



Tersedia daring pada: <http://ejurnal.undana.ac.id/jvn>

Aeromonas hydrophila Infection in Bekko Koi Linked to Biosecurity Failure During Fish Introduction

Kadek Ferdy Agastia Dwi Pratama

General Practitioner Veterinarian, Denpasar, Bali, Indonesia, 80234

Abstract

Keywords: <i>Aeromonas hydrophila, combination therapy, Cyprinus rubrofuscus, Dexamethasone, Oxytetracycline</i>	<i>Aeromonas hydrophila is an opportunistic pathogen commonly associated with infections in koi fish, particularly under conditions of stress and suboptimal husbandry. This study aimed to evaluate the efficacy of a combined antibiotic and supportive therapeutic regimen in the management of Aeromonas hydrophila infection in Bekko koi. The outbreak was precipitated by the introduction of new fish without adequate quarantine and acclimatization procedures, as well as the influx of transport water contaminated with organic matter into the culture system. Treatment consisted of intramuscular administration of Oxytetracycline (20 mg/kg body weight), Dexamethasone (0.2 mg/kg body weight), and Biodin Romindo (0.1 mL/kg body weight) at two-day intervals over a 7-day period. Clinical evaluation demonstrated progressive improvement, as evidenced by a reduction in ulcerative lesions and hemorrhage, alongside restoration of scale integrity, mucus production, activity, and feeding behavior. Despite the completion of therapy, mild hemorrhage persisted in the caudal region, likely attributable to limited vascularization in the affected tissue. Overall, the therapeutic protocol proved effective in accelerating the recovery process in Bekko koi affected by Aeromonas hydrophila infection.</i>
Korespondensi: Fagastia@gmail.com	

PENDAHULUAN

Cyprinus rubrofuscus atau ikan koi merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Pemanfaatan ikan koi sering digunakan sebagai produk ekspor ke berbagai negara seperti Singapura, Cina, Malaysia, Amerika, Jerman, Swiss, Timur Tengah, dan Korea Selatan (Fauzan et al., 2024). Eksistensi ikan koi bermula dari keindahan warna serta coraknya yang dianggap sebagai simbol keberuntungan oleh pecinta ikan. Ikan koi hidup secara omnivora serta memiliki tempramen yang tenang dan mudah menyesuaikan dengan segala kondisi. Beberapa jenis ikan koi memiliki harga yang stabil pasar, seperti jenis ikan koi *kohaku*, *taisho*, *sanshoku*, *showa*, *shiro*, *utsuri*, *shusui*, *asagi*, *goromo*, *goshiki*, *bekko*, *tancho*, *kinginrin*, dan *kawarimono* (Iskandar et al., 2021). Tingginya peminat akan ikan koi dan terbatasnya sumber informasi mengenai cara perawatan membuat beberapa konsep biosekuriti dan *animal welfare* tidak sepenuhnya diterapkan oleh pemilik ikan. Prosedur yang terkadang diabaikan saat ikan baru dibeli adalah tidak dilakukannya karantina, aklimatisasi, sterilisasi kolam, dan kepadatan tebar yang berlebih (Andrian et al., 2024).

Managemen kolam ikan yang buruk akan memicu berbagai perubahan kondisi kolam terutama air sebagai komponen abiotik seperti, pH, suhu, dan oksigen. Perubahan kondisi lingkungan yang buruk akan menjadi rangsangan stres bagi ikan, stres yang kemudian memicu penurunan imunitas sehingga beresiko terinfeksi penyakit oportunitis (Skliros et al., 2024). Pada ekosistem air tawar sebagai tempat hidup ikan koi, sangat umum ditemukan mikroorganisme

bernama bakteri *Aeromonas hydrophila*. Temuan bakteri *Aeromonas hydrophila* kerap dijumpai pada air, dasar kolam, dan tubuh ikan. Pada kondisi normal dengan jumlah yang terbatas *Aeromonas hydrophila* mendukung ekosistem sebagai dekomposer pengurai sisa pakan dan kotoran di dalam kolam (Abdella et al., 2024). Pada kejadian lonjakan jumlah bakteri yang tidak terkendali justru dapat menimbulkan dampak patologi sebagai manifestasi penyakit oportunitis bernama *aeromoniasis* dengan tingkat mortalitas 50% - 100% (Leanovich et al., 2025).

Lonjakan bakteri yang tidak terkendali di air kolam biasanya disebabkan oleh kualitas air yang buruk seperti tingginya kadar amonia, nitrit, perubahan pH yang mendadak, dan rendahnya kadar oksigen terlarut dalam air kolam. Kegiatan penggantian air kolam yang tidak rutin memicu tumpukan senyawa toksin serta residu sisa makanan dan kotoran yang bersifat sebagai substrat media pertumbuhan bakteri (Camus et al., 1998). Kondisi kolam pemeliharaan yang kurang mendukung cenderung menjadikan suhu air dan pH berubah-ubah. Suhu air yang berkisar antara 18°C - 28°C dan pH 6,5 - 8,5 adalah kadar optimum pertumbuhan bakteri yang beresiko meningkatkan jumlah tidak terkendali (Abdella et al., 2024). Penurunan kualitas kolam juga dapat bermula dari kepadatan populasi berlebih. Terbatasnya ruang berenang pada kondisi kolam yang padat akan menimbulkan stres dan penumpukan residu berlebih, yang secara langsung menjadi akumulasi senyawa toksin sehingga memicu penurunan sistem imun ikan (Fanani et al., 2018).

Gejala klinis *aeromoniasis* sering dimulai dengan adanya hemoragi pada permukaan kulit seperti pada bagian pakal sirip, operkulum, dan ekor. Infeksi yang semakin parah akan memicu kerusakan jaringan yang membuat sisik dan kulit menjadi sangat rapuh sehingga terjadi ulserasi nekrotik dan dikelilingi jaringan hiperemi. Pada infeksi berat, aktivitas berenang ikan cenderung menurun dan ikan lebih sering berada di dasar kolam. Kondisi tersebut dapat menyebabkan gesekan antara bagian ventral tubuh dengan permukaan dasar kolam, sehingga lesi ventral tubuh akan lebih luas. Gangguan organ dalam juga sering ditemui dengan kondisi distensi abdomen akibat asites. Distensi abdomen kemudian menyebabkan lepidortosis yang membuat sisik terangkat. Kasus yang tidak ditangani cenderung akan berakhir dengan kondisi yang semakin parah seperti eksoptalmia, letargi, dan anoreksia hingga pada akhirnya ikan mengalami kematian (Kim et al., 2022).

METODOLOGI

Sinyalemen dan Anamnesis

Ikan koi jantan berjenis *Bekko* berumur 1,5 tahun dipelihara dikolam luar ruangan dengan suhu air rata-rata 25°C dan pH 6,7. Secara spesifik kolam memiliki ukuran 2 m × 1 m × 2 m (panjang × lebar × tinggi). Populasi di dalam kolam terdapat 7 ikan koi lainnya dengan umur dan ukuran yang bervariasi. Berdasarkan perubahan patologi yang terjadi, 3 hari sebelum ikan menunjukkan gejala klinis terdapat penambahan ikan baru sejumlah 2 ekor ikan koi berjenis *Goshiki*. Ikan koi baru yang masuk ke dalam kolam tidak menjalani prosedur karantina dan

aklimatisasi. Seluruh air yang dibawa oleh ikan baru saat proses transportasi juga ikut dimasukkan keseluruhnya ke dalam kolam. Kolam yang digunakan sebagai kolam pemeliharaan telah didukung dengan filter air dan suplai oksigen yang selalu menyala setiap harinya, namun intensitas penggantian air dan sanitasi kolam sangatlah rendah sekitar dua kali dalam setahun.

Pemeriksaan Klinis

Pemeriksaan klinis pada ikan koi *Bekko* dilakukan secara sistematis melalui dua tahapan utama, yaitu inspeksi di dalam kolam dan pemeriksaan lanjutan di luar kolam. Inspeksi di dalam kolam bertujuan untuk mengamati kondisi umum ikan tanpa menimbulkan stres berlebih yang meliputi pola renang, respons terhadap pakan, posisi tubuh, serta interaksi antar individu. Pemeriksaan di luar kolam mula – mula ikan ditangkap menggunakan jaring secara perlahan dan dikeluarkan dari kolam untuk dilakukan pemeriksaan dan perlakuan. Prosedur pemeriksaan luar kolam mencakup inspeksi terhadap permukaan tubuh, warna kulit, kondisi sisik, sirip, serta adanya lesi seperti luka, hemoragi, dan ulserasi. Palpasi permukaan tubuh dilakukan secara hati-hati untuk menilai kondisi jaringan, menilai pembengkakan, dan kelainan organ internal. Proses penanganan dilakukan dalam waktu sesingkat mungkin untuk meminimalkan stres pada ikan. Setelah pemeriksaan dan perlakuan selesai, ikan segera dikembalikan ke kolam pemeliharaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Klinis

Pemeriksaan klinis ditemukan adanya eritema dan hiperemia di bagian tubuh meliputi regio perioral, pangkal hingga ke ujung sirip, area urogenital, dan ekor. Teramati adanya lesi *ulseratif* pada bagian *lateral thorax dextra* disertai rontoknya sisik yang masif serta robeknya *pectoral fin* dan *caudal fin*. Kondisi lendir tubuh tampak normal, ditandai dengan lapisan lendir yang tipis dan merata pada permukaan tubuh tanpa adanya akumulasi lendir yang berlebihan. Secara tingkah laku ikan koi masih menunjukkan motorik yang aktif berenang tanpa tanda *letargi* atau *ataksia*.

Diagnosis dan Prognosis

Berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan klinis maka ikan koi mengarah pada diagnosis *Aeromoniasis* dan prognosis fausta.

Terapi

Penanganan kasus *aeromoniasis* pada ikan koi Bekko dilakukan secara komprehensif melalui pendekatan terapi kausatif, simptomatik, dan suportif. Terapi pengobatan ini bertujuan untuk mengatasi agen penyebab penyakit, meredakan gejala klinis, serta meningkatkan kondisi fisiologis ikan selama proses pemulihan. Oxytetracycline (20 mg/kg BB, q2 day IM) digunakan sebagai pengobatan agent penyakit dengan efek kerja menghambat sintesis protein bakteri (Choudhary et al., 2024). Dexametason (0,2 mg/kg BB, q2 day IM) diberikan untuk meredakan peradangan jaringan sebagai bentuk pengobatan terhadap simptomatik (Qi et al., 2016). Biodin®Romindo (0,1 mL/kg BB, q2 day IM) dengan kandungan *Adenosin Triphosphat* (ATP), *magnesium*

aspartate, *potassium aspartate*, *sodium selenite*, dan vitamin B12 diberikan sebagai pengobatan suportif untuk meningkatkan daya tahan tubuh dan mempercepat proses pemulihan. Seluruh pengobatan diberikan secara konsisten hingga 7 hari.

Pembahasan

Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada ikan koi bersifat sistemik dan menyerang berbagai organ vital seperti hati, ginjal, limpa, dan insang sehingga mengakibatkan penurunan kondisi fisiologis yang drastis. Selain kerusakan organ vital, tanda klinis yang sering terlihat adanya kerentanan sistem integumen dan ekstremitas yang terlihat dengan lepasnya sisik dan nekrosis pada jaringan sirip. Kejadian *aeromoniasis* diduga kuat diakibatkan oleh lemahnya prosedur karantina dan aklimatisasi ikan baru ke dalam kolam populasi (Suprpto et al., 2002). Ikan lama terkena dampak dari masuknya ikan baru yang tidak melalui proses karantina dan aklimatisasi yang optimal. Meskipun ikan yang terinfeksi bukan merupakan ikan baru, introduksi ikan baru beserta air transportasinya berpotensi membawa beban organik tinggi, seperti amonia, serta cemaran bakteri oportunistik ke dalam kolam populasi. Air transportasi yang berkualitas buruk seharusnya tidak ikut tercampur, karena dapat menurunkan kualitas air secara tiba – tiba dan meningkatkan tekanan lingkungan bagi ikan yang sudah ada (Semwal et al., 2023). Kondisi ini dapat memicu stres fisiologis pada ikan lama, sehingga menurunkan sistem imun dan membuka peluang bagi bakteri oportunistik untuk berkembang menjadi patogen (Fontana et al., 2021).

Evaluasi pengobatan *aeromoniasis* pada ikan koi Bekko berlangsung dengan signifikan. Pengobatan dan evaluasi dengan interval waktu setiap dua hari sekali menampilkan proses kesembuhan yang bertahap. Evaluasi dimulai dari hari pertama hingga hari ke tujuh. Hari pertama hingga hari ketiga proses kesembuhan terlihat meredanya lesi ulseratif pada *lateral thorax dextra* dan berkurangnya hemoragi pada beberapa bagian tubuh seperti pangkal sirip *thorax* dan beberapa bagian tubuh hingga ekor ikan koi. Bersamaan dengan meredanya lesi pada beberapa bagian tubuh, terdapat penurunan kualitas sirip dan sisik. Pada sirip ekor ditemukan lesi ulseratif dengan robekan sirip, hal ini di duga terjadi akibat bakteri *aeromonas* yang menyebabkan sirip menjadi lebih renta dan rapuh. Kebiasaan ikan berubah menjadi lebih sering berenang pada dasar kolam juga cenderung membuat tubuh banyak bergesek pada dasar kolam yang keras sehingga banyak terjadi lesi baru terkhusus pada ekor (Kim et al., 2022). Palpasi pada tubuh ikan juga ditemukan penurunan produksi lendir yang parah. Pengulangan pemberian obat pada hari ketiga dan pemantauan mulai hari ke tiga hingga hari kelima ditemukan kesembuhan kulit yang semakin progresif. Lesi hemoragi pada tubuh ditemukan mereda, lesi ulseratif telah hilang dari tubuh, kondisi sisik telah kembali tumbuh, dan lendir sudah kembali seperti semula. Pengobatan ulangan pada hari kelima dan pemantauan hingga hari ketujuh ditemukan telah berkurangnya lesi hemoragi, sisik, dan lendir tubuh telah tumbuh untuk melindungi tubuh. Meskipun pada bagian ekor dan sirip masih ditemukan sedikit hemoragi yang diduga dipengaruhi oleh tingginya intensitas berenang, peningkatan

aktivitas dan nafsu makan menunjukkan bahwa kondisi ikan telah membaik. Hal ini mengindikasikan bahwa proses penyembuhan masih berlangsung, di mana diperlukan waktu untuk perbaikan jaringan secara menyeluruh, terutama pada daerah ekor yang memiliki vaskularisasi terbatas sehingga penyembuhannya relatif lebih lambat (Senk et al., 2024).

Pemilihan dexametason sebagai terapi simptomatik didasarkan pada perannya sebagai antiinflamasi steroid poten yang mampu menekan respons inflamasi berlebihan akibat infeksi *Aeromonas hydrophila*. Secara farmakologis dexametason bekerja dengan menstabilkan membran lisosom, menghambat migrasi leukosit ke area inflamasi, serta menekan transkripsi gen yang mengkode sitokin proinflamasi. Beragam mekanisme tersebut kemudian berimplikasi pada penurunan intensitas peradangan sehingga manifestasi klinis seperti hemoragi dan ulserasi pada tubuh ikan dapat berkurang secara signifikan (Guiloski et al., 2015). Meskipun efek kerja yang poten namun perlu diperhatikan sifat immunosupresif dari dexametason perlu menjadi perhatian sehingga penggunaannya harus dikontrol secara tepat dan tidak dijadikan sebagai terapi tunggal (Papakonstantinou et al., 2023). Oxytetracycline sebagai terapi kausatif dipilih atas dasar kemampuannya sebagai antibiotik spektrum luas yang efektif terhadap bakteri Gram-negatif termasuk *Aeromonas hydrophila*. Oxytetracycline bekerja dengan menghambat sintesis protein bakteri melalui ikatan dengan subunit ribosom 30S, yang menyebabkan terganggunya

proses translasi dan pertumbuhan bakteri. Mekanisme ini menjadikan antibiotik mampu menekan proliferasi bakteri patogen dalam tubuh inang, sehingga mengurangi beban infeksi dan mendukung proses penyembuhan (Afisu et al., 2022). Pendukung terapi dipilih berupa Biodin dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ikan selama masa penyembuhan. Infeksi *aeromoniasis* umumnya menyebabkan penurunan nafsu makan, stres, serta gangguan metabolisme yang dapat memperlambat proses pemulihan. *Magnesium* dan *potassium aspartate* berfungsi dalam menjaga keseimbangan elektrolit serta mendukung fungsi neuromuskular dan metabolisme seluler (Haan et al., 1985). *Sodium selenite* sebagai sumber selenium memiliki peran sebagai antioksidan yang melindungi sel dari stres oksidatif yang umumnya meningkat selama infeksi bakteri (Shimokawa et al., 2023). Vitamin B12 berperan dalam pembentukan sel darah dan metabolisme energi (Tasanee dan Richard, 1981). Kombinasi komponen tersebut menjadikan Biodin efektif sebagai agen suportif dalam meningkatkan kondisi fisiologis ikan, mempercepat pemulihan jaringan, serta membantu mengurangi dampak stres akibat infeksi.



Gambar 1. Proses kesembuhan ikan koi bekko.

SIMPULAN

Ikan koi sebagai komoditas dengan nilai ekonomis tinggi memerlukan kondisi lingkungan yang optimal, meliputi kualitas air yang baik, kadar oksigen, serta kepadatan populasi yang terkontrol. Penerapan prinsip biosekuriti yang ketat, khususnya pada proses karantina dan aklimatisasi ikan baru menjadi faktor penting dalam mencegah masuknya

agen penyakit ke dalam kolam populasi. Kasus infeksi *Aeromonas hydrophila* yang terjadi pada ikan koi lama menunjukkan bahwa introduksi ikan baru beserta air transportasinya tanpa pengelolaan yang tepat dapat menjadi sumber stres lingkungan dan masuknya agen patogen ke dalam sistem pemeliharaan. Penanganan *aeromoniasis* sebagai infeksi bakteri oportunistik memerlukan pendekatan terapi yang komprehensif meliputi pengobatan terhadap agen penyebab, terapi simptomatik, suportif, serta manajemen pemeliharaan yang optimal. Kombinasi terapi yang tepat mampu memperbaiki kondisi klinis ikan meskipun proses penyembuhan jaringan secara menyeluruh tetap memerlukan waktu lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pemilik ikan koi bekko atas kepercayaan dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Partisipasi tersebut sangat berkontribusi dalam proses pengumpulan data serta memberikan gambaran nyata terkait risiko yang dapat timbul akibat introduksi ikan baru tanpa penerapan biosekuriti yang memadai. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam upaya pencegahan dan pengelolaan kesehatan ikan melalui penerapan prinsip biosekuriti yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdella, B., Shokrak, N. M., Abozahra, N. A., Elshamy, Y. M., Kadira, H. I., Mohamed, R. A. 2024. Aquaculture and *Aeromonas hydrophila*: a complex interplay of environmental factors and virulence. *Aquaculture International*. pp :7671 - 7681. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01535-y>

Afisu, B., Abiodun, A. A., Akeem, A. O., Kolawole, S. Y., Akanni, A. S. 2022. Vitamin C Improves the Efficacy of Oxytetracycline in Treatment of *Aeromonas hydrophila*-infected Juvenile Catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 11(3) :380-390. DOI: <https://doi.org/10.20473/jafh.v11i3.35153>

Andrian, K. N., Wihadmadyatami, H., Wijayanti, N., Karnati, S., Haryanti, A. 2024. A comprehensive review of current practices, challenges, and future perspectives in Koi fish (*Cyprinus carpio* var. koi) cultivation. *Veterinary World*. 17(8) : 1846-1854. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1846-1854>

Camus, A. C., Durborow, R. M., Hemstreet, W. G., Thune, R. L., Hawke, J. P. 1998. *Aeromonas Bacterial Infections — Motile Aeromonad Septicemia*. Southern Regional Aquaculture Center. pp : 1-5.

Choudhary, P., Naik, S. P., Sahoo, S. R., Das, R., Sahoo, S. N., Panda, S. K., Abraham, T. J., Patil, P. K., Swain, P., Mishra, S. S. 2024. Effects of prolonged oxytetracycline supplementation on freshwater stinging cat sh (*Heteropneustes fossilis*): a multi-biomarker approach. *Frontiers In Immunology*. pp: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1478114>

Fanani, A. N., Rahardja, B. S., Prayogo, P. 2018. Efek Padat Tebar Ikan Lele Dumbo (*Clarias* Sp.) yang Berbeda terhadap Kandungan Amonia (NH₃) dan Nitrit (NO₂) dengan Sistem Bioflok. *Journal of Aquaculture Science*. 3(2) : 85-93. DOI : <https://doi.org/10.31093/joas.v3i2.57>

Fauzan, A. L., Budiardi, T., Effendi, I., Diatin, I., Hadiroseyani, Y., Dewi, N. N. 2024. Analisis Produksi Dan Distribusi Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) Berdasarkan Sebaran Kualitas Seleksi Di Omah Koi Farm Indonesia. *Berita Biologi*. 23(1): 103-114.

Fontana, B. D., Alnassar, N., Parker, M. O. 2021. The impact of water changes on stress and subject variation in a zebrafish (*Danio rerio*) anxiety-related task. *Journal of Neuroscience Methods*. pp:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2021.109347>

- Guiloski, I. C., Ribas, J. L. C., Pereira, L. S., Neves, A. P. P., Assis, H. C. S. 2015. Effects of trophic exposure to dexamethasone and diclofenac in freshwater fish. *Ecotoxicol Environ Saf.* pp: 204-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.11.020>
- Haan, A., Doorn, J. E., Westra, H. G. 1985. Effects of potassium + magnesium aspartate on muscle metabolism and force development during short intensive static exercise. 6(1) : 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025812>
- Iskandar, A., Amalia, D., Aji, H. S., Hendriana, A., Darmawangsa, G. M. 2021. Optimalisasi Pembelian Ikan Koi *Cyprinus rubrofuscus* di Mina Karya Koi, Sleman, Yogyakarta. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science.* 3(1) :154-159.
- Kim, S. W., Kim, H. J., Kim, S. G., Kwon, J., Lee, S. B., Jung, W. J., Lee, Y. M., Jo, S. J., Giri, S. S., Yoon, S. H., Kim, S. H., Kim, C. M., Chi, C., Park, S. C. 2022. Bactericidal efficacy of non-thermal plasma activation against *Aeromonas hydrophila* and immunological responses of koi (*Cyprinus carpio haematopterus*). *Fish & Shellfish Immunology.* pp: 197-204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.01.007>
- Leanovich, S., Maksimyuk, Y., Dziahtsiaryk, S., Sidarenka, A. 2025. Diversity, virulence factors and antibiotic resistance profiles of *Aeromonas* species isolated from farmed fish in Belarus. *The Microbe.* pp: 1-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microb.2025.100397>
- Papakonstantinou, G., Gougoulis, D. A., Voulgarakis, N., Maragkakis, G., Galamatis, D., Athanasiou, L. V., Papatsiros, V. G. 2023. Effects of Injectable Administration of Dexamethasone Alone or in Combination with Vitamin E/Se in Newborn Low Birth Weight Piglets. *Vet Sci.* 10(2): 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci10020135>
- Qi, X. Z., Li, D. L., Tu, X., Song, C. G., Ling, F., Wang, G. X. 2016. Preliminary study on the relationship between dexamethasone and pathogen susceptibility on crucian carp (*Carassius auratus*). *Fish & Shellfish Immunology.* pp 18-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.10.017>
- Semwal, A., Kumar, A., Kumar, N. 2023. A review on pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* and their mitigation through medicinal herbs in aquaculture. *Heliyon.* 9(3): 1-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14088>
- Senk, A., Fazzari, J., Djonov, V. 2024. Vascular mimicry in zebrafish fin regeneration: how macrophages build new blood vessels. *Angiogenesis.* 27(3) : 397-410. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10456-024-09914-y>
- Shimokawa, Y., Abe, K., Ohura, M., Yamamoto, M., Ando, H., Tohfuku, T., Yamashita, M., Kondo, M. 2023. Nutritional Supplementation and Enhanced Antioxidant Function by Dietary Intake of Selenoneine and Other Selenium Compounds in Red Seabream *Pagrus major*. *Mar Biotechnol.* 25(5): 683-690. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10126-023-10215-6>
- Skliros, D., Kostakou, M., Kokkari, C., Tsertou, M. I., Pavludi, C., Zafeiropoulos, H., Katharios, P., Flemetakis, E. 2024. Unveiling Emerging Opportunistic Fish Pathogens in Aquaculture: A Comprehensive Seasonal Study of Microbial Composition in Mediterranean Fish Hatcheries. *Microorganisms MPDI.* 12(11):1-22. DOI : <https://doi.org/10.3390/microorganisms12112281>
- Suprpto, H., Raharjo, D., Sasongko, C. B., Sudiana, I. K. 2002. Isolation of *Aeromonas hydrophila* from diseased shrimp *Penaeus monodon* cultured in traditional ponds. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 22(6): 405-407.
- Tasane, L., Richard, L. T. 1981. Intestinal Synthesis and Absorption of Vitamin B-12 in Channel Catfish. *The Journal of Nutrition.* pp: 2125-2132. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/111.12.2125>
- Yudiputra, M. I., Ulfah, M., Krisnan, R. 2025. Impact of In Ovo Adenosine Triphosphate (ATP) Injection on Digestive and Antibody-Related Organ Development and Health in Post-Hatch Sentul Chickens. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan.*

35(2): 315-327. DOI:
<https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2025.035.02.14>