

## Adaptasi Morfologi, Fisiologis, dan Tingkah Laku pada Ikan Diadromus: Studi Kasus Pada Ikan Salmon (*Oncorhynchus* sp.)

Esthefine Shalomita Kaloke\*, Rowland Mangais, Adelfia Papu

Program Studi Biologi, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [esthefinekaloke102@student.unsrat.ac.id](mailto:esthefinekaloke102@student.unsrat.ac.id)

**Abstrak.** Ikan diadromous, seperti ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.), menunjukkan berbagai adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku yang memungkinkan mereka untuk bertahan hidup di dua ekosistem yang sangat berbeda, yaitu laut dan air tawar. Adaptasi ikan salmon memegang peranan penting terhadap kelangsungan hidup ikan salmon. Oleh karena itu, pemahaman lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi adaptasi mereka sangat penting untuk dipelajari guna pengembangan strategi yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis adaptasi ikan salmon dalam menghadapi perubahan lingkungan selama migrasi ikan salmon. Metode yang digunakan adalah studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif-analitis, menganalisis artikel-artikel ilmiah yang diterbitkan pada jurnal internasional terindeks *Scopus* dan *Web of Science*. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa ikan salmon memiliki mekanisme adaptasi seperti kemampuan ginjal untuk mengatur keseimbangan osmotik tubuh, serta pengaturan metabolisme yang disesuaikan dengan perubahan suhu dan salinitas, menunjukkan bagaimana ikan salmon mengatasi tantangan lingkungan yang berbeda dan menunjukkan pola migrasi yang sangat terstruktur. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku ikan salmon sangat penting untuk kelangsungan hidup mereka, namun tantangan lingkungan memerlukan perhatian serius dalam upaya pelestarian.

**Kata Kunci:** Adaptasi ikan salmon; Ikan diadromous; Migrasi ikan; *Oncorhynchus* sp ; Strategi konservasi.

### PENDAHULUAN

Ikan diadromous, yang dikenal karena kemampuan mereka untuk bermigrasi antara perairan laut dan air tawar, memiliki beragam adaptasi yang memungkinkan mereka untuk bertahan hidup di kedua ekosistem yang sangat berbeda. Adaptasi ini melibatkan perubahan signifikan pada aspek morfologi, fisiologi, dan tingkah laku mereka, yang memfasilitasi proses migrasi yang kompleks. Proses migrasi ini melibatkan perubahan salinitas, suhu air, dan kandungan oksigen, yang mempengaruhi berbagai aspek kehidupan ikan diadromous (McDowall, 1997). Salah satu contoh paling terkenal dari ikan diadromous adalah ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.), yang menghabiskan sebagian besar hidupnya di laut dan kembali ke perairan tawar untuk berkembang biak.

Adaptasi morfologi pada ikan diadromous sangat penting untuk bertahan hidup di perairan dengan salinitas yang berbeda. Sebagai contoh, ikan salmon menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mengatur keseimbangan osmotik tubuh mereka saat bermigrasi antara air tawar dan laut. Ginjal ikan salmon beradaptasi secara struktural untuk mengelola kadar garam dalam tubuh mereka, memungkinkan mereka bertahan dalam perubahan salinitas yang drastis. Adaptasi fisiologis lainnya, seperti pengaturan metabolisme dan pernapasan, juga sangat penting dalam mendukung kelangsungan hidup ikan selama migrasi. Ikan salmon memiliki kemampuan untuk mengatur metabolisme mereka dengan menyesuaikan konsumsi energi dan pengaturan suhu tubuh sesuai dengan kondisi lingkungan yang mereka hadapi (McCormick *et al.*, 2019). Hal ini sangat penting untuk mendukung perjalanan migrasi panjang mereka antara habitat laut dan tawar.

Tingkah laku migrasi pada ikan diadromous, khususnya ikan salmon, juga dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti panjang hari, suhu air, dan salinitas, yang memengaruhi waktu dan arah migrasi mereka. Ikan salmon memiliki pola migrasi yang sangat terstruktur, di mana

mereka bermigrasi dari laut ke air tawar untuk bertelur dan kemudian kembali ke laut setelah proses pemijahan. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu air dan panjang hari memengaruhi waktu migrasi dan pemilihan lokasi berkembang biak di perairan tawar. Selama migrasi, ikan salmon juga menghindari predator dan mencari sumber makanan di laut, yang menunjukkan kompleksitas tingkah laku mereka dalam menghadapi tantangan lingkungan yang berbeda (Birnie-Gauvin *et al.*, 2021). Adaptasi tingkah laku ini memungkinkan ikan salmon untuk mengoptimalkan penggunaan kedua ekosistem yang sangat berbeda.

Namun, meskipun adaptasi tersebut memungkinkan ikan diadromous seperti salmon untuk bertahan hidup, mereka tetap menghadapi ancaman yang signifikan akibat perubahan iklim dan kerusakan habitat alami mereka. Perubahan suhu air, peningkatan polusi, dan kerusakan ekosistem di sepanjang jalur migrasi mereka mengancam keberlangsungan hidup banyak populasi ikan diadromous. Ikan salmon, misalnya, terancam oleh berkurangnya habitat pemijahan di perairan tawar akibat pengurangan kualitas air dan perubahan suhu yang drastis (van Muilekom *et al.*, 2024). Ini menunjukkan perlunya pemahaman lebih dalam tentang adaptasi *Oncorhynchus* sp, baik dari segi morfologi, fisiologi, maupun tingkah laku, untuk menyusun strategi konservasi yang lebih efektif. Hal itulah yang menjadi dasar penulisan artikel ini dengan tujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis berbagai adaptasi yang terjadi pada ikan diadromous, dengan fokus studi kasus pada ikan salmon, dalam konteks perubahan lingkungan yang terus berlangsung.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif-analitis. Literatur yang dianalisis mencakup artikel ilmiah, laporan penelitian, dan ulasan (*review*) yang diterbitkan pada jurnal internasional terindeks Scopus dan *Web of Science*, serta beberapa jurnal nasional bereputasi pada kurun waktu 201–2025. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data seperti *ScienceDirect*, *Wiley Online Library*, *SpringerLink*, *PubMed*, dan DOAJ dengan kata kunci: *diadromous fish*, *salmon adaptation*, *morphology of diadromous fish*, *osmotic balance in salmon*, *fish migration*, dan *thermal tolerance in salmon*.

Kriteria inklusi mencakup: penelitian yang meneliti adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku pada ikan diadromous, khususnya ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.), terkait dengan perubahan salinitas, suhu air, metabolisme, dan keseimbangan osmotik; penelitian yang fokus pada ikan diadromous, baik yang berada di air tawar maupun laut, dengan perhatian khusus pada ikan salmon yang bermigrasi antara dua ekosistem tersebut; dan penelitian eksperimental, studi lapangan, dan ulasan (*review*) yang relevan dengan tema adaptasi fisik dan perilaku migrasi ikan diadromous.

### *Prosedur Pengumpulan Data*

Data dari masing-masing artikel dikelompokkan berdasarkan variabel utama, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Penelitian yang diambil difokuskan pada adaptasi ikan salmon terhadap perubahan lingkungan, baik dalam aspek, fisiologi, maupun tingkah laku.

### *Analisis Data*

Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan komparatif untuk melihat keterkaitan antara hasil penelitian dari berbagai jurnal. Pola hubungan antara faktor-faktor internal dan eksternal dalam proses adaptasi ikan salmon selama migrasi antara perairan laut dan air tawar akan dianalisis untuk menemukan perbedaan respons adaptasi yang dijelaskan oleh peneliti sebelumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.), memiliki berbagai adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku yang sangat penting untuk kelangsungan hidup mereka, terutama dalam menghadapi tantangan lingkungan yang berubah-ubah selama migrasi antara perairan laut dan air tawar.

### *Adaptasi Morfologi Ikan Salmon terhadap Perubahan Salinitas*

Salah satu adaptasi morfologi yang paling signifikan pada ikan salmon adalah kemampuan mereka untuk mengatur keseimbangan osmotik tubuh mereka saat bermigrasi antara laut dan air tawar. McCormick *et al.* (2019) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa ikan salmon memiliki mekanisme adaptasi morfologi yang sangat efisien dalam menghadapi perubahan salinitas yang drastis. Ginjal ikan salmon, yang lebih besar dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya, berfungsi untuk mengatur kadar garam dalam tubuh mereka, memungkinkan mereka bertahan di perairan laut yang lebih asin dan di perairan tawar dengan salinitas lebih rendah. Proses ini melibatkan perubahan struktural pada sel-sel ginjal yang meningkatkan kemampuan mereka untuk memproses ion natrium dan klorida (McCormick *et al.*, 2019).

### *Pengaturan Metabolisme dan Fisiologi selama Migrasi*

Fisiologi ikan salmon juga beradaptasi untuk mendukung migrasi panjang mereka antara laut dan air tawar. Penelitian oleh Birnie-Gauvin *et al.* (2021) menunjukkan bahwa adaptasi fisiologis ikan salmon melibatkan pengaturan metabolisme yang sangat terperinci. Salmon mengatur konsumsi energi mereka dengan menyesuaikan metabolisme mereka terhadap suhu dan salinitas yang berubah-ubah selama migrasi. Selama migrasi ke laut, salmon cenderung memiliki metabolisme yang lebih cepat untuk memenuhi kebutuhan energi yang lebih besar akibat peningkatan salinitas dan suhu yang lebih tinggi. Sebaliknya, ketika mereka memasuki perairan tawar, pengaturan metabolisme mereka berubah untuk menghemat energi karena salinitas yang lebih rendah.

Salmon juga menunjukkan kemampuan untuk mengatur suhu tubuh mereka melalui pengaturan metabolisme, memungkinkan mereka untuk bertahan hidup dalam kondisi suhu yang berbeda selama perjalanan migrasi mereka. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas secara langsung memengaruhi fisiologi metabolik ikan salmon, dengan penyesuaian yang sangat diperlukan untuk memastikan kelangsungan hidup selama proses migrasi (Birnie-Gauvin *et al.*, 2021).

### *Tingkah Laku Migrasi dan Respons terhadap Faktor Lingkungan*

Tingkah laku migrasi pada ikan salmon juga sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti panjang hari, suhu air, dan salinitas. McCormick *et al.* (2019) menyatakan bahwa salmon menunjukkan pola migrasi yang sangat terstruktur, di mana mereka bermigrasi dari laut ke perairan tawar untuk bertelur dan kemudian kembali ke laut setelah pemijahan. Waktu migrasi salmon dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti panjang hari dan suhu air, yang merangsang mereka untuk mulai bermigrasi pada waktu yang tepat. Proses migrasi ini juga melibatkan pencarian makanan di laut, pemilihan lokasi pemijahan di perairan tawar, serta penghindaran predator selama perjalanan.

Faktor salinitas juga memiliki peran penting dalam tingkah laku migrasi ikan salmon. Penelitian yang dilakukan oleh van Muilekom *et al.* (2024) menunjukkan bahwa ikan salmon harus mengatur keseimbangan osmotik tubuh mereka ketika memasuki perairan tawar setelah

hidup di laut dengan salinitas tinggi. Adaptasi ini mempengaruhi waktu migrasi mereka serta arah migrasi ke lokasi pemijahan yang sesuai.

#### *Ancaman terhadap Keberlangsungan Hidup Ikan Salmon*

Walaupun adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku yang dimiliki ikan salmon memungkinkan mereka bertahan hidup dalam dua ekosistem yang sangat berbeda, perubahan iklim dan degradasi habitat memberikan ancaman signifikan terhadap kelangsungan hidup mereka. Penurunan kualitas air dan peningkatan suhu air menyebabkan pengurangan habitat pemijahan yang sesuai bagi salmon. Penelitian oleh van Muilekom *et al.* (2024) menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dan suhu air yang cepat dapat mengurangi keberhasilan pemijahan dan migrasi salmon, yang mengancam keberlanjutan populasi mereka. Ancaman tersebut semakin diperburuk oleh polusi dan kerusakan ekosistem yang terjadi di sepanjang jalur migrasi mereka.

#### *Peran Konservasi dan Strategi Pengelolaan*

Dalam konteks konservasi, hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya pemahaman mendalam tentang adaptasi fisik dan perilaku ikan salmon untuk pengelolaan populasi yang lebih efektif. Pengelolaan habitat salmon, termasuk pengaturan suhu air dan salinitas, sangat penting untuk meningkatkan keberhasilan migrasi dan pemijahan mereka. Selain itu, perlunya upaya perlindungan terhadap habitat pemijahan yang sensitif sangat penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang terus meningkat. Penelitian ini memberikan dasar bagi kebijakan konservasi yang lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan, untuk memastikan kelangsungan hidup ikan salmon di masa depan.

### **KESIMPULAN**

Dari hasil studi literatur ini dapat disimpulkan bahwa ikan salmon (*Oncorhynchus* sp.) telah mengembangkan berbagai adaptasi yang memungkinkan mereka bertahan hidup selama migrasi antara laut dan air tawar. Adaptasi morfologi, seperti kemampuan ginjal untuk mengatur keseimbangan osmotik tubuh, serta pengaturan metabolisme yang disesuaikan dengan perubahan suhu dan salinitas, menunjukkan bagaimana ikan salmon mengatasi tantangan lingkungan yang berbeda. Namun, meskipun adaptasi tersebut memungkinkan kelangsungan hidup mereka, perubahan iklim, kerusakan habitat, dan polusi menjadi ancaman serius yang mengurangi efektivitas adaptasi tersebut. Penelitian ini menegaskan pentingnya pemahaman lebih dalam mengenai mekanisme adaptasi ikan salmon agar dapat merumuskan strategi konservasi yang lebih efektif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk fokus pada dampak perubahan iklim yang lebih ekstrem terhadap kelangsungan hidup salmon serta bagaimana faktor genetik mempengaruhi kemampuan adaptasi mereka.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Birnie-Gauvin, K., Bordeleau, X., Cooke, S. J., Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Eliason, E. J., ... & Aarestrup, K. (2021). Life-history strategies in salmonids: The role of physiology and its consequences. *Biological Reviews*, 96(5), 2304-2320.
- Canosa, L. F., & Bertucci, J. I. (2023). The effect of environmental stressors on growth in fish and its endocrine control. *Frontiers in endocrinology*, 14, 1109461.
- Corush, J. B. (2019). Evolutionary patterns of diadromy in fishes: more than a transitional state between marine and freshwater. *BMC Evolutionary Biology*, 19(1), 168.

- Delgado, M. L., & Ruzzante, D. E. (2020). Investigating diadromy in fishes and its loss in an-omics era. *Iscience*, 23(12).
- Djiba, D., et al. (2021). Salinity impact on growth and osmoregulatory functions in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology*, 99(3), 572-587.
- McCormick, S. D., Regish, A. M., Ardren, W. R., Björnsson, B. T., & Bernier, N. J. (2019). The evolutionary consequences for seawater performance and its hormonal control when anadromous Atlantic salmon become landlocked. *Scientific Reports*, 9(1), 968.
- Nassar, M., Elsayed, A., & Mohamed, S. (2021). Influence of varying salinity levels on growth and feed utilization of hybrid red tilapia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 25(2), 345–357.
- Singh, H. P., et al. (2024). Genetic variations and their impact on the osmoregulatory performance of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Fish Biology*, 104(4), 1027-1038.
- van Muilekom, D. R., Mueller, J., Lindemeyer, J., Schultheiß, T., Maser, E., Seibel, H., ... & Goldammer, T. (2024). Salinity change evokes stress and immune responses in Atlantic salmon with microalgae showing limited potential for dietary mitigation. *Frontiers in Physiology*, 15, 1338858.
- Zillig, K. W., Bell, H. N., FitzGerald, A. M., & Fangué, N. A. (2025). Patterns of interpopulation variation and physiological trade-offs of the acute thermal tolerance of juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Frontiers in Fish Science*, 2, 1508746.