

Uji efektifitas sediaan produk vaksin hydro vac[®] terhadap pengulangan aplikasi rendaman

Desy Sugiani[✉], Oman Komarudin

Balai Riset Perikanan Budi Daya Air Tawar (BRPBAT) Bogor
Jln. Sempur No. 1, Bogor 16154

Abstrak

Vaksinasi adalah salah satu alternatif untuk menanggulangi penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) yang disebabkan oleh infeksi *Aeromonas hydrophila*. Penyakit ini merupakan salah satu permasalahan dalam budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*). Tujuan penelitian adalah menguji efektifitas penggunaan ulang vaksin Hydrovac[®] melalui perendaman (*immersion*), pengaruhnya terhadap imunitas serta kelangsungan hidup ikan lele. Penelitian dilakukan menggunakan empat perlakuan dengan empat ulangan: A (kontrol / tanpa perendaman vaksin), B (rendaman ke-1), C (rendaman ke-3), dan D (rendaman ke-5). Parameter yang diamati pada penelitian ini diantaranya tingkat kelangsungan hidup ikan, titer antibodi, diferensial leukosit, indeks fagositosis, dan kualitas air. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa Vaksin HydroVac[®] efektif dan efisien dalam menanggulangi infeksi *Aeromonas hydrophila* hingga perendaman ulang ke-3 dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar 96,25%. Selain itu pemberian Vaksin HydroVac[®] mampu meningkatkan respon limfosit dalam menyediakan zat kekebalan tubuh serta mempertahankan respon sel-sel fagosit untuk melakukan fagositosis terhadap adanya antigen baru pada saat terjadi infeksi *Aeromonas hydrophila*.

Kata kunci : *Aeromonas hydrophila*, lele dumbo, perendaman, vaksin hydrovac[®]

Pendahuluan

Pemberian vaksin dengan cara perendaman merupakan cara yang paling baik karena dapat langsung diberikan pada ikan dalam jumlah yang banyak dan umumnya ikan yang dipakai berukuran minimum. Selain itu dengan perendaman kemungkinan ikan mengalami stres selama pemberian vaksin dapat diperkecil. Pemberian vaksin dengan perendaman merupakan cara yang dianjurkan karena lebih mudah dan praktis dalam aplikasinya (Anderson, 1974; Ellis, 1988; Supriyadi & Taufik, 1981).

Di dalam tubuh ikan terdapat *imunoglobulin-like* yang memiliki kemampuan untuk menginduksi kekebalan yang dapat dirangsang baik secara buatan maupun secara alamiah. Dari bukti tersebut, maka Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar (BRPBAT) melakukan kajian imunologis terhadap seluruh koleksi isolat bakteri *Aeromonas hydrophila* dan diuji potensi imunogeniknya serta virulensinya secara *in vitro* dan *in vivo* untuk mendapatkan kandidat antigen yang memiliki potensi dapat bereaksi silang (*cross-reactivity*). Dari pengujian tersebut, terpilih bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan kode isolat AH-26 sebagai kandidat yang paling potensial sebagai sumber antigen untuk dikembangkan sebagai vaksin (Tauhid 2008).

Penelitian terdahulu mengenai vaksin *Aeromonas hydrophila* yang sudah diketahui hasilnya adalah: dosis pemberian untuk tiap aplikasi (suntikan, rendaman, dan pakan) per kilogram ikan dan lama waktu rendaman serta teknik pembuatan vaksin (Sugiani, 2002). Taufik (1992) melakukan perendaman vaksin *Aeromonas hydrophila* terhadap benih ikan gurame, yang menghasilkan kelangsungan hidup tertinggi sebesar 75,11% setelah uji tantang. Rosiyanti (1991), titer antibodi ikan lele dumbo yang divaksin melalui perendaman dengan vaksin yang telah disimpan dalam es dan tanpa es dengan lama penyimpanan berbeda pada pengenceran 1:32 tingkat kelangsungan hidup ikan adalah sebesar 93,03% setelah diuji tantang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan kepadatan 10^7 . Untuk informasi penggunaan sediaan vaksin yang lebih efektif maka perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai efektifitas dari pengulangan penggunaan sediaan vaksin untuk rendaman.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, penggunaan Vaksin HydroVac® sebanyak lima kali perendaman memberikan nilai titer antibodi yang berbeda untuk setiap kali perendaman, setiap perendaman dilakukan selama 30 menit, dimana terjadi penurunan kualitas vaksin pada jumlah perendaman yang semakin banyak yang diakibatkan konsentrasi vaksin yang diserap oleh ikan pada setiap perendaman. Nilai titer antibodi pada perendaman ke-1 menunjukkan nilai paling tinggi yaitu 1:64, perendaman ke-2 dan ke-3 dengan nilai 1:32, perendaman ke-4 dan ke-5 dengan nilai 1:16, sedangkan perlakuan tanpa perendaman vaksin yaitu 1:8. Pada perendaman ke-3 didapatkan nilai titer antibodi 1:32, diduga pada perendaman ke-3 tersebut dapat memberikan nilai kelangsungan hidup ikan yang tinggi setelah dilakukan diujiantang.

Hipotesis penelitian adalah sediaan vaksin Hydrovac® dapat digunakan untuk perendaman berulang dan memberikan tingkat proteksi kekebalan tubuh maksimal.

Bahan dan metode

Vaksin menggunakan produk Hydrovac®, ikan uji menggunakan benih ikan lele ukuran 25-35 gram, bakteri untuk ujiantang menggunakan sediaan *Aeromonas hydrophila* strain-26 yang patogen. Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Basah dan Laboratorium Patologi BPRBAT, Bogor.

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan sampai ulangan rendaman ke berapa Vaksin HydroVac® masih dapat digunakan untuk penanggulangan infeksi *Aeromonas hydrophila* pada benih lele dumbo. Penelitian pendahuluan menggunakan benih lele berukuran 5-7 cm dengan bobot 4-6 g. Penelitian ini dilakukan dengan lima perlakuan dan satu kontrol dengan lama perendaman setiap perlakuan selama 30 menit. Setiap akuarium diisi masing-masing dengan 25 ekor benih. Pengamatan titer antibodi dilakukan satu minggu sekali yaitu setiap minggu sebelum dan sesudah vaksinasi. Pengamatan titer antibodi bertujuan untuk mengetahui peningkatan kekebalan tubuh ikan setelah pemberian vaksin.

Penelitian utama, ikan diberi Vaksin HydroVac® dengan cara perendaman selama 30 menit dengan dosis sebanyak 1 ml vaksin pada 10 L air. Setelah divaksinasi, ikan lele dumbo dipelihara kembali pada bak fiber selama dua minggu kemudian dipindahkan ke dalam akuarium masing-masing sebanyak 20 ekor untuk dipelihara selama satu minggu sebelum masa ujiantang.

Penelitian menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL). Jumlah perlakuan pada penelitian ini sebanyak empat perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang empat kali. Setiap wadah perlakuan diisi benih lele dumbo sebanyak 20 ekor. Adapun perlakuan tersebut yaitu :

Perlakuan A : Benih lele dumbo tidak diberi Vaksin HydroVac®

Perlakuan B : Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-1

Perlakuan C : Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-3

Perlakuan D : Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-5

Asumsi yang diberikan pada penelitian ini adalah : (1) Kondisi awal benih ikan setiap awal perlakuan dianggap sama. (2) Kondisi wadah dalam perlakuan dianggap sama. (3) Ketelitian dalam perlakuan dianggap sama (4) Berdasarkan Uji Pendahuluan yang telah dilakukan pada bulan Maret-Juni 2009 menunjukkan bahwa pada ulangan perendaman ke-2 dan ke-3 masih dapat memberikan perlindungan pada ketahanan tubuh ikan dengan nilai titer antibodi antara 32 – 84 *Geometric Mean Titer* (GMT).

Penggantian air dilakukan secara bertahap dan pemberian pakan pellet secara *adstationary*. Setelah pemeliharaan selama 21 hari ikan akan diuji tantang (*challenge*) dengan sediaan bakteri *Aeromonas hydrophila* strain-26 patogen dengan dosis LD₅₀ (Supriyadi dan Widagdo, 1983) untuk melihat tingkat mortalitas ikan untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup.

Pengukuran titer antibodi dilakukan sebelum vaksinasi (Do) dan setiap minggu setelah vaksinasi sampai minggu ke-12 dengan mengambil serum darah ikan dan dilanjutkan dengan uji aglutinasi langsung pada microplate menggunakan metode titrasi dan penghitungan rata-rata titer antibodi GMT (*Geometric Mean Titer*) menurut Tizard, 1987. Pengamatan gambaran darah (ideks fagositosis dan diferensial leukosit) dan hematocrit PCV (*Packed cell volume*).

Parameter utama yang diamati adalah tingkat kelangsungan hidup yang diamati setiap hari pada masa setelah vaksinasi dan uji tantang, pengamatan titer antibodi, pengamatan diferensial leukosit, pengamatan Indeks Fagositosis, dan parameter kualitas air. Analisis efektivitas materi pengendali dilakukan terhadap kemampuan derajat penyembuhan (*recovery level*), tingkah laku, dan gejala klinis.

Tingkat kelangsungan hidup ikan uji setelah diuji tantang dianalisis dengan analisis sidik ragam menggunakan uji F. Apabila terdapat perbedaan antara perlakuan dianalisis dengan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5 %. Hasil penghitungan titer antibodi, diferensial leukosit, indeks fagositosis, gejala klinis, derajat persembuhan, dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Uji lapangan penggunaan vaksin anti-*Aeromonas hydrophila* HYDROVAC® di lahan budidaya ikan lele di daerah Kabupaten Bogor, bekerjasama dengan kelompok sentra budidaya ikan lele.

Hasil dan pembahasan

Tingkat kelangsungan hidup ikan uji

Tingkat kelangsungan hidup pada minggu ke-3 masa induksi vaksin seluruh perlakuan adalah sebesar 100%, menunjukkan bahwa Vaksin HydroVac® aman, tidak berbahaya bagi kesehatan ikan, serta tidak menimbulkan penyakit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sjamsudin (1977) bahwa salah satu persyaratan vaksin yang baik adalah aman terhadap resipien, yaitu tidak toksik, tidak mengganggu kesehatan ikan, dan tidak menimbulkan efek samping pasca .

Hasil uji tantang terhadap ikan uji yang telah diberi vaksin diketahui bahwa tingkat kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan B (benih lele dumbo yang direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-1), sedangkan pada ikan yang tidak diberi Vaksin HydroVac® (kontrol) setelah diuji tantang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* kepadatan 10⁸ cfu ikan uji seluruhnya mati. Hal ini menunjukkan bahwa Vaksin HydroVac® yang diberikan melalui perendaman mampu memengaruhi mekanisme imun untuk memproduksi antibodi yang cenderung lebih tinggi terhadap serangan *Aeromonas hydrophila* dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa ikan uji yang divaksinasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan uji. Hasil uji berjarak ganda Duncan pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan B, C, dan D tidak berbeda nyata antar perlakuan, namun berbeda nyata dengan perlakuan A (Tabel 2).

Tabel 1. Mortalitas dan rata-rata tingkat kelangsungan hidup (KH) ikan uji selama dua minggu masa ujiantang

P	Mortalitas ikan uji pengamatan hari ke-														Rata-rata KH (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A	0	0	11	17	12	13	15	11	0	1	-	-	-	-	0%
B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,75%
C	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	96,25%
D	0	1	4	6	7	6	4	1	0	0	0	0	0	0	63,75%

Keterangan :

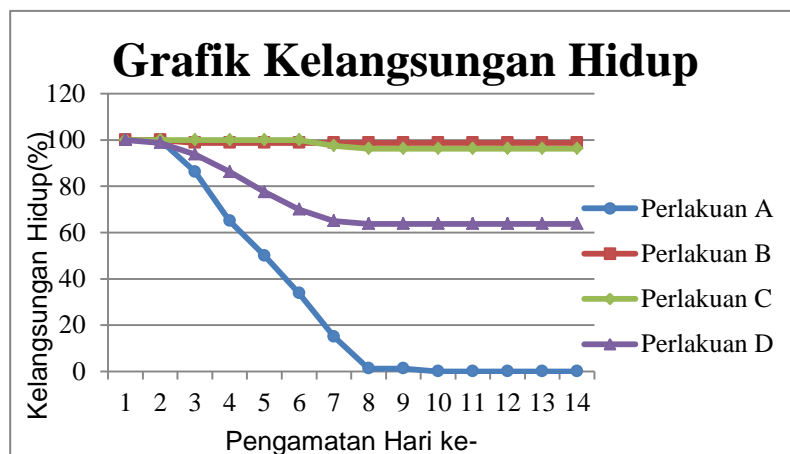
- P = Perlakuan
- A = Benih lele dumbo tidak diberi Vaksin HydroVac®
- B = Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-1
- C = Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-3
- D = Benih lele dumbo direndam oleh Vaksin HydroVac® rendaman ke-5

Tabel 2. Rata-rata tingkat kelangsungan hidup ikan uji setelah ujiantang dan signifikansi perlakuan pemberian vaksin

Perlakuan	Rata-rata SR (%)	Rata-Rata SR Hasil Transformasi (%)	Sig _(0,05)
A	0	0,72	a
B	98,75	53,02	b
C	96,25	80,11	b
D	63,75	53,02	b

SR = kelangsungan hidup

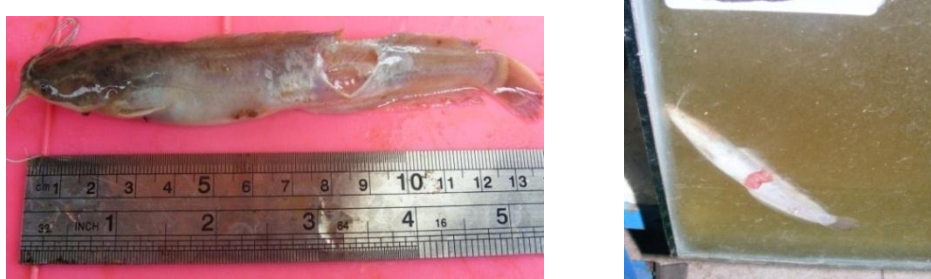
Kelangsungan hidup yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ikan uji yang tidak divaksin menunjukkan bahwa Vaksin HydroVac® mampu memengaruhi mekanisme imun untuk memproduksi antibodi yang cenderung lebih tinggi terhadap serangan *Aeromonas hydrophila* dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supriyadi & Taufik (1983) bahwa pemberian Vaksin *Aeromonas hydrophila* dapat menekan tingkat kematian ikan lele dumbo. Tingginya tingkat kelangsungan hidup ikan uji perlakuan B, C, dan D (Gambar 1) menunjukkan bahwa Vaksin HydroVac® yang diberikan mampu meningkatkan respon imun (tanggap kebal) ikan lele dumbo sehingga dapat melindungi dari serangan penyakit akibat infeksi *Aeromonas hydrophila*.



Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup ikan uji pada masa ujiantang

Gejala klinis ikan lele dumbo

Gejala klinis ikan uji pada saat diuji tantang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* kepadatan 10^8 cfu, pada perlakuan A mulai terlihat pada hari ke-2 ditandai dengan gerakan renang yang tidak seimbang (Tabel 3, Gambar 2b) dan nafsu makan menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kabata (1985) yang mengemukakan bahwa nafsu makan berkurang dan tingkah laku yang abnormal termasuk pada tanda-tanda ikan terserang penyakit akibat infeksi *Aeromonas hydrophila*. Gejala ini sangat terlihat jelas pada perlakuan A, namun tidak terjadi pada perlakuan B dan C, sedangkan pada perlakuan D gejala klinis terserang *Aeromonas hydrophila* juga terlihat namun tidak separah pada perlakuan A.



Gambar 2. Gejala klinis ikan lele dumbo terserang *Aeromonas hydrophila* saat uji tantang. (a) borok pada tubuh ikan, (b) berdiam di sudut akuarium dan pergerakan renang tidak seimbang

Tabel 3. Gejala klinis dan respon makan harian ikan lele dumbo selama uji tantang

Perlakuan	Gejala klinis dan respon harian ikan lele dumbo pada hari ke						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
A1	2-b	2 3 4-c	2 3 4-b	2 3 4-b	-	-	-
A2	2-b	2 3 4-b	2 3 4-c	2 3 4-c	-	-	-
A3	2-b	2 3 4-c	2 3 4-b	2 3 4-c	-	-	-
A4	2-b	2 3 4-c	2 3 4-c	2 3 4-c	2 3 4-c	-	-
B1	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
B2	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
B3	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
B4	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
C1	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
C2	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
C3	1-b	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a	1-a
C4	1-a	1-a	1-b	1-a	1-a	1-a	1-a
D1	1-b	2 4-b	2 4-c	1 4-b	1 4-a	1 4-a	1 4-a
D2	1-b	1-a	1-b	1-b	1-b	1-a	1-a
D3	1-b	1-b	1-b	1-b	1-b	1-b	1-a
D4	1-b	2 4-b	2 4-c	1 4-b	1 4-b	1 4-a	1 4-b

Keterangan :

Perlakuan :

- A1 – A4= Kontrol ikan yang tidak diberi Vaksin HydroVac®
- B1 – B4= Vaksin HydroVac® yang digunakan untuk perendaman ke-1
- C1 – C4= Vaksin HydroVac® yang digunakan untuk perendaman ke-3
- D1 – D4= Vaksin HydroVac® yang digunakan untuk perendaman ke-5

Gejala klinis :

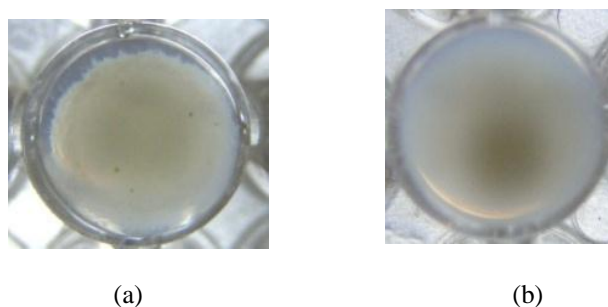
- 1 = Gerakan renang normal
- 2 = Gerakan renang tidak seimbang
- 3 = Ikan megap-megap
- 4 = Timbul borok/bercak merah indikasi ikan terserang *Aeromonas hydrophila*

Respon makan :

- a = Respon makan normal
- b = Respon makan kurang
- c = Respon makan tidak ada

Pengamatan titer antibodi

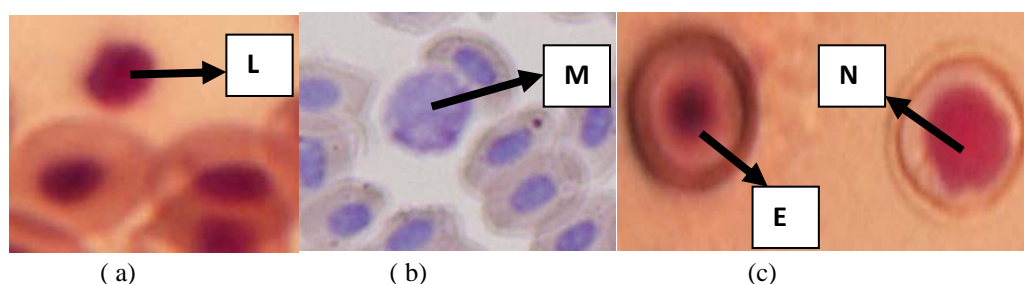
Hasil pengamatan uji titer antibodi pada ikan-ikan yang divaksin terjadi reaksi aglutinasi (Gambar 3) dengan tingkat pengenceran yang lebih tinggi daripada ikan-ikan yang tidak divaksin. Hal ini menunjukkan bahwa antibodi pada perlakuan B, C, dan D jumlahnya lebih tinggi daripada perlakuan A. Perbedaan itu disebabkan dalam tubuh ikan yang telah divaksin telah terbentuk respon imun humoral terhadap antigen bakteri *Aeromonas hydrophila*, sedangkan pada ikan yang tidak divaksin respon itu tidak timbul. Sebagaimana pendapat Anderson (1974), bahwa vaksin dapat digunakan untuk menimbulkan antibodi spesifik pada tubuh ikan karena vaksin biasanya berisi antigen penyakit yang dapat merangsang ikan untuk memproduksi antibodi yang aktif melawan penyakit tersebut.



Gambar 3. Reaksi aglutinasi pada uji titer antibodi. (a) terjadi aglutinasi, (b) tidak terjadi aglutinasi

Pengamatan diferensial leukosit

Pengamatan diferensial leukosit dilakukan dengan menghitung presentase jenis-jenis leukosit yang berperan dalam sistem ketahanan tubuh yaitu limfosit, monosit, dan neutrofil (Gambar 4). Nilai diferensial leukosit yang diambil merupakan rata-rata proporsi tiga jenis sel leukosit yaitu limfosit, monosit, dan neutrofil.



Gambar 4. Gambar sel darah ikan lele dumbo (a). limfosit (L), (b) monosit (M), (c) neutrofil (N) dan eritrosit (E)

Dari hasil pengamatan terhadap diferensial leukosit ikan uji selama masa penelitian (Tabel 4), ternyata proporsi limfosit menunjukkan jumlah yang paling tinggi pada semua perlakuan dibandingkan dengan jumlah monosit atau neutrofil. Menurut Rukyani *et al.* (1997), bahwa adanya peningkatan intensitas infeksi oleh patogen tertentu akan memicu kebutuhan sel darah putih dan peningkatan kebutuhan tersebut mengakibatkan adanya pengurangan jumlah sel agen penyedia zat kebal tubuh yaitu limfosit, dan proporsi limfosit yang tinggi dikarenakan proporsinya dalam leukosit besar. Peningkatan monosit terjadi karena fungsinya sebagai makrofag dan memfagosit benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Monosit berumur pendek dalam darah, lalu masuk ke dalam jaringan berdiferensiasi menjadi makrofag sehingga

jumlah monosit berfluktuasi dalam darah. Dellman & Brown (1989) dalam Martiani (2008) menyatakan bahwa proporsi limfosit yang tinggi disebabkan oleh fungsinya dalam menyediakan zat kebal yang ditemukan dalam jumlah yang besar meskipun pada saat ujiantang terjadi penurunan.

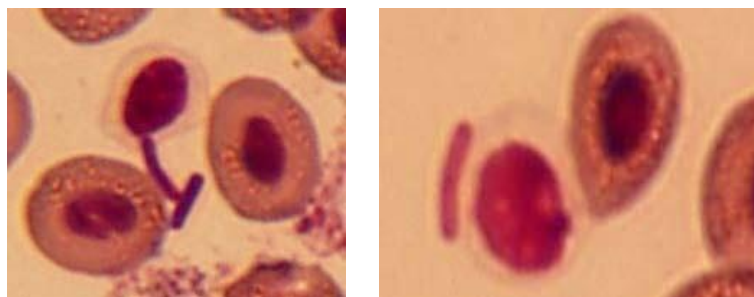
Presentase monosit semua perlakuan pada masa ujiantang minggu ke-1 meningkat, sedangkan pada masa induksi vaksin presentase monosit berkisar 1,75-3,5%. Hal ini sesuai dengan pendapat Lucky (1977) dalam Martiani (2008) yang menyatakan bahwa proporsi monosit dalam leukosit hanya sebesar 0,1% dan meningkat sekitar 38% dalam waktu singkat bila terjadi infeksi. Jumlah neutrofil juga meningkat sebagaimana monosit pada saat ujiantang minggu ke-1. Peningkatan jumlah neutrofil ini berhubungan dengan respon melawan partikel asing yang masuk. Menurut Tizard (1988), neutrofil merupakan garis pertahanan pertama yang bergerak cepat ke arah bahan asing dan menghancurkannya. Menurut Lucky (1977) dalam Martiani (2008), pada saat terjadi infeksi jumlah neutrofil meningkat 6-7%. Sebagaimana halnya monosit, neutrofil juga merupakan sel berumur pendek sehingga jumlahnya dalam darah berfluktuasi.

Tabel 4. Presentase diferensial leukosit (limfosit, monosit, dan neutrofil) ikan uji pada masa aklimatisasi, induksi vaksin, dan ujiantang

Sampling	Perlakuan	Limfosit (%)	Rata-rata Monosit (%)	Neutrofil (%)
Masa Aklimatisasi	A	87	6,5	6,5
	B	88,5	4,5	7
	C	86	3,5	10,5
	D	89,5	3,5	7
Masa Induksi Vaksin	A	84,25	2,5	13,25
	B	88,25	1,75	10
	C	83,75	3,5	12,75
	D	88,75	2,5	8,75
Masa Uji Tantang Minggu ke-1	A	50,5	18,5	31
	B	71	13	16
	C	64,25	14	21,75
	D	55,75	19,75	24,5
Masa Uji Tantang Minggu ke-2	A	-	-	-
	B	81,5	5,25	13,25
	C	80,75	5,5	13,75
	D	73,5	6,25	20,25

Pengamatan indeks fagositosis

Pengamatan indeks fagositosis dilakukan untuk mengetahui respon sel-sel fagosit terhadap adanya antigen (Gambar 5). Antigen yang dimasukkan pada penelitian ini yaitu bakteri *Staphylococcus aureus*.



Gambar 5. Fagositosis antigen oleh sel fagosit fungsional (penelanan antigen)

Dari hasil pengamatan indeks fagositosis dalam darah ikan uji, terlihat bahwa rata-rata nilai sel fagosit pada kelompok ikan yang diberi vaksin (perlakuan B, C, D) lebih tinggi dibandingkan dengan ikan uji yang tidak diberi vaksin (perlakuan A). Hal ini disebabkan vaksin dapat menimbulkan kemampuan fagosit terhadap antigen yang lebih baik. Adanya perbedaan nilai sel fagosit yang terdapat antara ikan yang diberi vaksin dengan ikan yang tidak diberi vaksin mengindikasikan bahwa ikan uji yang diberi vaksin memiliki kemampuan pertahanan spesifik yang lebih baik dibandingkan dengan ikan uji tanpa pemberian vaksin. (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata nilai fagositosis sel fagosit fungsional darah ikan uji

Pengamatan	Nilai sel fagosit fungsional pada tiap perlakuan (%)			
	A	B	C	D
Masa aklimatisasi	14	16	10,5	10
Masa induksi vaksin	18,75	71,25	63	42,5
Masa ujiantang minggu ke-1	19	51,5	49	33
Masa ujiantang minggu ke-2	-	67,25	67,25	51,5

Kualitas air media

Nilai parameter kualitas air media pemeliharaan selama penelitian berada pada kisaran yang sesuai untuk pemeliharaan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian yang diperoleh disebabkan adanya perbedaan perlakuan dan bukan merupakan pengaruh dari kualitas air.

Tabel 6. Kisaran hasil pengukuran kualitas air selama penelitian

Parameter	Kisaran	Satuan
Temperatur	24 - 26,5	°C
pH	6,5 - 7	-
Ammonia	0,016 - 0,69	ppm
Oksigen terlarut	6 - 8	mg/L

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Vaksin HydroVac® masih efektif dalam menanggulangi infeksi *Aeromonas hydrophila* hingga perendaman ke-3 dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar 96,25%.
2. Pemberian Vaksin HydroVac® mampu meningkatkan titer antibodi, respon limfosit dalam menyediakan zat kekebalan tubuh serta mempertahankan respon sel-sel fagosit untuk melakukan fagositosis terhadap adanya antigen baru pada saat terjadi infeksi *Aeromonas hydrophila*.

Senarai pustaka

- Anderson, D. P. 1974. *Fish Immunologi*. T.F.H. Publication, Inc. Ltd. Hongkong. 239 p.
- Ellis, A. E. 1988. *General principles of fish vaccination*. Fish Vaccination. Academic Press Inc, San Diego. 255 p.
- Kabata, Z. 1985. *Parasites and disease of fish cultured in the tropics*. Taylor & Prancis Ltd. London and Philadelphia. 318 hal.
- Martiani, I. 2008. Pengaruh pemberian vaksin koi herpes virus (KHV) dari donor inang terhadap respon kekebalan tubuh ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn). *Skripsi*. Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran. Jatinangor. 70 hal.

- Rosiyanti, E. 1991. Pengaruh cara serta lama penyimpanan yang berbeda terhadap efektivitas vaksin *Aeromonas hydrophila*. *Skripsi*. Fakultas Biologi. Universitas Nasional. Jakarta. 53 hal.
- Rukyani, A, Silvia E, Sunarto A, & Taukhid. 1997. Peningkatan respon kebal non-spesifik pada ikan lele dumbo (*Clarias* sp.) dengan pemberian imunostimulan (β -Glucan). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 3 (1).
- Sjamsudin, A. 1977. Buletin Lembaga Penelitian Penyakit Hewan No. 14. Surabaya. Hal 12-13.
- Sugiani, D. 2001. Pengaruh pemberian vaksin dengan dosis berbeda pada ikan gurami (*Oshphronemus gouramy* Lac) terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophilla*. *Skripsi*. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. 80 hal.
- Supriyadi, H. & Widalgo D. 1983. Vaksinasi secara suntikan pada ikan lele dumbo (*Clarias batrachus*). *Buletin Penelitian Perikanan Darat* 1: 7-12.
- Supriyadi, H. & Taufik P. 1981. Identifikasi dan cara penanggulangan penyakit bakterial pada ikan lele (*Clarias batrachus*). *Buletin Penelitian Perikanan Darat* 1: 447-454.
- Supriyadi, H. & Taufik P. 1983. Penelitian pendahuluan immunisasi ikan dengan cara vaksinasi. *Buletin Penelitian Perikanan Darat* 1: 34-36.
- Taufik, P. 1992. Bakteri patogen pada ikan gurami (*Oshphronemus gouramy* Lac.) dan pengobatannya. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1991/1992* Balitkanwar. Bogor. Hal 35-138.
- Taukhid. 2008. Aplikasi vaksin hydrovac pada perikanan budidaya air tawar. *Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar*. Bogor. 6 hal.
- Tizard. 1988. *An Introduction to Veterinary Immunology*. W.B Company. Philadelphia. pp.119-123.