

## KAJIAN LITERATUR SISTEM EKSKRESI PADA HEWAN VERTEBRATA DAN INVERTEBRATA

Dewi Saputri<sup>1</sup>, Ananda Rizqi Faizah<sup>2</sup>, Nur Fadhilah Raihanah<sup>3</sup>, Miftahu Rahman<sup>4</sup>

Coressponding Author\* : Sahribulan<sup>5</sup>

[dewisaputriipa2@gmail.com](mailto:dewisaputriipa2@gmail.com)<sup>1</sup>, [anandarf25@gmail.com](mailto:anandarf25@gmail.com)<sup>2</sup>, [nurfadhilahr199@gmail.com](mailto:nurfadhilahr199@gmail.com)<sup>3</sup>,

[miftahurahman013@gmail.com](mailto:miftahurahman013@gmail.com)<sup>4</sup>, [sahribulan@unm.ac.id](mailto:sahribulan@unm.ac.id)<sup>5</sup>

Universitas Negeri Makassar

### ABSTRAK

Sistem ekskresi merupakan organ yang berfungsi membuang zat-zat yang tidak diinginkan dari sisa metabolisme. Semua makhluk hidup memiliki sistem ekskresi yang berbeda, mirip dengan invertebrata dan vertebrata. Vertebrata merupakan hewan yang mempunyai tulang punggung, sedangkan invertebrata adalah hewan yang tidak mempunyai tulang punggung. Invertebrata memiliki sistem ekskresi yang lebih sederhana dibandingkan dengan vertebrata. Kajian literatur ini didasarkan pada SLR (Systematic Literature Review) yang menyajikan informasi perbedaan sistem ekskresi invertebrata dan vertebrata, dan bertujuan untuk memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Hasilnya adalah sistem ekskresi vertebrata yaitu ginjal, paru-paru, kulit, dan hati. Di sisi lain, sistem ekskresi invertebrata sangat sederhana, dan sistem ini berbeda dari satu invertebrata ke invertebrata lainnya. Alat ekskresi invertebrata umumnya berupa tubulus Malpighi, saluran nefritik, dan pirokista. Kesimpulan berdasarkan hasil studi literatur adalah hewan tingkat rendah tidak memiliki ginjal yang berstruktur sempurna seperti vertebrata, namun sistem ekskresi pada vertebrata terdiri dari ginjal, paru-paru, kulit, dan hati.

**Kata Kunci:** Ekskresi, Hewan, Invertebrata, Organ, Vertebrata.

### PENDAHULUAN

Fisiologi hewan sangat berkaitan dengan anatomi organ serta hubungannya dengan hukum fisikokimia yang membatasi antara sistem hidup dan sistem tak hidup sehingga terdapat berbagai jenis mekanisme dan proses yang berbeda pada setiap jenis hewan. Mekanisme ini merupakan upaya hewan untuk melakukan fungsi kehidupan seperti bernapas, bergerak, dan bereproduksi. Hewan memerlukan kondisi lingkungan tertentu untuk dapat menjalankan fungsinya dalam kehidupannya. Setiap faktor lingkungan merupakan stimulus bagi hewan untuk memberikan respon tertentu (Slamet, 2017).

Kajian Fisiologi Hewan mencakup tentang bagaimana mekanisme kerja fungsi kehidupan yang dilakukan setiap hewan untuk tetap hidup. Oleh karena itu, fisiologi hewan menjadi cabang ilmu biologi yang menarik, berbagai disiplin fisiologi hewan didukung oleh konsep homeostatis intraekstraseluler, sistem saraf dan endokrin untuk regulasi homeostatis, keseimbangan ion dan osmolaritas, ekskresi, respirasi, sirkulasi, metabolisme, pencernaan dan suhu (Ningrum, 2023).

Sistem ekskresi adalah sekumpulan organ yang bekerja untuk proses pengeluaran bahan-bahan yang tidak berguna yang berasal dari sisa metabolisme atau bahan yang berlebihan dari sel atau suatu organisme. Sistem ekskresi pada manusia melibatkan organ ekskresi berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati. Ekskresi adalah pengeluaran bahan-bahan yang tidak berguna yang berasal dari sisa metabolisme atau bahan yang berlebihan dari sel atau suatu organisme. Zat sisa yang dikeluarkan dari organ organ tersebut merupakan bahan sisa dari proses metabolisme (Dhona, 2020).

Ekskresi bertujuan untuk mempertahankan homeostasis fisiologis melalui eliminasi atau pengeluaran zat yang berpotensi membahayakan. Ekskresi adalah proses pengekskresian zat sisa metabolisme dari tubuh yang tidak digunakan lagi, antara CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, zat warna empedu dan asam urat. Ekskresi juga dapat diartikan sebagai proses

pembuangan zat sisa metabolisme dan zat sisa lainnya. Ekskresi merupakan proses yang ada pada semua bentuk kehidupan. Pada organisme uniseluler, zat sisa dikeluarkan secara langsung melalui permukaan sel. Sisa metabolisme yang mengandung nitrogen adalah amonia (NH<sub>3</sub>), urea dan asam urat (Slamet, 2017).

Zat sisa metabolisme yang harus diekskresikan diantaranya adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), urea, air (H<sub>2</sub>O), amonia (NH<sub>3</sub>), kelebihan vitamin, dan pigmen empedu. Beberapa alat pengeluaran pada manusia diantaranya berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati. Ginjal merupakan alat ekskresi utama bagi tubuh. Ginjal berfungsi untuk mengeluarkan air, amonia, dan zat warna pada empedu. Urin merupakan contoh penyaringan oleh ginjal. Kulit berperan sebagai alat yang mengeluarkan air dan garam. Paru-paru bertanggung jawab untuk mengeluarkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (dalam bentuk uap air). Hati berperan dalam menghasilkan pigmen warna empedu hasil perombakan dari sel darah (Manangin *et al*, 2022).

Sistem ekskresi merujuk sebagai suatu sistem pembuangan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh yang tidak berguna lagi dalam tubuh, misalnya mengeluarkan CO<sub>2</sub>, saat bernafas, berkeringat, dan buang air kecil (urine). Sistem ekskresi berperan dalam membantu memelihara homeostasis melalui tiga cara, yaitu melakukan osmoregulasi, mengekskresikan zat sisa metabolisme, dan mengatur konsentrasi sebagian komponen cairan tubuh. Zat sisa metabolisme adalah hasil pembongkaran zat makanan yang bermolekul kompleks. Zat sisa yang dikeluarkan karena tidak berguna lagi bagi tubuh antara lain, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NHS, zat pigmen warna empedu, dan asam urat. Makhluk memiliki alat ekskresi yang berbeda-beda dan sangat kompleks (Yulitasari, 2020).

Banyak dari hewan invertebrata dan vertebrata mengekskresikan urea dan hewan-hewan tersebut dapat disebut ureotelik. Urea mudah larut dalam air dan dikeluarkan dalam bentuk cairan yang disebut urine. Pada burung, reptil, keong darat, dan serangga asam urat yang dikeluarkan dengan bentuk padat bersama kotoran. Air dalam urine pada hewan tersebut telah diserap oleh tubuh. Namun, cara hidup dan habitat berperan penting pada proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang mengandung nitrogen (Ningrum, 2023).

### **Sistem Ekskresi Hewan Invertebrata**

Invertebrata merupakan kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang. Kurang lebih sebanyak 95% jenis hewan invertebrata yang diketahui. Hewan invertebrata hidup di hampir setiap habitat di bumi, mulai dari perairan yang dihasilkan oleh gelembung hidrotermal laut dalam hingga tanah beku dan berbatu di Antartika. Hewan yang tidak bertulang belakang merupakan hewan yang sangat mudah beradaptasi, mulai dari spesies yang hanya terdiri dari sel datar berlapis ganda hingga spesies yang memiliki kelenjar berputar, duri berputar, puluhan duri, atau tentakel yang ditutupi oleh penghisap, menghasilkan berbagai bentuk (Rahmadina, 2021).

Sistem ekskresi pada hewan invertebrata menghasilkan urin melalui dua proses utama yaitu filtrasi cairan tubuh dan penyulingan larutan cair yang dihasilkan dari filtrasi itu. Sistem ekskresi pada hewan invertebrata sangat berbeda dengan sistem ekskresi pada hewan vertebrata. Meskipun berbeda secara fungsional tetap mengeluarkan urin dari filtrat zat-zat terlarut didalam tubuh yang tidak terpakai lagi, melalui anus ataupun kloaka dan rektum. Sistem ekskresi pada hewan invertebrata menghasilkan urin dengan melalui dua proses utama yaitu penyaringan cairan tubuh dan penyulingan larutan hasil penyaringan tersebut. Sistem ekskresi berkontribusi terhadap homeostasis melalui tiga cara diantaranya osmoregulasi, pembuangan sisa metabolisme, dan pengaturan konsentrasi sebagian besar komponen cairan tubuh (Zalukhu *et al*, 2022).

Sistem ekskresi juga mengatur komposisi kimia cairan tubuh dengan membuang sisa metabolisme dan mempertahankan jumlah air, garam, dan nutrisi yang tepat. Struktur ekskresi invertebrata diklasifikasikan menurut variasi struktur morfologinya menjadi tiga jenis termasuk vakuola kontraktil pada protozoa, nefridia (sistem sel api) pada sebagian besar hewan invertebrata dan tubulus Malpighi (ginjal arthropoda) pada serangga (Rahmadina, 2021).

Struktur ekskresi invertebrata terdiri dari (1) vakuola kontraktil; Vakuola kontraktil yang ditemukan pada protozoa tidak dianggap sebagai organ ekskresi yang sebenarnya karena limbah amonia dan nitrogen meninggalkan sel melalui difusi, tetapi vakuola kontraktil menjaga keseimbangan air dan garam. Vakuola ini bergerak beberapa saat di dalam sitoplasma hingga mencapai ukuran tertentu, kemudian menembus membran sel dan mengeluarkan isinya ke lingkungan melalui pori-pori kecil pada membran sel. Air akan diisi ulang segera setelah Anda mengeringkannya. (2) Ginjal (sistem sel api): Pada kebanyakan invertebrata, alat ekskresi disebut ginjal atau tubulus ginjal. (3) Tubulus Malpighi (ginjal artropoda): Serangga mempunyai sistem ekskresi khusus yang terdiri dari tubulus Malpighi dan kelenjar rektal. Tubulus Malpighi tipis, halus, berliku-liku dan buta, tidak memiliki suplai darah dan konsentrasi kalium yang tinggi di dalam tubulus menyebabkan cairan tersedot ke dalam tubulus secara osmosis, dan kemudian cairan tersebut mengalir kembali ke dalam tubuh, mengakibatkan urin diserap kembali oleh tubulus. Kelenjar rektal, limbah nitrogen, sebaliknya, mengalir ke usus serangga (Mahasen, 2016).

Sistem ekskresi serangga memiliki dua sistem organ yang berfungsi secara bersamaan. Tubulus Malpighi dan usus belakang memainkan peran penting dalam ekskresi dan homeostasis ionik dan osmotik. Selama lebih dari 350 tahun, kedua organ ini telah membuat para ahli biologi terpesona sebagai model struktur dan fungsi organ. Tubulus Malpighi adalah model yang sangat baik untuk mempelajari transportasi cairan yang cepat, kontrol neuroendokrin pada fungsi ginjal, dan memodelkan berbagai penyakit ginjal manusia seperti batu ginjal. Di sisi lain, usus belakang adalah model yang sangat baik untuk proses seperti peran kiralitas sel dalam perkembangan. Memulihkan kerusakan sel induk, proses karsinogenik, dan komunikasi antara usus dan sistem saraf (Cohen *et al*, 2020).

Menurut Ngarofah (2020), Sistem ekskresi pada hewan invertebrata lebih sederhana dibandingkan dengan hewan vertebrata. Berikut ini uraian mengenai sistem ekskresi pada beberapa hewan invertebrata:

1. Organ sistem ekskresi makhluk hidup satu sel (protozoa), organisme uniseluler mengekskresikan zat sisa metabolismenya melalui difusi. Karbondioksida yang dihasilkan oleh proses respirasi seluler dikeluarkan melalui difusi. Cara alternatif lainnya adalah dengan membentuk vakuola yang mengandung zat sisa metabolisme.
2. Organ sistem ekskresi planaria, organ ekskresi yang paling sederhana dapat ditemukan pada cacing pipih atau planaria. Alat ekskresi pada planaria dapat berupa jaringan berbentuk jaringan tubular yang bercabang dan disebut sebagai saluran protonefridia. Jaringan tubular tersebut dinamakan nefridiofor. Ujung dari cabang nefridiofor disebut sel api (*flame cell*).
3. Organ sistem ekskresi cacing tanah, moluska, dan beberapa hewan invertebrata lainnya mempunyai struktur ginjal lebih sederhana yang disebut nefridia. Struktur tersebut terdapat di setiap 96 segmen tubuhnya. Cairan tubuh cacing tanah yang memenuhi rongga tubuhnya, mengandung zat sisa metabolisme dan nutrisi
4. Organ sistem ekskresi serangga, sistem ekskresi pada serangga contohnya belalang adalah tubulus malpighi, badan malpighi berbentuk bulu tipis yang menempel pada ujung usus belalang bagian belakang dan berwarna kekuningan. Zat-zat sisa yang

dikeluarkan dari cairan tubuh (hemolimfa) melalui saluran malpighi di bagian ujung. Cairan tersebut masuk ke bagian proksimal kemudian masuk menuju ke usus belakang dan dikeluarkan bersama feses dalam bentuk kristal - kristal asam urat.

### **Sistem Ekskresi Hewan Vertebrata**

Vertebrata adalah golongan hewan yang memiliki tulang belakang. Sistem ekskresi pada vertebrata mencakup beberapa jenis ginjal. Diantaranya adalah pronefros, mesonefros dan metanefros. Pronefros adalah jenis ginjal yang berkembang selama tahap embrio atau larva. Pada tahap selanjutnya, ginjal pronefros digantikan oleh ginjal mesonefros. Seiring bertambahnya usia hewan, ginjal mesonefrik digantikan oleh ginjal metanefros. Pada mamalia, reptil dan burung, tipe ginjalnya adalah mesonefros. Namun setelah dewasa, mesonefros akan digantikan oleh metanefros. (Wen et al, 2022).

Ada tiga organ ekskresi berbeda yang terbentuk berturut-turut selama perkembangan ginjal vertebrata, yaitu rawan, mesonefros, dan metanefros. (1) Pronefros yaitu bagian yang paling primitif dan hanya ada sebagai ginjal fungsional pada beberapa ikan terendah dan disebut archinefros. (2) Mesonefros mewakili organ ekskresi fungsional Semua vertebrata memiliki ginjal seperti ginjal manusia, mereka amniota dan disebut sebagai opisthonefros. (3) Metanefros adalah organ ekskresi yang terletak paling caudal dan yang terakhir muncul, mewakili ginjal fungsional pada amniota (Mahasen, 2016).

Misalnya alat ekskresi pada vertebrata adalah ginjal. Ginjal ikan merupakan sepasang ginjal tunggal yang disebut mesonefros. Pada masa dewasa, ginjal mesonefrik berubah menjadi ginjal opisthonefrotik. Tubulus ginjal ikan telah dimodifikasi untuk bertindak sebagai tabung (saluran drainase) yang membawa sperma ke kloaka. Ikan memiliki bentuk ginjal yang berbeda-beda untuk beradaptasi dengan lingkungan hidupnya. Pada ikan air tawar, kondisi lingkungan yang hipotensi membuat jaringan ikan sangat rentan terhadap kelebihan air. Sistem saluran kemih atau ekskresi ikan meliputi mesonefros (ginjal), ureter yang timbul dari saluran mesonefrik, kandung kemih, dan sinus urogenital (Risa & Dwi, 2017).

Pada hewan vertebrata terdapat beberapa jenis ginjal. Diantaranya adalah pronotum, mesonefros dan metanefros. Pronotum adalah jenis ginjal yang berkembang pada tahap embrio atau larva. Pada tahap selanjutnya, ginjal pronotum digantikan oleh ginjal mesonefros. Seiring bertambahnya usia hewan, ginjal mesonefros digantikan oleh ginjal metanefros. Pada mamalia, reptil dan burung, ginjal adalah mesonefros. Namun setelah dewasa, mesonefros akan digantikan oleh metanefros. Sedangkan jenis ginjal pada reptil adalah metanefros (Wen et al, 2022).

Pada masa embrio, reptil mempunyai ginjal berbentuk pronotum, kemudian setelah dewasa berubah menjadi mesonefros dan kemudian metanefros. Produk ekskresi pada reptil adalah asam urat. Burung mempunyai ginjal tipe metanefros. Burung tidak memiliki kandung kemih, sehingga urin dan fesesnya bercampur dan keluar melalui kloaka (Nisfatun, N., dkk, 2020). Urine burung dikeluarkan sebagai asam urat. Metabolisme burung sangat cepat. Dengan demikian, sistem ekskresi juga harus mempunyai dinamika yang sangat tinggi. Peningkatan efisiensi ini terlihat dari jumlah nefron pada ginjal burung. Dalam 1 mm<sup>3</sup> ginjal burung terdapat 100 hingga 500 nefron (Ngarofah, 2020).

Menurut Shendika dan Nailufar (2020), Ginjal merupakan unit ekskresi pada vertebrata tingkat tinggi, namun fungsi utamanya pada hewan tingkat rendah seperti ikan adalah pengaturan osmotik. Tubulus ginjal dan sistem reproduksi berhubungan erat, itulah sebabnya banyak ahli mempelajari kedua sistem ini sebagai satu sistem urogenital (uro berarti urin) (Fasaila dan Hani, 2020).

Salah satu contoh ekskresi pada hewan darat yaitu pada mamalia. Pada mamalia, paru-paru adalah satu-satunya organ yang mengeluarkan CO<sub>2</sub>. Air yang dikeluarkan oleh

paru-paru berasal dari aktivitas metabolisme, yaitu produk limbah dari proses pernapasan. Hati merupakan salah satu organ tubuh yang memiliki banyak peran penting. Hati melakukan dua peran penting: menyimpan zat makanan dan memecah serta menghilangkan produk limbah yang tidak dibutuhkan tubuh (Handayani et al, 2021). Peran terpenting hati sebagai organ ekskresi adalah pembentukan limbah nitrogen melalui deaminasi asam amino. Pada mamalia, ginjal juga merupakan organ utama yang menunjukkan proses ekskresi tempat ia dikeluarkan. Sisa metabolisme yang mengandung nitrogen misalnya amonia (Fasaila dan Hani, 2020)

Amonia dihasilkan dari pemecahan protein dan berbagai garam, melalui deaminasi atau pemecahan mikroba di usus. Selain itu, ginjal juga berfungsi menghilangkan zat berlebih, seperti vitamin yang larut dalam air, sehingga menjaga cairan ekstraseluler. Menghilangkan kelebihan air dan menjaga keseimbangan asam dan basa. Ekskresi melalui ginjal adalah urin (Suheri dkk, 2021). Ikan memiliki sistem ekskresi berupa ginjal dan lubang ekskresi yang disebut urogenital. Lubang genital merupakan bukaan ginjal dan saluran genital yang terletak tepat di belakang anus. Ginjal ikan yang hidup di air tawar dilengkapi dengan glomerulus yang lebih banyak. Sedangkan ikan yang hidup di air laut memiliki glomerulus yang sedikit sehingga proses penyaringan sisa metabolismenya lambat (Risa & Dwi 2017).

## **METODE**

Studi literatur ini menggunakan metode kajian literatur atau literatur review. Metode literatur review juga dikenal dengan istilah SLR (Systematic Literature Review). Melalui metode literatur review, peneliti dapat melakukan review juga dapat melakukan kegiatan identifikasi terhadap jurnal-jurnal yang ditemukan. Kajian literature review ini, mengidentifikasi sistem ekskresi pada hewan vertebrata dan invertebrata melalui jurnal-jurnal yang ditemukan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menurut Fasaila dan Hani (2020), sistem ekskresi merupakan salah satu sistem yang terlibat dalam kehidupan sehari-hari. Sifat fisik sistem ekskresi bersifat, prosesnya tidak terlihat dan saling berhubungan. Hal ini sesuai dengan Slamet (2017) yang mengungkapkan karakteristik materi fisiologi hewan cukup kompleks serta memuat banyak konsep abstrak dan melibatkan berbagai mekanisme kerja sistem organ. Organ ekskresi pada hewan invertebrata dan vertebrata sangat berbeda hal ini dapat dilihat pada tabel 1.

Struktur histologi ginjal pada hewan vertebrata misalnya, Pada ikan tersusun atas nefron, setiap nefron tersusun atas banyak ruas dengan struktur dan fungsi tertentu seperti glomerulus yang mempunyai fungsi ultrafiltrasi plasma yang terbentuk dari darah. Filtrat ini kemudian memasuki tubulus ginjal dan diubah menjadi urin. Tubulus ginjal ikan bentuknya kurang jelas sehingga sulit diidentifikasi, termasuk tubulus proksimal dan distal. Pada tubulus proksimal terdapat sel epitel kuboid berlapis tunggal dengan batas sikat, pewarnaan menunjukkan adanya sitoplasma gelap, berubah warna, dan inti bulat. Tubulus distal tidak memiliki batas sikat dan sitoplasma pucat (Wahyuni, 2017).

**Tabel 1 Perbedaan Sistem Ekskresi Pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata**

| <b>Keterangan</b>    | <b>Hewan Vertebrata</b>                        | <b>Hewan Invertebrata</b>                                    |
|----------------------|--|--|
| Organ Ekskresi Utama | Ginjal (pronefros, mesonefros, dan metanefros) | Vakuola kontraktif, Nefridia (sel api), dan Tubulus malphigi |

| Keterangan     | Hewan Vertebrata                           | Hewan Invertebrata                                    |
|----------------|--|---|
| Hasil Ekskresi | Urin, Nitrogen (amonia).                   | Amonia, asam urat, urea                               |
| Hewan          | Pisces, Amphibi, Reptil, Aves, dan Mamalia | Serangga, Cacing tanah, Mollusca, Protozoa, Planaria, |

Sumber: Risa & Dwi, 2017; Wahyuni, 2017; dan Suheri dkk, 2021.

**Tabel 2 Fungsi Organ Ekskresi Pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata**

| Organ              | Hewan Vertebrata   | Hewan Invertebrata  |
|--------------------|--|---|
| Ginjal             | Menjaga cairan ekstraseluler, menjaga keseimbangan asam dan basa, untuk menyaring darah. | -   |
| Hati               | Menghasilkan zat warna empedu yang merupakan hasil perombakan sel darah                  | -   |
| Paru - paru        | Mengeluarkan CO <sub>2</sub>   | -   |
| Vakuola kontraktil | -  | Menjaga keseimbangan air dan garam                                      |
| Nefridia (sel api) | -  | Mengeluarkan produk sisa metabolisme dari tubuh hewan.                  |
| Tubulus malphigi   | -  | Pada serangga berperan dalam ekskresi dan homeostasis ionik dan osmotik |
| Kulit              | Mengeluarkan air dan garam-garaman   | -   |

Sumber: Fasaila dan Hani, 2020; Yulitasari, 2020; Slamet, 2017; dan Wen., et al, 2022.

Ekskresi adalah proses yang terjadi pada semua organisme hidup. Produk sisa metabolisme yang mengandung nitrogen adalah amonia (NH<sub>3</sub>), urea, dan asam urat. Zat ini dihasilkan oleh pemecahan protein, purin, dan pirimidin. Amonia diproduksi selama proses deaminasi asam amino. Amonia adalah zat yang sangat beracun yang merusak sel. Bagi hewan yang hidup di darat, penumpukan amonia di dalam tubuh menimbulkan masalah kelangsungan hidup. Oleh karena itu, pada hewan yang hidup di darat, amonia segera diubah di hati menjadi senyawa yang tidak terlalu berbahaya bagi tubuh, yaitu berupa urea dan asam urat (Risa & Dwi, 2017).

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 1 dari studi literatur didapatkan bahwa sistem ekskresi vertebrata terdiri dari ginjal, paru-paru, kulit, dan hati. Ginjal menghasilkan urin. Urine dikeluarkan melalui kandung kemih ke kloaka. Sistem ekskresi invertebrata sangat berbeda dengan vertebrata. Meski berbeda fungsinya, mereka tetap mengeluarkan urin dari filtrat zat-zat terlarut dalam tubuh yang sudah tidak terpakai lagi, melalui anus atau kloaka dan rektum. Invertebrata tidak memiliki ginjal yang terstruktur sempurna seperti vertebrata. Umumnya sistem ekskresi invertebrata sangat sederhana, namun sistem ini

berbeda antara satu invertebrata dengan invertebrata lainnya. Alat ekskresi invertebrata umumnya berupa tubulus malpighi, saluran nefritik, dan pirokista.

Hewan vertebrata mempunyai beberapa tipe ginjal, diantaranya adalah pronefros, mesonefros, dan metanefros. Pronefros merupakan organ ekskresi paling awal yang terbentuk pada embrio vertebrata, Metanefros merupakan organ ekskresi yang menggantikan pronefros pada tahap perkembangan embrio selanjutnya, dan Metanefros merupakan ginjal permanen pada vertebrata dewasa dan merupakan organ ekskresi yang paling berkembang dan kompleks dari ketiga tahap ginjal pada hewan vertebrata. Pada hewan invertebrata terdapat ginjal yang terbuat dari tubulus malpighi (ginjal arthropoda). Hal ini berkaitan dengan Mahasen (2016) yang menyatakan bahwa serangga memiliki sistem ekskresi khusus yang terbentuk dari tubulus Malpighi dan kelenjar rektal.

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 2 diperoleh bahwa hewan vertebrata memiliki ginjal sebagai organ ekskresi utama. Ginjal menyaring darah dan membuang produk sisa nitrogen dalam bentuk urine. Invertebrata mempunyai alat ekskresi yang berbeda-beda tergantung pada filumnya. Invertebrata tidak memiliki ginjal yang terstruktur sempurna seperti vertebrata. Umumnya sistem ekskresi invertebrata sangat sederhana, namun sistem ini berbeda antara satu invertebrata dengan invertebrata lainnya.

Menurut Mayangsari *et al* (2015), Invertebrata tidak mempunyai sistem ekskresi. Namun, produk sisa metabolisme harus dikeluarkan dari tubuh organisme. Ekskresi adalah proses pembuangan produk limbah metabolisme dalam bentuk cair atau gas. Produk limbah tersebut adalah urin (ginjal), keringat (kulit), empedu (hati), dan CO<sub>2</sub> (paru-paru). Zat-zat ini harus dikeluarkan dari tubuh. Jika tidak dihilangkan, dapat membingungkan dan bahkan meracuni tubuh. Oleh karena itu, invertebrata memiliki alat dan metode eliminasi sendiri. Alat ekskresi terpenting pada vertebrata adalah ginjal.

Alat ekskresi pada hewan vertebrata dan invertebrata mempunyai peran utama dalam mengeluarkan produk sisa metabolisme dari dalam tubuh. Organ ekskresi membantu mengatur keseimbangan air dan elektrolit (seperti natrium dan kalium) dalam tubuh. Hal ini penting untuk menjaga fungsi tubuh tetap optimal. Ginjal merupakan komponen utama sistem saluran kemih. Posisi ginjal kiri lebih tinggi dibandingkan posisi ginjal kanan. Ini karena terdapat hati yang besar di atas ginjal kanan. Bentuk ginjalnya menyerupai biji kacang ungu, panjangnya sekitar 10 sentimeter, dan beratnya sekitar 200 gram. Ginjal ditutupi oleh semacam selaput tipis yang disebut “kapsul”. Paru-paru juga berperan sebagai alat ekskresi karena mengeluarkan gas CO<sub>2</sub> dan uap air. Fungsi paru-paru adalah untuk menukar oksigen dan karbon dioksida yang tidak diperlukan. Hati adalah organ ekskresi yang mengeluarkan urea dan amonia. Hati menghasilkan empedu. Empedu diproduksi ketika sel darah merah dihancurkan. Alat ekskresi pada hewan vertebrata dan invertebrata mempunyai fungsi penting dalam menjaga kesehatan tubuh (Manangin *et al*, 2022).

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan studi literatur yang telah direview, diperoleh bahwa Sistem ekskresi hewan tingkat rendah biasanya disesuaikan dengan habitatnya. Berbagai habitat tempat tinggal hewan, termasuk habitat laut, air tawar, dan darat. Berbagai organ ekskresi telah dikembangkan untuk membuang produk sisa metabolisme dan mengatur keseimbangan air dan ion tubuh. Hewan tingkat rendah tidak memiliki ginjal yang terstruktur sempurna seperti vertebrata. Secara umum, sistem ekskresi hewan tingkat rendah sangat sederhana, tetapi bervariasi antara invertebrata dan invertebrata lainnya. Alat ekskresinya berupa tubulus Malpighi, saluran ginjal, dan pirokista. Ginjal adalah struktur ekskresi khusus yang umum ditemukan pada invertebrata. Sedangkan sistem ekskresi vertebrata terdiri dari ginjal, paru-paru, kulit, dan hati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, E., Jessica K. Sawyer., Nora G. Peterson., Julian A. T. Dow., & Donald T. Fox. (2020). Physiology, Development, and Disease Modeling in the Drosophila Excretory System. *Genetics*, 214.
- Dhona, R. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Class-Wide Peer Tutoring (CWPT) Dengan Permainan Jeopardy Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Kelas VIII SMPN 1 Sungayang. Skripsi. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Batusangkar.
- Delfita, R. (2019). Fisiologi Hewan komparatif. Prenada Media Group: Jakarta.
- Fasaila Nadif Widyati., & Hani Irawati. (2020). Studi Literatur: Peningkatan Oral Activity dan Hasil Belajar Kognitif Melalui Penerapan Model Pembelajaran Search, Solve, Create And Share (SSCS) Materi Sistem Ekskresi Pada Manusia. *Jurnal Pendidikan IPA Vol. 9, No. 2*.
- Handayani, Darmayani, Satya, Nendissa, Sandriana Juliana, Hasibuan, Anggi Khairina Hanum, Dimenta, Rivo Hasper, Indarjani, Hetharia, Charliany, Duhita, Maharani Retna, Arwin Arif, Muh. Sri Yusal, Sianturi, Buala Junaedi, Ulinniam, Latumahina, Fransina. S. (2021). Fisiologi Hewan. Bandung Jawa Barat: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Mahasen, L. M. A. (2016). Evolution of The Kidney. *Anatomy Physiology and Biochemistry International Journal*, 1(1), 16-17.
- Manangin, Abdul Rohim., Desliana, Mamonto., & Besse, Nahdiah Sulrahma. (2022). Sistem Ekskresi Pada Manusia. Makalah Biologi.
- Mayangsari, P. W., & Suratno, Bevo Wahono. (2015). Pengaruh Strategi Pembelajaran MURDER (Mood, Understand, Recall, Digest, Expand, Review) Berbasis Media Interaktif Flash terhadap Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognisi dan Pencapaian Hasil Belajar Siswa (Mata Pelajaran Biologi Kelas XI Materi Sistem Ekskresi). *Jurnal Edukasi Uned, Vol II (2)*.
- Ngarofah, L. (2020). Modul Pembelajaran Fisiologi Hewan. Lampung: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
- Ningrum, N. A. (2023). Diktat Fisiologi Hewan. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Nisfatun, N., Bachtiar, Syaiful Bachri. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Materi Sistem Ekskresi Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Dawarblandong Mojokerto. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(2); 14-16.
- Rahmadina. (2021). Taksonomi Hewan Invertebrata Berbasis Riset. Deepublish : Yogyakarta.
- Risa, purnamasari., & Dwi, rukma santi. 2017. *Fisiologi Hewan*. Program Studi Arsitektur UIN Sunan Ampel : Surabaya.
- Shendika, V., & Nailufar, Y. (2020). *Kerusakan Organ Sistem Ekskresi Pada Tikus Dengan Pemberian Formalin Sebagai Zat Toksik*. Skripsi. Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.
- Slamet, A. (2017). Pengembangan Prototipe Courseware Sistem Ekskresi dan Osmoregulasi pada Mata Kuliah Fisiologi Hewan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ipa*.
- Suheri. A., M Rizky Khobir., & Sri Widaningsih. (2021). Perancangan Aplikasi Peranti Bergerak Diagnosa Penyakit Sistem Ekskresi. *Journal of practical computer science*. Vol. 1(2)
- Wahyuni, Azani., Zainuddin., & Erdiansyah, Rahmi. (2017). Gambaran Histologis Sistem Urinaria Ikan Gabus (*Channa striata*). *JIMVET*. 01(4)
- Wen, Z., Zhang, Yue., Feng, Jiajun., Aimulajiang, Kalibixiati., Aleem, Muhammad Tahir., Mingmin, Lu., Lixin, Xu., Xiaokai, Song., Xiangrui, Li., & Yan, Ruofeng. (2022). Excretory/secretory proteins inhibit host immune responses by downregulating the TLR4/NF- $\kappa$ B/MAPKs signaling pathway: A possible mechanism of immune evasion in parasitic nematode *Haemonchus contortus*. *Frontiers*.
- Yulitasari, N. (2020). *Modul Taksonomi Invertebrata*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Zalukhu, J. J., Desman Telaumbanua., & Dalifati Ziliwu. (2022). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Website Pada Materi Sistem Ekskresi Pada Manusia. *Jurnal Pendidikan*, 1(2): 23-26.