



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

Uji Resistansi *Pseudomonas aeruginosa* terhadap Antibiotik pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Tambak Raja Bandeng

Peter Febriano Kapitan¹, Maxs Urias Ebenhaezer Sanam², Elisabet Tangkonda², Fhady Rischky Loe²

¹Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

²Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Abstract

Keywords:
Pseudomonas aeruginosa,
Common carp, Antibiotic
resistance, Kupang Regency

Korespondensi:
peterkapitan6@gmail.com

Common carp (*Cyprinus carpio*) is an important freshwater aquaculture commodity with high economic value; however, intensive farming practices increase the risk of bacterial diseases that can cause significant economic losses. One of the pathogenic bacteria frequently infecting common carp is *Pseudomonas aeruginosa*, while excessive and uncontrolled antibiotic use may contribute to bacterial resistance. This study aimed to analyze the resistance level of *P. aeruginosa* isolated from common carp against several antibiotics in Kupang Regency. Samples consisted of common carp showing clinical signs of bacterial infection, including reddish spots, scale detachment, and wounds on the body surface. Bacterial isolation was performed using *Pseudomonas* Agar Base (PAB), followed by identification through colony morphology, Gram staining, and biochemical tests comprising Triple Sugar Iron Agar (TSIA), Sulfide Indole Motility (SIM), and Simon's Citrate Agar (SCA). Antibiotic susceptibility testing was conducted using the Kirby-Bauer disk diffusion method with gentamicin, ciprofloxacin, and chloramphenicol, and inhibition zones were interpreted according to Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) standards. The results confirmed the presence of *P. aeruginosa* in infected common carp and revealed varying levels of susceptibility to the tested antibiotics. These findings indicate the occurrence of antibiotic resistance and emphasize the importance of prudent antibiotic selection and use in common carp health management.

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) adalah jenis ikan air tawar omnivora yang hidup pada suhu 25–30 °C (Takril *et al.*, 2021). Ikan mas sangat diminati konsumen karena dagingnya yang gurih dan enak, serta kandungan proteinnya yang tinggi (Ismail & Khumaidi, 2016). Tingginya kandungan gizi membuat ikan mas menjadi komoditas menjanjikan dalam industri perikanan, yang banyak diperjualbelikan di pasar domestik dan internasional (Riko *et al.*, 2024). Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2024), produksi ikan mas fluktuatif selama tahun 2020-2024, sempat naik dari 560.669 ton (2020) ke 651.238 ton (2021), 508.724 ton (2022), lalu turun hingga 483.365 ton (2023), sebelum naik lagi menjadi 571.782 ton pada 2024.

Peningkatan budidaya ikan mas berpotensi meningkatkan risiko penyebaran penyakit (Fajar, 2022). Infeksi penyakit pada ikan mas dalam budidaya dapat dipicu oleh sejumlah faktor, seperti kualitas air yang buruk, kepadatan tebar yang berlebihan, manajemen pakan yang tidak optimal, adanya luka pada tubuh ikan, penggunaan antibiotik yang tidak terkontrol, masuknya ikan baru tanpa melalui proses karantina, serta praktik pemeliharaan yang kurang memadai. Sistem imun ikan akan melemah akibat kondisi-kondisi tersebut, sehingga ikan menjadi rentan terhadap serangan patogen berupa parasit, jamur, bakteri, maupun virus. Patogen inilah yang menjadi penyebab utama kematian massal sekaligus kerugian ekonomi yang signifikan dalam industri budidaya ikan mas (Astutiwati, 2025). Salah satu bakteri patogen yang sering ditemukan menginfeksi ikan mas adalah *P. aeruginosa*. Bakteri ini menyebabkan bercak merah dan pengelupasan sisik pada sirip dan pangkal ekor ikan yang terinfeksi, serta menyebabkan kematian (Takril *et al.*, 2021). Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya hasil produksi budidaya perikanan secara signifikan dan menimbulkan *economic losses* yang besar bagi pembudidaya ikan mas (Nasution *et al.*, 2011).

Bakteri *P. aeruginosa* merupakan patogen oportunistik yang sering menyerang ikan air tawar, dengan prevalensi bakteri *Pseudomonas sp.* mencapai 67% (Pratama *et al.*, 2023), dengan tingkat kematian mencapai 30% (Jati *et al.*, 2023). Beberapa studi menunjukkan bahwa prevalensi infeksi *P. aeruginosa* pada ikan mas berkisar antara 26,66% dan 35,08–40,83% di Irak dan Mesir (Altaee dan Al-Dabbagh, 2022; Garabawi *et al.*, 2022). Selain

itu, pada tahun 2014 infeksi yang disebabkan oleh *P. aeruginosa* hingga saat ini menyebabkan kematian sekitar 173 ton ikan mas, termasuk 30% ikan kecil atau benih di Jawa Barat. Kerugian ekonomi yang ditimbulkan sekitar 126 juta rupiah

Infeksi bakteri *P. aeruginosa* umumnya dapat ditangani dengan antibiotik (Admi *et al.*, 2021). Jenis antibiotik yang sering digunakan untuk mengatasi infeksi ini antara lain gentamisin, kloramfenikol, dan siprofloksasin (Abdullahi *et al.*, 2013; Kholil *et al.*, 2015; Miller dan Heather, 2018). Meskipun antibiotik efektif mengatasi infeksi *P. aeruginosa*, terapi penggunaan antibiotik secara berulang dan tidak terkontrol dapat menyebabkan berkembangnya resistansi bakteri terhadap antibiotik, serta permasalahan serius dalam budidaya perikanan (Ljubojević *et al.*, 2024). Hal ini didukung oleh belum terdapatnya penelitian yang membahas secara spesifik kejadian resistansi antibiotik pada budidaya ikan air tawar, khususnya ikan mas di Kabupaten Kupang.

METODOLOGI

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan atau memaparkan hasil penelitian, selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel ikan mas dari Tambak Raja Bandeng, Desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang. Pemeriksaan sampel dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner (IPHK) Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik klip, sarung tangan, masker, tisu, alat tulis, gelas ukur, timbangan, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, *microwave*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *sterile swab*, *biosafety cabinet*, mikroskop, *object glass*, lampu spiritus, spuit 3 mL, tabung Durham, *aluminium foil*, autoklaf, *stop watch*, cawan petri, jarum ose dan ose bulat, inkubator, dan kertas label. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

ikan mas yang didapatkan dari Tambak Raja Bandeng, *Pseudomonas Agar Base* (PAB) [HiMedia®], *Pseudomonas Cetrinide Fucidin Cephalothin Selective Supplement* [HiMedia®], akuades, natrium klorida (NaCl), pewarna *crystal violet*, larutan lugol, alkohol-aseton, larutan safranin, alkohol 70%, reagen kovac, media *Simmon Citrate Agar* (SCA) [HiMedia®], media *Sulfide Indole Motility* (SIM) [HiMedia®], dan media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) [HiMedia®], minyak imersi, media *Mueller Hinton Agar* (MHA) [Oxoid®], standar *McFarland* 0,5, cakram kosong (*blank disc*), serta cakram antibiotik gentamisin, siprofloksasin, dan kloramfenikol.

Metode Pengambilan Sampel

Observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan mengamati kondisi Tambak Raja Bandeng di Desa Bipolo, terutama pada kolam ikan mas, yaitu kepadatan tebar ikan dan ukuran kolam. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Populasi ikan mas di Tambak Raja Bandeng berjumlah 250 ekor. Sebanyak 17 sampel digunakan dalam penelitian ini, yang mencakup 10 ekor ikan sehat (tanpa gejala), 5 ekor ikan dengan gejala klinis, serta sampel usap (*swab*) dari jaring dan ember. Berdasarkan literatur, penggunaan 15 subjek pada metode penelitian deskriptif sudah memenuhi standar sampel yang representatif (Nalendra *et al.*, 2021). Dengan demikian, jumlah sampel ikan tersebut dinilai layak untuk merepresentasikan kebutuhan populasi pada penelitian ini.

Persiapan Sampel

Proses isolasi bakteri diawali dengan mengusapkan *sterile swab* pada seluruh permukaan ikan, yang kemudian dihomogenkan ke dalam tabung reaksi berisi larutan NaCl fisiologis. Untuk mendapatkan koloni bakteri tunggal, suspensi homogen tersebut diambil dan ditanam pada media PAB dengan tambahan *Pseudomonas CFC Selective Supplement*) menggunakan metode goresan kuadran, kemudian media diinkubasi selama 24 jam pada suhu 42 °C (Ichsyani dan Nadira, 2024). Koloni yang tumbuh diamati morfologinya (makroskopis), diikuti oleh pemeriksaan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan mengidentifikasi

koloni bakteri pada media PAB yang memiliki ciri-ciri berbentuk bulat hingga oval, berukuran kecil sampai sedang, tepiannya tidak teratur, permukaannya datar dan mengilap, serta berwarna kehijauan, (Ramalho *et al.*, 2002), selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram untuk mengamati morfologi bakteri secara mikroskopis. Karakteristik mikroskopis bakteri *P. aeruginosa* tampak berwarna merah muda, berbentuk batang (*basil*), tersusun secara tunggal dan bersifat Gram negatif (Ichsyani & Nadira, 2024).

Uji biokimia dilakukan menggunakan media TSIA, SIM, dan SCA. Uji TSIA bertujuan untuk membedakan jenis bakteri berdasarkan kemampuannya dalam memecah dekstrosa, laktosa, dan sukrosa, serta melepaskan sulfida; selain itu, digunakan untuk menentukan apakah bakteri tersebut menghasilkan gas H₂S. Uji SIM bertujuan menentukan sifat motilitas bakteri, jika pertumbuhan bakteri menyebar dari titik tusukan, menunjukkan bakteri bersifat motil (+), sedangkan jika pertumbuhan hanya terlihat di sepanjang garis tusukan, berarti bakteri tersebut bersifat nonmotil (-) (Rahmadian *et al.*, 2018). Uji sitrat menunjukkan hasil positif apabila media berubah warna menjadi biru, sedangkan hasil negatif ditunjukkan oleh media yang berwarna hijau (Rahmawati *et al.*, 2021). Selanjutnya, uji resistansi antibiotik dilakukan menggunakan metode *Kirby-Bauer* dan kekeruhan suspensi disesuaikan dengan standar *McFarland* 0,5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri diperoleh melalui isolasi dari sampel *swab* permukaan kulit ikan mas dan faktor pendukung seperti jaring dan ember, kemudian dikultur pada media PAB dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 42 °C. Hasil isolasi bakteri pada media PAB menunjukkan terdapat 2 (11,76%) sampel yang diduga positif *P. aeruginosa*. Sampel tersebut merupakan sampel *swab* permukaan kulit ikan mas nomor M6 (ikan bergejala sakit/*suspected P.aeruginosa*), dan M9 (ikan bergejala sakit/*suspected P.aeruginosa*) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Isolasi Bakteri pada Media PAB

Kode Sampel	Keterangan Kode Sampel	Bentuk Koloni	Ukuran Koloni	Warna Koloni	Keterangan
M1	Ikan sehat	-	-	-	-
M2	Ikan bergejala sakit	-	-	-	-
M3	Ikan bergejala sakit	-	-	-	-
M4	Ikan sehat	-	-	-	-
M5	Ikan sehat	-	-	-	-
M6	Ikan bergejala sakit	Bulat	Kecil-Sedang	Hijau	<i>Suspected P. aeruginosa</i>
M7	Ikan sehat	-	-	-	-
M8	Ikan sehat	-	-	-	-
M9	Ikan bergejala sakit	Bulat	Kecil-Sedang	Hijau	<i>Suspected P. aeruginosa</i>
M10	Ikan sehat	-	-	-	-
M11	Ikan bergejala sakit	-	-	-	-
M12	Ikan sehat	-	-	-	-
M13	Ikan sehat	-	-	-	-
M14	Ikan sehat	-	-	-	-
M15	Ikan sehat	-	-	-	-
Jaring	Faktor pendukung	-	-	-	-
Ember	Faktor pendukung	-	-	-	-

Keterangan: (-): tidak ada pertumbuhan koloni bakteri, M: ikan mas

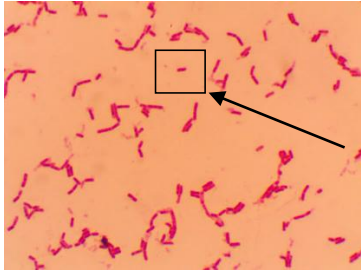
Koloni tersebut memiliki ciri-ciri berbentuk bulat hingga oval, berukuran kecil sampai sedang, tepiannya tidak teratur, permukaannya datar dan mengilap, serta berwarna kehijauan (Gambar 1). Karakteristik ini sesuai dengan deskripsi yang dilaporkan oleh Ramalho *et al.* (2002), yang menjelaskan bahwa *P. aeruginosa* membentuk koloni bulat hingga oval, berukuran kecil sampai sedang, tepiannya tidak teratur, permukaannya datar dan mengilap, serta berwarna kehijauan pada media PAB. Menurut Ghssein dan Ezzeddine, (2022), warna hijau yang tampak pada koloni *P. aeruginosa* yang tumbuh di media PAB disebabkan oleh pigmen *pioverdin*, yaitu pigmen berfluoresensi hijau yang sering menyebar di sekitar koloni pada permukaan agar. Selain itu, *P. aeruginosa* juga dapat memproduksi pigmen *piosianin* berwarna biru kehijauan, sehingga koloni terlihat berwarna hijau kebiruan (Mudaliar *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil isolasi pada media PAB, koloni yang tumbuh kemudian diberi pewarnaan Gram untuk mengamati morfologi bakteri secara

mikroskopis. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa bakteri yang teridentifikasi mengarah pada karakteristik *P. aeruginosa*, dengan bentuk batang dan tersusun secara tunggal, berwarna merah muda (Gram negatif) di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x (Gambar 2). Temuan ini sejalan dengan pernyataan Ichsyani dan Nadira, (2024), yang menyatakan bahwa *P. aeruginosa* termasuk dalam kelompok bakteri Gram negatif dengan lapisan peptidoglikan yang tipis dan permeabilitas tinggi.



Gambar 1. Koloni diduga *P. aeruginosa* pada media PAB. Keterangan: panah (→) = koloni bakteri *P. aeruginosa*.



Gambar 2. Morfologi bakteri *P. aeruginosa* dengan pewarnaan Gram pada perbesaran 100x mikroskop (panah).

Hasil uji TSIA pada penelitian ini menunjukkan bahwa kedua sampel yang diuji menunjukkan karakteristik yang sama, yaitu pada bagian lereng dan bagian dasar media berwarna merah. (Gambar 3). Hasil uji pada sampel menunjukkan bahwa bakteri yang diuji tidak mampu memfermentasi glukosa, sukrosa, dan laktosa (Beslar *et al.*, 2022).



Gambar 3. Hasil Uji TSIA *P. aeruginosa*
Keterangan: Tidak terjadi perubahan warna (merah/merah): (+)

Hasil uji indol untuk kedua isolat M6 dan M9 menunjukkan hasil negatif pada uji indol karena tidak terbentuk cincin merah setelah penambahan reagen Kovac, dan sesuai dengan sifat *P. aeruginosa* yang bersifat indol negatif (Beslar *et al.*, 2022). Sementara itu, uji motilitas menunjukkan hasil positif pada kedua isolat, yang ditandai dengan pertumbuhan menyebar (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa *P. aeruginosa* bersifat motil dan memiliki flagela dan pili sebagai alat gerak (Juniawan *et al.*, 2023).

Hasil uji sitrat kedua isolat menunjukkan hasil positif sitrat, yang sesuai dengan karakteristik biokimia *P. aeruginosa*, (Rahmadian *et al.*, 2018). Sitrat diuraikan oleh enzim sitrase menjadi senyawa yang menghasilkan karbon dioksida. Karbon dioksida kemudian bereaksi membentuk natrium karbonat sehingga pH media meningkat dan indikator

bromtimol biru berubah dari hijau menjadi biru. Perubahan warna menjadi biru menunjukkan hasil sitrat positif (+), yang menandakan bakteri mampu memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon (Cappuccino dan Sherman, 2001) (Gambar 5).

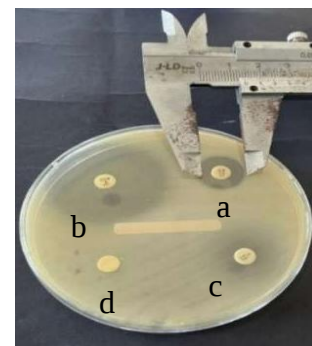


Gambar 4. Hasil uji SIM. Keterangan: negatif (-) indol, positif motil (+).



Gambar 5. Hasil Uji SCA. Keterangan: Perubahan warna (hijau-biru): positif (+)

Hasil pengujian menunjukkan adanya zona hambat di sekitar cakram, yang menandakan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa* (Gambar 6).



Gambar 6. Hasil uji resistansi antibiotik pada sampel M6 dengan Metode Kirby-Bauer. Keterangan: (a) gentamisin, (b) siprofloksasin, (c) kloramfenikol, (d) blank disk

Hasil pengukuran diameter zona hambat dalam penelitian ini dibandingkan dengan standar CLSI tahun 2025. Rata-rata nilai diameter zona hambat yang diperoleh tercantum pada Tabel 2. Pengujian resistansi antibiotik terhadap *P. aeruginosa* pada dua sampel ikan mas (M6 dan M9) menunjukkan adanya variasi tingkat sensitivitas terhadap tiga jenis antibiotik yang diuji, yaitu gentamisin, siprofloksasin, dan kloramfenikol. Hasil uji menunjukkan bahwa siprofloksasin menunjukkan zona hambat terbesar pada kedua sampel, masing-masing 36,5 mm (M6) dan 37 mm (M9), yang dikategorikan sebagai sensitif (S). Hasil ini menunjukkan bahwa *P. aeruginosa* pada kedua sampel sensitif terhadap siprofloksasin.

Gentamisin menghasilkan zona hambat sebesar 13,9 mm pada M6 (kategori intermediet/I) dan 15,9 mm pada M9 (kategori sensitif/S). Rata-rata diameter zona hambat mencapai 15 mm, yang masih termasuk

dalam kategori sensitif meskipun berada di kisaran batas bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa gentamisin masih cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa*.

Sebaliknya, kloramfenikol menunjukkan efektivitas paling rendah dengan zona hambat 10,5 mm (M6 - resistan/R) dan 13,9 mm (M9 - intermediet/I), menghasilkan rata-rata 12,2 mm, yang termasuk dalam kategori resistan (R). Hasil ini menunjukkan bahwa *P. aeruginosa* pada sampel uji resistan terhadap kloramfenikol. Efektivitas kloramfenikol menjadi sangat terbatas karena *P. aeruginosa* mampu menginaktivasi antibiotik ini melalui produksi enzim kloramfenikol asetiltransferase (CAT), yang mengasetilasi gugus hidroksil pada molekul kloramfenikol, sehingga antibiotik tidak lagi dapat mengikat ribosom dan menjadi tidak aktif (Schmitz dan Fluit, 2010).

Tabel 2. Rata-rata Diameter Zona Hambat dengan Metode Kirby-Bauer

Kode Sampel	Rata-rata Zona Hambat (mm)					
	Gentamisin 10 µg	Ket	Siprofloksasin 5 µg	Ket	Kloramfenikol 30 µg	Ket
M6	13,9 mm	I	36,5 mm	S	10,5 mm	R
M9	15,9 mm	S	37 mm	S	13,9 mm	I

Keterangan: (S) sensitif, (I) intermediet, (R) resistan, dan (M) ikan mas

Resistansi antibiotik pada ikan mas yang dibudidayakan di tambak raja bandeng juga diperkuat oleh riwayat pengobatan antibiotik yang sebelumnya telah diberikan pada ikan, meskipun pemberiannya tidak dilakukan secara rutin dan tidak di bawah pengawasan dokter hewan. Penggunaan antibiotik yang telah dilakukan tersebut dapat memberikan tekanan seleksi terhadap bakteri, sehingga bakteri yang memiliki mekanisme resistansi lebih mampu bertahan dan berkembang. Kondisi tersebut semakin diperkuat oleh karakteristik *Pseudomonas aeruginosa* sebagai bakteri patogen oportunistik yang mampu bertahan di lingkungan yang tercemar, termasuk perairan yang mengandung residu antibiotik. Kondisi tersebut dapat memicu penyebaran *Antibiotic Resistance Genes* (ARG) yang dapat berpindah secara horizontal antarspesies bakteri (Qin *et al.*, 2022). Bakteri *P. aeruginosa* juga dikenal sebagai bakteri *multidrug resistant* (MDR) karena memiliki berbagai gen virulensi dan mekanisme pertahanan, seperti pembentukan biofilm dan sistem

pompa efluks (ABC, MFS, dan RND), yang berfungsi mengeluarkan antibiotik dari dalam sel, menurunkan konsentrasi intraseluler, serta menghambat pencapaian target molekuler antibiotik (Anggraini *et al.*, 2018; Selvarajan *et al.*, 2023). Kombinasi berbagai mekanisme tersebut menjadikan *P. aeruginosa* sulit dikendalikan dengan terapi antibiotik konvensional.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ikan mas di Tambak Raja Bandeng Kabupaten Kupang, maka didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Persentase infeksi *P. aeruginosa* pada ikan mas di Tambak Raja Bandeng Kabupaten Kupang sebesar 11,76%, yaitu 2 sampel ikan positif dari 17 sampel ikan.
2. Bakteri *P. aeruginosa* yang diisolasi dari ikan mas di Tambak Raja Bandeng, Kabupaten Kupang menunjukkan tingkat sensitivitas

terhadap antibiotik gentamisin (50%) dan siprofloksasin (100%), sedangkan resistan terhadap antibiotik kloramfenikol (50%).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, R., Lihan, S., Carlos, B.S., Bilung, M.L., Mikal, M.K., dan Collick, F. (2013). Detection of Opr L Gene And Antibiotic Resistance of *Pseudomonas Aeruginosa* from Aquaculture Environment. *European Journal of Experimental Biology*, 3 (6):148–152.
- Altaee, A.J., dan Al-Dabbagh, S.Y. (2022). Molecular Identification of Virulence Genes of *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Fish (*Cyprinus Carpio*) in Mosul City. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 36 (4):953–958. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.132660.2119>
- Anggraini, D., Yulindra, U.G., dan Savira, M. (2018). Prevalensi dan Pola Sensitivitas Antimikroba Multidrug Resistant *Pseudomonas Aeruginosa* di RSUD Arifin Achmad. *Majalah Kedokteran Bandung*, 50 (1):6–12. <https://doi.org/10.15395/mkb.v50n1.1150>
- Astutiwati. (2025). Pengaruh Padat Tebar Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus Blochii*). *Jupiter*, 2 (1):1–10.
- Beslar, S.Y., Ethica, S.N., Fitria, M.S., Rahman, A., dan Ernanto. (2022). Deteksi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Isolat Pus Luka Berbasis Polymerase Chain Reaction dengan Target Gen Pengkode Flagelin Flic', in: Prosiding Seminar Nasional Unimus. pp. 807–819.
- Cappuccino, J.G., dan Sherman, N. (2001). *Microbiology: A Laboratory Manual*, California.
- Fajar, M.T. (2022). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Pakan Pelet Terhadap Bobot dan Panjang Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1 (5): 498–504. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.801>
- Ghssein, G., dan Ezzeddine, Z. (2022). A Review of *Pseudomonas aeruginosa* Metallophores: Pyoverdine, Pyochelin and Pseudopaline. *Biology*, 11(12), 1711. <https://doi.org/10.3390/biology11121711>
- Ichsyani, M., dan Nadira, N.R. (2024). Isolasi dan Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* Penyebab Infeksi Nosokomial pada Permukaan Bowl Rinse Dental Unit RSGMP Universitas Jenderal Soedirman. *Journal of Dental and Biosciences*, 1 (1):1–7. <https://doi.org/10.20884/1.j.dentbios.2024.1.01.10787>
- Ismail, and Khumaidi, A. (2016). Teknik Pembenihan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) di Balai Benih Ikan (BBI) Tenggara Bondowoso', *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7 (1):27–37.
- Jati, C. W., Noor, H.F., dan Fidyandini, H.P. 2023, 'Efektivitas Vaksin Inaktif *Aeromonas Salmonicida* terhadap Total Leukosit dan Aktifitas Fagositosis pada Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Lemuru* 5 (2):313–319. <https://doi.org/10.365226/jl.v5i2.2890>
- Juniawan, M.F., Artanti, D., Gayatri, Y., dan Ainutajriani, A. (2023). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Termofilik dari Oil Sludge Asal Kalimantan Timur. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6 (1):18–29. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v6i1.15898>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2024). Laporan Kinerja Direktorat Jendera Perikanan Budi Daya Tahun 2024.
- Kholil, I., Hossain, M.M., Neowajh, S., Islam, S., and Kabir, M. (2015). Comparative Efficiency of Some Commercial Antibiotics Against *Pseudomonas* Infection In Fish. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2 (3):114–117. <https://doi.org/10.22271/fish.2015.v2.i3b.225>
- Ljubojević, P.D., Radosavljević, V., Pelić, M., Živkov Baloš, M., Puvača, N., Jug-Dujaković, J., dan Gavrilović, A. (2024). Antibiotic Residues In Cultured Fish: Implications For Food Safety And

- Regulatory Concerns. *Fishes*, .
<https://doi.org/10.3390/fishes9120484>
- Miller, A.R., dan Heather, H. (2018) Antimicrobial Drug Resistance in Fish Pathogens. *Microbiology Spectrum*, 6 (1):1–20. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0017-2017>
- Mudaliar, S.B., Bharath, A.P., dan Srinivas. (2024) A Biomedical Perspective of Pyocyanin from *Pseudomonas aeruginosa*: Its Applications And Challenges. *World journal of microbiology & biotechnology*, 40 (3):1–23. <https://doi.org/10.1007/s11274-024-03889-0>
- Nalendra, A.R.A., Rosalinah, Y., Priadi, A., Subroto, I., Rahayuningsih, R., Lestari, R., Kusumandari, S., Yuliasari, R., Astuti, D., and Latumahina, J. (2021). Statistika Seri Dasar Dengan SPSS'.
- Nasution, Z., Dewita, Y., dan Miftakhul, H. (2011). Perikanan Budidaya di Danau Maninjau : Antisipasi Kebijakan Penanganan Dampak Kematian Masal Ikan' 1 (1):19–31.
- Pratama, R.A., Djauhari, R., Monalisa, S.S., dan Susanti, W. (2023). Identifikasi Bakteri pada Beberapa Jenis Ikan Air Tawar. *Journal of Tropical Fisheries* 17 (2): 31-41. DOI:10.36873/jtf.v18i2.11115
- Qin, S., Xiao, W., Zhou, C., Pu, Q., Deng, X., Lan, L., Liang, H., Song, X., and Wu, M. (2022). *Pseudomonas aeruginosa*: Pathogenesis, Virulence Factors, Antibiotic Resistance, Interaction With Host, Technology Advances And Emerging Therapeutics. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7 (1):1–27. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01056-1>
- Rahmadian, C.A., Ismail, Abrar, M., Erina, Rastina, dan Fahrimal, Y. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Pseudomonas* sp pada Ikan Asin di Tempat Pelangan Ikan Labuhanhaji Aceh Selatan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2 (4):493–502. <https://doi.org/https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v2i4.9041>
- Rahmawati, L., Adlina, S., dan Yuliana, A. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Protease Ekstraseluler dari Limbah Cair Tahu Putih. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada : Jurnal Ilmu Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*, 21 (2):187–193. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36465/jkbth.v21i2.748>
- Ramalho, R., Cunha, J., Teixeira, P., dan Gibbs, P.A. (2002). Modified *Pseudomonas* Agar: New Differential Medium For The Detection/Enumeration of *Pseudomonas Aeruginosa* in Mineral Water. *Journal of microbiological methods*, 49 (1):69–74. [https://doi.org/10.1016/s0167-7012\(01\)00365-7](https://doi.org/10.1016/s0167-7012(01)00365-7)
- Riko, Yulianto, R., Wijanarko, R., dan Kurniawan, A. (2024). Pembenuhan Ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Nitikan, Yogyakarta. *Amreta Meena*, 1 (2):76–80. <https://doi.org/doi.org/10.33019/am.v1i2.4917>
- Schmitz, F.-J., dan Fluit, A.C. (2010). Chapter 131 - Mechanisms Of Antibacterial Resistance', in: Cohen, J., Opal, S.M., Powderly, W.G.B.T.-I.D. (Third E. (Eds.), *Infectious Diseases* (Third Edition). , Mosby, London, pp. 1308–1322. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-04579-7.00131-3>
- Selvarajan, R., Obize, C., Sibanda, T., Abia, A.L.K., dan Long, H. (2023). Evolution And Emergence of Antibiotic Resistance In Given Ecosystems: Possible Strategies For Addressing The Challenge Of Antibiotic Resistance. *Antibiotics*, 12 (1):1–30. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010028>
- Takril, Ansar, M., dan Sakia, N. (2021). Efektivitas Gel Lidah Buaya dengan Dosis Berbeda Untuk Pengobatan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Terinfeksi *Pseudomonas Aeruginosa*. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 2 (2):135–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.31605/siganus.v2i2.989>