



Faktor yang mempengaruhi homeostasis pada tubuh ikan: sebuah tinjauan literatur

NURUL HUMAIRAH, RISKI RAMADHANI ADNAN, PUTRI NANDA UTAMI, NURISTIANA, CLARA PENANG, DAN SAHRIBULAN*

Jurusan Biologi, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

<p>Kata kunci: air, homeostasis, ikan, salinitas, suhu</p>	<p>ABSTRAK: Studi literatur ini akan mengulas faktor-faktor yang mempengaruhi homeostasis pada tubuh ikan, dengan berfokus pada adaptasi terhadap lingkungan air yang berbeda. Ada berbagai faktor seperti suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas, dan pencemaran air memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan internal ikan. Perubahan-perubahan dalam lingkungan air dapat mempengaruhi perilaku dan fungsi fisiologis ikan, sehingga memerlukan adaptasi yang tepat untuk menjaga homeostasis. Dengan pemahaman tentang sejumlah faktor yang memengaruhi homeostasis ikan dan strategi adaptasi yang mereka miliki, kita dapat mengambil langkah-langkah untuk merawat dan melindungi kesehatan ikan di berbagai lingkungan air. Upaya untuk menjaga kualitas air pada tingkat optimal dan mengurangi pencemaran menjadi kunci penting dalam mendukung kelangsungan hidup ekosistem perairan serta populasi ikan.</p>
<p>Keywords: water, homeostasis, fish, salinity, temperature</p>	<p>ABSTRACT: This literature study will review the factors that influence homeostasis in the fish body, focusing on adaptation to different aquatic environments. There are various factors such as temperature, dissolved oxygen, pH, salinity, and water pollution that play an important role in maintaining the internal balance of fish. Changes in the aquatic environment can affect the behavior and physiological functions of fish, requiring appropriate adaptations to maintain homeostasis. With an understanding of the factors that influence fish homeostasis and the adaptation strategies they have, we can take steps to care for and protect fish health in a variety of aquatic environments. Efforts to maintain water quality at optimal levels and reduce pollution are important keys in supporting the survival of aquatic ecosystems and fish populations.</p>

1 PENDAHULUAN

Dalam tinjauan literatur tentang faktor-faktor yang mempengaruhi homeostasis pada tubuh ikan, beberapa temuan utama muncul. Pertama, lingkungan eksternal, seperti suhu air, salinitas, dan kualitas air secara keseluruhan, berperan krusial dalam menjaga keseimbangan internal ikan. Variasi dalam parameter lingkungan ini dapat memicu respons fisiologis yang kompleks pada ikan untuk mempertahankan homeostasis. Selain itu, faktor internal, termasuk sistem endokrin dan saraf, juga berperan penting. Hormon-hormon seperti hormon stres, hormon pertumbuhan, dan hormon reproduksi memainkan peran besar dalam mengatur respons fisiologis ikan terhadap perubahan lingkungan. Tidak hanya itu, faktor genetik juga berpengaruh dalam homeostasis ikan. Variasi genetik dapat memengaruhi toleransi ikan terhadap per-

bahan lingkungan dan kemampuannya untuk mempertahankan keseimbangan internal.

Secara keseluruhan, pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara faktor-faktor lingkungan, hormonal, saraf, dan genetik sangat penting dalam meningkatkan manajemen kesehatan dan kesejahteraan ikan dalam budidaya maupun habitat alamnya. Tinjauan literatur ini memberikan wawasan yang berharga untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan praktik terbaik dalam pengelolaan populasi ikan.

2 TINJUAN LITERATUR

Berdasarkan studi literature, ikan merupakan salah satu jenis hewan vertebrata yang hidup di dalam air. Ikan akan menggunakan insangnya sebagai alat pernapasan untuk mengambil oksigen dan menggunakan siripnya untuk berenang. Sebagai kelompok hewan yang tergolong vertebrata, ikan diper-

* Corresponding Author: sahribulan@unm.ac.id

kirakan terdiri dari 40.000 spesies. Diantaranya tersebut, terdapat sekitar 13.630 spesies ikan yang berada di kawasan laut. Ikan yang berada di laut lebih banyak dibandingkan ikan yang berada di air tawar. Hal ini dikarenakan hampir 70% permukaan bumi ini terdiri dari air laut [1].

Air merupakan jenis pelarut yang sangat efektif dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan kimia dalam metabolisme sel. Air bertindak sebagai media transportasi yang membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan tubuh ikan. Selain berfungsi sebagai transportasi dan pelarut, air juga berperan penting dalam menjaga homeostasis termal tubuh ikan. Darah membawa panas dari jaringan atau organ yang aktif menuju ke vena superfisial, memfasilitasi transfer panas tubuh ke kulit ikan. Dengan demikian, air tidak hanya berperan sebagai pelarut dan media transportasi, tetapi juga sebagai regulator penting dalam menjaga homeostasis tubuh ikan, memastikan fungsi organisme ini tetap optimal dalam lingkungannya [2].

Dari banyaknya spesies ikan, ada yang habitatnya hidup di air laut dan adapula yang habitatnya di air tawar. Kedua jenis air ini memiliki perbedaan yang signifikan dari jenis kandungan yang dimilikinya. Air laut, merupakan kombinasi dari 96,5% air murni dan 3,5% zat lainnya, seperti garam-garam, gas-gas yang larut, bahan-bahan organik, dan partikel-partikel yang tidak larut. Secara umum, air laut memiliki tingkat salinitas sekitar 3,5%, yang artinya setiap liter dari air laut itu akan mengandung sekitar 35 gram garam yang terlarut di dalamnya. Bahan penyusun utama dari garam yang berada di laut berasal dari gas vulkanik, erosi batuan daratan, serta adanya pengaruh dari sirkulasi lubang-lubang hidrotermal di dasar laut [3].

Air tawar merupakan jenis zat cair yang tidak memiliki warna, aroma, ataupun rasa. Air tawar umumnya hanya berupa air tanah yang terbentuk ikatan kovalen antara unsur Hidrogen (H) dan unsur Oksigen (O). Secara teori dan hasil penelitian terdahulu diperoleh bahwa air tawar pada umumnya akan merujuk pada air sumur, danau, air kali, air sungai, salju maupun es [3]. Air tawar merupakan air yang tidak mempunyai kandungan garam. Dalam beberapa penelitian ada yang mengungkapkan bahwa air tawar juga memiliki kandungan garam yang sangat rendah, biasanya kurang dari 0,05% [4].

Berdasarkan perbedaan kandungan yang dimiliki antara air laut dan air tawar, ikan memiliki bentuk pertahanan tubuhnya sendiri. Tubuh memiliki mekanisme yang beroperasi mulai dari tingkat sel untuk menjaga keseimbangan internal, yang disebut keseimbangan dinamis, meskipun terjadi perubahan

di lingkungan eksternal. Perubahan dalam lingkungan luar dapat berdampak pada sistem internal tubuh, sehingga penting untuk menjaga keseimbangan tersebut guna mencegah kerusakan pada sel, jaringan, dan organ melalui proses homeostasis [5].

Kondisi lingkungan atau habitat suatu spesies dapat berubah sewaktu-waktu. Perubahan kondisi lingkungan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan pada tubuh hewan, sehingga mengharuskan hewan untuk senantiasa menyikapi hal tersebut. Tujuan hewan melakukan penyesuaian diri bertujuan dalam tetap menjaga homeostasis pada tubuhnya. Homeostasis merupakan kondisi dimana lingkungan dalam tubuh hewan tetap berada dalam kondisi yang konstan atau seimbang [6].

Homeostasis merupakan suatu keadaan stabil yang harus terus dipertahankan melalui proses aktif. Ikan yang habitatnya di air laut dan air tawar memiliki cara tersendiri dalam menjaga keseimbangan tubuhnya (homeostasisnya). Ada beberapa faktor yang menjadikan kondisi homeostasis tubuh perlu di jaga dengan baik. Seperti halnya tingkat salinitas air, tingkat stress, dan juga pengaruh lingkungan entah itu suhu ataupun kandungan garam yang menyebabkan ikan harus beradaptasi dan menjaga keseimbangan tubuhnya [7].

Kondisi air menjadi salah satu penyebab ikan harus tetap mempertahankan keseimbangan tubuhnya. Kadar garam diperlukan untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan karena terkait dengan regulasi osmosis dalam tubuh mereka. Artinya homeostasis hewan erat kaitannya dengan proses osmoregulasi dan termoregulasi. Dalam proses fisiologis, kadar garam akan mempengaruhi pengaturan ion-ion di dalam tubuh yang membutuhkan energi langsung untuk mengangkut ion-ion secara aktif guna menjaga keseimbangan dengan ion-ion di sekitarnya. Hal ini berdampak pada tingkat kematian dan pertumbuhan ikan [8].

Konsentrasi garam dalam air laut dapat menciptakan perbedaan dalam tekanan osmosis dibandingkan dengan tekanan osmosis di dalam tubuh makhluk hidup yang hidup di lingkungan air. Ion kalsium (Ca^{2+}) adalah salah satu ion yang terdapat dalam konsentrasi garam yang memengaruhi tekanan osmosis [10]. Tekanan osmosis merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap keseimbangan homeostasis tubuh hewan. Entah itu hewan yang hidup di air maupun yang lainnya. Dalam kata lain, tekanan osmosis merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam menjaga keseimbangan homeostasis di dalam tubuh organisme. Ketika organisme hidup di lingkungan dengan salinitas yang berbeda,

tekanan osmosis dapat mempengaruhi pergerakan air dan ion di dalam tubuh [8].

Tekanan osmosis merupakan jenis tekanan yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan osmotik antara suatu larutan dengan pelarut murninya melalui membran semipermeable. Artinya, tekanan osmotik merujuk pada tekanan yang diperlukan untuk menghentikan osmosis, yaitu pergerakan molekul melalui membran semipermeabel ke arah larutan yang lebih pekat. Tekanan osmotik merupakan salah satu karakteristik larutan yang berhubungan dengan sifat koligatif [9]. Keseimbangan yang tepat dari tekanan osmotik diatur oleh sistem pengaturan tekanan osmotik di dalam tubuh organisme, termasuk pengaturan konsentrasi ion-ion tertentu dalam cairan tubuh seperti darah dan cairan ekstraseluler lainnya. Dengan menjaga keseimbangan ini, organisme dapat mempertahankan fungsi seluler yang optimal dan memastikan kelangsungan hidupnya.

Dalam menjaga keseimbangan homeostasis tubuh, ikan perlu mengatasi perubahan lingkungan yang memengaruhi salinitas air di sekitarnya. Strategi seperti regulasi ion, pengeluaran air melalui proses osmoregulasi, hingga adaptasi fisik seperti struktur tubuh. Sehingga, perlu adanya pemahaman terhadap larutan isotonic, hipertonik, dan hipotonik dalam memahami konteks homeostasis pada hewan laut termasuk ikan.

Perubahan lingkungan secara alami yang dialami oleh ikan, akan menyebabkan ikan mengalami kondisi stress. Hal ini akan menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan homeostasis lagi. Stress merupakan suatu kondisi dimana keseimbangan homeostatis suatu individu terganggu karena adanya stimulus eksternal, kemudian dari kasus itulah, nantinya ikan akan berusaha menjaga keseimbangan homeostasisnya. Salah satu yang menjadi penyebab terjadinya stress adalah karena adanya perubahan suhu yang disekitarnya. Terjadinya peningkatan suhu air pada ikan menjadi salah satu faktor penyebab utama mengapa ikan mengalami stress sehingga akan bekerja dalam mempertahankan homeostasisnya [11].

Insang pada ikan memegang peranan vital dalam proses pengoksigenan darah. Proses ini dimulai ketika air memasuki mulut, kemudian melewati insang, dan akhirnya keluar melalui operkula. Aliran air didorong melalui serangkaian gerakan seperti ekspansi alternatif, kontraksi bukal, dan gerakan bilik operkular. Darah mengalir melalui arteri aferen menuju lamela primer, lalu memasuki ruang darah lamela sekunder, di mana terjadi pertukaran gas CO₂ dan O₂. Selain berperan dalam oksigenasi

darah, insang juga penting untuk menjaga keseimbangan asam basa, mengatur kadar air dalam tubuh (osmoregulasi), dan membuang produk limbah. Karena itu, perubahan lingkungan perairan dapat secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi struktur dan fungsi insang [12]. Kondisi air yang berkualitas baik akan mendukung pertumbuhan ikan secara optimal, sementara air yang kualitasnya kurang baik dapat menghambat pertumbuhan ikan [13].

Osmosis merupakan suatu peristiwa berpindahnya zat yang terkandung dalam pelarut dari bagian yang berkonsentrasi rendah (hipotonik) ke bagian yang konsentrasinya lebih tinggi (hipertonik) dan melalui membran semipermeabel [14]. Larutan hipertonik yaitu larutan yang mempunyai konsentrasi zat terlarut impermeabel lebih tinggi, air akan mengalir keluar sel ke cairan ekstraseluler. Larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah, sehingga tekanan osmotiknya juga lebih rendah dibandingkan yang lain, menyebabkan air bergerak masuk ke dalam sel [15].

Larutan isotonic adalah larutan yang memiliki osmolalitas total sebesar 280-310 mOsm/L. Suatu larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut yang identik (tekanan osmotik yang sama) dengan larutan lainnya, sehingga tidak ada aliran air. Larutan isotonic pada sel tidak mengakibatkan pergerakan molekul melintasi membran biologis yang tidak sempurna [16]. Larutan isotonic ini akan memungkinkan ikan untuk fokus pada aktivitas sehari-hari tanpa mengalami gangguan pada homeostasisnya. Keseimbangan antara konsentrasi zat-zat terlarut di dalam tubuh ikan dan di lingkungan airnya memungkinkan ikan untuk tetap stabil secara osmotik. Ini mencegah terjadinya masalah seperti dehidrasi atau overhidrasi, yang dapat mengganggu homeostasis mereka.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Homeostasis ikan terhadap kualitas air melibatkan kemampuan mereka untuk mengatur keseimbangan ion dan air dalam tubuh, memastikan lingkungan internal yang stabil meskipun kondisi eksternal berubah. Ikan menggunakan insang, ginjal, dan kulit mereka untuk mengelola konsentrasi garam dan air, menyesuaikan sesuai dengan salinitas air di sekitarnya. Mekanisme ini memungkinkan ikan untuk bertahan hidup dan berfungsi optimal dalam berbagai kondisi lingkungan air. Faktor-faktor yang mempengaruhi homeostasis ikan terkait dengan kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi homeostasis ikan

Faktor	Pengaruh
Suhu	perubahan suhu air mempengaruhi homeostasis ikan, yang ditunjukkan oleh perubahan tingkah laku, seperti gerakan renang, gerakan operkulum, dan aktivitas makan.
Adaptasi fisiologis	adaptasi fisiologis membantu mereka untuk menjaga homeostasis, seperti jantung yang besar dan kua dapat membantu memompa darah dengan cepat dan efisien untuk mengantarkan panas ke seluruh tubuh.
Oksigen terlarut	Kadar oksigen terlarut yang rendah (di bawah 3 mg/L) dapat menyebabkan stres pada ikan nila dan mengganggu sistem kekebalan tubuhnya.
pH	Mekanisme adaptasi terhadap pH ekstrem yaitu asidofil yang memiliki sistem transpor ion yang efisien untuk menjaga pH intraseluler, enzim yang tahan asam, dan protein chaperone yang membantu protein lain tetap berfungsi pada pH rendah, alkalifil yang memiliki protein yang tahan basa, enzim dengan struktur dan fungsi yang berbeda, dan mekanisme untuk mengeluarkan kelebihan ion H ⁺ .
Salinitas	Salinitas merupakan sifat fisikokimia yang melekat pada air yang memiliki kandungan garam terlarut (terionisasi) sehingga dapat mempengaruhi homeostatis ikan. Salinitas yang ideal sangat penting untuk keseimbangan osmotik ikan.
Pencemaran air	Pencemaran air menyebabkan stres dan mengganggu homeostasis ikan, yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar glukosa darah.

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh bahwa suhu merupakan salah satu faktor fundamental yang mempengaruhi homeostatis ikan, fluktuasi suhu, baik ekstrem panas maupun dingin, dapat mengganggu keseimbangan homeostatis dan menyebabkan berbagai konsekuensi kesehatan ikan. perubahan suhu air mempengaruhi homeostasis ikan, yang ditunjukkan oleh perubahan tingkah laku, seperti gerakan renang, gerakan operkulum, dan aktivitas makan. Pada suhu optimal (28°C), ikan mas menunjukkan gerakan renang yang stabil dan beraturan, gerakan operkulum yang normal, dan nafsu makan yang baik. Pada suhu dingin (14°C dan 17°C), gerakan renang ikan mas melambat, gerakan operkulum berkurang, dan nafsu makan menurun. Hal ini disebabkan oleh metabolisme yang menurun dan kesulitan dalam respirasi. Pada suhu panas (33°C dan 36°C), gerakan renang ikan mas menjadi cepat dan tidak beraturan, gerakan operkulum meningkat, dan nafsu makan bervariasi. Pada suhu 33°C, nafsu makan masih normal, namun pada suhu

36°C, nafsu makan hilang. Hal ini disebabkan oleh metabolisme yang meningkat, kebutuhan oksigen yang tinggi, dan stres. Perubahan tingkah laku ini menunjukkan bahwa ikan mas berusaha untuk menjaga homeostasis tubuhnya dalam menghadapi perubahan suhu air [17].

Ikan mamalia laut memiliki beberapa adaptasi fisiologis yang membantu mereka untuk menjaga homeostasis, seperti jantung yang besar dan kua dapat membantu memompa darah dengan cepat dan efisien untuk mengantarkan panas ke seluruh tubuh. Hemoglobin yang efisien berperan mengikat oksigen dengan lebih baik pada suhu rendah. Untuk menjaga homeostasis, mereka memiliki beberapa mekanisme. Seperti blubber yaitu lapisan lemak tebal yang berfungsi sebagai insulator untuk menjaga panas tubuh. Bulu untuk menjebak udara kering di sebelah kulit dan menjaga air menjauh dari permukaan kulit. rete mirabile: Jaringan pembuluh darah yang saling berkaitan untuk pertukaran panas antara darah hangat dan darah dingin. Termoregulasi perilaku untuk mengubah posisi tubuh, mencari tempat teduh atau berjemur, dan bermigrasi ke perairan yang lebih hangat atau dingin [18]. Ikan yang terkena perubahan suhu sedang biasanya mampu mempertahankan kinerja mendekati optimal dengan mengubah perilakunya (preferensi/penghindaran) atau fisiologinya melalui aklimatisasi. Respons aklimatisasi bertindak untuk menjaga proses biologis berfungsi pada tingkat yang dapat diterima dan mencakup perubahan dalam sintesis isozim dan modifikasi struktur membran sel.

Kualitas air dari segi oksigen terlarut ikut memberikan dampak yang dapat mempengaruhi homeostatis ikan meskipun kemungkinan setiap jenis spesies ikan memiliki kadar toleransi oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang rendah (di bawah 3 mg/L) dapat menyebabkan stres pada ikan nila dan mengganggu sistem kekebalan tubuhnya. Kisaran kadar oksigen yang optimal untuk kelangsungan hidup ikan nila adalah 3-5.6 mg/L. Kekurangan DO dapat mengganggu pernapasan dan homeostasis ikan [19]. Ikan membutuhkan oksigen untuk respirasi seluler, yang menghasilkan energi untuk metabolisme. Oksigen terlarut yang rendah dapat membatasi respirasi seluler, sehingga mengurangi energi yang tersedia untuk aktivitas vital seperti berenang, mencari makan, dan reproduksi. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan, pertumbuhan terhambat, dan penurunan kekebalan tubuh. Mekanisme adaptasi terhadap oksigen rendah yaitu memiliki hemoglobin dengan afinitas tinggi terhadap oksigen, meningkatkan metabolisme anaerobik, dan memiliki struktur pernapasan yang lebih efisien [20].

Ikan ekstremofil merupakan ikan yang menghuni lingkungan ekstrem yang dikenal sebagai ekstremofil (extremophile). Ikan ekstremofil dapat hidup pada kondisi pH asam (asidofil) atau basa (alkalifil). Mekanisme adaptasi terhadap pH ekstrem yaitu asidofil yang memiliki sistem transpor ion yang efisien untuk menjaga pH intraseluler, enzim yang tahan asam, dan protein chaperone yang membantu protein lain tetap berfungsi pada pH rendah, alkalifil yang memiliki protein yang tahan basa, enzim dengan struktur dan fungsi yang berbeda, dan mekanisme untuk mengeluarkan kelebihan ion H^+ . Ikan air tawar memiliki mekanisme transpor ion untuk menjaga homeostatis ion di dalam tubuh terhadap lingkungan ekstrem seperti pH asam. Mekanisme ini melibatkan sel klorida (MR) atau ionosit di insang yang menukar ion H^+ dan HCO_3^- untuk menjaga keseimbangan pH [20]. Sejumlah penelitian telah menggambarkan pentingnya pH air pada tahap awal kehidupan, kematian dan ketahanan ikan terhadap penyakit serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan reproduksi, pH media pemeliharaan yang merugikan dapat menyebabkan kematian massal dalam budidaya ikan. Salah satu penyebab kematian ikan di air yang sangat asam adalah kegagalan mengatur konsentrasi ion internal yang terkait dengan penurunan laju penyerapan ion.

Salinitas merupakan sifat fisikokimia yang melekat pada air yang memiliki kandungan garam terlarut (terionisasi) sehingga dapat mempengaruhi homeostatis ikan. Salinitas yang ideal sangat penting untuk keseimbangan osmotik ikan. Fluktuasi salinitas yang drastis dapat menyebabkan stres, penyakit, dan kematian ikan. Salinitas adalah kadar garam seluruh zat yang larut dalam 1.000 gram air laut, dengan asumsi bahwa seluruh karbonat telah diubah menjadi oksida, semua brom dan lod diganti dengan khlor yang setara dan semua zat organik mengalami oksidasi sempurna [21]. Ikan air tawar memiliki konsentrasi garam yang lebih rendah dalam tubuhnya dibandingkan dengan air laut. Ikan air laut memiliki konsentrasi garam yang lebih tinggi dalam tubuhnya dibandingkan dengan air tawar. Salinitas dapat mempengaruhi keseimbangan air dalam sel ikan. Jika salinitas air terlalu tinggi, air akan keluar dari sel dan menyebabkan sel dehidrasi. Jika salinitas air terlalu rendah, air akan masuk ke dalam sel dan menyebabkan sel membengkak. Selain itu, kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan stres, penyakit, dan kematian ikan. Kekeruhan yang tinggi dapat mengurangi visibilitas ikan dan mengganggu proses fotosintesis. Kekeruhan yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi bahan pencemar di dalam air [22].

Pencemaran air menyebabkan stres dan mengganggu homeostasis ikan, yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar glukosa darah. Hal ini dapat menyebabkan berbagai penyakit dan kematian ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas air dan kadar glukosa darah ikan. Contohnya amonia yang merupakan senyawa nitrogen dalam air yang bersifat toksik dan dapat meningkatkan kadar glukosa darah ikan dan fenol yang dapat menyebabkan stres metabolik, merusak fungsi branchial, dan meningkatkan kadar glukosa darah ikan meskipun keberadaannya dalam perairan sangat sedikit [23]. Selain itu, bentuk prognostik dari hubungan antara indikator kualitas air dan homeostatis ikan dapat menjadi dasar metode penilaian lingkungan yang memperhitungkan karakteristik ikan.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, diperoleh bahwa proses homeostasis hewan air terkhususnya pada ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, Fluktuasi dalam faktor-faktor ini dapat menyebabkan gangguan dalam sistem homeostatis ikan, yang mengakibatkan berbagai dampak pada kesehatan dan kelangsungan hidup mereka. Beberapa faktor lainnya seperti faktor lingkungan, adaptasi fisiologis, osmoregulasi dan termoregulasi, dan kualitas air. Dengan memahami beberapa faktor yang mempengaruhi homeostatis ikan dan mekanisme adaptasi yang mereka miliki, kita dapat melakukan tindakan-tindakan untuk menjaga dan melindungi kesehatan ikan di berbagai habitat air. Upaya-upaya untuk memelihara kualitas air yang optimal dan mengurangi pencemaran sangat penting untuk mendukung keberlangsungan lingkungan perairan dan kelangsungan hidup populasi ikan

PENGAKUAN

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada seuruh pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan artikel ini. Tanpa adanya dukungan finansial, artikel ini tidak akan berjalan dengan lancar. Selanjutnya, kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman, dan waktunya dalam mendiskusikan ide-ide dan temuan terbaru dalam bidang homeostatis tubuh ikan. Kolaborasi ini telah memperkaya pemahaman kami dan membantu memperluas cakrawala penyusunan artikel review ini. Kami juga menyampaikan ucapan terimakasih atas semua kontribusi, baik besar maupun kecil, telah membantu membentuk dan mewujudkan penelitian ini. Kami

bersyukur atas bantuan dan dukungan yang kami terima dari semua pihak, dan kami berharap bahwa hasil review ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi ilmu pengetahuan dan masyarakat.

REFERENSI

- [1] Rachmat, Nur, Yohannes Yohannes, and Adhytio Mahendra. "Klasifikasi Jenis Ikan Laut Menggunakan Metode SVM dengan Fitur HOG dan HSV." *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)* 8, no. 4 (December 16, 2021): 2235–47. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i4.1686>.
- [2] Anthara, I Made Suma. "(FLUID HOMEOSTASIS IN DOG AND CAT)" 3, no. 1 (2011).
- [3] Van Harling, Vina N. "ANALISIS VOLUME AIR TAWAR YANG DIHASILKAN DARI VARIASI JARAK ANTARA LENS A PADA ALAT PENYULINGAN AIR LAUT." *SOSCIED* 3, no. 1 (July 1, 2020): 28–34. <https://doi.org/10.32531/jsociet.v3i1.183>.
- [4] Akbar, M. Ali, Sri Jayanthi, Samsul Fajri, Khairunnisa, Arini Shinta Zahara, Muliani Tiana Sari, and Mardiah. "The Influence of Different Media on The Physiological Response of Nila Fish (*Oreochromis niloticus*)." *Jurnal Biologi Tropis* 23, no. 2 (December 3, 2023): 187–93. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.6135>.
- [5] Nasyafa, Syabila Febrilia, Oktadoni Saputra, and Reni Zuraida. "Homeostasis Tubuh" 1 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung 2 Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung," n.d.
- [6] Aisyah, I. D. (2022). Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Tenaga Matahari. *Jurnal Al Kimia*, 67.
- [7] Redaksi, Tim. "Vol. 19 No. 1 April 2020 Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemenristekdikti RI" 19 (2020). ?
- [8] Asmaini, Asmaini, Lia Handayani, and Nurhayati Nurhayati. "Penambahan nano CaO limbah cangkang kijing (*Pilsbryocncha exilis*) pada media bersalininitas untuk pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*)." *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal* 7, no. 1 (April 4, 2020): 1. <https://doi.org/10.29103/aa.v7i1.1927>.
- [9] Ariyadi, Tulus, and Andri Sukeksi. "PERBEDAAN NILAI LAJU ENDAP DARAH (LED) MENGGUNAKAN LARUTAN NA SITRAT 3,8% DAN DEXTROSA 5%," 2020.
- [10] Darniwa, Adisty Virakawugi, Tri Cahyanto, Astuti Kusumorini, Zashika Meidita, Eka Putri, Risda Arba Ulfa, Ayuni Adawiyah, and Ida Yuyu Nurul Hizqiyah. "Uji Perilaku dan Preferensi Area pada Ikan Zebrafish (*Danio rerio*) yang Diinduksi Stres," 2020.
- [11] Isnaeni, W. 2019. Fisiologi Hewan. Yogyakarta: PT Kanisius.
- [12] Indriana, E. F., Risandiansyah, R., & Aini, N. (2020). Efek Paparan Kronik *Cadmium Chloride* ($CdCl_2$) Dosis Rendah Terhadap Hiperplasia Lamela Sekunder Insang Dan Nekrosis Sel Tubulus Proksimal Ginjal Ikan Zebra Dewasa (*Danio Rerio*). *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 8(1):1-
- [13] Fasya, M. I., Diniarti, N., & Lumbessy, S.Y. (2023). Penambahan probiotik EM-4 yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Mina Sains*, 9(2): 60-72.
- [14] Ulfa, H.L., Falahiyah, R., & Singgih, S. (2020). Uji Osmosis pada Kentang dan Wortel Menggunakan Larutan NaCl. *Jurnal Sainsmat*, 9(2): 110-116.
- [15] Garini, A., Semendawai, M.Y., Andini, O., & Patricia, V. (2019). Perbandingan Hasil Hitung Jumlah Eritrosit dengan Menggunakan Larutan Hayem, Larutan Saline dan Larutan Rees Ecker. *Jurnal Riset Kesehatan*, 8(1): 35-40.
- [16] Silviawaty, M., & Putri, D.U.P. (2020). Hubungan Cairan Infus dan Lokasi Pemasangan Infus dengan Kejadian Flebitis di Rumah Sakit Dkt Bandar Lampung. *Malahayati Nursing Journal*, 2(3): 515-524.
- [17] Fajar, M. T. I. (2021). PENGARUH PERUBAHAN SUHU TERHADAP TINGKAH LAKU IKAN MAS (*CYPRINUS CARPIO*). *Cermin : Jurnal Penelitian*. 5 (1): 183-193
- [18] Azhari, A. A. (2020). ADAPTASI MAMALIA LAUT TERHADAP TERMOREGULASI PADA LINGKUNGAN YANG DITINGGALI.
- [19] Firman, S. W., Saputra, H. K. H., & Hamka, M. S. (2022). Status Hematologi Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dengan Kepadatan Berbeda pada Sistem Resirkulasi Menggunakan Micro Bubble Generator. *Jurnal Aquafish Saintek*. 2 (2): 1-8
- [20] Kurniawan, A., & Mustikasari, D. (2021). Review Tentang Kemampuan Ikan Ekstremofil Untuk Hidup Di Perairan Asam Dan Terkontaminasi Logam Berat Pascapenambangan Timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 19 (3): 541-554
- [21] Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. (2019). PENINGKATAN MUTU KUALITAS AIR UNTUK PEMBUDIDAYA IKAN AIR TAWAR DI DESA GEGERUNG KABUPATEN LOMBOK BARAT. *Jurnal Abdi Insani LPPM Unram*. 6 (2): 267-275
- [22] Pane, E. P., Arfiati, D., & Aprilianti, F. J. (2023). Review: Respon Fisiologis Ikan terhadap Lingkungan Hidupnya. *Jurnal Aquatik*. 6 (2): 71-83
- [23] Hertika, A. M. S., Arfiati, D., Lusiana, E. D., & Putra, R. B. D. S. (2021). ANALISIS HUBUNGAN KUALITAS AIR DAN KADAR GLUKOSA DARAH *Gambusia affinis* DI PERAIRAN SUNGAI BRANTAS. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5 (3): 522-530.
- [24] Klymenko, M. O., O. O. Biedunkova, O. M. Klymenko, and I. I. Statnyk. 2018. "Influence of River Water Quality on Homeostasis Characteristics of Cypriniform and

Perciform Fish." *Biosystems Diversity* 26 (1).
<https://doi.org/10.15421/011803>.

- [25] Swain, Sambid, Paramita Banerjee Sawant, Narinder Kumar Chadha, E M Chhandaprajnadarsini, and Milind Katare. 2020. "Significance of Water pH and Hardness on Fish Biological Processes: A Review." *International*

Journal of Chemical Studies 8 (4): 830–37.
<https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4e.9710>.

- [26] Volkoff, Helene, and Ivar Rønnestad. 2020. "Effects of Temperature on Feeding and Digestive Processes in Fish." *Temperature* 7 (4): 307–20.
<https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1765950>. _____