

**EFEKTIVITAS WADAH BUNDAH BERARUS TERHADAP FISIOLOGI BENIH IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) YANG DIINFEKSI OLEH BAKTERI *Aeromonas hydrophila***

*Effectiveness of Current Generating Circular Tank to Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerlings Physiology that Infected by *Aeromonas hydrophila**

Ibnu Bangkit Bioshina Suryadi<sup>1\*</sup>, Zaqi Rachman Shidqi<sup>1</sup>, Roffi Grandiosa<sup>1</sup>, Walim Lili<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Bandung-Sumedang KM. 21, Jatinangor 45363, Indonesia

\*Korespondensi email : ibnu.bangkit@unpad.ac.id, zaqi17001@mail.unpad.ac.id

**ABSTRACT**

This research focused on determining the best survival performance of carp (*C. carpio*) fingerlings in circular containers combined with venturi aerators to generate water current, then challenged by *A. hydrophila*. The research used an experimental method of Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications. The treatment used was the use of venturi aerators on circular containers: without water current as a control (A), with a water current of 0.06 ms<sup>-1</sup> (B), 0.1 ms<sup>-1</sup> (C), and 0.14 ms<sup>-1</sup> (D). The study was initiated by rearing 5-7 cm fish fingerlings for 40 days and followed by a challenge test for 14 days. Carp fingerlings were challenged by approximately 0.1 ml *A. hydrophila* using intraperitoneal method at a density of 10<sup>8</sup> CFU ml<sup>-1</sup>. Each tank consists of 15 fingerlings. Parameters observed included survival rate, the number of red blood cells and white blood cells, macroscopic symptoms, and water quality, observed at 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, and 14<sup>th</sup> day post-injection. The results showed survival rate in treatment (D) was the best (water current of 0.14 ms<sup>-1</sup>), 98% before the challenge period and 95% after the challenge period. In addition, it can increase the hematological parameters as seen from the increase in the number of red and white blood cells after the challenge test, from 1.043 x 10<sup>6</sup> cells mm<sup>3-1</sup> to 2.36 x 10<sup>6</sup> cells mm<sup>3-1</sup> and 2.7 x 10<sup>4</sup> cells mm<sup>3-1</sup> to 9.3 x 10<sup>4</sup> cells mm<sup>3-1</sup> respectively. And it shows an increased immune response as seen from the recovery acceleration in macroscopic symptoms on the seventh day after *A. hydrophila* injection. While water quality did not differ between control and treatments.

Keywords : current circular generating tank, carp fingerling, *Aeromonas hydrophila*, physiological response

**ABSTRAK**

Penelitian ini berfokus pada penentuan performa terbaik kelangsungan hidup benih ikan mas (*C. carpio*) pada wadah bundar berarus venturi ketika diuji tantang oleh

bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penelitian menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah penggunaan venturi pada wadah bundar dengan: tanpa arus sebagai kontrol (A), dengan arus sebesar  $0,06 \text{ ms}^{-1}$  (B),  $0,1 \text{ ms}^{-1}$  (C), dan  $0,14 \text{ ms}^{-1}$  (D). Penelitian diawali dengan pemeliharaan benih ikan berukuran 5-7 cm selama 40 hari dan diikuti oleh ujiantang selama 14 hari. Benih ikan mas diujiantang dengan *A. hydrophila* secara intraperitonia 1 dengan kepadatan  $10^8 \text{ CFU ml}^{-1}$  yang diinjeksikan sebanyak 0,1 ml. Setiap wadah diisi 15 ekor benih ikan. Parameter yang diamati meliputi kelangsungan hidup, pengamatan jumlah sel darah merah dan sel darah putih, gejala makroskopis serta kualitas air, pengamatan dilakukan pada hari ketiga, kelima, kesepuluh dan keempat belas pasca injeksi. Hasil menunjukkan kelangsungan hidup pada perlakuan (D) merupakan perlakuan yang terbaik (arus sebesar  $0,14 \text{ ms}^{-1}$ ), sebelum masa ujiantang sebesar 98% dan setelah masa ujiantang sebesar 95%. Selain itu, dapat meningkatkan respon benih ikan mas, terlihat dari peningkatan jumlah sel darah merah dan putih setelah ujiantang, dari  $1,43 \times 10^6 \text{ sel mm}^{-3}$  menjadi  $2,36 \times 10^6 \text{ sel mm}^{-3}$  dan  $2,7 \times 10^4 \text{ sel mm}^{-3}$  menjadi  $9,3 \times 10^4 \text{ sel mm}^{-3}$ . Lalu dapat meningkatkan respon imun ikan terlihat dari percepatan pemulihan gejala makroskopis pada hari ketujuh pasca injeksi *A. hydrophila*. Sementara kualitas air tidak berbeda nyata antara kontrol dan perlakuan pemberian arus.

Kata kunci: wadah bundar berarus, benih ikan mas, *Aeromonas hydrophila*, respon fisiologis

## PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya ikan mas yang dilakukan seperti di kolam biasa, sawah, waduk, sungai air deras, maupun dalam keramba di perairan umum meningkatkan produksi yang cukup signifikan. Data dari Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Perikanan dan Kelautan tahun 2018, menyatakan bahwa produksi ikan mas di Indonesia terjadi peningkatan produksi dari tahun 2010 sampai tahun 2017 sebesar 33.954 ton.

Bakteri *A. hydrophila* merupakan bakteri yang bersifat *opportunistic*. Infeksi dari bakteri ini

dapat terjadi apabila adanya perubahan kondisi lingkungan, stres, perubahan temperatur dan air yang terkontaminasi.

Penanggulangan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *A. hydrophila* sering ditangani dengan obat seperti antibiotik atau bahan kimia lainnya. Menurut Nurjanah *et al.* (2014), penggunaan antibiotik secara meluas dan tidak sesuai dapat menyebabkan resistensi antibiotik.

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi laju pertumbuhan, kelangsungan hidup serta menanggulangi penyakit dari infeksi bakteri *A. hydrophila* terhadap ikan.

Salah satu faktor tersebut adalah arus. Pergerakan air menyebabkan adanya distribusi oksigen yang merata. Selain itu, dengan adanya arus air, maka zat sisa metabolisme ikan akan terbawa sehingga akan memperbaiki kualitas perairan (Kelabora dan Sabariah 2010).

Menurut Suryadi *et al.* (2021b), penggunaan arus pada media bundar dengan infeksi bakteri *A. hydrophila* secara imersi pada ikan koi dapat meningkatkan kinerja sistem imun. Oleh sebab itu, perlu dilakukan riset rekayasa lingkungan untuk mengetahui kecepatan arus yang mempengaruhi kelangsungan hidup ikan mas dan peningkatan respon imun benih ikan mas (*C. Carpio*) yang diinjeksi oleh bakteri *A. hydrophila* dengan pemberian arus pada media wadah bundar.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kecepatan arus dan pemanfaatan venturi terbaik dalam meningkatkan kelangsungan hidup benih ikan mas yang diinjeksi bakteri *A. hydrophila* dengan kepadatan  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> secara intraperitoneal dengan dosis 0,1 ml per ikan dengan padat tebar sebanyak 15 ekor dalam 15 liter air pada media pemeliharaan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Akuakultur Gedung 2 dan 4 serta Laboratorium Mikrobiologi Gedung 3, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga November 2021.

Alat yang digunakan antara lain galon, ember, venturi aerator, pipa PVC  $\frac{1}{2}$  inch, klep, keran, pompa, DO meter, pH meter, aerator, selang, batu aerasi, kamera dan kalkulator ponsel, *scoop net*, dakron, cawan petri, labu erlenmeyer, *hot plate and magnetic stirrer*, *laminar flow*, bunsen, *autoclave*, spektrofotometer, *vortex*, tabung reaksi, timbangan analitik, spatula, gelas ukur, kapas, jarum ose, inkubator, mikroskop, pipet thoma, *haemocytometer*, *counting chamber*, sentrifugator, skala hematokrit, *cover glass*, *object glass*, gunting bedah, termometer, *sera test kit*, milimeter blok. Bahan yang digunakan antara lain ikan mas berukuran 5-7 cm yang didapatkan dari pembudidaya ikan di Tanjung Sari, Kab. Sumedang, pelet komersil dengan kandungan protein 35%, isolat bakteri *A. hydrophila* yang

berasal dari Lab. Mikrobiologi, FPIK Unpad, media NA dan NB, akuades, alkohol 70%, larutan turk's, larutan hayem's, NaCL fisiologis 0,9%.

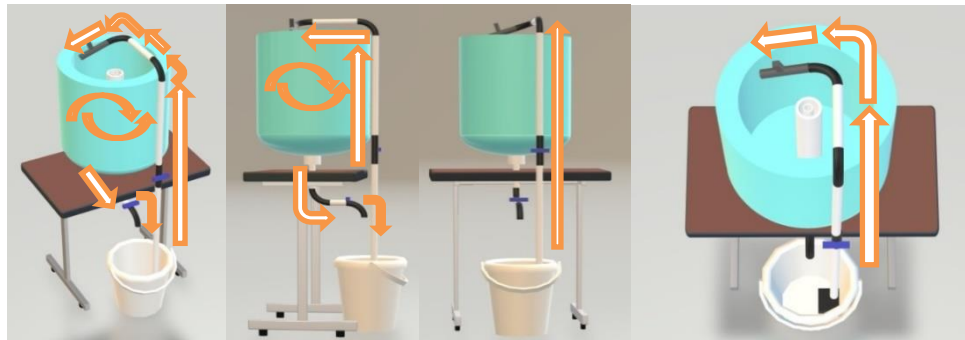
Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan:

- Perlakuan A: Perlakuan kontrol (tanpa arus + venturi) + ujiantang oleh *A. hydrophila*  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>
- Perlakuan B: Arus  $0,06$  ms<sup>-1</sup> + venturi + ujiantang oleh *A. hydrophila*  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>
- Perlakuan C: Arus  $0,1$  ms<sup>-1</sup> + venturi + ujiantang oleh *A. hydrophila*  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>
- Perlakuan D: Arus  $0,14$  ms<sup>-1</sup> + venturi + ujiantang oleh *A. hydrophila*  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup>

Pada penelitian ini, galon sebagai wadah dirancang agar mampu menghasilkan arus yang berputar konstan (Gambar 1). Arus yang terbuat berasal dari pompa yang diletakkan pada ember lalu dipasangkan pipa menuju galon sehingga akan terbuat

*inlet*. Air yang dialirkan dari *inlet* akan membuat arus dengan setingan keran tertentu sehingga menghasilkan kecepatan sesuai perlakuan. *Outlet* berada pada bagian bawah wadah pemeliharaan dan dipasangkan pipa dan juga keran untuk mengatur pengeluaran air. Air yang akan keluar dari *outlet* akan masuk kedalam ember yang telah dipasang dakron sebagai filter fisik dan diberlakukan sistem sirkulasi sehingga air akan diangkat kembali oleh pompa ke galon. Perlakuan menggunakan sistem venturi memiliki modifikasi di *inlet* sehingga arus yang keluar berupa gelembung-gelembung. Sedangkan untuk pemeliharaan kontrol hanya menggunakan venturi tanpa perlakuan arus. Berikut Gambar 1. merupakan rancangan wadah bundar pemeliharaan.

Berdasarkan uji pendahuluan, dapat ditarik hipotesis bahwa penambahan arus dan venturi dengan kecepatan arus  $0,14$  ms<sup>-1</sup> pada media pemeliharaan wadah bundar dapat memberikan daya tahan tubuh ikan dan percepatan *recovery* terbaik pada ikan mas (*C. carpio*).



Gambar 1. Rancangan Wadah Bundar Berarus

Keterangan:

Tanda panah merupakan arah sirkulasi air pada instalasi wadah bundar

### Parameter Pengamatan

#### Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR) dihitung untuk mengetahui tingkat kematian ikan uji selama penelitian, kelangsungan hidup dapat dihitung berdasarkan rumus Effendie (2002).

$$SR = \left( \frac{N_t}{N_o} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

- SR = tingkat kelangsungan hidup (%)
- N<sub>t</sub> = jumlah ikan pada akhir riset (ekor)
- N<sub>o</sub> = jumlah ikan pada awal riset (ekor)

#### Total Sel Darah Merah

Larutan *Hayem's* berfungsi untuk mematikan sel darah putih (Utami 2009). Perhitungan menggunakan rumus menurut Blaxhall dan Dainsley 1973 dalam Rafsyanzani (2016).

$$SDM = \frac{A1+A2+A3+A4+A5}{5} \times 25 \times 10 \times 20$$

Keterangan:

- A1+A2+A3+A4+A5 = sampel kotak yang akan diamati
- 4 = jumlah sampel kotak
- 25 = seluruh jumlah kotak sdm
- 10 = tebal kotak
- 20 = pengenceran

#### Total Sel Darah Putih

Larutan *Turk's* ini bersifat asam yang akan mengakibatkan lisisnya sel darah merah sehingga yang tertinggal hanya sel darah putih (Utami 2009). Perhitungan menggunakan rumus menurut Blaxhall dan Daisley 1973 dalam Rafsyanzani (2016).

$$SDP = \frac{A1+A2+A3+A4}{4} \times 16 \times 10 \times 20$$

Keterangan:

- SDP = sel darah putih
- A1+A2+A3+A4 = sampel kotak yang akan diamati
- 4 = jumlah sampel kotak
- 16 = seluruh jumlah kotak sdp
- 10 = tebal kotak
- 20 = pengenceran

**Gejala Makroskopis**

Pengamatan gejala makroskopis dilakukan setelah benih ikan mas diinjeksi oleh *A. hydrophila*. Pengamatan yang dilakukan meliputi perubahan morfologi berupa bercak merah, kerusakan jaringan dan sirip geripis.

**Kualitas Air**

Parameter kualitas yang diamati yaitu suhu, DO, pH dan amoniak yang masing-masing diukur dengan pH meter, ammonia *test kit* dan DO meter.

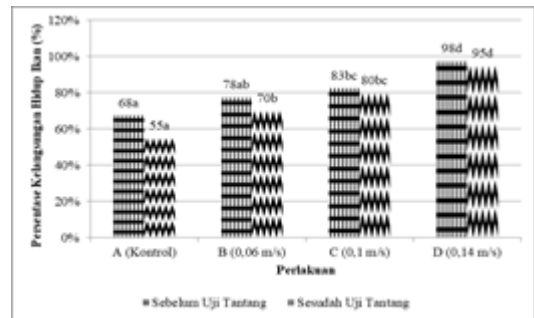
**Analisis Data**

Analisis data kelangsungan hidup, sel darah putih, dan sel darah merah menggunakan uji F pada selang kepercayaan 95%. Apabila perlakuan berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan. Data gejala makroskopis dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kelangsungan Hidup**

Pengamatan kelangsungan hidup ikan mas sebagai berikut (Gambar 2):



Gambar 2. Kelangsungan Hidup Ikan Mas Sebelum dan Sesudah Uji Tantang

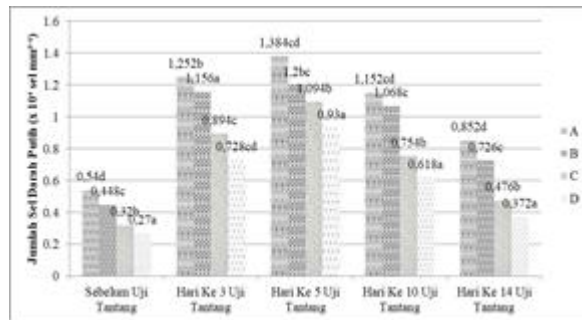
Pada perlakuan pemberian arus D (0,14 ms<sup>-1</sup>) terlihat adanya kecerendungan bahwa perlakuan D (0,14 ms<sup>-1</sup>) memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi sebesar 98% dibandingkan dengan perlakuan lainnya sebelum diuji tantang dan setelah diuji tantang memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar 95% serta berbeda nyata (p<0,05) dari perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Widiastuti (2009) kelangsungan hidup dari ikan mas dalam wadah terkontrol rata-rata 97%.

Tingkat kelangsungan hidup ikan yang lebih tinggi pada perlakuan D, disebabkan adanya upaya peningkatan daya tahan tubuh ikan dalam menghilangkan patogen yang ditandai dengan ikan lebih aktif berenang sehingga diduga berperan sebagai pertahanan non spesifik. Hal ini sesuai dengan riset Castro *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa ikan salmon atlantik yang aktif berenang menunjukkan kelangsungan hidup

yang lebih tinggi dan pemulihan lebih cepat dari infeksi virus IPN (*infectious pancreatic necrosis*).

**Jumlah Sel Darah Putih**

Pengamatan jumlah sel darah putih (SDP) dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan jumlah SDP pada ikan mas sebelum dan sesudah penginjeksian *A. hydrophila*. Berikut merupakan grafik jumlah rata-rata SDP ikan mas (Gambar 3).



Gambar 3. Jumlah leukosit ikan mas sebelum dan sesudah uji tantang

Berdasarkan Gambar 3, jumlah rerata SDP tertinggi setelah perlakuan arus selama 40 hari yaitu pada perlakuan A (tanpa arus) sebesar  $5,4 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{-3}$ . Kemudian disusul oleh perlakuan B ( $0,06 \text{ ms}^{-1}$ ) dengan rata-rata  $4,4 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{-3}$ , perlakuan C ( $0,1 \text{ ms}^{-1}$ ) dengan rata-rata sebesar  $3,2 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{-3}$  dan perlakuan D ( $0,14 \text{ ms}^{-1}$ ) dengan rata-rata  $2,7 \times 10^4$  sel

$\text{mm}^{-3}$ . Dilihat dari grafik diatas, jumlah SDP pasca penginjeksian *A. hydrophila* menunjukkan adanya kenaikan apabila dibandingkan dengan jumlah SDP pasca pemberian arus pada semua perlakuan. Kenaikan jumlah SDP pasca penginjeksian tertinggi pada perlakuan A (tanpa arus) sebesar  $12,5 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{-3}$ , perlakuan B ( $0,06 \text{ ms}^{-1}$ ) sebesar  $11,5 \times$

$10^4$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ , perlakuan C ( $0,1 \text{ ms}^{-1}$ ) sebesar  $8,9 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{3-1}$  dan perlakuan D ( $0,14 \text{ ms}^{-1}$ ) sebesar  $7,3 \times 10^4$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ .

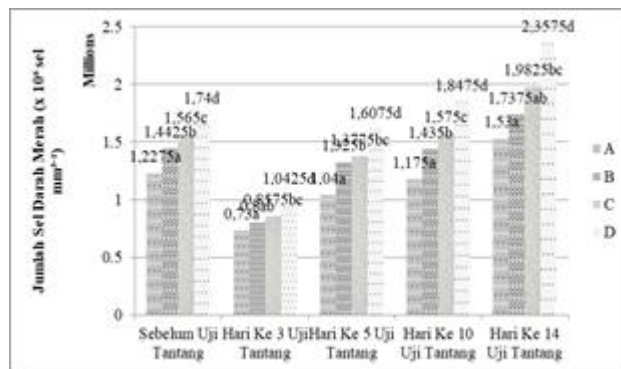
Pasca penginjeksian *A. hydrophila* pada perlakuan C dan D mampu memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan sistem imun untuk melawan bakteri patogen. Menurut Bhuvaneswari *et al.* (2018), menyatakan bahwa peningkatan sel darah putih merupakan refleksi keberhasilan sistem imunitas ikan dalam mengembangkan respon imunitas seluler (non spesifik) sebagai pemicu respon kekebalan.

Hasil ini sesuai dengan riset Suryadi *et al.* (2021a; 2021b) yang

menemukan bahwa pemberian arus dan venturi menunjukkan jumlah leukosit lebih rendah, hal ini menunjukkan serangan bakteri mulai berkurang dan ikan uji sudah mulai resisten terhadap serangan bakteri *A. hydrophila*.

**Jumlah Sel Darah Merah**

Pengamatan jumlah sel darah merah (SDM) ikan mas dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan jumlah SDM ikan mas setelah 40 hari perlakuan pemberian arus dan pasca penginjeksian *A. hydrophila*. Berikut merupakan rata-rata jumlah SDM pada Gambar 4.



Gambar 4. Jumlah eritrosit ikan mas sebelum dan sesudah uji tantang

Hasil pengamatan dapat dilihat pada grafik Gambar 4, jumlah rata-rata SDM tertinggi setelah diberikan perlakuan arus terdapat pada

perlakuan D ( $0,14 \text{ ms}^{-1}$ ) yaitu sebanyak  $1,74 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ . Jumlah eritrosit pada perlakuan C ( $0,1 \text{ ms}^{-1}$ ) sebanyak  $1,57 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ ,



kemudian disusul pada perlakuan B ( $0,06 \text{ ms}^{-1}$ ) sebanyak  $1,44 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$  dan jumlah terendah pada perlakuan A (tanpa arus) sebanyak  $1,23 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ .

Jumlah rata-rata SDM pada hari ketiga pasca penginjeksian *A. hydrophila* mengalami penurunan. Jumlah rata-rata SDM tertinggi pada perlakuan D ( $0,14 \text{ m s}^{-1}$ ) yaitu sebesar  $1,04 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ , kemudian perlakuan C sebanyak  $0,86 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ , lalu perlakuan B sebanyak  $0,8 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ , dan terakhir perlakuan A sebanyak  $0,73 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$ .

Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah eritrosit ikan mas mengalami penurunan pasca infeksi *A. hydrophila* sampai dengan hari kelima, kemudian mendekati jumlah SDM normal pada hari ketujuh, kemudian terus mengalami peningkatan di hari kesepuluh hingga hari keempat belas. Hasil ini sesuai dengan riset Suryadi *et al.* (2021a; 2021b) bahwa jumlah eritrosit benih ikan koi dan nila pada hari kesepuluh setelah uji tantang mulai pulih, sehingga tubuh mulai memproduksi lebih banyak eritrosit untuk menggantikan sel-sel eritrosit yang telah dilisis oleh enzim hemolisin.

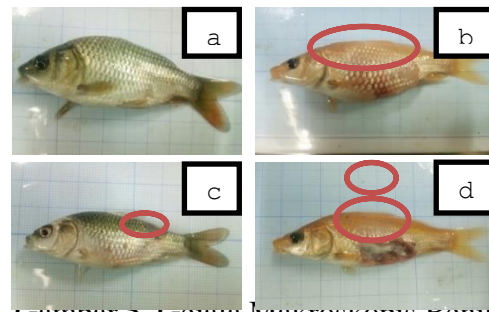
Berdasarkan uji statistik pemberian arus ke dalam pemeliharaan wadah bundar berpengaruh terhadap jumlah eritrosit. Hal ini terlihat pada uji duncan perlakuan D berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan lain. Hal ini diduga pada perlakuan D memberikan pengaruh dalam total eritrosit yang terbaik dengan jumlah berkisar  $1,04 - 2,38 \times 10^6$  sel  $\text{mm}^{3-1}$  dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Suryadi *et al.* (2021b) benih ikan koi sudah memiliki daya tahan tubuh yang mulai pulih dan tubuh mulai memproduksi lebih banyak SDM (pada hari ke-7) untuk menggantikan SDM yang telah dilisis oleh enzim hemolisin *A. hydrophila*.

Menurut Oedjoe (2012) kecepatan arus air dapat meningkatkan jumlah rata-rata eritrosit ikan, karena kecepatan arus air dapat meningkatkan tingkat oksigen didalam sel serta berbagai jaringan, sehingga menjaga sel-sel tersebut bekerja dengan efisien. Peningkatan jumlah eritrosit akan meningkatkan pengikatan oksigen, karena fungsi utama dari eritrosit adalah mengangkut oksigen yang diikat oleh hemoglobin. Sehingga pada perlakuan D menunjukkan

bahwa perlakuan dengan kecepatan arus 0,14 ms<sup>-1</sup> dapat meningkatkan laju metabolisme yang mempengaruhi pembentukan eritrosit lebih banyak serta meningkatkan respon imun benih ikan mas.

**Gejala Makroskopis Ikan Mas**

Gejala makroskopis ikan mas (Gambar 5) diamati setelah uji tantang oleh *A. hydrophila* dengan metode injeksi secara intraperitoneal. Pengamatan gejala makroskopis yang muncul berupa bercak merah, sisik lepas, sirip geripis dan kerusakan jaringan.



Gambar 5. Gejala Makroskopis Benih Ikan Mas Setelah Uji Tantang

Keterangan : (a) ikan sehat, (b) bercak merah (c) sisik lepas, (d) kerusakan jaringan dan sirip geripis

**Kerusakan Tubuh Ikan Mas**

Berdasarkan hasil pengamatan, gejala makroskopis ikan mas pada hari pertama pasca penginjeksian *A. hydrophila* terlihat pada kerusakan permukaan tubuh. Berikut tabel 1, merupakan pengamatan gejala makroskopis:

Tabel 1. Gejala Makroskopis Ikan Mas Setelah Uji Tantang

Perla kuan	Ula ngan	Gejala Makroskopis													
		Hari ke-													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	1	a e	a bde	a bde	a bde	a de	a de	a de	a de	d e	d e	-	-	-	-
	2	a e	a bc	a e	a e	a e	e	e	e	e	e	e	-	-	-
	3	a	a be	a be	a be	a be	b e	b e	e	e	e	e	e	-	-
	4	a	a be	a be	a be	a be	a be	e	e	e	e	e	e	-	-
B	1	a b	a bd	a bd	b d	b d	b d	b d	b d	d d	d d	d	-	-	-
	2	a	a c	a cd	a cd	a c	c	c	c	c	c	c	c	-	-
	3	a	a e	a e	a e	a e	a e	a e	a e	e	e	e	-	-	-
	4	a	a be	a be	a be	a be	b e	b e	b e	b e	e	e	e	-	-

C	1	a d	a d	a d	a d	a d	a d	d	d	-	-	-	-	-	-
	2	a	a d	a d	a d	a d	d	d	d	-	-	-	-	-	-
	3	a b	a b	a bd	a bde	a bde	b d	b d	d	d	-	-	-	-	-
	4	a	a d	a d	a d	a d	a d	d	d	-	-	-	-	-	-
D	1	a	a d	a d	a d	a d	d	d	-	-	-	-	-	-	-
	2	a bd	a bd	a bd	a bd	b d	b d	d	-	-	-	-	-	-	-
	3	a	a c	a cd	c d	c d	c d	c	c	c	-	-	-	-	-
	4	a	a d	a d	a d	a d	a d	d	d	-	-	-	-	-	-

Keterangan : (a) bercak merah (b) kerusakan jaringan (c) sirip geripis (d) berenang lemah (e) sisik lepas

Gejala makroskopis yang ditimbulkan muncul setelah 7 jam pasca penginjeksian, ditandai dengan adanya perubahan tingkah laku seperti gerakan renang ikan yang menjadi lamban serta posisi tubuh ikan menjadi miring dikarenakan keseimbangan tubuh ikan mulai berkurang. Selain itu, gejala morfologi yang muncul terjadi pada kerusakan permukaan tubuh ikan mas yaitu timbulnya kemerahan pada bagian perut tubuh ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lukistyowati dan Kurniasih (2011) bahwa ikan yang terinfeksi oleh bakteri *A. hydrophila* dapat menimbulkan warna kemerahan pada bekas suntikan kemudian disusul dengan peradangan luka borok yang melebar.

Pada hari ketiga pasca penginfeksi bakteri *A. hydrophila* gejala makroskopis yang pada masing-masing perlakuan serupa yaitu berupa bercak merah, sisik lepas, kerusakan jaringan, serta beberapa ikan mengalami kerusakan sirip geripis pada bagian sirip dorsal.

Pada hari keempat hingga hari ketujuh gejala yang ditimbulkan mulai mereda, terutama pada perlakuan C dan D gejala yang terlihat hanya berenang lemah. Pada hari kesembilan terdapat pemulihan luka yang sudah mulai tertutup oleh jaringan-jaringan baru. Hal ini berarti bahwa perlakuan C dan D merupakan perlakuan yang terbaik dalam percepatan pemulihan gejala makroskopis dari infeksi *A. hydrophila*.

**Kualitas Air**

Parameter pengamatan kualitas air selama penelitian meliputi suhu, DO, pH dan amonia.

Pengukuran kualitas dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada awal, tengah dan akhir penelitian. Berikut merupakan hasil pengukuran kualitas selama penelitian (Tabel 2).

Tabel 2. Rentang Nilai Kualitas Air Selama Penelitian

Perlakuan	Parameter Kualitas Air			
	Suhu (°C)	DO (mg l <sup>-1</sup> )	pH	NH <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )
A	24,4 – 27,5	5,7 – 8,3	5,75 – 7,48	0,0014
B	24,3 – 27,5	6,0 – 8,4	6,06 – 6,98	0,0014
C	23,4 – 27,5	5,9 – 8,5	6,37 – 7,17	0,0014 – 0,003
D	24,2 – 27,5	6,0 – 8,5	6,49 – 7,48	0,0014
Optimal (SNI 01-6133-1999)	25-30 °C	6,5 – 8,5	> 5	< 0,1

Berdasarkan data hasil pengukuran kualitas air selama penelitian, terlihat bahwa rentang kualitas air pada setiap perlakuan sesuai dengan kisaran optimal dari SNI (1999). Suhu yang sedikit lebih rendah dikarenakan pada media pemeliharaan tidak menggunakan alat bantu *heater*. Namun, secara keseluruhan parameter kualitas air selama penelitian tidak menjadi faktor pembatas.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kelangsungan hidup benih ikan mas diberi arus venturi dalam wadah bundar sebesar 0,14 ms<sup>-1</sup> merupakan perlakuan terbaik. Dengan tingkat kelangsungan hidup sebelum uji tantang sebesar 98% dan setelah uji tantang sebesar 95%. Lalu jumlah eritrosit tertinggi berkisar antara 1,04 – 2,38 x 10<sup>6</sup> sel mm<sup>3-1</sup> setelah uji tantang pada hari ketiga hingga hari keempat belas. Pembentukan leukosit terendah pasca uji tantang hari kelima sampai hari keempat belas sebesar 9,3 – 3,72 x 10<sup>4</sup> sel mm<sup>3-1</sup>. Sehingga lebih efektif dalam percepatan pemulihan

**KESIMPULAN**

(*recovery*) pada gejala makroskopis, respon pakan dan respon terhadap kejutan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih banyak atas penyediaan tempat riset kepada Laboratorium Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bhuvaneswari, R., Manickam, N., dan Santhanam, P., 2018. Recovery of *Cyprinus carpio* (Ornamental Koi Carp) Experimentally Infected with *Aeromonas hydrophila* through Phytotherapy. *J. Aquat. Res. Mar. Sci.* 1 (2): 1-14.
- BSNI. SNI. 01-6133-1999., 1999. Produksi benih ikan mas (*Cyprinus carpio*, L.) strain majalaya kelas benih sebar. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Castro, V., Grisdale-Helland, B., Jorgensen, S.M., Helgerud, J., Claireaux, G., Farrel, A.P., Krasnov, A., Helland, S.J., Takle, H., 2013. Disease resistance is related to inherent swimming performance in Atlantic salmon. *BMC Physiol.* 13 (1). <https://doi.org/10.1186/1472-6793-13-1>
- Effendie, M.I., 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Kelabora, D.M., dan Sabariah., 2010. Tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan Bawa air tawar (*Collosoma sp*) dengan laju debit air berbeda pada sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9 (1) : 56-60.
- Lukistyowati, L., Kurniasih., 2011. Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih (*Allium savium*) dan Di Infeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 3 (1) : 144-160.
- Nurjanah, J.A.M., Ulma, R.N., Puspitasari, S., Hidayat, T., 2014. Komposisi kimia kupang merah (*Musculista senhausia*) segar dan rebus. *DEPIK.* 3 (3): 241-249. <https://doi.org/10.13170/depik.3.3.2151>
- Oedjoe, M.D.R., Suprayitno, E., Aulanni'am, Herawati, E.Y., 2012. Effect of Flow Water Velocity on Hematology Component in Improving Quality of Tiger Grouper Juvenile (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Journal of Coastal Development.* 15 (3): 260-269.
- Rafsyanzani, M.M., 2016. Kinerja Probiotik *Bacillus sp.* Pada Pendederan Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*) Yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. [Skripsi]. Program Studi Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.
- Suryadi, I.B.B., Rizhmi, N.M., Grandiosa, R., dan Rochima, E., 2021a. The Prevention of *Aeromonas hydrophila* on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings using Current Generating Circular Tanks. *World News of Natural Science.* 40: 91-103.

- Suryadi, I.B.B., Yusa, R.H., Grandiosa, R., Zahidah., 2021b. The performance of Koi (*Cyprinus carpio L.*) in a circular current container tested against the *Aeromonas hydrophila* bacteria. *World Scientific News*. 159: 1-19.
- Utami, W.P., 2009. Efektivitas Ekstrak paci-paci *Leucas lavandulaefolia* Yang Diberikan Lewat Pakan Untuk Pencegahan Dan Pengobatan Penyakit Mas *Motile aeromonas septicemia* Pada Ikan Lele Dumbo *Clarias sp.* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Widiastuti, I.M., 2009. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Yang Dipelihara Dalam Wadah Terkontrol Dengan Padat Penebaran Yang Berbeda. *Media Litbang Sulteng*. 2 (2) : 126-130.