



## **Perubahan Jumlah Eritrosit Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) sebagai Indikator Respons Osmoregulasi pada Berbagai Tingkat Salinitas**

### ***Changes in Erythrocyte Count of Nilem Carp (*Osteochilus vittatus*) as an Indicator of Osmoregulatory Response at Various Salinity Levels***

**Catur Detik Nugroho<sup>\*1</sup>, Reyhan Raffi Haridza Ali<sup>1</sup>, Reisyah Frianda Hafna<sup>1</sup>, Muhammad Fathan Nur Hakim<sup>1</sup>, Rafa Haya Narundana<sup>1</sup>, Vicky Jauza Ulayya<sup>1</sup>, Rieva Arviona<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia 53221

\*Korespondensi: [detik.nugroho@mhs.unsoed.ac.id](mailto:detik.nugroho@mhs.unsoed.ac.id)

*Copyright ©2026, Authors. Published by the Fisheries Science Study Program, Faculty of Science and Technology, Muhammadiyah University of Sidenreng Rappang.*

*Article Info: Received: March 07, 2026; Revised: March 20, 2026; Accepted: April 16, 2026;*

*Published: April 25, 2026.*

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi salinitas terhadap respon osmoregulasi eritrosit ikan nillem. Penelitian dilakukan melalui percobaan laboratorium menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan salinitas yaitu 0 ppt, 15 ppt, dan 25 ppt serta tiga waktu pengamatan pada menit ke-0, 30, dan 60. Setiap perlakuan ditempatkan dalam akuarium yang berbeda dan setiap akuarium diisi oleh tiga ekor ikan dengan ukuran tubuh seragam. Jumlah eritrosit dihitung menggunakan hemositometer dan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah eritrosit ikan nillem mengalami perubahan pada setiap perlakuan salinitas dan waktu pengamatan. Secara umum, jumlah eritrosit cenderung lebih tinggi pada awal pengamatan (T0) kemudian mengalami penurunan pada pengamatan berikutnya (T30 dan T60). Pada salinitas 0 ppt jumlah eritrosit menunjukkan pola fluktuatif dengan penurunan pada T30 dan sedikit peningkatan pada T60, sedangkan pada salinitas 25 ppt terjadi penurunan jumlah eritrosit secara bertahap hingga akhir pengamatan yang mengindikasikan adanya stres osmotik. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa variasi salinitas tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah eritrosit ikan nillem ( $p=0,444$ ), sedangkan faktor waktu memberikan pengaruh yang signifikan ( $p=0,005$ ). Interaksi antara salinitas dan waktu juga tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ( $p=0,657$ ). Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan pada faktor waktu terdapat perbedaan nyata dimana waktu pengamatan awal memiliki jumlah eritrosit yang lebih tinggi dibandingkan waktu pengamatan berikutnya. Hasil ini menunjukkan bahwa ikan nillem memiliki kemampuan osmoregulasi yang cukup baik sehingga mampu mempertahankan kestabilan fisiologis darah pada rentang salinitas yang masih berada dalam batas toleransi. Kajian mengenai respon eritrosit sebagai indikator osmoregulasi pada ikan nillem masih relatif terbatas, sehingga penelitian ini dapat memberikan perspektif baru bagi pengembangan budidaya ikan nillem pada salinitas fluktuatif.

Kata kunci: eritrosit, ikan nillem, osmoregulasi, salinitas, stres osmotik

#### **Abstract**

This study aimed to analyze the effect of salinity variations on the osmoregulatory response of Nilem Carp erythrocytes. The study was conducted as a laboratory experiment using a completely randomized design (CRD) with three salinity treatments 0 ppt, 15 ppt, and 25 ppt and three observation times at 0, 30, and 60 minutes. Each treatment was placed in a separate aquarium, and each aquarium was stocked with three fish of uniform body size. Erythrocyte counts were determined using a hemocytometer and analyzed via analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post-hoc test. The results showed that the erythrocyte count in Nilem carp varied across salinity treatments and observation times. Generally, the erythrocyte count tended to be higher at the start of the observation (T0) and then decreased in subsequent observations (T30 and T60). At a salinity of 0 ppt, the erythrocyte count exhibited a fluctuating pattern with a decrease at T30 and a slight increase at T60, whereas at a salinity of 25 ppt, there was a gradual decrease in erythrocyte count until the end of the observation period, indicating the presence of osmotic stress. The results of the ANOVA analysis showed that variations in salinity did not affect the erythrocyte count of the Nilem carp ( $p=0.444$ ), whereas the time factor had a significant effect ( $p=0.005$ ). The interaction between salinity and time also did not show a significant effect ( $p=0.657$ ). The results of the Tukey post-hoc test showed that there was a significant difference in the time factor, where the initial observation time had a higher erythrocyte count compared to subsequent observation times. These results indicate that the



nilem carp possesses adequate osmoregulatory capacity, enabling it to maintain physiological blood stability within a salinity range that remains within its tolerance limits. Studies on the erythrocyte response as an indicator of osmoregulation in the Nile carp are still relatively limited, therefore, this research can provide a new perspective for the development of Nile carp aquaculture under fluctuating salinity conditions.

*Keywords: erythrocytes, Nile fish, osmoregulation, salinity, osmotic stress*

## PENDAHULUAN

Salinitas merupakan faktor lingkungan yang berperan penting dalam memengaruhi keseimbangan osmotik dan kondisi fisiologis ikan. Perubahan kadar salinitas dalam air dapat menyebabkan tekanan osmotik yang berpotensi mengganggu stabilitas cairan tubuh organisme, khususnya sistem peredaran darah osmotik (Humairah et al., 2024). Fluktuasi salinitas pada tingkat rendah dilaporkan dapat menurunkan kadar hemoglobin dan hematokrit ikan air tawar sebagai respons terhadap stres osmotik (Yunus et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan salinitas tidak hanya berdampak pada keseimbangan ion pada ikan tetapi juga dapat memicu respons fisiologis yang berkaitan dengan sistem transportasi oksigen dalam darah.

Dalam kajian fisiologi ikan, eritrosit merupakan salah satu parameter hematologi yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Eritrosit berperan utama dalam mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh, sekaligus dapat digunakan sebagai indikator biologis untuk mendeteksi respons stres lingkungan pada organisme akuatik (Pattipeiluhu et al., 2022). Perubahan jumlah maupun karakteristik eritrosit mencerminkan kemampuan organisme dalam beradaptasi terhadap tekanan lingkungan, termasuk variasi salinitas (Yunus et al., 2020). Oleh karena itu, analisis eritrosit menjadi pendekatan yang relevan dan informatif dalam mengevaluasi respons osmoregulasi ikan terhadap perubahan lingkungan perairan.

Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) merupakan spesies ikan air tawar dengan nilai ekonomi yang signifikan di Indonesia dan potensi budidaya yang besar. Spesies ini dikenal luas sebagai komoditas perikanan lokal dengan potensi pertumbuhan yang baik dan cukup populer di kalangan masyarakat (Wahidah et al., 2025). Namun, informasi mengenai respons fisiologis ikan Nilem terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan, khususnya yang berkaitan dengan variasi salinitas, masih terbatas. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa perubahan salinitas dapat menimbulkan stres osmotik yang berdampak pada terhadap kondisi fisiologis ikan, khususnya pada parameter darah atau hematologi (Rahmadani et al., 2018). Penelitian pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan bahwa perubahan salinitas dapat memicu perubahan jumlah eritrosit sebagai respons fisiologis terhadap tekanan osmotik (Rahmi et al., 2022). Lebih lanjut, penelitian pada ikan tenggadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) juga menunjukkan perubahan nilai hematologi dan aktivitas metabolisme ketika ikan dipelihara pada kondisi salinitas yang berbeda (Said et al., 2021).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan pengaruh salinitas terhadap respons fisiologis beberapa spesies ikan air tawar, penelitian yang secara khusus membahas respons eritrosit sebagai indikator osmoregulasi pada ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) masih relatif terbatas. Namun, pemahaman tentang adaptasi fisiologis ikan terhadap perubahan salinitas sangat penting untuk mengembangkan sistem budidaya perikanan yang lebih adaptif terhadap dinamika lingkungan perairan. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian terkait pemahaman respons eritrosit sebagai indikator osmoregulasi pada ikan nilem dalam kondisi variasi salinitas dan waktu pemaparan yang berbeda. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya mengkaji pengaruh salinitas secara tunggal atau berfokus pada spesies lain, penelitian ini secara spesifik mengintegrasikan dua faktor kunci, yaitu variasi salinitas dan durasi pemaparan, dalam mengevaluasi respons eritrosit ikan nilem. Selain itu, penelitian ini merupakan salah satu kajian awal yang menggunakan eritrosit sebagai indikator langsung untuk menilai dinamika osmoregulasi pada *Osteochilus vittatus* dalam skenario perubahan lingkungan jangka pendek. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya mengisi keterbatasan data spesifik spesies, tetapi juga memberikan kontribusi ilmiah dalam memperkaya pemahaman mengenai respons hematologis ikan air tawar terhadap stres osmotik secara lebih komprehensif dan kontekstual.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penting untuk dilakukan kajian mengenai respons fisiologis ikan nilem terhadap perubahan salinitas dan waktu pemaparan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pengaruh variasi salinitas (0, 15, dan 25 ppt) terhadap jumlah eritrosit ikan nilem; (2) menganalisis pengaruh waktu pemaparan (0, 30, dan 60 menit) terhadap perubahan jumlah eritrosit; dan (3) menganalisis interaksi antara faktor salinitas dan waktu pemaparan terhadap respons osmoregulasi eritrosit. Hipotesis penelitian adalah: (H1) variasi salinitas berpengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit ikan nilem; (H2) waktu pemaparan berpengaruh signifikan terhadap perubahan jumlah eritrosit.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Universitas Jenderal Soedirman pada tanggal 27–29 September 2025. Kegiatan penelitian meliputi tahap aklimatisasi selama 15–30 menit yang dilanjutkan dengan pemuaan ikan selama 24 jam, kemudian dilakukan penelitian utama serta pengolahan dan analisis data.

### Rancangan Percobaan

Ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 27 ekor yang berasal dari Balai Benih Ikan lokal, dengan panjang rata-rata  $13,5 \pm 1,2$  cm dan berat rata-rata  $46,3 \pm 4,5$  g. Ikan diaklimatisasi selama 15–30 menit dengan metode pengapungan wadah pada media pemeliharaan berupa kolam fiber berbentuk bulat dengan diameter 100 cm dan tinggi 50 cm untuk penyesuaian suhu,

kemudian dipuaskan selama 24 jam sebelum perlakuan. Penelitian ini menggunakan metode percobaan laboratorium dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas tiga perlakuan salinitas, yaitu 0 ppt, 15 ppt, dan 25 ppt, dengan masing-masing perlakuan tiga ulangan sehingga terdapat sembilan unit percobaan. Setiap unit percobaan menggunakan akuarium berukuran  $50 \times 35 \times 30$  cm ( $P \times L \times T$ ) dengan volume air  $\pm 52,5$  liter yang dilengkapi aerator dan diisi tiga ekor ikan per akuarium, dengan jumlah ulangan mengacu pada kaidah minimal rancangan percobaan laboratorium untuk memungkinkan analisis statistik yang valid. Pengamatan jumlah eritrosit dilakukan pada menit ke-0, 30, dan 60 setelah perlakuan.

### **Pengamatan Jumlah Eritrosit**

Pengambilan sampel darah dilakukan melalui vena kaudal menggunakan spuit dengan kemiringan  $\pm 45^\circ$  serta menggunakan antikoagulan EDTA untuk mencegah pembekuan darah. Sampel darah kemudian dimasukkan ke dalam pipet Thoma hingga skala 1 dan diencerkan dengan larutan Hayem hingga skala 101 (perbandingan 1:100), kemudian dihomogenkan dan diteteskan pada kamar hitung haemocytometer yang telah ditutup dengan cover glass. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop dengan pembesaran  $100\times$  pada lima bidang pandang. Jumlah eritrosit dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut menurut (Fangidae et al., 2018):

$$\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} = \frac{E}{N} \times \frac{1}{V} \times FP$$

Keterangan:

E = jumlah eritrosit yang terhitung saat pengamatan;

N = jumlah bujur sangkar yang diamati;

V = volume ruang hitung ( $0,004 \text{ mm}^3$ ); dan

FP = faktor pengencer (100).

### **Kelulushidupan Ikan (*Survival Rate*)**

Tingkat kelangsungan hidup ikan selama percobaan diukur dengan mencatat data kematian ikan pada setiap interval waktu, kemudian menghitung *survival rate* (SR) menggunakan rumus (Widyatmoko et al., 2019):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = *Survival rate* (%);

$N_t$  = Jumlah ikan akhir / yang hidup di akhir penelitian (ekor); dan

$N_0$  = jumlah ikan awal / saat tebar di awal penelitian (ekor).

Dengan demikian, nilai *survival rate* digunakan sebagai indikator tambahan untuk menilai toleransi fisiologis ikan terhadap perlakuan salinitas yang berbeda.

### **Analisis Data**

Data jumlah eritrosit dan kelulushidupan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui pengaruh perlakuan salinitas. Analisis dilakukan menggunakan *software* Minitab 19, dan apabila terdapat perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Respon Eritrosit Ikan Nilem terhadap Variasi Salinitas dan Waktu Pengamatan

Berdasarkan hasil analisis ragam (*Two-Way* ANOVA) pada Tabel 3, variasi salinitas tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit ikan nilem ( $p > 0,05$ ), sedangkan waktu pengamatan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ), tanpa adanya interaksi yang nyata antara kedua faktor. Selanjutnya, berdasarkan Tabel 1, jumlah eritrosit menunjukkan variasi pada setiap waktu pengamatan, dengan nilai yang cenderung lebih tinggi pada T0, menurun pada T30, dan kembali berfluktuasi pada T60. Pola ini mengindikasikan adanya respons fisiologis terhadap perubahan lingkungan seiring waktu pemaparan. Lamanya perubahan lingkungan dapat memicu stres osmotik yang berdampak pada penurunan jumlah eritrosit (Amorim et al., 2024). Pada awal pengamatan, kondisi fisiologis ikan masih relatif stabil karena keseimbangan osmotik terjaga, namun seiring waktu, tekanan osmotik mulai memengaruhi proses hematopoiesis sehingga jumlah eritrosit menurun. Ketidakseimbangan osmotik diketahui dapat memengaruhi jumlah eritrosit, sehingga parameter ini dapat digunakan sebagai indikator stres fisiologis ikan akibat perubahan lingkungan (Nuraini et al., 2021; Maulinia & Herlina, 2022).

Tabel 1. Hasil rata-rata jumlah eritrosit ( $\times 10^6$  sel/mm<sup>3</sup>) ikan pada berbagai perlakuan salinitas dan waktu pengamatan

Salinitas	Eritrosit ( $\times 10^6$ sel/mm <sup>3</sup> )		
	Waktu 0	Waktu 30	Waktu 60
0	6,65 $\pm$ 0,16	6,07 $\pm$ 0,16	6,28 $\pm$ 0,28
15	6,62 $\pm$ 0,18	6,43 $\pm$ 0,08	6,34 $\pm$ 0,28
25	6,62 $\pm$ 0,21	6,22 $\pm$ 0,46	6,15 $\pm$ 0,22

Respons hematologi ikan berlangsung secara bertahap melalui proses adaptasi fisiologis, dimulai dari fase stres awal, diikuti fase kompensasi, hingga mencapai kondisi adaptasi saat keseimbangan internal kembali stabil (Humairah et al., 2024). Proses ini juga melibatkan sistem endokrin melalui peningkatan hormon kortisol sebagai respons stres primer yang berperan dalam meningkatkan kemampuan osmoregulasi melalui stimulasi aktivitas enzim Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase pada insang. Selain itu, peningkatan kebutuhan energi selama proses adaptasi menyebabkan peningkatan aktivitas metabolisme dan kebutuhan oksigen, yang turut memengaruhi dinamika eritrosit sebagai komponen utama dalam transport oksigen (Siregar et al., 2025; Pebriani et al., 2022). Pada kondisi stres yang lebih tinggi, beban fisiologis yang berlebihan dapat mengganggu sistem hematologi dan menurunkan jumlah eritrosit, menunjukkan adanya batas toleransi adaptasi ikan terhadap tekanan lingkungan (Merta & Kusmiyati, 2025).

Jika ditinjau berdasarkan tingkat salinitas, pada salinitas 0 ppt jumlah eritrosit cenderung fluktuatif dan relatif stabil karena masih berada dalam kisaran habitat alami ikan air tawar, sehingga perubahan yang terjadi lebih mencerminkan proses adaptasi fisiologis awal (Rahmawati et al., 2020). Sebaliknya, pada salinitas yang lebih tinggi (25 ppt), jumlah eritrosit cenderung menurun seiring waktu akibat stres hipertonik yang mengganggu keseimbangan cairan sel dan menurunkan efisiensi transport oksigen (Isaza et al., 2020). Peningkatan salinitas juga dilaporkan dapat menurunkan fungsi eritrosit (Handoko & Nirmala, 2020), meskipun pada kondisi tertentu dapat terjadi peningkatan sebagai bentuk kompensasi terhadap kebutuhan oksigen selama proses osmoregulasi (Elarabany et al., 2017). Hal ini menunjukkan bahwa respons eritrosit terhadap salinitas tidak bersifat tunggal, melainkan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan kapasitas adaptasi fisiologis ikan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hipotesis pengaruh salinitas terhadap jumlah eritrosit tidak terbukti, sedangkan waktu pemaparan berpengaruh nyata terhadap dinamika eritrosit. Temuan ini berbeda dengan penelitian Elarabany et al., (2017) melaporkan peningkatan eritrosit pada salinitas tinggi sebagai bentuk kompensasi kebutuhan oksigen. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan faktor spesies, kapasitas osmoregulasi, serta kondisi kualitas air selama penelitian. Dalam penelitian ini, ikan nilam menunjukkan kapasitas osmoregulasi yang cukup baik sehingga variasi salinitas dalam rentang perlakuan tidak memicu perubahan eritrosit yang signifikan. Oleh karena itu, hasil ini menegaskan bahwa durasi paparan memiliki peran yang lebih dominan dibandingkan variasi salinitas dalam memengaruhi respons eritrosit. Secara keseluruhan, temuan ini memperkuat bahwa respons hematologi ikan terhadap tekanan lingkungan bersifat multifaktor dan kontekstual, sehingga tidak selalu menunjukkan pola yang sama antar spesies maupun kondisi penelitian.

Tabel 2. Hasil *Survival Rate* (SR) Ikan pada berbagai perlakuan salinitas

Salinitas	Jumlah Awal	Jumlah Akhir	Survival Rate (%)
0	9	9	100
15	9	7	77,77
25	9	2	22,22

Berdasarkan Tabel 2, tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) ikan nilam menunjukkan penurunan seiring meningkatnya salinitas. Pada salinitas 0 ppt diperoleh SR tertinggi sebesar 100%, kemudian menurun pada salinitas 15 ppt menjadi 77,77%, dan mengalami penurunan sangat drastis pada salinitas 25 ppt yaitu sebesar 22,22%. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan salinitas memberikan tekanan lingkungan yang semakin besar sehingga mengganggu kemampuan adaptasi ikan nilam. Salinitas tinggi dapat meningkatkan beban kerja organ osmoregulasi seperti insang dan ginjal dalam menjaga keseimbangan ion dan air tubuh, sehingga kebutuhan energi untuk mempertahankan homeostasis meningkat (Muhsoni et al., 2021). Kondisi ini dapat memicu stres fisiologis yang ditandai dengan perubahan perilaku, seperti aktivitas renang tidak teratur dan gelisah pada salinitas tinggi, yang mengindikasikan ikan mengalami tekanan lingkungan lebih berat (Astuti et al., 2024).

Penurunan SR yang sangat signifikan pada salinitas 25 ppt tidak sepenuhnya selaras dengan parameter eritrosit yang tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa mortalitas ikan nilam kemungkinan lebih dominan disebabkan oleh gangguan fisiologis lain seperti kegagalan osmoregulasi, ketidakseimbangan ion, dehidrasi osmotik, atau kerusakan jaringan insang akibat stres akut, yang dapat menyebabkan kematian lebih cepat sebelum terjadi perubahan eritrosit yang terdeteksi secara statistik. Selain itu, stres lingkungan dapat memicu peningkatan kebutuhan energi melalui respons metabolik seperti kenaikan glukosa darah, yang apabila berlangsung terus-menerus dapat menurunkan kondisi tubuh dan meningkatkan risiko kematian (Djauhari *et al.*, 2020). Hasil SR menegaskan bahwa salinitas tinggi merupakan faktor pembatas utama bagi kelangsungan hidup ikan nilam, sementara parameter eritrosit belum cukup kuat untuk menjelaskan mekanisme mortalitas secara langsung sehingga perlu didukung oleh indikator fisiologis lain.

## 2. Respon Osmoregulasi Eritrosit Ikan Nilem Berdasarkan Analisis ANOVA

Faktor salinitas menunjukkan *p-value* sebesar 0,444, yang berarti variasi salinitas tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap respon osmoregulasi eritrosit ikan nilam (*Osteochilus vittatus*). Temuan ini menunjukkan kemampuan ikan nilam dalam mempertahankan keseimbangan osmotik pada berbagai tingkat salinitas perlakuan, di mana respons adaptasi yang terjadi belum memengaruhi jumlah eritrosit secara signifikan secara statistik. Adaptasi ini mencerminkan mekanisme osmoregulasi yang efisien melalui pengaturan ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rentang salinitas dalam penelitian masih berada dalam batas toleransi fisiologis ikan air tawar. Asmaini *et al* (2020) menyatakan bahwa ikan air tawar memiliki kemampuan kompensasi ionik yang tinggi terhadap perubahan salinitas sedang. Kapasitas osmoregulasi memungkinkan ikan mentoleransi perubahan salinitas moderat, sedangkan tingkat salinitas ekstrem yang melampaui ambang toleransi akan memicu stres osmotik dan mengubah eritrosit secara signifikan (Pane *et al.*, 2023; Elarabany *et al.*, 2017). Selain itu, tidak ditemukannya pengaruh yang signifikan dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kisaran salinitas yang masih relatif aman serta waktu pemaparan yang terbatas, sehingga respon fisiologis ikan belum menunjukkan adaptasi yang optimal terhadap perubahan lingkungan.

Tabel 3. Hasil ANOVA terhadap pengaruh salinitas, waktu, dan interaksi terhadap jumlah eritrosit ikan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salinitas	2	0,1036	0,05180	0,85	0,444
Waktu	2	0,8770	0,43850	7,19	0,005
Salinitas*Waktu	4	0,1501	0,03753	0,62	0,657

Faktor waktu memiliki *p-value* sebesar 0,005, yang berarti waktu berpengaruh signifikan terhadap respon osmoregulasi eritrosit ikan Nilem. Menurut Merta dan Kusmiyati (2025) durasi pemaparan terhadap salinitas berperan dalam memungkinkan terjadinya adaptasi osmotik secara bertahap sampai sistem fisiologis ikan mencapai kondisi yang stabil. Respon eritrosit terhadap stres

osmotik umumnya membutuhkan waktu untuk menyesuaikan kadar ion intraseluler dan mempertahankan bentuk sel yang stabil. Dengan bertambahnya waktu, aktivitas enzim transpor ion meningkat dan menyebabkan perubahan nyata pada osmoregulasi sel darah. Humairah et al. (2024) menjelaskan bahwa proses penyesuaian fisiologis ikan terhadap lingkungan baru memerlukan waktu tertentu sebelum mencapai kestabilan osmotik. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Wiranda et al. (2025) yang menyatakan bahwa durasi pemaparan merupakan faktor penting dalam memengaruhi respons fisiologis ikan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Semakin lama waktu pemaparan, semakin besar peluang terjadinya perubahan pada parameter hematologi sebagai bentuk adaptasi terhadap stres lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor waktu memiliki peran yang lebih dominan dibandingkan variasi salinitas dalam memengaruhi respons eritrosit pada kondisi penelitian ini.

Interaksi antara salinitas dan waktu menunjukkan *p-value* sebesar 0,657, yang berarti tidak terdapat interaksi signifikan antara kedua faktor terhadap respon osmoregulasi eritrosit ikan Nilem. Artinya, perubahan waktu tidak memperkuat maupun memperlemah pengaruh salinitas terhadap eritrosit, dan sebaliknya. Kondisi ini menunjukkan bahwa masing-masing faktor, baik salinitas maupun waktu pemaparan, memberikan pengaruh secara terpisah terhadap respon osmotik ikan tanpa saling memengaruhi satu sama lain. Tidak adanya interaksi yang signifikan ini belum tentu mencerminkan sistem osmoregulasi yang stabil, terutama jika dikaitkan dengan fakta bahwa *survival rate* ikan mengalami penurunan drastis pada salinitas yang tinggi. Menurut Asmaini et al. (2020) menyatakan bahwa interaksi waktu dan salinitas sering kali tidak signifikan karena kemampuan ikan mempertahankan keseimbangan osmotik dalam kondisi lingkungan yang masih toleran. Hasil ini juga didukung oleh penelitian Wannas & Mohammed (2025) yang menunjukkan bahwa interaksi antar faktor lingkungan tidak selalu menimbulkan pengaruh yang signifikan selama masing-masing faktor masih berada dalam batas toleransi organisme.

### 3. Perbandingan Jumlah Eritrosit Ikan Nilem Berdasarkan Uji Lanjut Tukey

Hasil uji Tukey terhadap jumlah eritrosit ikan pada berbagai tingkat salinitas menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, karena seluruh nilai *mean* pada salinitas 0 ppt (6,33657), 15 ppt (6,46723), dan 25 ppt (6,3351) termasuk dalam kelompok (*grouping*) yang sama (A). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dalam rentang perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit ikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa nilai eritrosit yang diperoleh masih berada dalam rentang fisiologis normal, sehingga tidak terdapat perbedaan respon fisiologis nyata (Putranto et al., 2019).

Tabel 4. Hasil TUKEY terhadap jumlah eritrosit ikan pada berbagai perlakuan salinitas

Salinitas	N	Mean	Grouping
15	9	6,46723	A
0	9	6,33657	A
25	9	6,3351	A

Penelitian Humairah et al (2024) menjelaskan bahwa adaptasi ikan terhadap perubahan salinitas pada kisaran tertentu masih memungkinkan terjaganya keseimbangan fisiologis, termasuk kestabilan sistem hematologi seperti jumlah eritrosit. Menurut Rahmi et al (2022) menunjukkan bahwa total eritrosit darah ikan akan semakin tinggi jika kadar salinitas semakin tinggi, hal ini menandakan eritrosit berbanding lurus dengan kadar salinitas. Perbedaan kecenderungan ini dapat disebabkan oleh variasi kondisi penelitian seperti lama pemaparan, spesies ikan, serta tingkat stres lingkungan yang dialami, sehingga respons eritrosit tidak selalu menunjukkan pola yang sama pada setiap penelitian.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Tukey terhadap jumlah eritrosit ikan pada berbagai waktu pengamatan

Waktu	N	Mean	Grouping
0	9	6,63435	A
60	9	6,26020	B
30	9	6,24436	B

Hasil uji Tukey menunjukkan adanya perbedaan nyata jumlah eritrosit antar waktu pengamatan, di mana waktu 1 (6,63435) berbeda (A) dari waktu 2 (6,24436) dan waktu 3 (6,26020) yang berada pada kelompok yang sama (B). Hal ini menandakan bahwa pada awal pengamatan, jumlah eritrosit ikan lebih tinggi dibandingkan waktu pengamatan berikutnya. Islam et al (2025) menunjukkan bahwa pada awal pemaparan kondisi fisiologis ikan masih relatif stabil karena adaptasi belum berlangsung secara optimal, sementara jumlah eritrosit dapat berfluktuasi tergantung lama perlakuan. Hal ini sejalan dengan penelitian Humairah et al (2025) bahwa peningkatan durasi pemaparan mendorong terjadinya ikan beradaptasi yang berpotensi memengaruhi keseimbangan internal tubuh, termasuk dinamika pembentukan dan degradasi eritrosit. Menurut Setijaningsih et al (2020) jumlah eritrosit dapat meningkat atau menurun diakibatkan karena stres pada ikan. Stres yang berlangsung dapat memicu peningkatan kebutuhan energi dan oksigen, sehingga memengaruhi dinamika eritrosit sebagai bagian dari respons fisiologis terhadap tekanan lingkungan. Menurut Setijaningsih et al (2020) menjelaskan bahwa jumlah eritrosit dapat menurun, namun terkadang juga mengalami kenaikan, hal tersebut diakibatkan karena stres pada ikan. Stres yang berlangsung dalam durasi tertentu dapat memicu peningkatan kebutuhan energi dan oksigen, sehingga memengaruhi dinamika eritrosit sebagai bagian dari respons fisiologis terhadap tekanan lingkungan.

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut Tukey terhadap interaksi salinitas dan waktu terhadap jumlah eritrosit ikan

Salinitas	Waktu	N	Mean	Grouping
0	0	3	6,65320	A
25	0	3	6,62664	A
15	0	3	6,62321	A
15	30	3	6,43798	A
15	60	3	6,34052	A
0	60	3	6,28160	A
25	30	3	6,22019	A
25	60	3	6,15848	A
0	30	3	6,07492	A

Hasil uji Tukey terhadap interaksi salinitas dan waktu menunjukkan kombinasi perlakuan memiliki huruf kelompok (*grouping*) yang sama (A), sehingga tidak terdapat perbedaan nyata terhadap jumlah eritrosit ikan nilam. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh masing-masing faktor belum cukup kuat untuk menghasilkan respons fisiologis yang berbeda secara signifikan saat dikombinasikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Muhsoni et al (2021) ikan mampu mempertahankan kestabilan kondisi internal melalui osmoregulasi selama masih dalam batas toleransi. Rohman et al (2017) menyatakan kestabilan jumlah eritrosit pada berbagai kombinasi perlakuan juga mengindikasikan bahwa respons hematologi ikan cenderung dipengaruhi oleh faktor tunggal atau kondisi stres yang lebih ekstrem, sehingga interaksi antara salinitas dan waktu belum mampu memicu perubahan yang signifikan. Karena perlakuan yang digunakan masih berada dalam batas toleransi fisiologis ikan, sehingga mekanisme adaptasi yang terjadi belum menimbulkan gangguan pada sistem peredaran darah. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan eritrosit lebih sensitif terhadap peningkatan intensitas stres tertentu dibandingkan kombinasi perlakuan yang masih bersifat moderat.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi salinitas 0 ppt, 15 ppt, dan 25 ppt tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah eritrosit ikan nilam (*Osteochilus vittatus*), sedangkan faktor waktu pemaparan berpengaruh nyata terhadap dinamika eritrosit. Temuan ini menunjukkan kapasitas osmoregulasi ikan nilam yang cukup baik, sehingga mampu mempertahankan homeostasis hematologis dalam rentang salinitas rendah hingga sedang. Penurunan *survival rate* yang tajam serta munculnya tanda stres pada salinitas tinggi (25 ppt) mengindikasikan adanya keterbatasan fisiologis ketika tekanan osmotik melebihi batas toleransi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa ikan nilam memiliki potensi adaptasi yang baik terhadap lingkungan perairan dengan fluktuasi salinitas moderat, sehingga mendukung pengembangan budidaya pada sistem pemeliharaan yang lebih fleksibel. Untuk memperdalam pemahaman, penelitian lanjutan perlu diarahkan pada kajian parameter hematologi lain seperti hematokrit, hemoglobin ataupun leukosit serta evaluasi implikasinya terhadap strategi budidaya ikan nilam pada kondisi lingkungan dengan fluktuasi salinitas.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak di lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman, terutama teman-teman, asisten, dan dosen yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hilali, H. A., Al-Khshali, M. S. 2016. Effect of water salinity on some blood parameters of common carp (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Applied Agricultural Sciences*. 2(1):17-20.
- Amorim, N. P. L., de Assis, R. A., Dos Santos, C. G. A., Benvindo-Souza, M., Borges, R. E., de Souza Santos, L. R. 2024. Erythrocyte recovery in *Oreochromis niloticus* fish exposed to urban effluents. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 112(1):15.

- Asmaini, A., Handayani, L., Nurhayati, N. 2020. Penambahan nano CaO limbah cangkang kijing (*Pilsbryocncha exilis*) pada media bersalinitas untuk pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 7(1):1-7.
- Astuti, R., Marlian, N., Lubis, F., Putri, L. R., Haikal, M., Nufus, H. 2024. Adaptasi Fisiologis Dan Tingkah Laku Organisme Akuatik Terhadap Perubahan Salinitas. *Journal of Aceh Aquatic Sciences*. 8(2):69-76.
- Djauhari, R., Matling, M., Monalisa, S. S., Sianturi, E. 2020. Respon glukosa darah ikan Betok (*Anabas testudineus*) terhadap stres padat tebar. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*. 8(2):43-49.
- Elarabany, N., Bahnasawy, M., Edrees, G., Alkazagli, R. 2017. Effects of salinity on some haematological and biochemical parameters in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Agriculture, Forestry and Fisheries*. 6(6):200-205.
- Fangidae, M., Saloso, Y., Soewarlan, C. 2018. Pengaruh pemberian ekstrak daun delima (*Punica granatum L.*) dalam pengobatan ikan kerapu cantang (*Epinephelus sp.*) yang terserang *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Aquatik*. 1(1):34-42.
- Firdaus, M. W., Fitri, A. D. P., Jayanto, B. B. 2018. Analisis adaptasi perubahan salinitas dan survival rate ikan koan (*Ctenopharyngodon idella*) sebagai alternatif umpan hidup pada pole and line. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. 7(2):19-28.
- Gomez Isaza, D. F., Cramp, R. L., Franklin, C. E. 2020. Simultaneous exposure to nitrate and low pH reduces the blood oxygen-carrying capacity and functional performance of a freshwater fish. *Conservation physiology*. 8(1):coz092.
- Handoko, R., Nirmala, K. 2020. Respon fisiologis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap perubahan salinitas lingkungan. *Jurnal Akuakultur Tropis*. 8(2):71-79.
- Humairah, N., Adnan, R. R., Utami, P. N., Istiana, N., Sahribulan, S. 2024. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Homeostasis pada Tubuh Ikan: Sebuah Tinjauan Literatur. *Jurnal Penelitian Sains*. 26(2):232-238.
- Islam, S. M., Shahjahan, M., Noon, U. K., Vatsos, I. N. 2026. Short-term acclimation at elevated temperatures alters hematobiochemical parameters, erythrocyte and muscle structure, and critical thermal tolerance (CT<sub>max</sub>) limit of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Comparative Physiology B*. 1-14.
- Maulinia, M., Herlina, S. 2022. Gambaran Darah sebagai Indikator Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Tambahan Probiotik Rabbal. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*. 11(1):11-16.
- Merta, I. W., Kusmiyati, K. 2025. Comparison of Physiological Adaptation and Osmoregulation Survival of Goldfish (*Cyprinus carpio*) and Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) After Exposure to Seawater. *Jurnal Biologi Tropis*. 25(2):2277-2283.
- Muhsoni, F. F. 2021. Laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada salinitas yang berbeda. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. 2(3): 166-175.
- Nuraini, L., Setyawan, A., Hasan, A. 2021. Pengaruh variasi salinitas terhadap hematologi dan osmoregulasi ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan Tropis*. 13(1):44-52.
- Pane, E. P., Arfiati, D., Apriyanti, F. J. 2023. Respon Fisiologis Ikan Terhadap Lingkungan Hidupnya. *Jurnal Aquatik*. 6(2):71-83.
- Pattipeiluhu, S. M., Laimheriwa, B. M., Lekatompessy, A. A. P. 2022. Infeksi *Aeromonas hydrophila* dan Dampaknya pada Parameter Darah Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*. 6(3):6-13.
- Pebriani, D. A. A., Wijayanti, N. P. P., Sudaryatma, P. E., Octovianus, O. 2022. Respon Imun Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Terinfeksi Bakteri (*Aeromonas hydrophila*) dengan Penambahan Vitamin C pada Pakan. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences*. 8(2):173-178.
- Putranto, W. D., Syaputra, D., Prasetyono, E. 2019. Gambaran darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan terfortifikasi ekstrak cair daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Journal of Aquatropica Asia*. 4(2):22-28.
- Rahmadani R, Putra D F, Nugroho A. 2018. Stres osmotik dan pengaruhnya terhadap parameter darah ikan budidaya. *Jurnal Biologi Akuatik Indonesia*. 5(3):115-123.



- Rahmatia, F., Dhewantara, Y. L., Amara, F. 2023. Pengaruh Pengobatan Sari Daun Kemangi Terhadap Gambaran Darah Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) yang Di Infeksi Bakteri Aeromonas Salmonicida. *Akuatika Indonesia*. 8(1):14-20.
- Rahmawati, N., Pratama, A., Suryanto, D. 2020. Physiological adaptation of freshwater fish to environmental stress: osmoregulation and hematological responses. *Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 8(2):45-52.
- Rahmi, R., Relatami, A. N. R., Akmal. A., Tampangallo, B. R., Sudrajat, I., Salam, N. I., Yani, F, I. 2022. Performa kesehatan ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*) terhadap pakan sinbiotik *Bacillus subtilis* yang diuji tantang dengan *Aeromonas hydrophila*. *Journal Galung Tropika*. 11(3):222-233.
- Rohman, T., Wulandari, Y. T., Leksani, W. I., Chandrawati, D. 2017. Pengaruh Perbedaan Salinitas Air Terhadap Survival Rate Dan Respon Fisiologis Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)*. 114-123.
- Setijaningsih, L., Taufik, I., Radona, D., Mulyasari, M. 2020. Kinerja Perbedaan Salinitas Terhadap Respon Pertumbuhan Dan Gambaran Darah Benih Ikan Tambakan (*Helostoma Temminckii*). *Berita Biologi*. 19(1):13-20.
- Siregar, D. S., Syawal, H., Riau waty, M. 2025. Gambaran Hematologis Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Mengandung Probiotik dan Dipelihara pada Sistem Bioflok. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*. 13(2):226-235.
- Wahidah, R. S., Restu, I. W., Ernawati, N. M. 2025. Aspek Reproduksi Ikan Nilem (*Osteochilus Vittatus*) Yang Ditangkap Di Sungai Wilayah Mengwi Dan Abiansemal, Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*. 23(2):206-214.
- Widyatmoko, W., Effendi, H., Pratiwi, N. T. 2019. The growth and survival rate of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in the aquaponic system with different vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) plant density. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 19(1):157-166.
- Yunus, M., Muarif, M., Nafiqoh, N. 2020. Respon Glukosa Darah Dan Hemoglobin Ikan Gurame (*Osphronemus Gouramy*) Terhadap Media Pemeliharaan Bersalinitas 0, 3, 6, Dan 9 Ppt. *Jurnal Mina Sains*. 6(2):93-93.
- Wanimbo, E., Admaja, A. K., Abubakar, Y., Toatubun, M., Tumembouw, S. S., Rumbiak, K. K., ... Paiki, K. 2025. Ekofisiologi Hewan Air. *Kamiya Jaya Aquatic*.