaruhi pemanfaatan energi dan menjadi faktor stress karena peningkatan interaksi antar ikan. Saat ikan stres ikan membutuhkan banyak energi untuk beradaptasi melawan stress tersebut. Tingginya kebutuhan energi untuk mempertahankan hidup akan merangsang terjadinya mobilisasi glukosa ke dalam darah (Syawal *et al.*, 2011).

Pertumbuhan Ikan Selais

Pertumbuhan merupakan ukuran panjang atau berat dalam kurun waktu tertentu (Effendi, 2002). Berikut ini ialah hasil dari pertumbuhan ikan selais pada (Tabel 6). Pengukuran pertumbuhan yang disajikan meliputi Bobot mutlak (gram), Panjang Mutlak (cm) dan Laju Pertumbuhan Spesifik (% LPS).

Tabel 6. Pertumbuhan Bobot Mutlak (g) , Panjang Mutlak (cm) dan % Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

No.	Padat Tebar	Pertumbuhan		
		Bobot Mutlak	Panjang Mutlak	Laju Pertumbuhan Spesifik
1.	200 ekor/m ³	11.06±0.00 ^a	7.24±0.01 ^b	2.22±0.00 ^a
2.	250 ekor/m ³	12.06±0.02 ^c	7.44±0.02 ^c	2.40±0.01 ^c
3.	300 ekor/m ³	11.25±0.34 ^b	7.18±0.01 ^a	2.26±0.01 ^b

Ikan selais yang dipelihara pada wadah yang menggunakan sistem resirkulasi akuakultur (SRA) berdasarkan hasil analisa, memperlihatkan bahwa Padat Tebar 250 ekor/m³, lebih unggul dari dua perlakuan lainnya. Nilai pertumbuhan bobot mutlak, panjang mutlak dan Laju Pertumbuhan Spesifik tersebut berbeda nyata antar padat tebar 200 ekor/m³ dan padat tebar 300 ekor/m³. Hal ini didukung pula oleh kondisi fisiologis ikan yang tergolong sehat dalam masing-masing perlakuan. Namun, perlakuan dengan padat tebar 250 ekor/m³ justru memperlihatkan hasil yang terbaik diantara tiga perlakuan tersebut.

Padat tebar 250 ekor/m³ menghasilkan nilai bobot mutlak sebesar 12.06 g. Hal ini lebih baik dari hasil penelitian Maiyulianti *et al.*, (2017) mengenai pemeliharaan benih selais dengan pakan yang berbeda, dimana benih yang diberi pakan pelet hanya menghasilkan nilai bobot mutlak 1,78g. Sedangkan hasil penelitian Agusnimar dan Rosyadi (2015); pemeliharaan calon ikan selais dengan menggunakan hormon tiroksin 0,08 mg/kg pakan, menghasilkan nilai pertumbuhan bobot mutlak 14,80 gram.

Panjang Mutlak pada ikan selais pada SRA ini menghasilkan panjang 7.44 cm. Hal ini lebih baik dari hasil penelitian Hairani *et al.*, (2015), dimana hasil Panjang mutlak ikan selais yang dipelihara dengan sistem akuaponik yang dilakukannya sebesar 6.45 cm. Penelitian ini juga memberikan hasil pertumbuhan panjang mutlak yang lebih baik dari hasil penelitian Sawitri, Tang, Syawal (2018); penggunaan hormon rEIGH pada ikan selais dengan dosis 12mg/kg, menghasilkan pertumbuhan panjang mutlak 3,60 cm.

Pertumbuhan merupakan indikator kondisi kesehatan ikan, populasi dan lingkungan. Laju pertumbuhan yang cepat menunjukkan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan tempat hidup yang sesuai (Shelly, 2008). Penambahan bobot tubuh ikan juga menunjukkan bahwa kandungan energi dalam pakan yang dikonsumsi ikan melebihi kebutuhan energi untuk pemeliharaan dan aktivitas tubuh lainnya (Lovell, 1988). Selain pakan yang mencukupi kualitas air di dalam media pemeliharaan juga sangat mendukung untuk pertumbuhan ikan. Kualitas air yang buruk dapat membuat ikan stress yang mengakibatkan nafsu makan ikan berkurang dan terganggunya sistem metabolisme. Menurut Effendi (1979), laju pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh makanan, suhu, umur ikan serta kandungan zat-zat hara dalam perairan. Selanjutnya Effendie (1971) menyatakan bahwa pertumbuhan individu dapat terjadi apabila ada kelebihan energi dan protein yang berasal dari makanan, yang telah digunakan oleh tubuh untuk metabolisme dasar, pergerakan, perawatan bagian tubuh dan mengganti sel-sel yang rusak.

Manajemen Kualitas Air

Penelitian ini menggunakan teknologi resirkulasi akuakultur, atau lebih dikenal pula dengan istilah Sistem Resirkulasi Akuakultur (SRA), penelitian ini dilakukan dengan menggunakan padat tebar yang bervariasi, diharapkan dengan melakukan manajemen kualitas air, dapat mengoptimalkan pertumbuhan ikan, berikut (Tabel 7) merupakan hasil pengukuran kualitas air selama penelitian.

Tabel 7. Pengukuran Parameter Kualitas Air SRA Ikan Selais

No	Parameter	Range Hasil Pengukuran	Nilai Baku Mutu (Lesmana, 2004)
1.	Derajat Keasaman (pH)	6,86 – 7,38	6,5 – 7,5
2.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26,4 – 31,5	26 – 32
3.	DO (mg/L)	6,72 – 7,01	3 – 8
4.	*TAN (mg/L)		0 – 0,2
a.	Saluran Pembuangan	0,172 – 0,286	
b.	Penampungan Limbah	0,280 – 0,293	
c.	Setelah Difilter Secara Biologis	0,012 – 0,026	

*Sumber Analisis: Lab. Kualitas Air Ilmu Kelautan-FPK UR

Parameter kualitas air berupa suhu, pH, DO dan TAN masih berada dalam nilai ambang baku mutu dapat ditoleransi oleh ikan. nilai TAN dapat ditanggulangi dengan menggunakan sistem resirkulasi akuakultur (SRA), sehingga kadar TAN dalam wadah budidaya selalu terjadi orientasi, yang mana terlebih dahulu difilter menggunakan wadah penyaringan biologis, berupa tanaman sawi. Dalam masa pemeliharaan ikan selais pada sistem resirkulasi akuakultur (SRA), pemanenan tanaman sawi ini diperoleh sebanyak dua kali. Hal ini dikarenakan tanaman sawi, mampu memanfaatkan unsur hara yang dihasilkan oleh sisa metabolisme ikan selais tersebut.

Syamdidi *et al.*, (2006) mengungkapkan bahwa kondisi stres akan menstimulasi pelepasan luar adrenalin mengeluarkan sejumlah kortisol dan memacu perubahan protein tubuh menjadi asam amino yang kemudian akan terurai menjadi ammonia, akibatnya, produksi ammonia pada kondisi tersebut akan meningkat. Tingkat toksisitas ammonia dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain spesies ikan, kadar garam, tingkat paparan ammonia, lama paparan, dan pengaruh aklimatisasi yang diberikan sebelumnya (Irianto 2005).

Listyanto dan Andriyanto (2008) menyatakan bahwa pemanfaatan tanaman air pada akuaponik, yaitu sebagai bagian dari sistem filter biologi terbukti efektif menjaga kejernihan air. Tanaman air terbukti dapat menyerap zat racun berupa ammonia dan nitrat yang berasal dari sisa pakan, feses dan urine ikan.

Penggunaan sistem resirkulasi, juga memudahkan dalam proses difusi oksigen ke dalam perairan, sehingga oksigen yang dihasilkan dari sistem ini juga lebih optimal, serta menghasilkan ikan yang tidak stress terlihat dari jumlah konsumsi oksigen pada ikan yang dipelihara. Selanjutnya, nilai jumlah konsumsi pakan berupa nilai efisiensi pakan (%), berada pada batas penggunaan sangat baik, begitu pula nilai dari *food conversion ratio* (FCR), menggambarkan ikan dalam kondisi fisiologi sangat baik, serta tidak mengalami stress.

Menurut Floyd dan Watson (2005) bahwa amonia adalah produk sisa metabolisme yang utama dari ikan, dikeluarkan melalui insang dan urine. Sumber utama amonia sebenarnya berasal dari protein pada pakan ikan yang dimakan oleh ikan untuk kebutuhan energi dan nutrien, deaminasi asam amino menjadi energi menghasilkan amonia yang dikeluarkan sebagai sisa metabolisme. Dari semua parameter kualitas air yang mempengaruhi ikan, amonia adalah yang terpenting setelah oksigen, karena dalam jumlah kecil amonia dapat menyebabkan stress dan kerusakan insang, rentan terhadap infeksi bakteri, dan memperlambat pertumbuhan, bahkan pada konsentrasi tinggi dapat membunuh ikan.

Di dalam air, amonia terdapat dalam dua bentuk, yakni; NH_4 (amonia terionisasi, karena memiliki ion positif) dan NH_3 (tak terionisasi, karena tidak memiliki ion), yang mana secara keseluruhan disebut Total Ammonia Nitrogen (TAN), proporsinya sangat bervariasi tergantung pada pH dan suhu. Jika pH dan suhu meningkat maka jumlah NH_3 meningkat, demikian pula sebaliknya.

Ikan yang terus menerus terekspos NH_3 pada konsentrasi lebih dari 0.02 mg/l dapat menurunkan pertumbuhan dan semakin rentan terhadap penyakit (Butner 1993). Dalam budidaya ikan sumber utama amonia adalah pakan, maka hal pertama yang dilakukan pada budidaya konvensional jika amonia terdeteksi adalah mengurangi atau menghentikan pemberian pakan, karena ikan akan stress dan tidak makan selama terpapar amonia. Pakan yang tidak termakan akan menambah kondisi air semakin buruk. Budidaya ikan di kolam tanah, dengan pemberian pupuk fosfat bisa membantu membebaskan level TAN yang tinggi lebih dari satu hari dan menstimuluskannya dengan menempatkan tanaman akan membantu menghilangkan amonia dari sistem (Sumoharjo, 2009). Akan tetapi dengan menggunakan sistem resirkulasi akuakultur (SRA), permasalahan ini dapat teratasi, dengan memberikan hasil pertumbuhan ikan yang optimal.

Akuakultur resirkulasi adalah sebuah sistem sirkulasi air tambak dengan menggunakan kembali (*reuse*) air untuk budidaya habitat air, sehingga dapat mengurangi penggunaan air dari luar sistem. Dimana air kolam yang telah digunakan untuk budidaya ikan dan telah mengalami penurunan kualitasnya, dapat digunakan kembali setelah mengalami proses filtrasi.

Menurut Edhi (2001), satu modul sistem resirkulasi akuakultur terdiri dari unit perlakuan, unit budidaya, saluran pasok (*supply canal*), dan saluran air bersih (*clean water canal/sub inlet*). Penambahan air ke dalam sistem dilakukan melalui unit karantina (*quarantine unit*) dalam jumlah yang relatif sedikit, yaitu hanya mengganti volume air yang hilang akibat penguapan, rembesan dan pembersihan dasar kolam (sifon). Selain itu juga sering dibantu dengan aksesoris lainnya, seperti pompa, aerator, dll.

Twarowska *et al.* (1997) menyatakan bahwa dalam desain sistem resirkulasi, hal yang utama untuk dipertimbangkan adalah penyediaan kondisi yang memungkinkan untuk membuang limbah padatan, limbah ammonia, dan pengadaan aerasi. Dalam beberapa literatur Sistem Akuakultur Resirkulasi juga sering disebut dengan “*water re-use system*”. Sistem Akuakultur Resirkulasi ini merupakan teknik budidaya yang relatif baru dan unik dalam industri perikanan (Suantika, 2001). Sistem resirkulasi merupakan budidaya intensif yang merupakan alternatif menarik untuk

menggantikan sistem ekstensif, dan cocok diterapkan didaerah yang memiliki lahan dan air terbatas (Suresh and Lin, 1992)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengaruh padat tebar pada kualitas air ikan selais (*O. hypophthalmus*) yang dipelihara pada sistem resirkulasi akuakultur (SRA) menunjukkan kondisi air yang tetap optimal untuk budidaya ikan. Pengaruh kualitas air yang dalam kondisi normal tersebut menghasilkan kondisi fisiologis ikan yang sehat ditandai dengan adanya pertumbuhan yang meningkat. Fisiologis pertumbuhan terbaik yaitu pada padat tebar 250 ekor/m³, Total eritrosit akhir $264,00 \pm 3,00 \times 10^4$ sel/mm³, hemoglobin akhir $8,3 \pm 0,11$ g/dL, hematokrit akhir $26,66 \pm 0,57$ %, total leukosit akhir $2,53 \pm 0,01 \times 10^4$ sel/mm³, Glukosa darah $89,00 \pm 1,00$ mg/dL, Pertumbuhan bobot mutlak $12,06 \pm 0,02$ g, panjang mutlak $7,44 \pm 0,02$ cm, LPS $2,40 \pm 0,01$ %,.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, D. P. 1996. *Environmental Factors in Fish Health: Immunological Aspects*, In: Iwama G. and T. Nakanishi (eds.). *The Fish Immune System*. Academic Press, New York. P . 289-305.
- Anderson, D.P and A.K Siwicki. 1995. *Basic Hematology and Serology for Fish Health Programs*. Phillipines (ID): Fish Health Section, Asian Fisheries Society. 185-202.
- Barton, B.A. 2002. Stress In Fishes: A Diversity Of Responses With Particular Reference To Changes In Circulating Corticosteroids. *Integ Comp Biol*. Vol. 42. 517-525.
- Edhi,W.A, 2001. Closed Recirculation System ke Closed System, Mitra Bahari No.2, VI: 51-52.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendie, M. I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dwi Sri. Bogor. 112 hal.
- Effendie, M. I. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta. 188 hal.
- Effendie, M.I. 1992. *Metoda Biologi Perikanan*. Penerbit Yayasan Agromedia: Bogor.
- Emu, S. 2010. Pemanfaatan Garam pada Pengangkutan Sistem Tertutup Benih Ikan Patin (*Pangasius* sp) Berkepadatan Tinggi dalam Media yang Mengandung Zeolit dan Arang Aktif. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor. [Tesis].
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Hargreaves, J.A, Tucker CS. 2004. Managing Ammonia In Fish Ponds. *J. South Region Aquaculture Center Publication*. 4603: 1-7.
- Haryadi A. S. 2010. Pemeliharaan Ikan Selais (*Ompok hypophthalmus*) dengan Padat Tebar Berbeda pada Resirkulasi Sistem Akuaponik. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.

Pekanbaru. [Skripsi].

- Hastuti, S. dan Subandiyono. 2015. Kondisi Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Dipelihara Dengan Teknologi Bioflok. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol.10. No.2. 74-79
- Irianto A. 2005. *Patologi Ikan Teleostei*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 16-54 dan 95-108.
- Irianto, A. 2005. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta. 125 hal.
- Kurniawan, R. 2020. Profil Hematologis dan Fisiologis Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) yang diberi Pakan dengan Penambahan Suplemen Herbal. [Tesis]. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 139 hal.
- Lavabetha, ARR., Hidayaturrahmah, Muhamat dan HS. Budi. 2015. Profil Darah Ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) dari Muara Sungai Barito Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 12(1): 78-89.
- Lesmana, D. S. 2004. *Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Li, P., B. Ray and Delbert M. 2009. Effect of Handling and Transport on Cortisol Response and Nutrient Mobilization of Golden Shiner (*Notemigonus crysoleucas*). *Journal of The World Aquaculture Society*. Vol. 40 No.6.
- Marlina, E. 2011. Optimasi Osmolaritas Media dan Hubungannya Dengan Respon Fisiologis Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 108 hal. [Tesis].
- Martínez-Alvarez, R.M., Morales, A.E. & Sanz, A. 2005. Antioxidant Defenses In Fish: Biotic And Abiotic Factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15, 75-88.
- Masjudi, H. Tang, U.M., Syawal, H. 2016. Kajian Tingkat Stres Ikan Tapah (*Wallago leeri*) Yang Dipelihara Dengan Pemberian Pakan Dan Suhu Yang Berbeda. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. Vol. 44. No.3. 69-83.
- Mulyadi, Abraham, M. dan Nuraini. 2011. The Effect Of Stocking Density on The Growth and Survival Rate of *Ompok hypophthalmus* Reared In Fish Cages. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol.16. 33-47.
- Mulyadi, Tang, U.M dan Suryani. 2010. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Benih Ikan Silais (*Ompok hypophthalmus*). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. Vol. 38. No. 2. 21-40.
- Philipson, H.L., Stefani, Victoria E.P, and Mary, D.K. 2010. Blood Sugar Measurement in Zebrafish Reveals Dynamics of Glucose Homeostasis. *Zebrafish*. 7: 2.
- Purwanto, A. 2006. Gambaran Darah Ikan Mas *Cyprinus carpio* Yang Terinfeksi Koi Herpes Virus. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. [Skripsi].

- Putra AN. 2015. Laju Metabolisme Pada Ikan Nila Berdasarkan Pengukuran Tingkat Konsumsi Oksigen. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5(1):13-18.
- Putra, A. N. 2010. Kajian Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. IPB: Bogor. 109 hal.
- Putra, G.P., Mulyana dan Mumpuni. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Terhadap Mortalitas dan Gambaran Darah Benih Ikan Nilem (*Osteochilus Hasselti*) Dengan Uji Tantang Menggunakan Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Mina Sains*. Vol 1. No.2. 68-79.
- Putra, I. dan Pamukas, N.A. 2011. Pemeliharaan Ikan Selais (*Ompok* sp.) Dengan Resirkulasi, Sistem Aquaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 16. 125-1
- Rosidah., ID. Buwono, W. Lili, IB. Suryadi, dan AR. Triandika. 2019. Ketahanan Ikan Lele Sangkuriang, *Clarias gariepinus* Burchell 1822 terhadap *Aeromonas hydrophila* Pasca Pemberian Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oliefera*) melalui Pakan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 97-113.
- Rosyadi, A. 2015. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan selais *Kryptopterus lais* yang diberi hormon tiroksin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol. 14. No.1. 38-41.
- Royan, F. 2014. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. Vol.3. No.2. 109-117.
- Septiarini., E. harpeni, dan Wardiyanto. 2012. Pengaruh Waktu Pembrian Probiotik yang Berbeda terhadap Respon Imun Non-Spesifik Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diuji Tantang dengan Bakteri *Aeromonas salmonicida*. *E-Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. Vol.1. No.1. 39-46
- Suantika, G., 2001. Development of a Recirculation System for the Mass Culturing of the Rotifer *Brachionus plicatilis*. Universiteit Gent, Belhium Ghent.
- Suresh, A. V. dan Lin, C.K. 1992. Effect of Stocking Density on Water Quality and Production of Red Tilapia in Recirculated Water System. *Aquacultural Engineering*. 11: 1-22.
- Susanto, A., Marsi, & Taqwa, F. H. 2014. Toksisitas Limbah Cair Lateks Terhadap Jumlah Eritrosit, Jumlah Leukosit dan Kadar Glukosa Darah Ikan Patin (*Pangasius Sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. Vol.2. No.2, 135-149.
- Syawal, H., & Ikhwan, Y. 2011. Respon Fisiologis Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypoptalamus*) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda. *Berkala Perikanan Trubuk*, 39(1), 51-57.
- Syawal, H., N. Kusumorini, W. Manalu dan R. Affandi. 2011. Respon Fisiologis dan Hematologis Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada Suhu Media Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 1-11.
- Tang, U.M., Aryani, N., Masjudi, H., Hidayat, K. 2018. Pengaruh Suhu Terhadap Stres Pada Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Asian Journal of Environment, History and Heritage*. Vol. 2,

Issue. 1, p. 43-49. ISSN 2590-4213 e-ISSN 2590-4310.

Taqwa, F. H. 2008. Pengaruh Penambahan Kalium pada Masa Adaptasi Penurunan Salinitas pada Waktu Penggantian Pakan Alami oleh Pakan Buatan Terhadap Performa Pasca larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Institut Pertanian Bogor. [Tesis].

Twarowska. 1997. Waste Treatment and Waste Characterization Evaluation of an Intensive Recirculating Fish Production System. North Carolina: Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University.

Zonneveld, N.E., A. Huisman dan J.H. Boon, 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.