



Literature Review: Osmoregulation in Vertebrate & Invertebrate Animals

¹Alsyahira, ²Khafifah Indar Dara Khutni, ³Nurul Husna Kharisma Alie, ⁴Wawan, ⁵Sahribulan
¹Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Makassar

Email: elsaaalsyahira@gmail.com¹, khafifahindar22@gmail.com², nurulhusnalie@gmail.com³,
wawanpnr51@gmail.com⁴

*Corresponding author: sahribulan@unm.ac.id⁵

ABSTRAK

Osmoregulasi merupakan sebuah proses dalam mengatur keseimbangan air dan zat terlarut yang ada di dalam sel atau tubuh organisme hidup. Proses osmoregulasi yang terjadi pada setiap hewan memiliki perbedaannya masing-masing. Melalui artikel ini, kita akan membandingkan proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata dan invertebrata. Data pada artikel ini diorganisir dan dianalisis melalui studi literatur yang relevan mengenai proses osmoregulasi pada hewan vertebrata dan invertebrata serta organ yang digunakan. Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa hewan vertebrata cenderung memiliki organ khusus seperti ginjal, usus, kandung kemih, insang, kelenjar garam dan kulit, sementara hewan invertebrata mengandalkan struktur tubuh tertentu dan proses seluler untuk mencapai osmoregulasi berupa kutikula dan spirakel. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mengenai perbedaan dan persamaan dalam osmoregulasi di antara hewan vertebrata dan invertebrata. .

Kata Kunci: Invertebrata; Osmoregulasi; Organ; Vertebrata

ABTRACT

Osmoregulation is a process in regulating the balance of water and solutes in the cells or bodies of living organisms. The process of osmoregulation that occurs in each animal has its own differences. Through this article, we will compare the process of osmoregulation that occurs in vertebrate and invertebrate animals. The data in this article is organized and analyzed through the study of relevant literature regarding the process of osmoregulation in vertebrate and invertebrate animals and the organs used. The results show that vertebrate animals tend to have specialized organs such as kidneys, intestines, bladder, gills, salt glands and skin, while invertebrate animals rely on certain body structures and cellular processes to achieve osmoregulation such as cuticle and spiracles. This study provides a better understanding of the differences and similarities in osmoregulation between vertebrate and invertebrate animals.

Keywords: Invertebrates; Osmoregulation; Organ; Vertebrates

1. PENDAHULUAN

Menurut (Fujaya, 2004) Fisiologi diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang membahas mengenai suatu fungsi, proses dan cara kerja dari sebuah organ, jaringan & sel-sel yang menyusun suatu makhluk hidup. Fisiologi dapat pula diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang membahas mengenai faktor-faktor fisik dan kimia yang dapat mempengaruhi seluruh proses kehidupan. Secara lebih khusus, fisiologi dikelompokkan atau dibagi menjadi beberapa bagian, yang terdiri dari fisiologi hewan air yang berfokus pada ikan. Fisiologi ikan merupakan ilmu yang membahas mengenai peran dan mekanisme kehidupan zat suatu makhluk hidup serta membahas peristiwa fisika dan kimia yang menjadi sebuah faktor dari proses kehidupan ikan. Fisiologi ikan juga membahas mengenai proses osmoregulasi, sistem sirkulasi, sistem respirasi, bioenergetik dan metabolisme, pencernaan, organ-organ sensorik, sistem saraf, sistem endokrin serta reproduksi.

Hewan merupakan makhluk hidup yang komponen utama tubuhnya disusun oleh air, dimana jumlah air yang menyusun tubuhnya mencapai 60 hingga 95% dari berat tubuhnya. Air yang ada di dalam tubuh hewan akan menyebar ke bagian tubuh hewan, baik itu dalam sel dimana sebagai cairan intrasel (CIS) ataupun pada bagian luar sel dimana sebagai cairan ekstrasel (CES). CIS atau juga dikenal sebagai sitosol adalah semua cairan yang terkandung di dalam sel, dimana CIS akan membentuk dua pertiga dari total volume tubuh hewan. Sedangkan untuk CES sendiri adalah cairan sel yang terbentuk sebanyak sepertiga volume cairan dalam tubuh hewan, dimana CES ini tersebar pada berbagai bagian tubuh dan dapat

dibedakan menjadi tiga bagian yaitu kompartemen interstisial, intravaskular, dan transeluler. Contoh dari CES sendiri yaitu plasma darah, cairan interstisial di jaringan, dan cairan serebrospinal.

Cairan ekstrasel di dalamnya terlarut berbagai jenis zat yang terdiri dari ion dan sari makanan, sisa obat, hormon, dan zat-zat sisa metabolisme sel misalnya pada urea dan asam urat. Jenis zat yang memiliki konsentrasi terdapat di dalam cairan tubuh hewan dapat berubah setiap waktunya, hal tersebut bergantung pada berbagai faktor yang ada. Dampak dari perubahan konsentrasi jenis zat dalam cairan tubuh hewan memiliki efek berupa berubahnya pola keseimbangan cairan yang ada di dalam tubuh hewan.

Adanya kadar air serta zat yang terlarut di dalam cairan tubuh hewan merupakan hal penting yang wajib dijaga oleh hewan untuk mempertahankan fisiologi tubuh hewan berjalan dengan normal. Metabolisme yang ada di dalam tubuh hewan dapat mempengaruhi cairan tubuh hewan, oleh karena itu pentingnya terdapat pengaturan khusus dalam mempertahankan kadar cairan dalam tubuh hewan tetap. Faktor eksternal yang berasal dari lingkungan memiliki karakteristik dapat berubah-ubah setiap waktu secara tiba-tiba, sehingga menyebabkan hewan membutuhkan regulasi agar cairan di dalam tubuhnya konstan. Terdapat beberapa hewan yang dapat mempertahankan cairan yang ada di dalam tubuhnya tetap konstan, dan terdapat beberapa hewan yang tidak dapat mempertahankan cairan yang ada di dalam tubuhnya tetap konstan.

Keseimbangan cairan dalam tubuh hewan, merupakan indikator yang harus diperhatikan dan dipelihara oleh hewan. Pemeliharaan homeostasis cairan pada masing-masing kompartemen tergantung pada ekskresi cairan dan konsentrasi elektrolit yang nantinya dapat menghasilkan sebuah tekanan yang disebut tekanan osmotik. Proses dalam mengatur tekanan osmotik disebut dengan osmoregulasi. Osmoregulasi merupakan sebuah proses yang sangat penting dalam mempertahankan berbagai fungsi tubuh, termasuk reaksi metabolik & biokimia, transportasi nutrisi dan termoregulasi.

Osmoregulasi merupakan sebuah proses di mana makhluk hidup berusaha untuk mempertahankan keseimbangan zat terlarut dan juga air yang terdapat berada di dalam tubuhnya. Osmoregulasi juga dapat diartikan sebagai homeostasis. Maksud dari homeostasis yaitu dimana hewan mempertahankan air tubuhnya tetap konstan dan dalam keadaan stabil, di mana air yang keluar sama dengan air yang masuk kedalam tubuh. Oleh karena itu, hal inilah yang menjadi topik pertama mengapa hewan melakukan osmoregulasi. Osmoregulasi dihasilkan akibat adanya perubahan keseimbangan pada air dan zat larut dalam tubuh sehingga menyebabkan arah aliran air atau zat terlarut menjadi berubah, dimana aliran tersebut menghantam ke arah yang tidak terduga. Dalam proses osmoregulasi dapat juga dikenal juga istilah osmosis. Osmosis merupakan pergerakan air dari konsentrasi lebih rendah menuju ke konsentrasi tinggi (Yustina & Darmadi, 2017).

Osmoregulasi adalah salah satu sebuah kunci bagi makhluk hidup yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan air dan ion dalam tubuh organisme. Hal ini melibatkan kontrol yang tepat terhadap pemasukan dan pengeluaran air pada dalam tubuh, serta terhadap regulasi konsentrasi ion seperti pada natrium, kalium dan klorida. Osmoregulasi termasuk persyaratan untuk keberlangsungan hidup pada suatu organisme. Pada proses osmoregulasi membutuhkan energi untuk bekerja dengan baik (Hasan, 2024).

Menurut (Munaeni dkk, 2023) Osmoregulasi sebuah proses yang mengendalikan keseimbangan dengan seberapa banyak cairan tubuh yang diserap dan yang dikeluarkan oleh sel maupun organisme hidup. Proses osmoregulasi pada organisme akuatik biasanya dilihat pada perbedaan tekanan osmotik, serta memiliki faktor pembatas berupa salinitas, sehingga pada sistem osmoregulasi dapat didefinisikan sebagai cara untuk mengontrol ion dengan melalui sel *permeabel*. jika sel mendapatkan air dengan jumlah yang sedikit, maka sel akan mengerut dan akan mati. sedangkan menurut (Ferreira dkk, 2021) sistem osmoregulasi dapat didefinisikan sebagai proses pengaturan air dan zat dengan cara menyeimbangkan pemasukan dan juga menyeimbangkan pengeluaran air dan zat tubuh sehingga proses fisiologis dapat berjalan dengan normal.

Osmoregulasi hewan akuatik sangat berkaitan erat dengan salinitas, ketika terjadi penurunan pada tubuh secara tiba-tiba dengan kisaran yang cukup tinggi maka akan menyulitkan hewan akuatik dalam osmoregulasi tubuhnya, sehingga dapat menyebabkan kematian pada hewan akuatik. Salinitas termasuk variabel yang berpengaruh langsung terhadap osmolaritas dan osmoregulasi hewan akuatik. Pada kasus salinitas yang luas (euryhaline) dapat menyebabkan kematian massal pada larva dapat disebabkan dari gangguan keseimbangannya osmolaritas pada tubuh hewan (Maghfiroh dkk, 2019)

Semua organisme hidup bahkan hewan, wajib melakukan osmoregulasi. Hal tersebut dikarenakan hewan wajib mampu dalam mempertahankan keseimbangan pada jumlah air dan zat terlarut dalam tubuhnya dalam tingkatan yang benar. Kemampuan hewan dalam mengolah jumlah air serta konsentrasi zat terlarut tersebutlah disebut sebagai kemampuan osmoregulasi. Sistem osmoregulasi merupakan aspek biologis penting pada hewan, sebab setiap saat hewan harus mengatasi permasalahan konsentrasi osmotik medium hidupnya agar proses fisiologis dalam tubuh hewan tersebut berlangsung dengan baik. Oleh karena itu, melalui artikel kajian literatur ini, kita akan mengetahui bagaimana proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata maupun invertebrata serta organ apa saja yang berperan dalam prosesnya.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur atau literatur review. Dimana melalui metode literatur review, peneliti mengumpulkan berbagai sumber yang relevan seperti buku, jurnal, dan disertasi. Kemudian berdasarkan sumber tersebut peneliti dapat melakukan review dan juga dapat melakukan kegiatan identifikasi terhadap jurnal, buku, dan disertasi yang ditemukan. Kajian literature review ini, melibatkan analisis literatur dan pengumpulan data dari literatur yang relevan mengenai proses osmoregulasi pada hewan vertebrata dan invertebrata. Data diorganisir dan dianalisis untuk mengidentifikasi bagaimana perbedaan dalam struktur dan fungsi organ-organ osmoregulasi, serta Proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata dan invertebrata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini Berdasarkan hasil tinjauan literatur yang telah dilakukan pada berbagai sumber literatur, baik jurnal, buku, maupun skripsi, ditemukan bahwa proses osmoregulasi pada hewan vertebrata berbeda dengan proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan invertebrata. Selain hal tersebut proses osmoregulasi juga berbeda pada setiap hewan perairan berdasarkan jenis perairannya (tawar, laut, payau).

1. Vertebrata

Umumnya vertebrata adalah kelompok osmoregulator ketat. Hal itu dikarenakan hewan vertebrata mampu menjaga keseimbangan ionik dan keseimbangan osmotik dalam toleransi yang sempit. Invertebrata adalah kelompok *osmoconformers* ketat. Hal tersebut dikarenakan banyak dari mereka berada dalam kondisi dengan keadaan kondisi osmotik yang kadar salinitas air lautnya sempit. Akan tetapi, dalam kondisi tertentu terdapat pengecualian, termasuk tardigrade laut. *Halobiotus crispae* dan beberapa jenis hewan osmokonformer, mempertahankan sedikit perbedaan antara kondisi lingkungan internalnya dengan kondisi lingkungan eksternalnya. Salah satu contoh yang dapat kita lihat yaitu terjadi pada kepiting lau. Kepiting laut tetap mempertahankan kondisi konsentrasi garam yang ada di dalam tubuhnya untuk tetap tinggi setelah dipindahkan ke lingkungan air payau yang dimana memiliki kadar garam yang lebih rendah (Delfita, 2019).

Menurut Ngarofah, 2020, Hewan vertebrata darat memperoleh air yang berasal dari minuman dan makanannya. Hewan vertebrata biasanya menggunakan metode yang berbeda-beda untuk menghemat air. Hewan darat seperti pada hewan reptil, termasuk ular, buaya, kadal, dan kura-kura, memiliki karakteristik kulit kering dan bersisik. Karakteristik kulit reptil yang kering dan bersisik diduga sebagai cara hewan reptil dalam melakukan adaptasi terhadap lingkungannya. Dimana dengan karakteristik kulit tersebut bertujuan agar hewan reptil tidak kehilangan banyak air di dalam tubuhnya. Hewan reptil juga menghasilkan zat sisa bernitrogen dalam bentuk asam urat, yang proses keluarnya dari dalam tubuh hanya membutuhkan sedikit air. Selain itu, reptil juga membatasi banyaknya air yang keluar dengan menghasilkan feses yang kering. Bahkan ketika kadal dan kura-kura mengalami dehidrasi, hewan tersebut mampu memanfaatkan urin encer yang dihasilkan dan disimpan di kandung kemihnya, dengan cara reabsorpsi atau penyerapan kembali.

Proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata, melibatkan beberapa organ diantaranya yaitu ginjal, intestinal (usus), kandung kemih, insang, kelenjar garam, dan kulit. Umumnya kelompok hewan vertebrata digolongkan menjadi lima, yaitu pisces, mamalia, aves, amphibi, dan reptil. Kelompok

tersebut memiliki proses osmoregulasi Serta menggunakan organ osmoregulasi yang berbeda-beda pula. Di bawah ini merupakan tabel yang organ yang digunakan hewan vertebrata dalam osmoregulasi.

Tabel 1.1 Organ yang digunakan vertebrata dalam osmoregulasi

Tabel 1.1. Organ yang digunakan vertebrata dalam osmoregulasi

| Jenis Organ | Kelas Vertebrata | | | | |
|----------------|------------------|---------|--------|--------|---------|
| | Ikan | Amphibi | Reptil | Burung | Mamalia |
| Ginjal | √ | √ | √ | √ | √ |
| Usus | √ | √ | √ | √ | |
| Kandung kemih | √ | √ | √ | | |
| Insang | √ | √ | | | |
| Kelenjar garam | | | √ | √ | |
| Kulit | | √ | | | |

1.1 Pisces

Proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata, melibatkan beberapa macam organ diantaranya yaitu ginjal, intestinal (usus), kandung kemih, insang, kelenjar garam, dan kulit. Umumnya kelompok hewan vertebrata digolongkan menjadi lima, yaitu pisces, mamalia, aves, amphibi, dan reptil. Masing-masing kelompok tersebut memiliki proses osmoregulasi yang berbeda-beda. Serta menggunakan organ osmoregulasi yang berbeda-beda pula.

Osmoregulasi pada pisces merupakan mekanisme adaptasi ataupun usaha hewan akuatik dalam mengendalikan keseimbangan air serta ion yang ada di dalam tubuh dengan lingkungan. Adapun organ osmoregulasi yang digunakan pada hewan kelompok pisces yaitu insang, ginjal, usus, dan kulit. Jenis-jenis ikan pada proses osmoregulasi berdasarkan tempat hidupnya dibedakan menjadi teleostei potadorm (ikan air tawar), teleostei osendrom (ikan air laut), dan teleostei diadrom & euryhaline (ikan air payau).

1.1.1 Teleostei potadorm

Teleostei potadorm merupakan ikan yang hidup di perairan tawar. Jenis ikan ini memiliki karakteristik hiperosmotik terhadap lingkungannya. Sifat hiperosmotik adalah peristiwa dimana air bergerak masuk ke dalam tubuh ikan, kemudian ion-ion dalam tubuh akan keluar ke lingkungan melalui difusi. Regulasi hipertonic atau hiperosmotik adalah mekanisme secara aktif pada cairan dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari konsentrasi media (air pada lingkungan). Untuk mengatur keseimbangan cairan dalam tubuhnya, ikan teleostei potadorm melakukan osmoregulasi dengan cara meminum air dalam jumlah sedikit atau tidak sama sekali. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi kelebihan air dalam tubuhnya. Ikan jenis ini juga banyak memproduksi urin ketika hendak mengeluarkan cairan yang ada dalam tubuhnya.

1.1.2 Teleostei osenodrom

Teleostei osenodrom merupakan hewan yaitu ikan yang berada di perairan asin/laut. Ikan memiliki sifat hipotonik atau hipoostomik, yaitu sebuah pengendalian secara aktif dimana konsentrasi cairan di dalam tubuh lebih kecil dari konsentrasi media. Air laut memiliki karakteristik tekanan yang lebih tinggi tinggi dibandingkan dengan cairan di dalam tubuh hewan. Hal tersebut terjadi secara murni, dimana air akan menuju dari dalam tubuh teleostei oseanodrom ke lingkungannya secara osmosis melewati ginjal, insang dan mungkin juga kulit. Dalam mempertahankan konsentrasi ion-ion total pada plasma sekitarnya,

maka sebagian dari konsentrasi ion air laut, akan diserap ke dalam tubuh ikan untuk mengganti konsentrasi yang hilang.

1.1.3 Teleostei diadrom dan euryhaline

Teleostei diadrom dan euryhaline merupakan hewan yaitu ikan yang hidup berpindah di perairan asin dan tawar, Diadrom memiliki sifat osmosis sama halnya dengan potadorm saat berada di air tawar dan menjadi oseanodorm ketika berada di laut. Dalam menjaga keseimbangan cairan tubuhnya, teleostei potadorm berosmoregulasi dengan meminum sedikit bahkan tidak sama sekali. Dan mengurangi kelebihan air yang ada pada tubuh, maka hewan tersebut akan membuat banyak sekali urin. Dalam menjaga stabilitas cairan tubuhnya, Oseanodorm akan meminum air secara berlebihan dan sedikit mengeluarkan urin, dengan tujuan agar cairan di dalam tubuhnya tidak hilang.

1.2 Amphibi

Osmoregulasi pada amphibi menggunakan ginjal sebagai organ osmoregulasinya. Amphibi memiliki ginjal yang mirip dengan ginjal ikan air tawar. Fungsi ginjal tersebut untuk mengeluarkan air berlebih dalam tubuh katak. Katak memiliki karakteristik kulit yang mampu ditembus oleh air, sehingga banyak air yang masuk ke dalam tubuh katak secara osmosis. Kulit katak secara aktif mengumpulkan garam dari air dan ginjal mengeluarkan urine yang lebih encer pada perairan tawar. Saat katak berada di daratan, katak harus menghemat air dan tidak membuangnya.

Katak beradaptasi terhadap kandungan air di lingkungannya melalui pengaturan laju filtrasi glomerulus. Fungsi sistem portal ginjal adalah membuang zat-zat yang diserap kembali dalam tubuh pada saat aliran darah melalui glomerulus dibatasi. Katak memakai kantung kemihnya dalam menyimpan air. Ketika katak berada di dalam air, kantung kemih katak terisi dengan urin yang encer, dan ketika katak berada di darat, air tersebut diserap kembali ke dalam darah untuk menggantikan air yang hilang melalui penguapan dari kulit.

1.3 Reptil

Kulit reptil biasanya kering dan bersisik. Kulit reptil yang kering dan bersisik merupakan salah satu cara beradaptasi dengan reptil. Hal ini untuk memastikan hewan tersebut tidak kehilangan banyak air dari tubuhnya. Kulit reptil kering, bertanduk dan kedap air. Pada umumnya air hilang melalui penguapan melalui kulit. Reptil kehilangan lebih banyak air melalui penguapan dibandingkan melalui respirasi. Misalnya, ular kehilangan 88% airnya melalui kulit dan hanya 12% melalui pernapasan, sedangkan kura-kura gurun kehilangan 76% air melalui kulit dan hanya 24% melalui pernapasan. Dengan demikian, reptil dapat kehilangan air melalui penguapan, respirasi, dan urin.

Ketika reptil melakukan proses penghematan air, hewan tersebut mengeluarkan limbah nitrogen dalam bentuk asam urat, yang hanya membutuhkan sedikit air untuk dikeluarkan. Selain itu, reptil menghemat air dengan menghasilkan kotoran kering. Ketika kadal dan kura-kura mengalami dehidrasi, mereka dapat menggunakan urin encer yang diproduksi dan disimpan di kandung kemih dengan cara memuntahkannya.

1.4 Aves

Osmoregulasi dapat kita lihat pada osmoregulasi aves. Pada burung, proses osmoregulasi mengacu pada berbagai mekanisme yang digunakan burung untuk mengatur kadar air dan elektrolit tubuhnya. Cairan tubuh, terutama osmolalitas ekstraseluler dan volume darah, diatur dalam batas yang sempit. Osmolalitas dalam osmoregulasi merujuk pada peristiwa osmosis, proses di mana air melintasi membran semipermeabel (seperti membran sel) sebagai respons terhadap perbedaan konsentrasi zat terlarut. Ginjal, usus dan kelenjar garam burung berperan penting dalam proses osmoregulasi. Keseimbangan bersih dalam tubuh burung memerlukan hasil panen yang sesuai dengan pakannya. Pada umumnya burung memperoleh air langsung dari proses minumnya, dan juga memperoleh air melalui makanan yang ditelannya.

1.5 Mamalia

Air dan Garam dapat hilang melalui keringat pada tubuh mamalia. Dalam memperoleh air, pada proses osmoregulasi yang dilakukan sama dengan hewan vertebrata yaitu dengan melalui air minum dan makanan. Namun, untuk jenis mamalia yang hidup pada daerah kering atau wilayah padang pasir pada dalam memperoleh air cukup lumayan sulit. Hewan kangguru tidak meminum air, namun dapat bertahan yaitu menggunakan air metabolik yang dihasilkan dari oksidasi glukosa. osmoregulasi yang terjadi pada hewan mamalia laut seperti lumba-lumba dan ikan paus saat terjadi pemasukan garam secara berlebihan dan secara bersamaan dengan makanan dapat diatasi oleh ginjal dengan mudah yang kepekatannya 3-4 kali dari cairan plasmanya. Saat air masuk terlalu banyak ke dalam tubuh mammalia, ginjal akan mengeluarkan air yang kelebihan tersebut sehingga menghasilkan banyak urin yang di keluarkan dan termasuk dalam urin yang encer. Apabila tubuh mengeluarkan air terlalu banyak maka ginjal akan mengeluarkan sedikit urin dan termasuk urin yang pekat.

2. Invertebrata

Suatu lingkungan hidup, beberapa hewan air memungkinkan memiliki kontemplasi cairan tubuhnya akan berubah akibat perbedaan lingkungan. Tekanan osmotik sebagian besar cairan tubuh invertebrata laut setara dengan tekanan osmotik pada air laut. Cairan tubuh yang tersebut disebut isotonik atau isosmotik pada lingkungan tempat tinggalnya. Ketika mengalami perubahan konsentrasi lingkungan, cairan tubuh beradaptasi terhadap perubahan tersebut (*osmocompliance*). Sebaliknya, terdapat hewan yang mendukung tekanan osmotik cairan tubuhnya relatif konstan, lebih pendek dari rata-rata (hiposmotik) atau lebih tinggi dari rata-rata (hiperosmotik). Untuk menjaga cairan tubuh relatif konstan, hewan melakukan pengaturan osmotik (osmoregulasi), hewan disebut pengatur osmotik atau osmoregulator. Terdapat dua jenis regulasi osmotik yaitu regulasi hipoosmotik dan hiperosmotik. Pengatur hiposmotik, seperti ikan air asin, hewan ini selalu mendukung konsentrasi cairan tubuh yang tinggi dibandingkan lingkungannya (air tawar) (Purnamasari & Dwi, 2017).

Invertebrata merupakan kelompok hewan yang umumnya terdiri dari golongan arthropoda, insecta, moluska. Namun kebanyakan kelompok invertebrata berasal dari kelompok insecta. Salah satu ciri khas yang ada pada insekta adalah memiliki kutikula. Kutikula yang terdapat pada kelompok insekta adalah salah satu cara dalam memperkecil hilangnya air dengan permukaan tubuh. Saat insekta baru dilahirkan, kutikula belum secara penuh bersifat impermeabel pada air sehingga insekta mengalami kehilangan air yang diakibatkan penguapan melalui permukaan tubuh insekta.

Selain kutikula, tempat menjadi keluarnya air pada insekta adalah spirakel. Dalam proses osmoregulasi, insekta mengambil oksigen pada laju yang tetap, namun keluarnya karbondioksida dilakukan dengan periodik dengan cara disembarkan. Di antara keluarnya yang satu dengan pelepasan selanjutnya, karbon dioksida tetap terlarut dalam cairan tubuh. Berikutnya, spirakel akan bergetar dan menutup secara sempurna. Selama spirakel bergetar, tekanan yang ada di dalam sistem trakea menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Keadaan tersebut membuat udara atmosfer mengalami pergerakan masuk ke dalam trakea, sedangkan aliran udara yang keluar dari tubuh dapat dicegah. Peristiwa tersebut mengalami inspirasi dengan teratur, namun ekspirasi ditunda. Penundaan ekspirasi tersebutlah dapat diartikan sebagai penundaan hilangnya air.

Kelompok hewan insecta mengalami kehilangan air dengan jumlah sangat sedikit melalui feses serta urine. Insecta akan mengeluarkan zat sisa bernitrogen berupa asam urat, yang tidak dapat larut dalam air. Keluarnya zat sisa bernitrogen berupa asam urat berperan untuk mencegah pengeluaran air dari dalam tubuh hewan dalam jumlah yang sangat besar. Kelompok insekta memperoleh air dengan minum air, dari makanan, dan dengan menghasilkan air metabolik. Air metabolik sendiri merupakan air yang dihasilkan selama proses metabolisme makanan.

Ketika kelompok hewan moluska berpindah ke tempat yang baru, maka kelompok hewan tersebut akan melangsungkan proses osmoregulasi menyesuaikan kondisi habitatnya yang baru. Oleh karena itu saat moluska bermigrasi ke habitat yang baru, moluska tidak akan sulit dalam melakukan proses adaptasi dengan regulasi osmoregulasi yang ada dalam habitat tersebut. Hal tersebut dikarenakan moluska memiliki mekanisme pengaturan osmoregulasi dengan teknik adaptasi yang khusus sehingga moluska mampu bertahan hidup di habitatnya.

Proses dalam mempertahankan keseimbangan cairan di dalam tubuh moluska disebut dengan proses isoosmotik. Moluska menggunakan organ tubuhnya berupa ginjal, insang, organ respirasi, organ mantel dan tentakel untuk melakukan pengaturan osmoregulasi. Ketika dalam kondisi lingkungan dengan cairan yang rendah, maka osmoregulator dalam tubuhnya akan membuang cairan dengan jumlah yang besar. Sedangkan ketika kondisi konsentrasi cairan lingkungannya tinggi, maka moluska akan mengeluarkan cairan dalam jumlah yang sedikit. Mencegah terjadinya kehilangan air yang berlebihan, dapat dilakukan moluska melalui aktivitas yang lebih tinggi dimana pada saat moluska dalam kondisi kering atau suhu tinggi. Dimana nantinya moluska akan memperbanyak lobang ataupun celah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa berdasarkan kajian tinjauan literatur yang telah dilakukan dari berbagai sumber, dapat disimpulkan bahwa proses osmoregulasi yang terjadi pada hewan vertebrata dengan invertebrata berbeda. Di mana organ yang digunakan dalam proses osmoregulasi hewan vertebrata yaitu ginjal, usus, kandung kemih, insang, kelenjar garam dan kulit. Sedangkan pada hewan invertebrata umumnya menggunakan organ berupa kutikula dan spirakel. Adapun secara umum dalam menerima air dari luar kelompok vertebrata dan invertebrata mendapatkannya melalui makanan dan minuman, sedangkan untuk proses pengeluarannya masing-masing kelompok hewan tersebut memiliki cara yang berbeda.

REFERENSI

- Akbar, A. Y. (2022). Pengaruh Penambahan Garam Ikan dan Probiotik terhadap Kualitas Air pada Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 4, 243–254.
- Akbar, M. A., Jayanthi, S., Fajri, S., Khairunnisa, Zahara, A. S., Sari, M. T., & Mardiah. (2023). The Influence of Different Media on The Physiological Response of Nila Fish (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Biologi Tropis*, 2, 187–193.
- 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*, 1, 1.
- Augustin N, N., (2023). *Diktat Fisiologi Hewan*. UINSU: Medan.
- Delfita, R. (2019). *Fisiologi Hewan Komparatif (pertama)*. Prenadamedia Group: Jakarta.
- Ferreira-Martins, D., Wilson, J. M., Kelly, S. P., Kolosov, D., & McCormick, S. D. (2021). A review of osmoregulation in lamprey. *Journal of Great Lakes Research*, S59–S71.
- Fujaya Y., (2004). *Fisiologi Ikan*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Hasan. (2024). *Ekologi Perairan*. CV. Azka Pustaka: Sumatera Barat.
- Handayani dkk., (2021). *Fisiologi Hewan*. Widina Bhakti Persada: Bandung.
- Isnaeni, W. (2019). *Fisiologi Hewan*. Publisher: Yogyakarta.
- Khasanah. N. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Hewan Dalam Perspektif Unity of Science*. Alinea Media Dipantara: Semarang

- Kasvarin, T., Handayani, L., & Syahputra, F. (2022). Histologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Yang Dipelihara Pada Media Bersalinitas Dengan Penambahan Kalsium Cangkang Langkitang (Faunus ater). *Jurnal TILAPIA*, 1, 17–27.
- Maghfiroh, A., Anggoro, S., & Purnomo, P. W. (2019). Pola Osmoregulasi dan Faktor Kondisi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dikultivasi di Tambak Intensive Mojo Ulujami Pematang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3, 177–184.
- Munaeni .W., Gamal ,M,S., Muhammad N, F., Anne, R., Nuarsanti A., Muhammad N., Eko R, F., Muh A, Y., Disnawati, Inem O., Teuku F, H., Mohammad F, U., (2023). *Fisiologi Hewan Akuatik*. Eureka Media: Purbalingga.
- Ngarofah L., (2020). *Modul Pembelajaran Fisiologi Hewan*. UIN Raden Intan: Lampung.
- Nurhaida, Wahdayani, Irmayani, Austria, Muhammad R, N., & Fikri, Syarif H, A., (2023). Sistem Ekskresi dan Osmoregulasi Ikan. *Jurnal Biologi UIN Makassar*.
- Purnamasari R., & Dwi R, S. (2017). *Fisiologi Hewan*. UIN Sunan Ampel. Jawa Timur
- Shafry, M. F., Yuniar, I., & Nuhman. (2022). Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 1, 19–27.
- Yustina & Darmadi. (2017). *Buku Ajar Fisiologi Hewan*. FKIP. Universitas Riau.
- Yuwono E., & Purnama S., (2008). *Fisiologi Hewan Air*. Unsoed Press. Jawa Tengah.