

EFEK EKSTRAK DAUN *Rhizophora mucronata* PADA IMUNITAS *Cyprinus rubrofasciatus* YANG TERINFEKSI *Aeromonas hydrophila*

EFFECT OF Rhizophora mucronata LEAF EXTRACT ON IMMUNITY OF Cyprinus rubrofasciatus INFECTED BY Aeromonas hydrophila

Laily Fitriani Mulyani¹⁾, Septiana Dwiyantri²⁾, Damai Diniariwisani³⁾

^{1,2,3} Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

Teregisterasi I tanggal : 02 Mei 2025; Diterima setelah perbaikan tanggal 22 Mei 2025; Disetujui terbit tanggal : 17 Juni 2025

ABSTRAK

Aeromoniasis yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila* merupakan salah satu penyakit bakteri yang berdampak signifikan pada budidaya ikan *Cyprinus rubrofasciatus*. Penggunaan bahan alami sebagai imunostimulan telah banyak dikaji untuk meningkatkan ketahanan ikan terhadap infeksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek ekstrak daun *Rhizophora mucronata* terhadap respons imun dan tingkat kelangsungan hidup *Cyprinus rubrofasciatus* yang terinfeksi *A. hydrophila*. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan beberapa perlakuan dosis ekstrak KN (kontrol tanpa ekstrak + infeksi NaCl), KP (kontrol tanpa ekstrak + infeksi bakteri), P1 (ekstrak dengan dosis 0,5% + infeksi bakteri), P2 (ekstrak dengan dosis 1% + infeksi bakteri), dan P3 (ekstrak dengan dosis 2% + infeksi bakteri) yang diberikan melalui penyuntikan. Parameter yang diamati meliputi eritrosit, leukosit, hemoglobin, hematokrit, fagositosis, total bakteri dan tingkat kelangsungan hidup ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun *R. mucronata* secara signifikan meningkatkan respons imun ikan, ditandai dengan peningkatan jumlah leukosit, aktivitas fagositosis, dan tingkat kelangsungan hidup dibandingkan dengan kelompok kontrol. Kelangsungan hidup ikan juga lebih tinggi pada kelompok yang diberi perlakuan ekstrak dibandingkan dengan kontrol. Kesimpulannya, ekstrak daun *R. mucronata* berpotensi sebagai imunostimulan alami yang efektif dalam meningkatkan ketahanan *C. rubrofasciatus* terhadap infeksi *A. hydrophila*.

Kata Kunci : *Rhizophora mucronata*, *Cyprinus rubrofasciatus*, *Aeromonas hydrophila*, imunostimulan, kelangsungan hidup

ABSTRACT

Aeromoniasis caused by Aeromonas hydrophila is one of the bacterial diseases that have a significant impact on Cyprinus rubrofasciatus fish farming. The use of natural ingredients as immunostimulants has been widely studied to increase fish resistance to infection. This study aims to evaluate the effect of Rhizophora mucronata leaf extract on the immune response and survival rate of Cyprinus rubrofasciatus infected with A. hydrophila. The research method used a completely randomized design with several extract dose treatments KN (control without extract + NaCl infection), KP (control without extract + bacterial infection), P1 (extract with a dose of 0.5% + bacterial infection), P2 (extract with a dose of 1% + bacterial infection), and P3 (extract with a dose of 2% + bacterial infection) given by injection. The parameters observed included erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, phagocytosis, total bacteria and fish survival rate. The results showed that administration of R. mucronata leaf extract significantly increased the immune response of fish, characterized by an increase in the number of leukocytes, phagocytosis activity, and survival rate compared to the control group. Fish survival was also higher in the group treated with the extract compared to the control. In conclusion, R. mucronata leaf extract has the potential to be an effective natural immunostimulant in increasing the resistance of C. rubrofasciatus to A. hydrophila infection.

Keywords : *Rhizophora mucronata*, *Cyprinus rubrofasciatus*, *Aeromonas hydrophila*, immunostimulant, survival rate

Korespondensi penulis:

e-mail: lailyfitriani@unram.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.17.1.2025.36-45>

PENDAHULUAN

Aquakultur merupakan sektor strategis dalam penyediaan pangan global, khususnya sebagai sumber protein hewani yang berkelanjutan. Salah satu spesies ikan yang banyak dibudidayakan adalah *Cyprinus rubrofuscus* atau dikenal sebagai ikan koi. Budidaya ikan ini memiliki nilai ekonomi tinggi, namun dihadapkan pada tantangan serius berupa infeksi penyakit, yang berpotensi menurunkan produktivitas dan kualitas hasil budidaya. Salah satu patogen utama yang sering menyerang ikan air tawar adalah *Aeromonas hydrophila*, bakteri gram-negatif yang bersifat oportunistik. Infeksi bakteri ini dapat menyebabkan penyakit seperti hemoragik, ulserasi, hingga kematian ikan (Rahman *et al.*, 2017).

Risiko infeksi semakin meningkat apabila kondisi lingkungan buruk dan daya tahan tubuh ikan menurun. Selama ini, pendekatan konvensional untuk mengatasi infeksi bakteri adalah penggunaan antibiotik. Namun, penggunaan antibiotik dalam jangka panjang telah menimbulkan berbagai masalah, seperti resistensi antimikroba dan pencemaran lingkungan perairan (Cabello *et al.*, 2013). Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, berbagai studi mulai mengkaji alternatif yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan senyawa bioaktif dari tumbuhan sebagai imunostimulan alami.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengevaluasi potensi ekstrak tumbuhan seperti *Azadirachta indica*, *Andrographis paniculata*, dan *Euphorbia hirta* dalam meningkatkan imunitas ikan terhadap infeksi bakteri. Namun, kajian mengenai pemanfaatan *Rhizophora mucronata* terutama bagian daun masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks aplikasinya pada ikan koi yang terinfeksi *A. hydrophila*.

Rhizophora mucronata, atau pohon bakau, dikenal mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid yang memiliki aktivitas antimikroba, antioksidan, dan imunostimulan (Bandaranayake, 2002).

Beberapa studi melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak daun *R. mucronata* terhadap patogen perairan, tetapi belum banyak yang mengintegrasikan aplikasinya secara *in vivo* terhadap sistem imun ikan koi. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian terkait efektivitas ekstrak daun *R. mucronata* dalam meningkatkan respons imun sistemik ikan koi secara spesifik saat menghadapi infeksi *A. hydrophila*. Penelitian ini menjadi penting untuk mengisi kekosongan tersebut dan menghadirkan alternatif penguatan sistem imun ikan melalui bahan alami yang aman dan berkelanjutan.

Studi ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian ekstrak daun *Rhizophora mucronata* terhadap respons imun *Cyprinus rubrofuscus* yang terinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Secara khusus, penelitian ini akan menganalisis perubahan parameter imunologis seperti aktivitas fagositosis, jumlah leukosit, dan tingkat kelangsungan hidup ikan pasca perlakuan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi manajemen kesehatan ikan yang ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan budidaya ikan air tawar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengkaji pengaruh pemberian ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* terhadap sistem kekebalan tubuh ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dengan tiga kali ulangan. Masing-masing ulangan menggunakan 10 ekor ikan koi berukuran ± 10 –12 cm. Adapun perlakuan yang diberikan meliputi:

KN (Kontrol Negatif): tanpa ekstrak, diinfeksi NaCl 0,9%

KP (Kontrol Positif): tanpa ekstrak, diinfeksi *A. hydrophila*

- P1: ekstrak daun *R. mucronata* dosis 0,5% + infeksi *A. hydrophila*
- P2: ekstrak daun *R. mucronata* dosis 1% + infeksi *A. hydrophila*
- P3: ekstrak daun *R. mucronata* dosis 2% + infeksi *A. hydrophila*

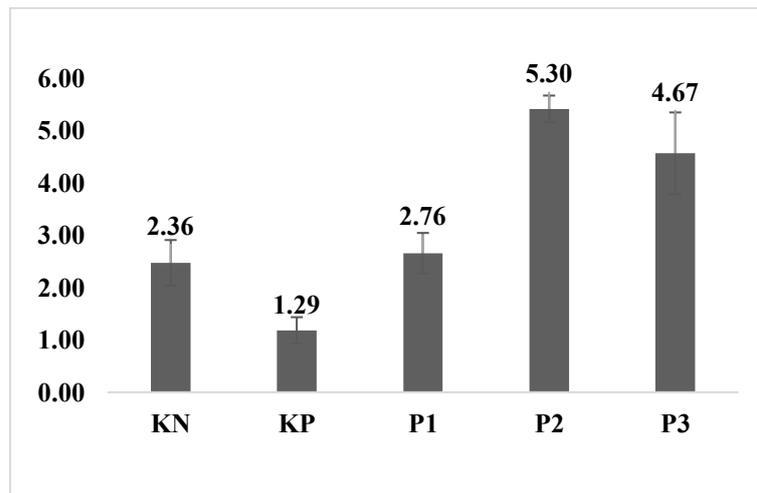
Ekstrak daun diberikan melalui injeksi intraperitoneal dengan volume 0,1 mL per ekor, menggunakan spuit insulin. Penyuntikan dilakukan pada bagian ventral (perut) ikan, tepatnya di antara pangkal sirip perut dan anus, dengan sudut kemiringan $\pm 45^\circ$. Pemberian ekstrak dilakukan satu kali pada hari pertama perlakuan. Dua hari setelah pemberian ekstrak, ikan diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* (kecuali kelompok KN) melalui injeksi intraperitoneal dengan konsentrasi 10^8 CFU/mL sebanyak 0,1 mL per ekor.

Selama penelitian, ikan dipelihara dalam akuarium berukuran $60 \times 40 \times 40$ cm yang diisi air tawar bersih sebanyak 40 L dan diberi aerasi secara kontinu. Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) sebanyak 3% dari bobot tubuh. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut (DO) diukur setiap

hari menggunakan alat digital untuk memastikan kondisi lingkungan tetap stabil. Rentang kualitas air selama penelitian dipertahankan pada suhu $26-28^\circ\text{C}$, pH 6,5–7,5, dan DO > 5 mg/L. Parameter yang diamati meliputi: Aktivitas fagositosis sel leukosit, Jumlah total leukosit, Tingkat kelangsungan hidup (survival rate) ikan setelah infeksi bakteri. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut (uji Duncan atau uji Tukey) apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan Gambar 1, nilai eritrosit tertinggi pada perlakuan P2 yaitu $5,30 \times 10^6$ sel/ mm^3 . Perlakuan P3 memiliki nilai eritrosit sebesar $4,67 \times 10^6$ sel/ mm^3 , sementara perlakuan P1 menunjukkan total eritrosit sebesar $2,76 \times 10^6$ sel/ mm^3 . Pada kelompok kontrol negatif (KN), nilai eritrosit tercatat sebesar $2,36 \times 10^6$ sel/ mm^3 , sedangkan kelompok kontrol positif (KP) menunjukkan nilai eritrosit terendah, yaitu $1,29 \times 10^6$ sel/ mm^3 .



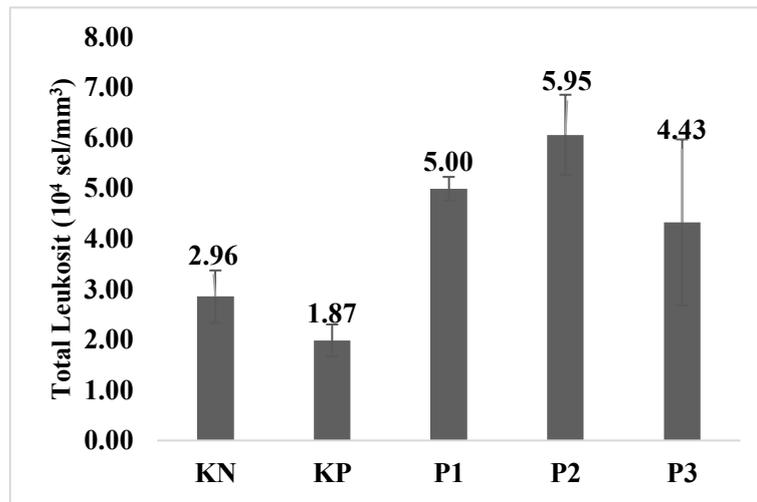
Gambar 1. Rata – rata nilai total eritrosit Ikan Koi
 Figure 1. Average total erythrocyte value of Koi Fish

Berdasarkan Gambar 2, nilai leukosit tertinggi pada perlakuan P2 yaitu $5,95 \times 10^4$ sel/ mm^3 . Selanjutnya, perlakuan P1 memiliki nilai leukosit sebesar $5,00 \times 10^4$ sel/ mm^3 , sedangkan perlakuan P3 menunjukkan total leukosit sebesar $4,43 \times$

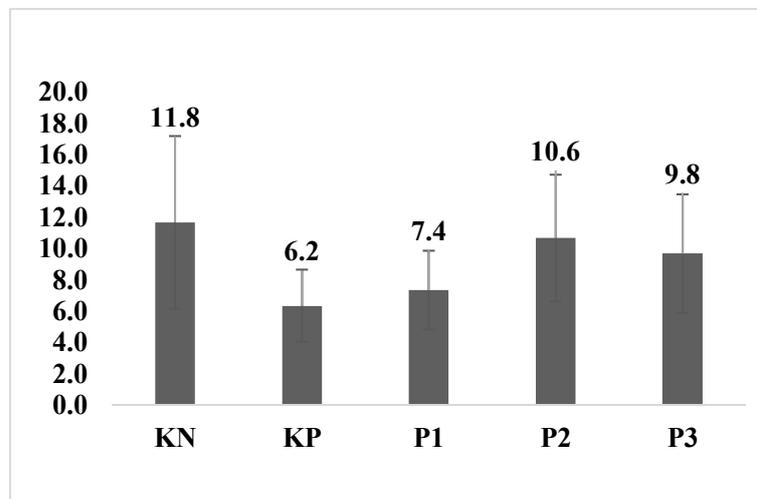
10^4 sel/ mm^3 . Pada kelompok kontrol negatif (KN), nilai leukosit tercatat sebesar $2,96 \times 10^4$ sel/ mm^3 , sementara kelompok kontrol positif (KP) memiliki nilai leukosit paling rendah, yaitu $1,87 \times 10^4$ sel/ mm^3 . Nilai total hemoglobin tertinggi pada Gambar 3

ditemukan pada perlakuan kontrol negatif (KN) sebesar 11,8%, namun perbedaannya tidak signifikan ($p>0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu P2 sebesar

10,6%, P3 sebesar 9,8%, P1 sebesar 7,4%, dan perlakuan kontrol positif (KP) yang memiliki nilai terendah sebesar 6,2%.



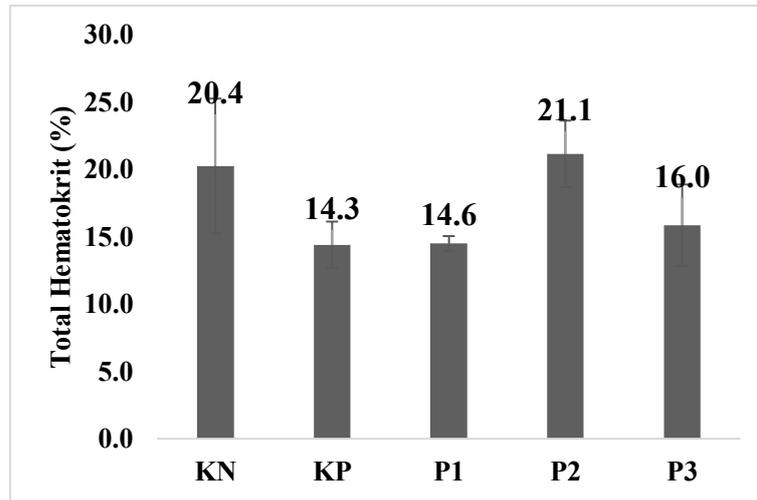
Gambar 2. Rata – rata nilai total leukosit Ikan Koi
Figure 2. Average Total leukocyte value of Koi Fish



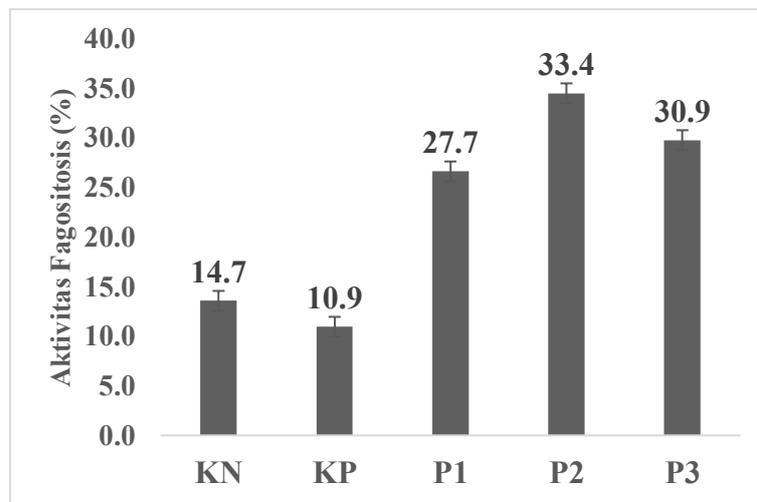
Gambar 3. Rata – rata nilai total hemoglobin Ikan Koi
Figure 3. Average Total hemoglobin value of Koi Fish

Pada Gambar 4 nilai total hematokrit yang dihasilkan pada grafik memperoleh nilai tertinggi hingga terendah, dimana nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 sebesar 21,2% namun tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan KN (Kontrol Negatif) dan P3, selanjutnya nilai terendah diperoleh pada perlakuan KP sebesar 14,3% yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan P1.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai tertinggi aktivitas fagositosis pada perlakuan P2 sebesar 33,4%, diikuti oleh P3 sebesar 30,9%, P1 sebesar 27,7%, KN sebesar 14,7% dan nilai terendah diperoleh pada perlakuan KP sebesar 10,9%. Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan Uji Duncan, dimana P2 berbeda nyata ($p<0,05$) dengan KP, namun tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan P3, P1, dan KN.



Gambar 4. Rata – rata nilai total hematokrit Ikan Koi
 Figure 4. Average Total hematocrit value of Koi Fish

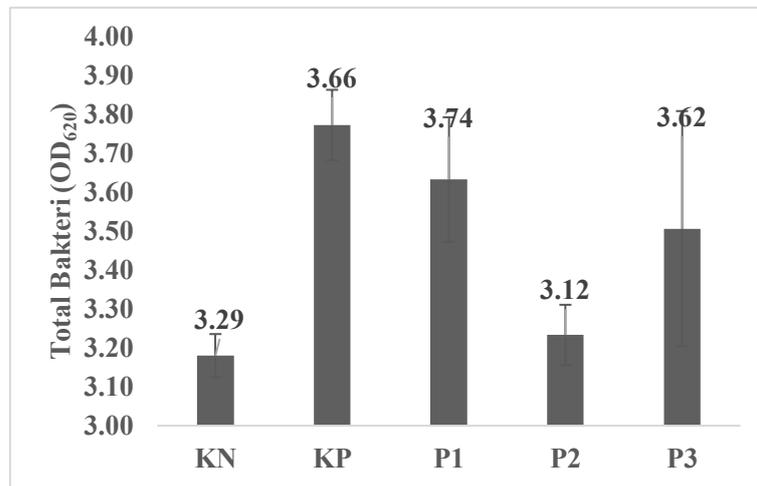


Gambar 5. Rata – rata nilai aktivitas fagositosis Ikan Koi
 Figure 5. Average value of Koi Fish phagocytosis activity

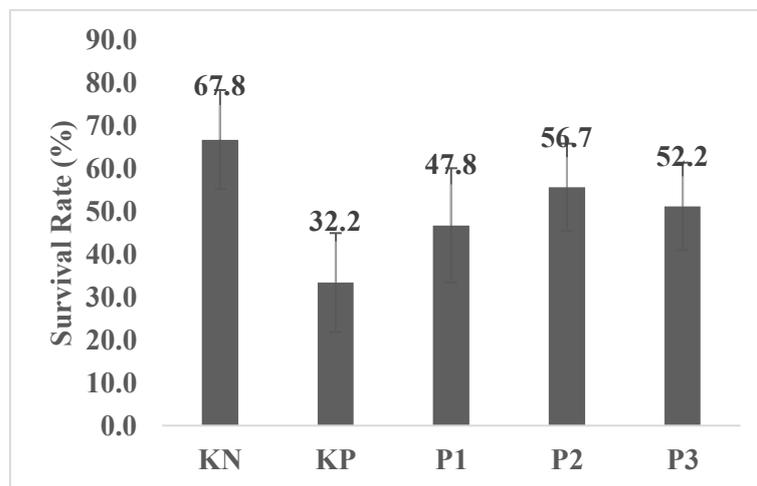
Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan hasil bahwa penambahan ekstrak daun mangrove pada pakan dengan jumlah dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap total bakteri ikan koi yang diinjeksi dengan bakteri *A. hydrophila*, dimana nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan KP sebesar 3,66 OD620, diikuti oleh P1 sebesar 3,74 OD620, P3 sebesar 3,51 OD620, P2 sebesar 3,12 OD620, dan terendah pada perlakuan KN sebesar 3,29 OD620. Berdasarkan uji lanjut dengan menggunakan Uji Duncan diperoleh

bahwa perlakuan KP berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan P2 dan KN, namun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan perlakuan P1 dan P3.

Gambar 7 menunjukkan nilai Survival Rate (SR) tertinggi diperoleh pada perlakuan KN sebesar 67,8% yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan KP dimana perlakuan KP merupakan perlakuan dengan nilai SR paling rendah yaitu sebesar 32,2%, namun tidak berbeda nyata atau ($p > 0,05$) pada perlakuan P1 sebesar 47,8%, P2 sebesar 56,7%, dan P3 sebesar 52,2%.



Gambar 6. Rata – rata nilai total bakteri Ikan Koi
 Figure 6. Average total bacterial value of Koi Fish



Gambar 7. Rata – rata nilai survival rate Ikan Koi
 Figure 7. Average survival rate value of Koi Fish

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun *Rhizophora mucronata* berpengaruh terhadap parameter hematologi dan imunologi ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Perlakuan P2 (ekstrak dosis 1%) memberikan hasil optimal pada sebagian besar parameter, termasuk jumlah eritrosit, leukosit, fagositosis, dan tingkat kelangsungan hidup. Jumlah eritrosit tertinggi tercatat pada perlakuan P2 sebesar $5,30 \times 10^6$ sel/mm³. Peningkatan ini mengindikasikan aktivasi sistem imun ikan sebagai respons terhadap senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, alkaloid, dan tannin dalam ekstrak daun mangrove. Senyawa-senyawa tersebut

diketahui memiliki sifat antioksidan yang mendukung regenerasi sel darah dan memperkuat sistem imun (Rahmat *et al.*, 2023). Namun, menariknya, pada dosis lebih tinggi (P3, 2%) tidak ditemukan peningkatan yang lebih signifikan. Hal ini dapat dijelaskan dengan kemungkinan terjadinya efek toksik ringan atau stres fisiologis akibat konsentrasi senyawa aktif yang berlebihan. Dosis ekstrak yang terlalu tinggi dapat menyebabkan over-stimulasi sistem imun atau gangguan metabolisme, sehingga tubuh ikan tidak mampu menyerap manfaatnya secara optimal. Ini konsisten dengan prinsip hormesis, di mana dosis optimal memberi manfaat, tetapi dosis berlebih justru berdampak negatif (Calabrese & Baldwin, 2003).

Kadar hemoglobin tertinggi justru ditemukan pada kelompok KN (kontrol negatif), yaitu 11,8%, melebihi kelompok P2 meskipun P2 menunjukkan eritrosit tertinggi. Ketidaksesuaian ini dapat dijelaskan melalui dua kemungkinan. Pertama, kelompok KN tidak mengalami infeksi bakteri, sehingga tidak terjadi hemolisis atau gangguan fungsi eritrosit yang bisa mengurangi kadar hemoglobin. Kedua, stres akibat injeksi ekstrak atau infeksi pada kelompok perlakuan dapat menyebabkan penurunan sintesis hemoglobin, meskipun jumlah eritrosit meningkat. Artinya, kualitas sel darah merah dalam kelompok P2 mungkin lebih rendah secara fungsional dibandingkan KN. Hematokrit pada perlakuan P2 juga menunjukkan kadar hematokrit tertinggi (21,2%), sedangkan KP (kontrol positif) menunjukkan nilai terendah (14,3%). Hematokrit mencerminkan volume sel darah merah dalam darah, sehingga erat kaitannya dengan hidrasi dan stres osmotik.

Penurunan hematokrit dapat menunjukkan adanya stres, dehidrasi, atau kerusakan sel akibat infeksi. Menurut Madyowati *et al.* (2018), stres fisiologis pada ikan dapat mengubah keseimbangan elektrolit dan meningkatkan permeabilitas membran sel, yang berakibat pada turunnya hematokrit. Hal ini menjelaskan rendahnya nilai hematokrit pada KP sebagai akibat dari infeksi berat oleh *A. hydrophila* yang tidak dibarengi perlindungan imun dari ekstrak. Jumlah leukosit tertinggi juga ditemukan pada P2 ($5,95 \times 10^4$ sel/mm³), menunjukkan aktivasi sistem imun non-spesifik. Senyawa flavonoid dan saponin dalam ekstrak dapat merangsang produksi sel imun seperti neutrofil dan makrofag (Mahenda, 2021). Peningkatan ini selaras dengan peningkatan aktivitas fagositosis sebesar 33,4% pada P2, menunjukkan peningkatan kemampuan ikan dalam menghadapi infeksi bakteri. Aktivitas fagosit yang tinggi merupakan indikator utama kekuatan sistem imun bawaan. Sebaliknya, KP menunjukkan jumlah leukosit dan aktivitas fagositosis paling rendah, yang menjelaskan rendahnya

kemampuan ikan dalam melawan infeksi. Nilai total bakteri (OD₆₂₀) tertinggi tercatat pada KP (3,66), menunjukkan populasi bakteri dalam tubuh ikan paling banyak. Sebaliknya, P2 dan KN menunjukkan nilai lebih rendah, menandakan penghambatan perkembangan bakteri. Nilai OD₆₂₀ mengacu pada pengukuran kekeruhan larutan pada panjang gelombang 620 nm menggunakan spektrofotometer, yang merepresentasikan densitas populasi bakteri secara tidak langsung.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa ekstrak daun mangrove berperan dalam menekan perkembangan *A. hydrophila*, didukung oleh senyawa antimikroba seperti tannin dan flavonoid yang dapat merusak dinding sel bakteri (Junaidi *et al.*, 2020). Menariknya, nilai OD pada KN lebih rendah dibanding semua perlakuan, termasuk P2. Hal ini wajar mengingat kelompok KN tidak diinfeksi bakteri, sehingga populasi bakteri dalam tubuh lebih sedikit. Namun, tingginya nilai hemoglobin dan performa hematologis lain pada KN juga bisa dipengaruhi oleh tidak adanya beban stres tambahan dari injeksi ekstrak atau infeksi, sehingga fisiologi tubuh lebih stabil. Ini menandakan bahwa selain infeksi, tindakan manipulatif seperti injeksi itu sendiri dapat menjadi sumber stres dan berpengaruh pada parameter fisiologis.

Tingkat kelangsungan hidup tertinggi ditemukan pada perlakuan P2 dan P3 (>50%), sedangkan KP hanya 32,2%. Hal ini menegaskan bahwa ekstrak *R. mucronata* berperan dalam meningkatkan imunitas dan mengurangi mortalitas akibat infeksi. Namun, survival rate pada P3 tidak lebih tinggi dibanding P2, yang mengindikasikan bahwa dosis optimal berada pada 1%. Seperti dijelaskan sebelumnya, kemungkinan efek toksisitas ringan pada dosis lebih tinggi dapat menurunkan efektivitas ekstrak. Suhu (29,0–30,7°C), pH (6,6–7,1), dan DO (6,1–7,3 mg/L) selama penelitian tergolong optimal untuk budidaya ikan koi (Darwis *et al.*, 2019).

Kualitas air yang stabil turut berperan dalam mempertahankan kondisi fisiologis

ikan, menjaga sistem imun tetap aktif, dan meminimalkan stres lingkungan. Air dengan kadar DO rendah dapat menyebabkan hipoksia dan menurunkan aktivitas fagosit, sedangkan suhu ekstrem dapat meningkatkan laju metabolisme dan menekan sistem imun. Dengan demikian, hasil imunologis yang positif dalam penelitian ini tidak hanya dipengaruhi oleh ekstrak, tetapi juga didukung oleh kualitas air yang terkendali.

KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian, pemberian ekstrak daun *Rhizophora mucronata* mampu meningkatkan respons imun ikan koi (*Cyprinus rubrofasciatus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Dosis optimal terdapat pada perlakuan P2 (1%), yang menunjukkan peningkatan signifikan pada jumlah eritrosit, leukosit, kadar hematokrit, aktivitas fagositosis, dan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), serta penurunan jumlah total bakteri. Meskipun dosis P3 (2%) menunjukkan tren positif, tidak lebih unggul dibandingkan P2, yang diduga akibat kemungkinan efek stres atau toksisitas ringan pada dosis lebih tinggi. Kandungan senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, dan tannin dalam ekstrak daun mangrove berperan sebagai imunostimulan alami yang mendukung sistem imun ikan dalam melawan infeksi bakteri. Selain itu, kualitas air yang berada dalam kisaran optimal turut mendukung efektivitas perlakuan. Oleh karena itu, ekstrak daun *Rhizophora mucronata* berpotensi menjadi alternatif alami yang ramah lingkungan untuk meningkatkan imunitas ikan koi dalam sistem budidaya yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., Liviawaty, Jamaris, Z., & Hendi. (2015). Penyakit Ikan. Yogyakarta: Penebar Swadaya.

- Anggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. (2016). Identifikasi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) yang Dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar (Doctoral Dissertation, Syiah Kuala University).
- Astriaana, W., Apriani, Y. D., Rahmawati, N., Makri, M., Mersi, M., & Fatiqin, A. (2021). Kebiasaan Makan dan Fekunditas Ikan Lele Lokal (*Clarias Batrachus*) di Perairan Sawah SP. Padang Kab. Ogan Komering Ilir Sum-Sel. In Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan (Vol. 4, Pp. 434-445).
- Caesar, NR., Yanuhar, U., Musa, M. 2019. Efek Pemberian Probiotik Terhadap Ikan Koi (*C. carpio*) yang Terinfeksi *Myxobolus* sp. Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology 15: 60-65.
- Cahyani, A. (2020). Identifikasi Bakteri *Aeromonas Hydrophila* Serta Pengaruhnya Terhadap Histologi Organ Hati Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*). (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin)
- Dewanto, D. K., Hermawan, R., Muliadin, M., Riyadi, P. H., Aisiah, S., & Tanod, W. A. (2021). Profil GC-MS Dari Ekstrak Daun *Rhizophora Apiculata* Dari Pesisir Teluk Tomini, Sulawesi Tengah dengan Aktivitas Antibakteri Dan Antioksidan. Jurnal Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science And Technology, 14(1), 30-42.
- Fadillah, N., Wasposito, S., & Azhar, F. (2019). Penambahan Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora Apiculata* pada Pakan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) untuk Pencegahan Vibriosis. Journal Of Aquaculture Science, 4(2), 91-101.
- Farouq A. (2011). Aplikasi Pemberian Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik Dalam Pakan untuk Meningkatkan Respon Imun dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila

- (*Oreochromis Niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus Agalactiae* (Tesis). Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Firnanda, R., & Ambarwati, D. V. S. (2013). Isolasi *Aeromonas Hydrophila* pada Sisik Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) yang Diberi Tepung Daun Jaloh (*Salix Tetrasperma* Roxb). *Jurnal Medika Veterinaria*, 7(1), 22 - 24.
- Fitria, N., Tjong, D. H., & Zakaria, I. J. (2019). Fisiologis Darah Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 6(1), 33 - 38.
- Hadi A, Irawati M. 2016. Karakteristik Morfo-Anatomi Struktur Vegetatif Spesies.
- Hartika, R., Mustahal, M., & Putra, A. N. (2014). Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Penambahan Dosis Prebiotik yang Berbeda Dalam Pakan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 4(4), 259-267.
- Junaidi, M., Azhar, F., Setyono, B. D. H., & Waspodo, S. 2020. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora Apiculata*) terhadap Performa Pertumbuhan Udang Vaname. *Buletin Veteriner Udayana*, 4(21), 198–204. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2020.v12.i02.p15>
- Kurnia, YY. N. (2021). Uji Efek Ekstrak Etanol Lidah Buaya (*Aloe Vera* L.) terhadap Aktivitas dan Kapasitas Sel Makrofag Peritoneum pada Mencit Putih Jantan. Universitas Perintis Indonesia.
- Lengka, K., Manoppo, H., & Kolopita, M. E. (2013). Peningkatan Respon Imun Non Spesik Ikan koi (*Cyprinus Carpio* L) Melalui Pemberian Bawang Putih (*Allium Sativum*). *E-Journal Budidaya Perairan*, 1(2), 21-28.
- Madyowati, S. O., & Muhajir. 2018. Respon Stressor Kepadatan Ikan koi (*Cyprinus carpio* L) Setelah Diinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda* Secara Buatan Terhadap Nilai Hematokrit. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV*, 316–32.
- Mutik, M. S., Sibero, M. T., Widianingsih, W., Subagiyo, S., Pribadi, R., Haryanti, D., ... & Murwani, R. (2022). Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis Ekstrak Daun *Rhizophora Apiculata* Asal Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 378-390.
- Ode, I. (2013). Kajian Sistem Imunitas untuk Pengendalian Penyakit pada Ikan dan Udang. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 6(2), 41-43.
- Pardamean, E. S., Syawal, H., & Riau waty, M. (2021). Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan koi (*Cyprinus Carpio*) yang Dipelihara dalam Keramba Jaring Apung. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 26(1), 26-32.
- Purbomartono, C., Aditya, Y., Mulia, D. S., Wuliandari, J. R., & Husin, A. (2021). Respon Imun Non-Spesifik Ikan koi (*Cyprinus Carpio* L.) yang Diberi B-Glukan Melalui Diet Pakan. *Jurnal Sainteks*, 17(2), 115-124.
- Rahmaningsih, S., S. Wilis, Dan A. Mulyana. (2012). Bakteri Patogen Dari Perairan Pantai dan Kawasan Tambak di Kecamatan Jenu Kabupaten Tuban. *Jurnal Ekologia*, 12(1): 1 -5.
- Ramadani, R. (2017). Optikoi Natrium Clorida (NaCl) terhadap Pengendalian Infeksi *Argulus* sp ada Ikan koi (*Cyprinus carpio*). (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Makasar). *Rhizopora Apiculata* (Rhizoporaceae). *Jurnal Pendidikan* 1(9): 1688–92.
- Riastina, R. (2016). Pengaruh Pemberian Simplisia Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Terhadap Diferensial Leukosit dan Jumlah Eritrosit pada Ikan koi (*Cyprinus Carpio*). (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Purwokerto).
- Ridwantara, D., Buwono, I. D., Suryana, A. A. H., Lili, W., & Suryadi, I. B. B. (2019). Uji Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan koi Mantap

- (*Cyprinus Carpio*) pada Rentang Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 10 (1),46 - 54.
- Riswan, M., Lukistyowati, I., & Syawal, H. (2021). Diferensiasi Leukosit Ikan Komet (*Carassius auratus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* dan Pascapengobatan dengan Larutan Propolis *Leukocytes*. *Jurnal Natur Indonesia*, 19(April), 6–12.
- Royan, F., Rejeki, S., & Haditomo, A. H. C. (2014). Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Journal Of Aquaculture Management And Technology*, 3(2), 109-117.
- Saniswan, Y. (2019). Pengaruh Penggunaan Sistem Bioremediasi Dengan Penambahan Probiotik pada Media Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan koi (*Cyprinus Carpio*). (Doctoral Dissertation, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan).
- Sanusi, W. H. P. (2022). Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia Calabura L*) untuk Pengobatan Infeksi Jamur *Saprolegnia sp* pada Benih Ikan koi (*Cyprinus Carpio*). (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Riau).
- Saptiani, G., Asikin, A. N., Ardhani, F. & Hardi, E. H., 2018. Tanaman Bakau Apiapi Putih (*Avicenia Marina*) Berpotensi Menghambat Mikrob Patogen dan Melindungi Post Larva Udang Windu. *Jurnal Veteriner*, 19(1),45-54.
- Saragih, N. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) Dalam Pakan Sebagai Probiotik untuk Benih Ikan koi (*Cyprinus Carpio*). (Doctoral Dissertation, Universitas Dharmawangsa).
- Setyani, R., & Haditomo, A. H. C. (2018). Pengaruh Perendaman Ekstrak Daun Ceremai (*Phyllanthus Acidus L Skeels*) Terhadap Total Eritrosit dan Kelulushidupan Ikan koi (*Cyprinus Carpio*) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. *Journal Of Aquaculture Management And Technology*, 7(1), 114-119
- Setyowati D. N., Hardaningsih I., Priyono S. B. (2007). Sintasan dan Pertumbuhan Benih Pasca Larva Beberapa Subspesies Gurami (*Oshpronemus goramy*). *Jurnal Perikanan*.9:149–153.
- Sudirman, I., Syawal, H., & Lukistyowati, I. (2021). Profil Eritrosit Ikan koi (*Cyprinus carpio L*) yang Diberi Pakan Mengandung Vaksin *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(2), 144–151. <https://doi.org/10.31258/jipas.9.2.p.144-151>.
- Susandi, F., Mulyana, M., & Rosmawati, R. (2017). Peningkatan Imunitas Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy Lac.*) terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Menggunakan *Rosella* (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Jurnal Mina Sains*, 3(2), 1-13.
- Syafar, L. A., Gusnanti, M Dan Fedik, A. R. (2017). Blood Description Parasite Infestation and Survival Rate of Carp (*Cyprinus Carpio*) Which Is Exposed Byspore Protein *Myxobolus Koi* On Rearing Pond As Immunostimulan Material. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. Vol. 19(2) : 1-18
- Syahrial, S. (2019). Studi Komparatif Morfologi Mangrove *Rhizophora Apiculata* pada Kawasan Industri Perminyakan dan Kawasan Non Industri Provinsi Riau. *koipari Journal: Marine Science Research*, 11(1), 31-40.
- Syarifah, G. A. (2022). Identifikasi dan Prevalensi Ektoparasit pada Ikan koi (*Cyprinus Carpio*, Linnaeus) di Kolam Budi Daya Kedaung. (Bachelor's Thesis, Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Wandi, E. (2009). Deskripsi Hematologi Ikan Kelemak (*Leptobarbushoevenii*) yang Dikultur di Dalam Keramba. (Doctoral disertation, Universitas Riau).