



www.esaunggul.ac.id

Osmoregulasi Pada Hewan

Dr.Henny Saraswati, S.Si, M,Biomed

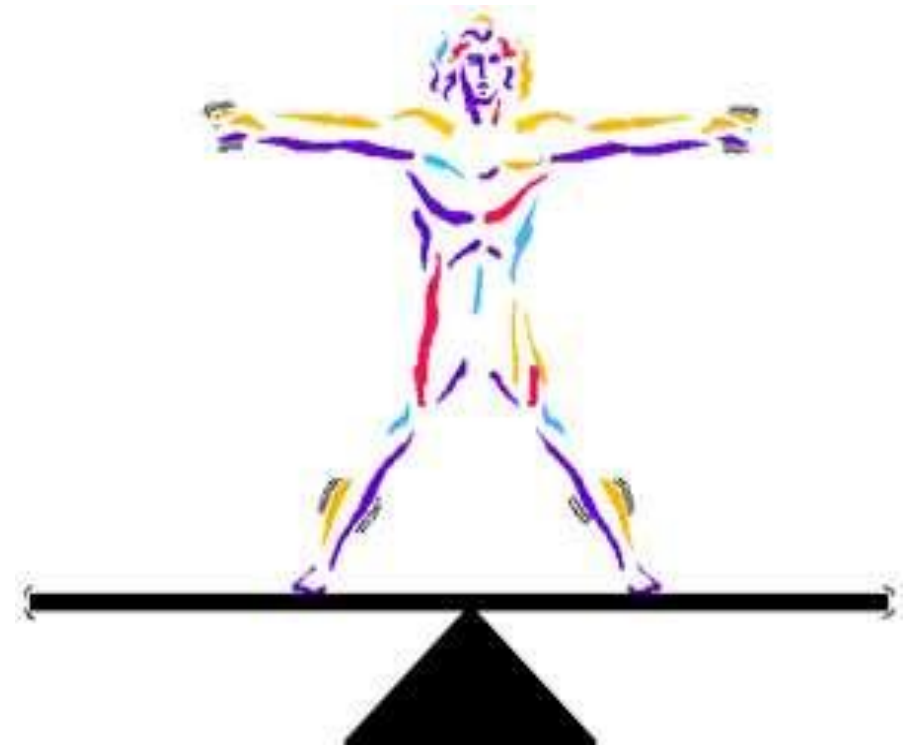
Kemampuan Akhir yang Diharapkan

- Mahasiswa dapat menjelaskan mekanisme osmoregulasi pada hewan baik pada hewan tingkat tinggi maupun rendah



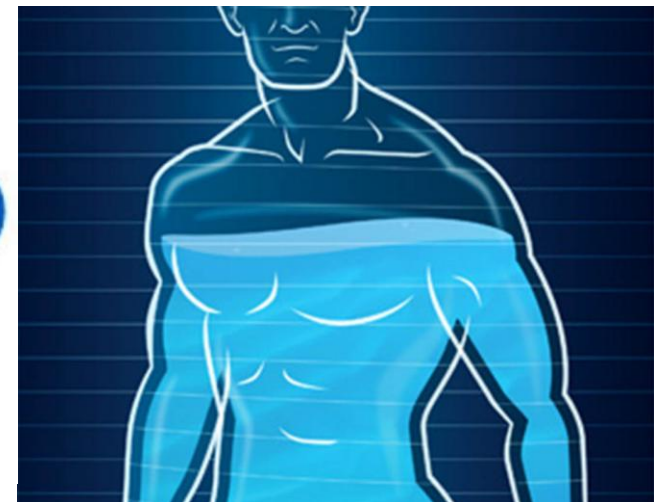
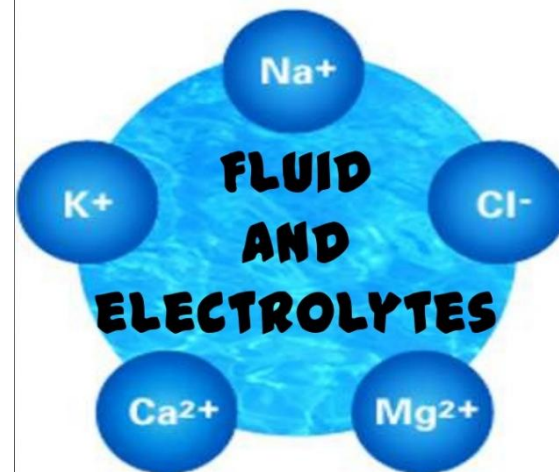
Homeostasis??

- Keseimbangan antara kondisi di dalam tubuh organisme dibandingkan dengan kondisi lingkungan di sekitar organisme tersebut
- Hal ini penting untuk keberlangsungan hidup organisme bersangkutan
- Kemampuan menjaga homeostasis adalah salah satu ciri makhluk hidup



Kondisi apa saja yang harus dijaga untuk mempertahankan homeostasis

- Suhu tubuh
- Kadar glukosa darah
- Elektrolit dalam tubuh
- Air dalam tubuh

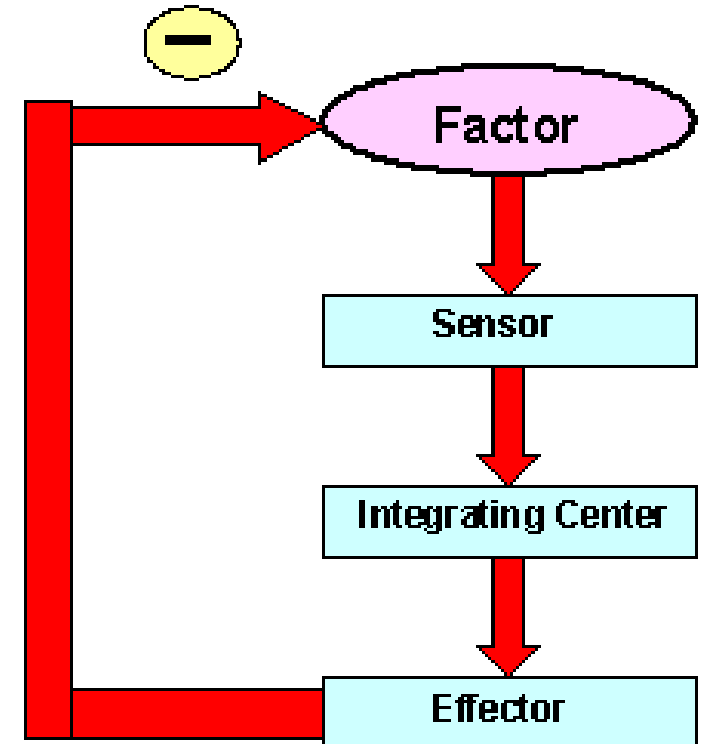


Mekanisme Umpan Balik Negatif dan Positif

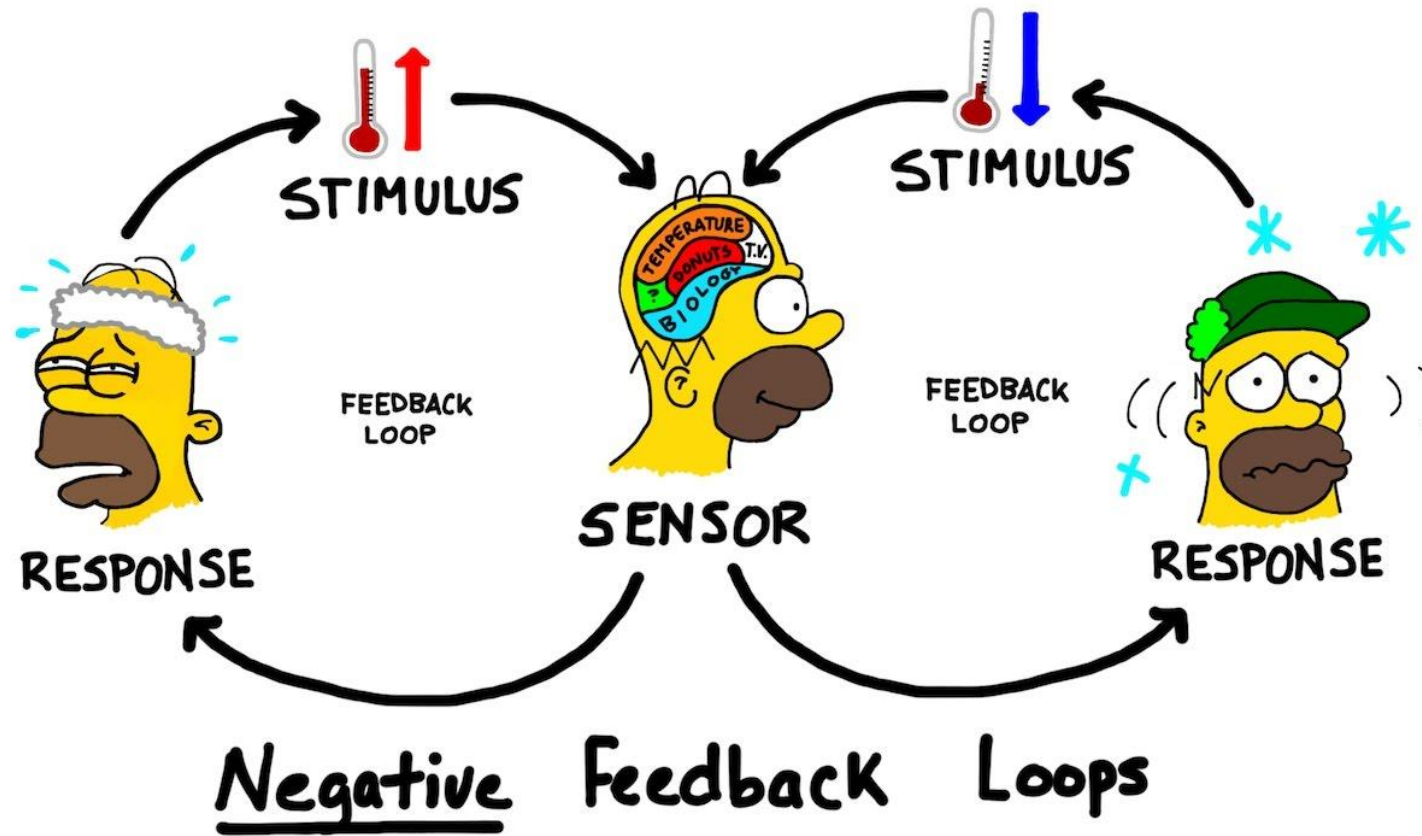
- Dalam menjaga homeostasis, terjadi **umpan balik negatif dan positif**
- **Umpan balik negatif** → proses yang terjadi akan mengakibatkan respon yang berkebalikan dari respon sebelumnya
- **Umpan balik positif** → proses yang responnya akan melipatkandakan respon sebelumnya

Umpan Balik Negatif

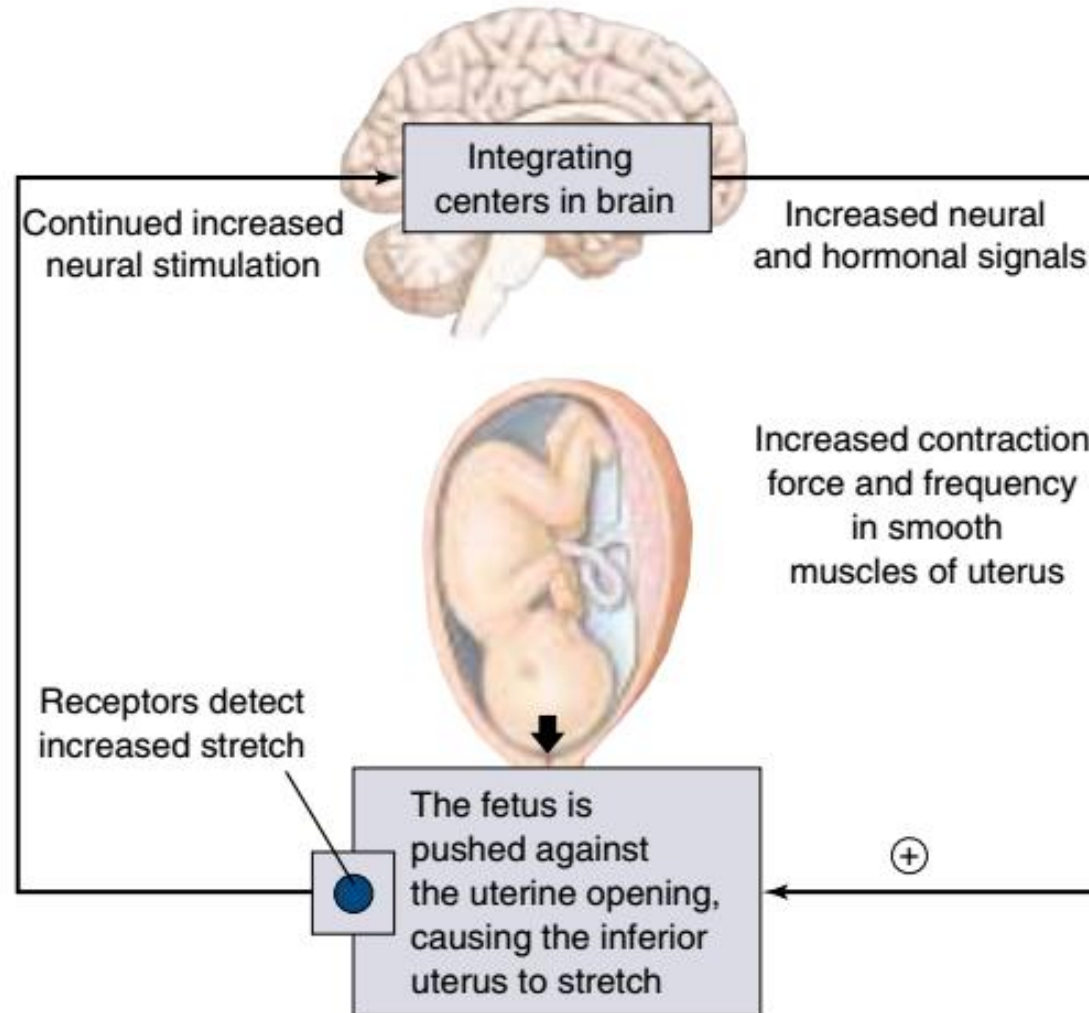
- Suatu *keadaan (factor)* akan diterima oleh sensor, kemudian diteruskan ke *integrating center (otak)* untuk menghasilkan respon (*effector*) yang akan menurunkan *factor*



Umpan balik negatif pada respon terhadap suhu lingkungan



Umpan balik positif pada proses kelahiran bayi

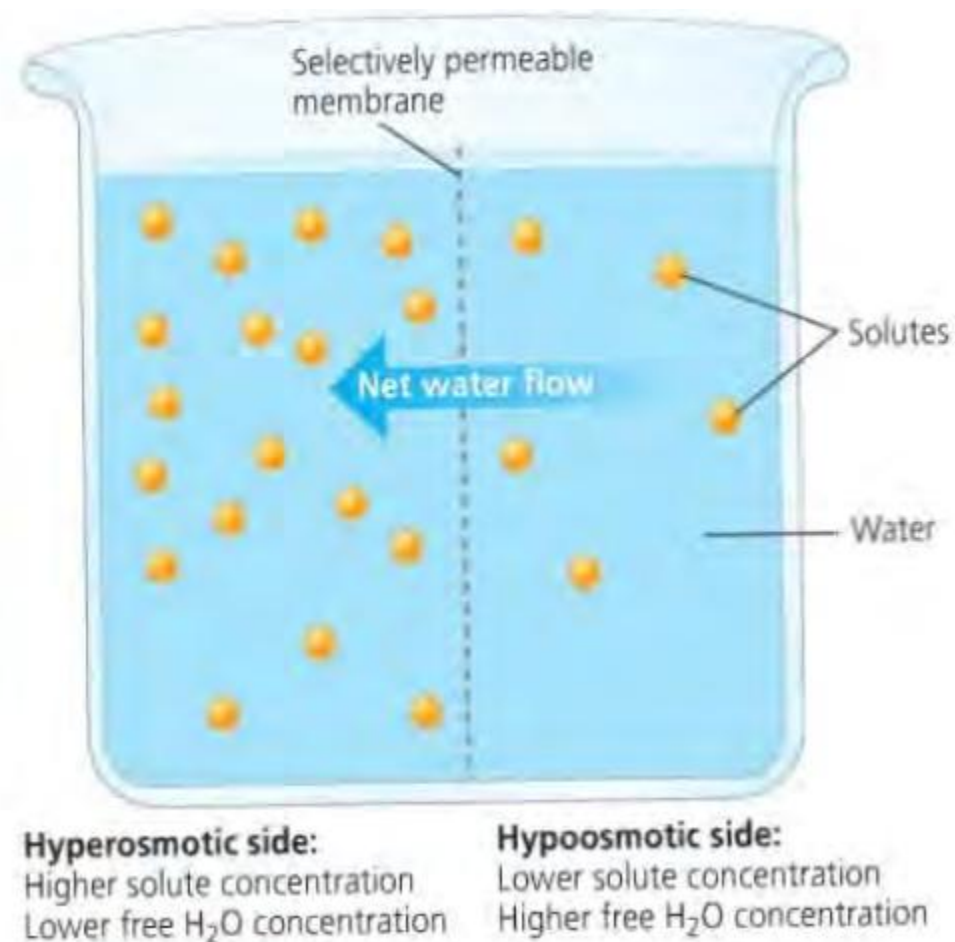


Osmoregulasi

- Adalah suatu proses pengaturan jumlah air dan elektrolit yang ada pada tubuh organisme dengan lingkungan (homeostasis)
- Hal ini dilakukan dengan beberapa mekanisme, tergantung tingkatan hewan dan habitat hidupnya

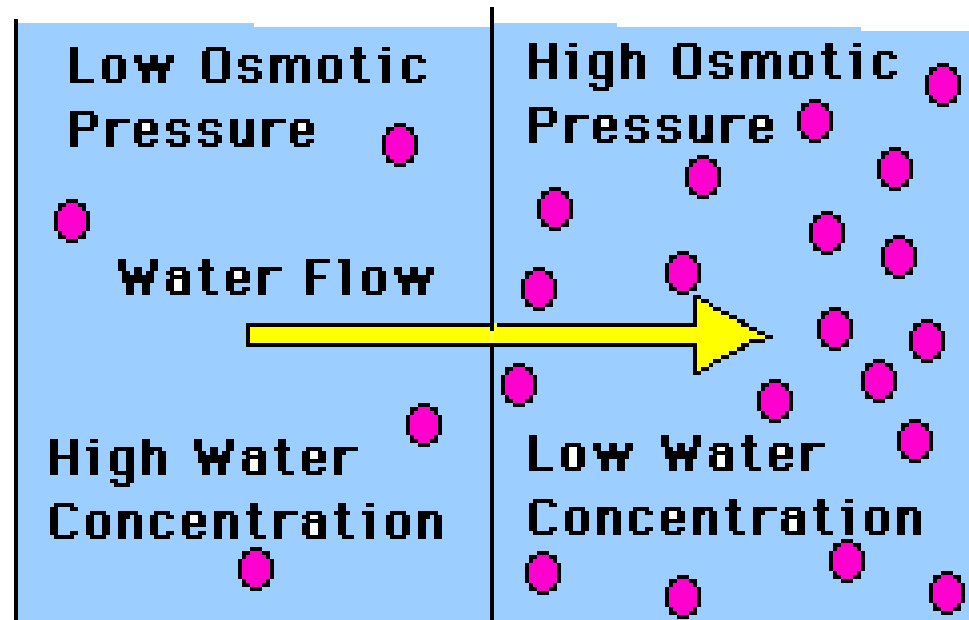
Beberapa istilah dalam osmoregulasi

- **Osmosis** : ??
- **Osmolalitas** : jumlah mol zat terlarut per kilogram air
 - Dua cairan yang memiliki **osmolalitas sama** disebut larutan **isosmotik/isotonik**
 - Salah satu cairan memiliki **osmolalitas lebih tinggi** dibandingkan dengan yang lain disebut larutan yang **hiperosmotik/hipertonik**
 - Salah satu cairan memiliki **osmolalitas lebih rendah** dibandingkan dengan yang lain disebut larutan yang **hiposmotik/hipotonik**



Beberapa istilah dalam osmoregulator

- **Tekanan osmotik** : kecenderungan suatu larutan untuk mendapatkan air melalui proses osmosis
 - Larutan hipertonik memiliki tekanan osmotik yang tinggi
 - Larutan hipotonik memiliki tekanan osmotik yang rendah



Cara hewan melakukan osmoregulasi

- Yaitu dengan mekanisme **osmokonformer** dan **osmoregulator**
- **Osmokonformer** → menjaga agar kondisi cairan tubuh selalu isosmotik dibandingkan dengan cairan lingkungan

Contoh hewan osmokonformer adalah ikan-ikan laut

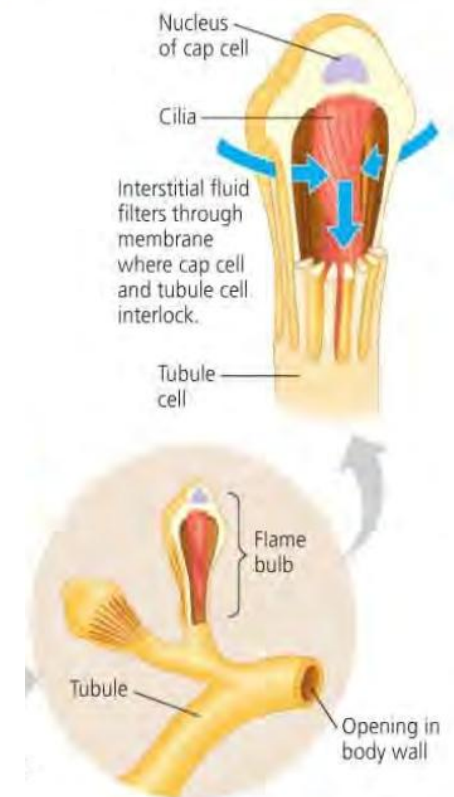
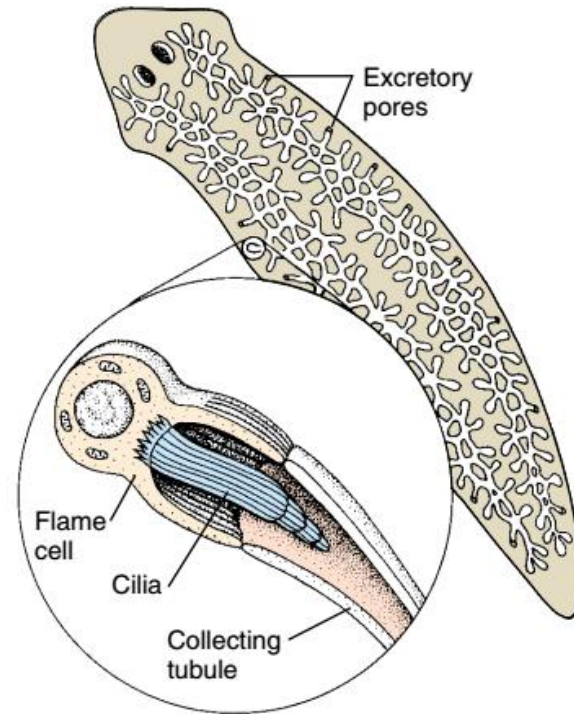
- **Osmoregulator** → menjaga kondisi cairan tubuh secara konstan, tidak dipengaruhi oleh kondisi cairan lingkungan

Contoh hewan osmoregulator adalah mamalia, ikan air tawar → (sebagian besar hewan)

Organ-organ untuk Osmoregulasi pada hewan Invertebrata

Pada cacing pipih

- Organ osmoregulasinya adalah **protonefridia**
- Organ ini akan membentuk percabangan diseluruh tubuh dan terbuka ke lingkungan eksternal
- Pada protonefridia terdapat bentukan yang dinamakan *flame bulb*
- Silia pada *flame bulb* akan mendorong cairan tubuh masuk ke dalam *flame bulb* kemudian dikeluarkan ke luar tubuh melalui tubula
- Protonefridia juga terdapat pada **rotifer, beberapa anelida, larva moluska dan lancelet**

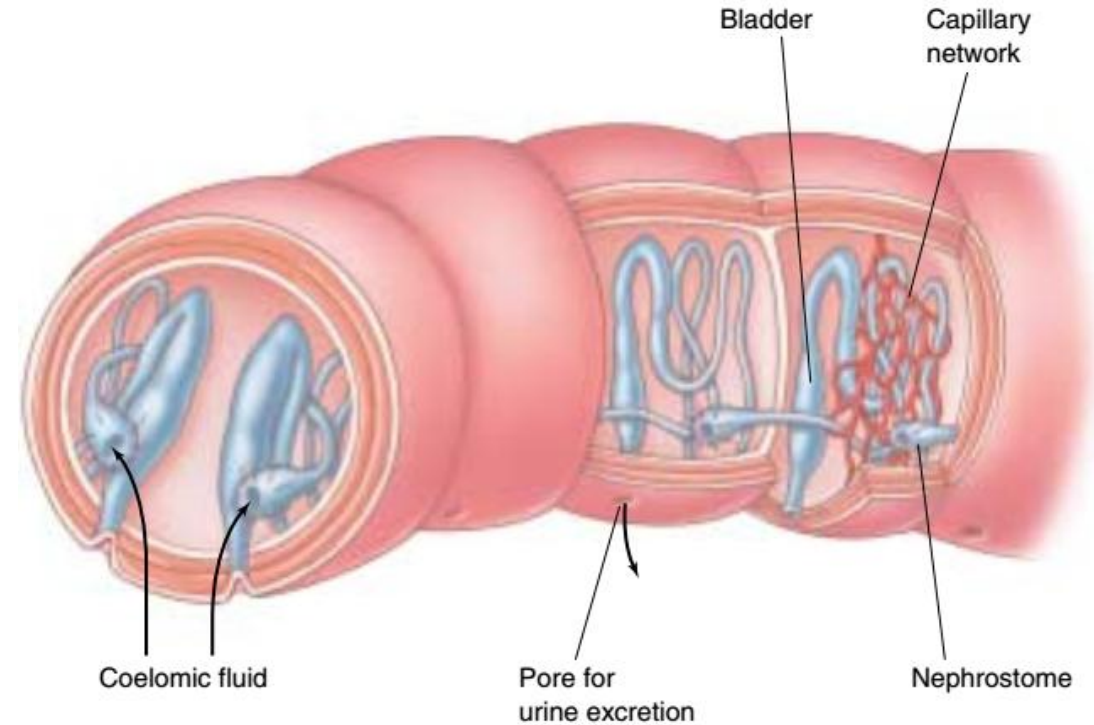


Pada cacing pipih

- Fungsi protonefridia akan bergantung dari habitat cacing pipih
 - Cacing pipih yang hidup di perairan tawar akan mengeluarkan cairan dengan konsentrasi zat terlarut yang rendah (encer) → **osmoregulasi**
 - Cacing pipih yang hidup sebagai parasit akan mengeluarkan cairan yang merupakan limbah/sampah yang tidak diperlukan oleh tubuh → **pembuangan limbah**

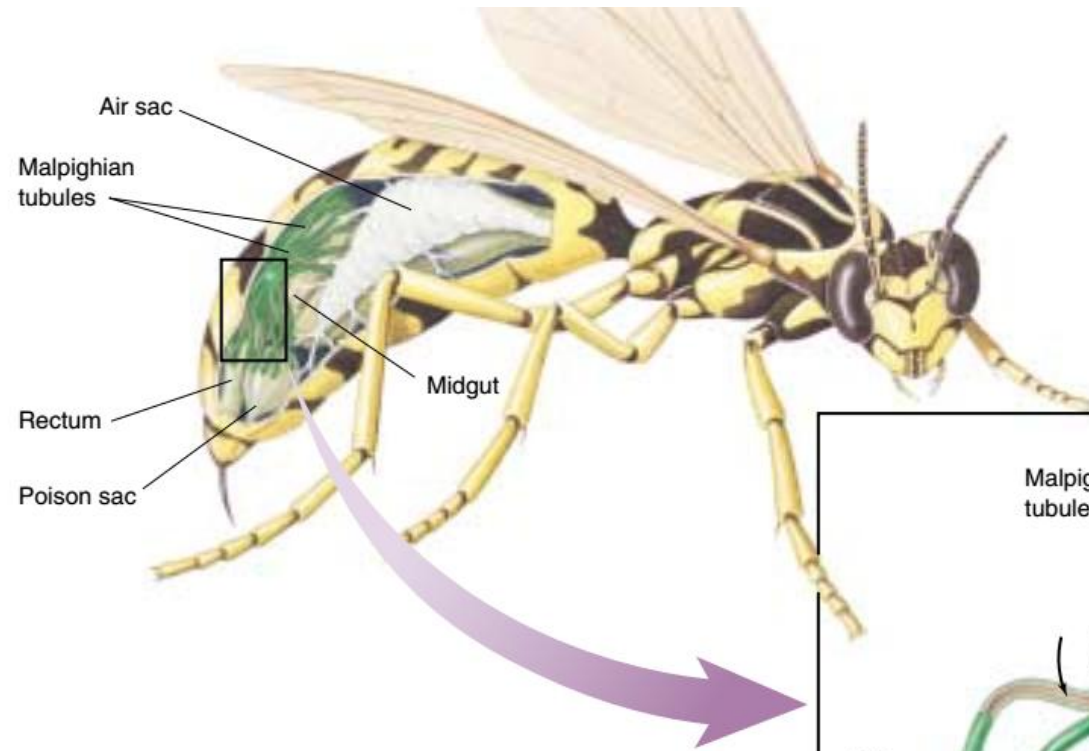
Pada cacing tanah

- Terdapat organ yang disebut dengan **metanefridia**
- Pada metanefridia terdapat bagian yang membuka di bagian dalam tubuh (nephrostome) dan pori-pori yang membuka keluar tubuh
- Cairan dalam tubuh akan masuk melalui nephrostome → dilakukan reabsorpsi NaCl yang masih dibutuhkan tubuh → cairan akan dikeluarkan tubuh melalui pori-pori

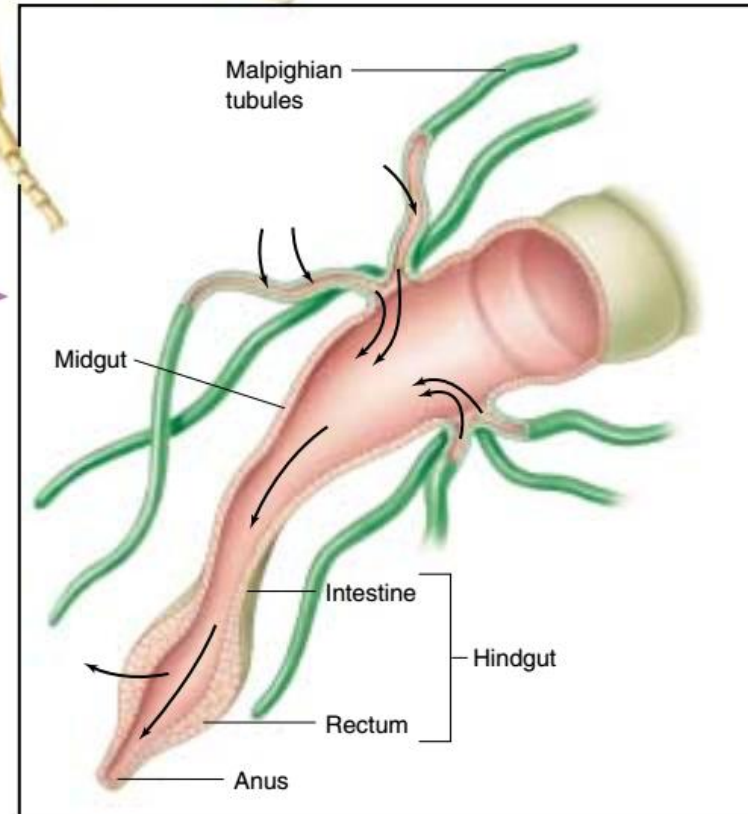


Pada serangga

- Organ yang berperan dalam osmoregulasi adalah **Tubulus Malpighi**
- Yaitu bentuk perpanjangan dari organ pencernaan yang bercabang-cabang
- Ion K^+ akan disekresikan ke dalam tubula, sehingga terjadi perbedaan tekanan osmotik, mengakibatkan air dapat masuk ke tubula dan akan dikeluarkan dari tubuh
- Ion K^+ kemudian akan mengalami reabsorpsi sehingga dapat dimanfaatkan kembali oleh tubuh



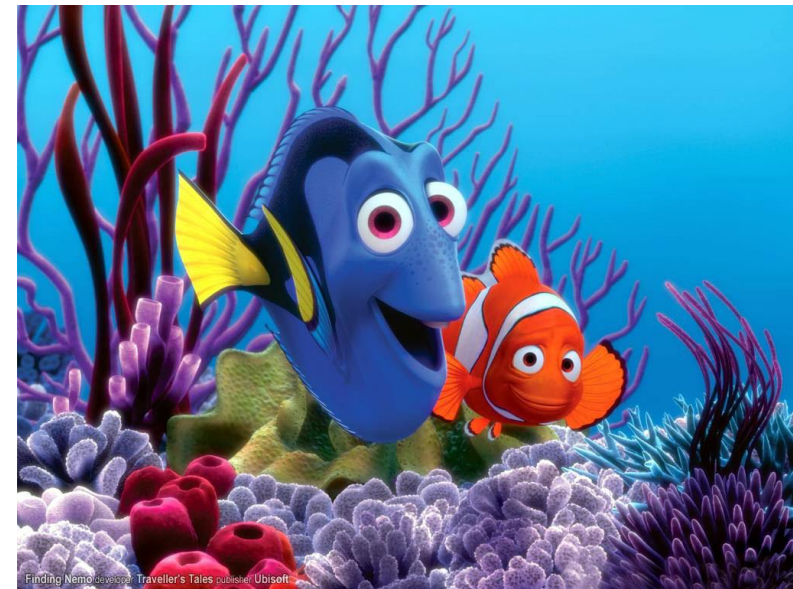
**Tubulus Malpighi
pada serangga**



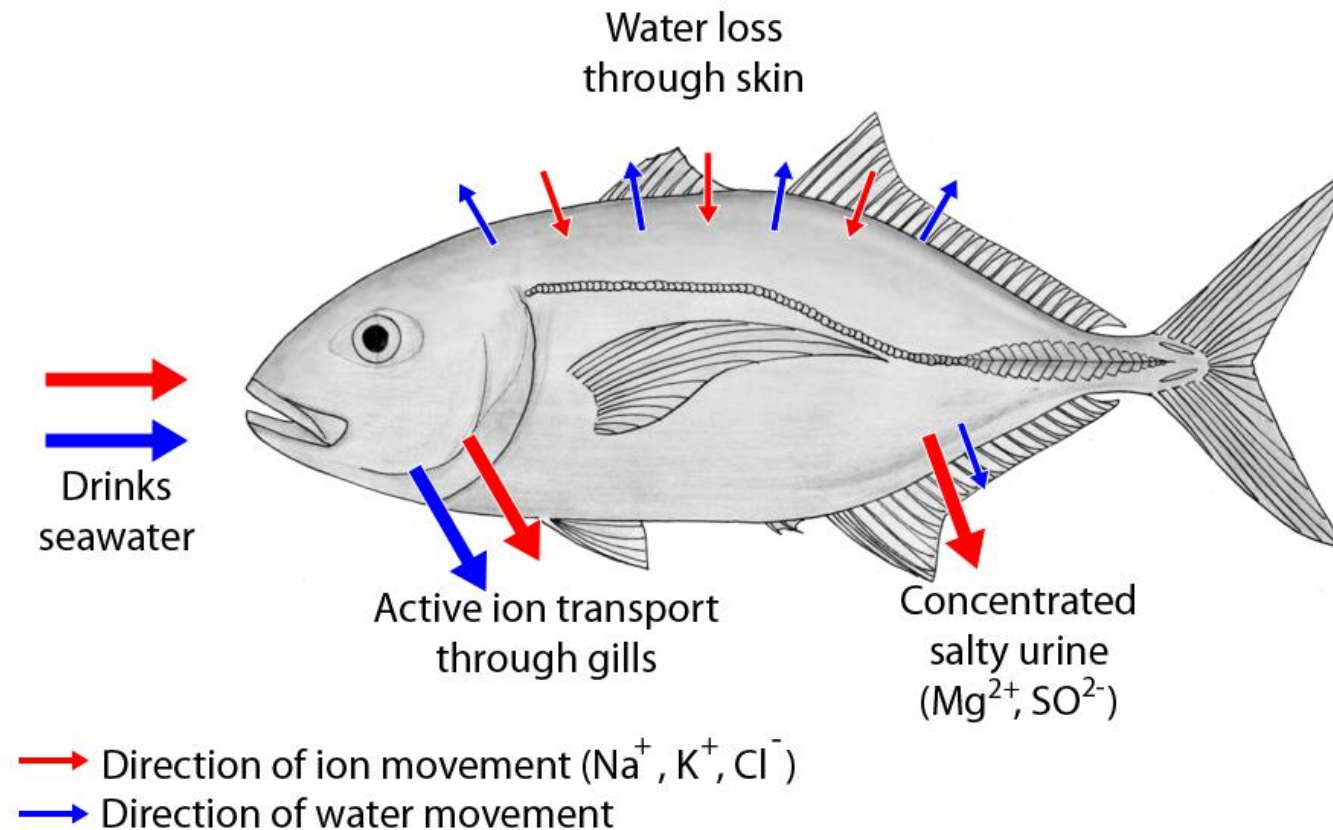
Organ-organ untuk Osmoregulasi pada hewan Vertebrata

Pada Ikan yang hidup di laut

- Tantangan yang dihadapi adalah kondisi lingkungan yang hipertonic
- Sehingga ikan harus beradaptasi menghindari keluarnya air terlalu banyak dari tubuhnya
- Hal ini dilakukan dengan cara meminum air laut dalam jumlah yang banyak



Mekanisme osmoregulasi pada ikan yang hidup di laut

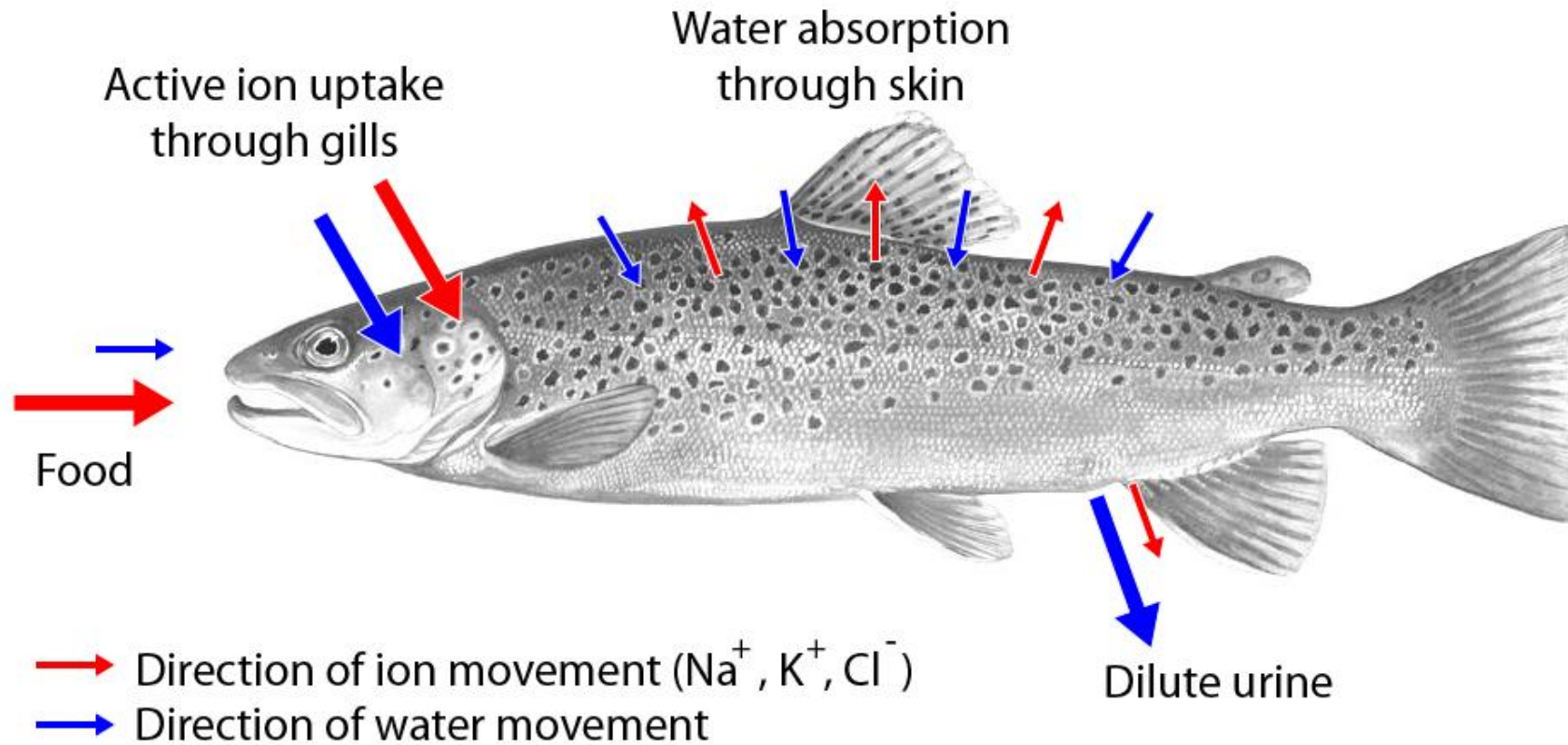


Pada ikan yang hidup di air tawar

- Tantangan yang dihadapi adalah kondisi lingkungan yang hipotonik
- Ikan harus beradaptasi untuk menghindari keluarnya ion-ion penting dari tubuh ke lingkungan
- Hal ini dilakukan dengan cara ekskresi urin hipotonik ke luar tubuh dalam jumlah banyak

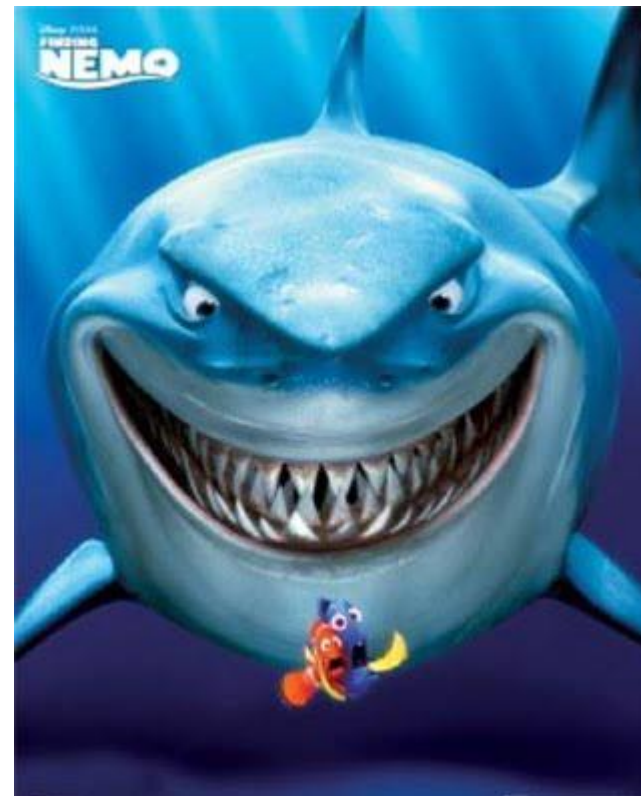


Mekanisme osmoregulasi pada ikan air tawar



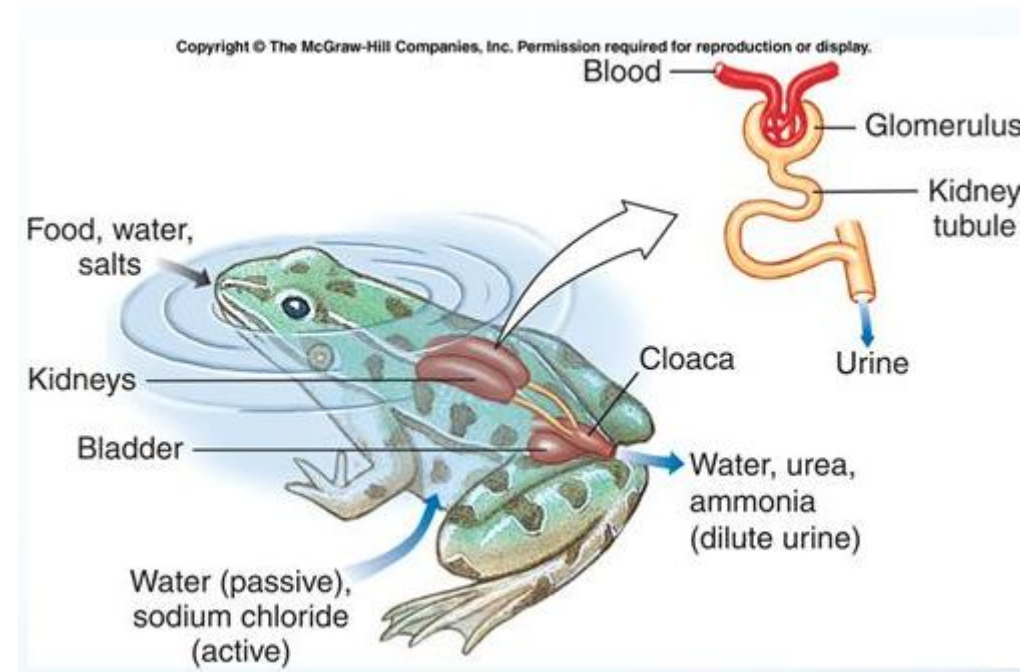
Pada Ikan Hiu dan Pari

- Kedua ikan ini memiliki osmoregulasi yang berbeda dengan ikan lainnya
- Ikan hiu dan pari akan menjaga agar kadar urea dalam darah mereka tinggi
- Hal ini akan mengakibatkan cairan tubuhnya isotonik terhadap lingkungan
- Sehingga ikan hiu tidak memerlukan minum air laut untuk osmoregulasi tubuhnya



Pada Amfibi

- Pada hewan amfibi, mekanisme osmoregulasinya hampir sama dengan yang terdapat pada ikan air tawar
- Amfibi akan menghasilkan urin yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah (encer)
- Kemudian terjadi transportasi ion Na^+ dari lingkungan ke tubuhnya melalui kulit



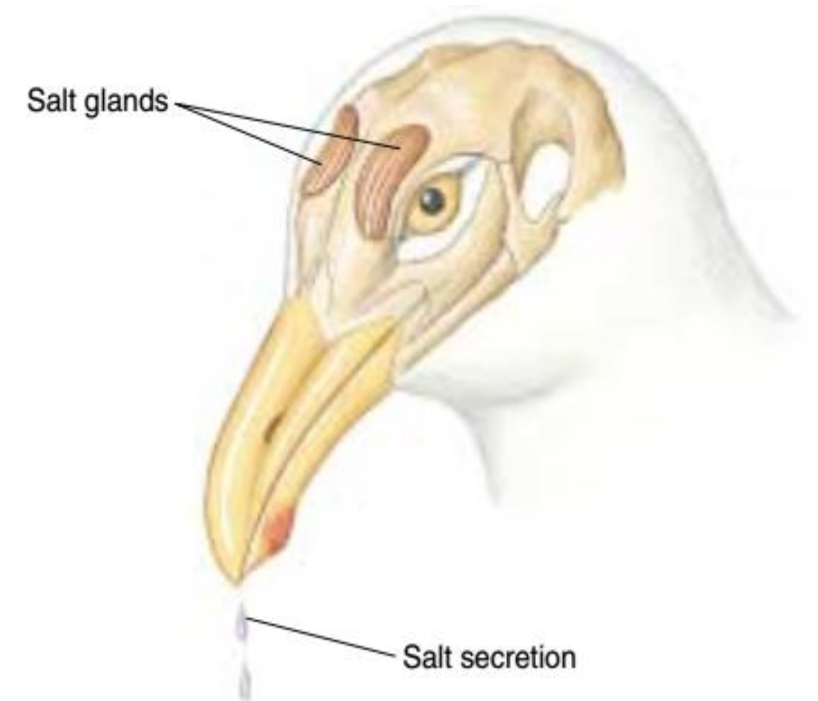
Pada Reptil

- Untuk reptil **yang hidup pada air tawar** memiliki mekanisme osmoregulasi yang sama dengan ikan air tawar dan amfibi
- Sedangkan reptil **yang hidup di air laut**, akan meminum air laut dan mengeluarkan urin yang isotonik. Kelebihan elektrolit akan dikeluarkan melalui kelenjar yang terdapat di dekat mata atau hidung
- Reptil **yang hidup di daratan** akan melakukan reabsorpsi air dan elektrolit dari urin. Hal ini untuk menjaga kondisi cairan tubuh saat berada di lingkungan kering



Pada Burung

- Merupakan hewan yang dapat menghasilkan **urin yang hipertonik** dibandingkan dengan cairan tubuhnya
- Urin akan dikeluarkan melalui **kloaka** bersama dengan feses
- Pada kloaka ini terjadi **reabsorpsi** air sehingga dapat menghasilkan feses yang semi padat berwarna putih
- Kelebihan elektrolit dapat dikeluarkan melalui kelenjar garam di dekat mata

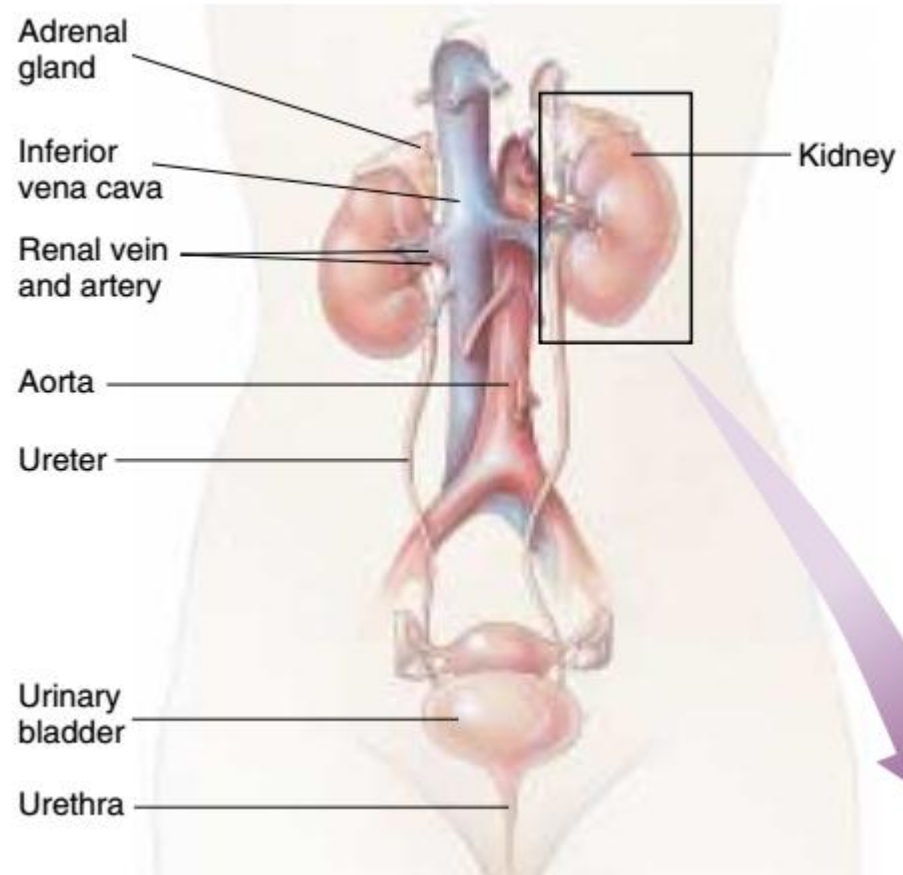


Pada Mamalia

- Mamalia dapat menghasilkan urin yang **hipertonik** dibandingkan dengan cairan tubuhnya
- Hal ini mengakibatkan mamalia dapat **menyimpan air dalam jumlah banyak di dalam tubuhnya**
- Terdapat juga hewan mamalia (tikus kanguru, *Dipodomys panamintesis*) dapat menjaga air dalam tubuhnya sangat efisien → tidak minum air tetapi mendapatkan air dari respirasi aerob

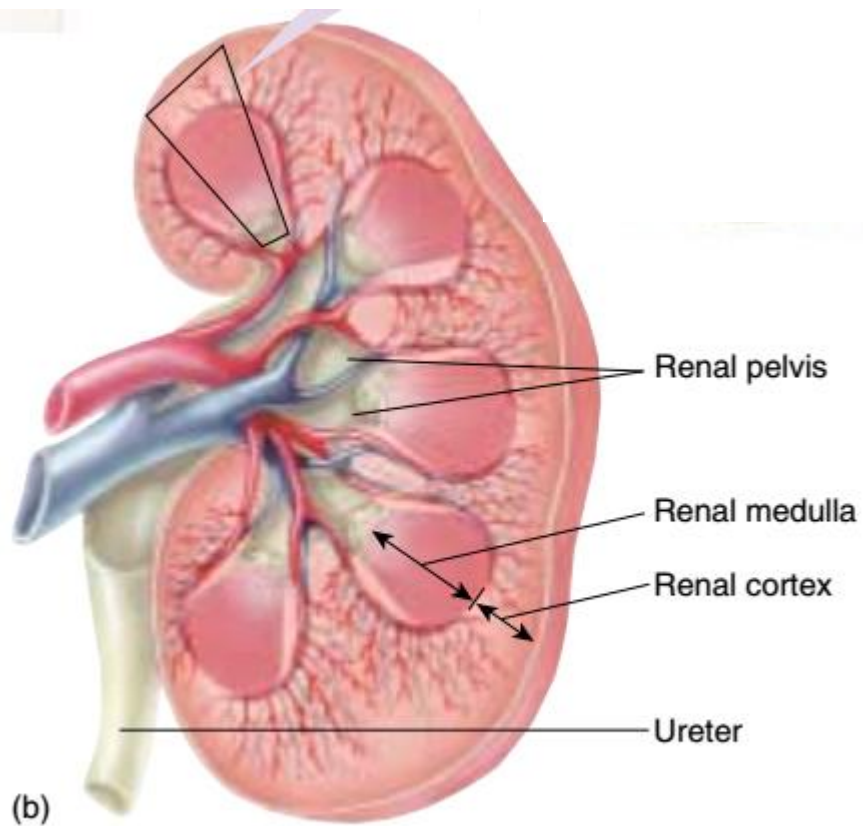


Organ Ginjal pada Manusia



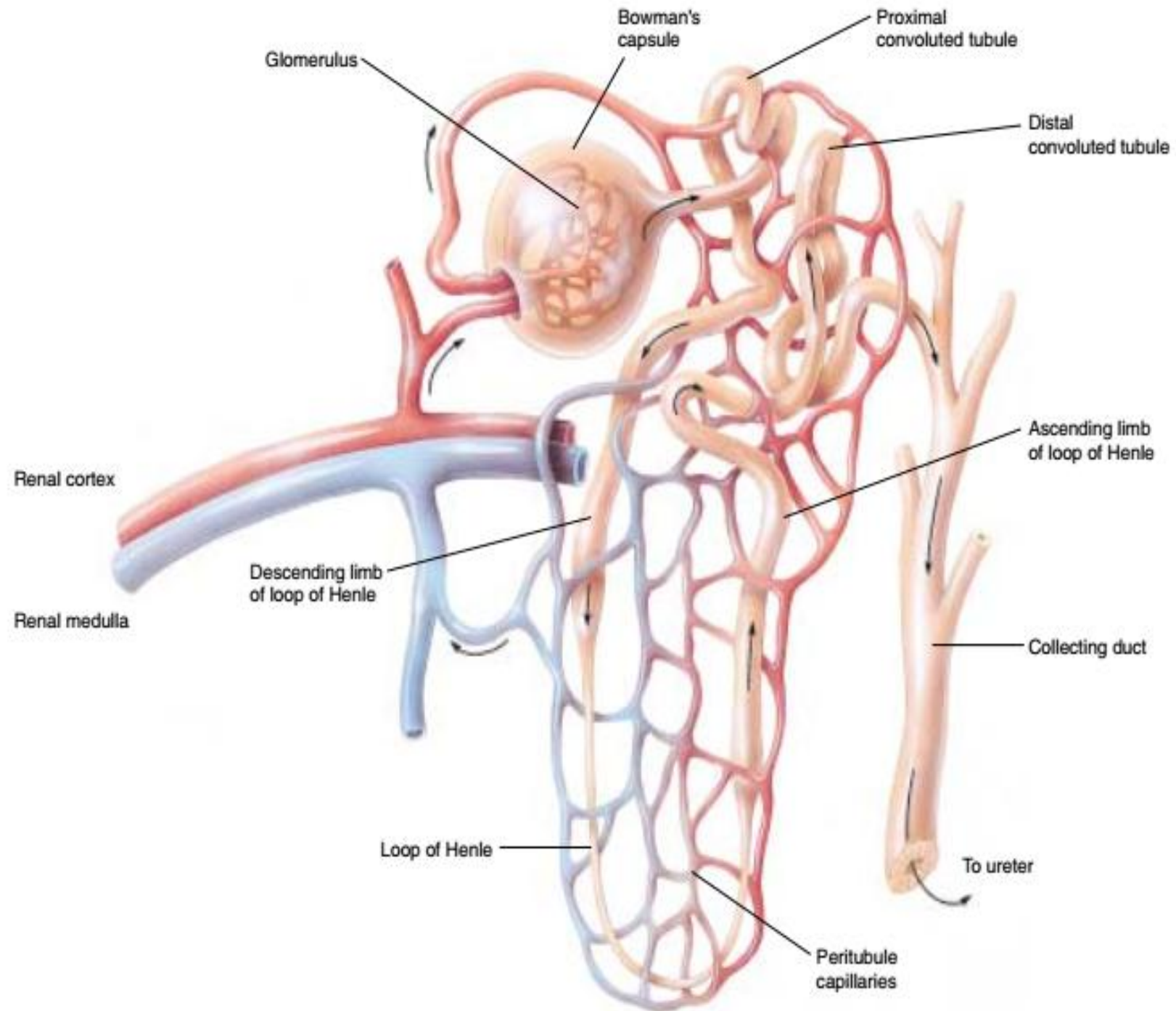
- Merupakan organ yang berperan dalam osmoregulasi
- Letak ginjal terdapat pada pinggang bagian belakang
- Terdapat 2 buah ginjal
- Ginjal akan terhubung dengan ureter dan kandung kemih untuk mengeluarkan urin
- Organ ini dapat melakukan **filtrasi reabsorpsi, sekresi dan ekskresi**

Struktur Ginjal



- Terbagi menjadi 2 bagian yaitu **renal cortex** dan **renal medulla** dan tersusun atas berjuta-juta **nefron** → **glomerulus** dan **tubulus**
- **Glomerulus** akan diselubungi oleh **Kapsul Bowman**
- **Tubulus** dapat dibagi menjadi :
 - **Tubulus kontortus proksimal**
 - **Tubulus kontortus distal**
- Terdapat **lengkung Henle** yang terdapat di antara tubulus kontortus proksimal dan distal
- Urin dari tubulus kontortus distal akan dikumpulkan di duktus kolektifus

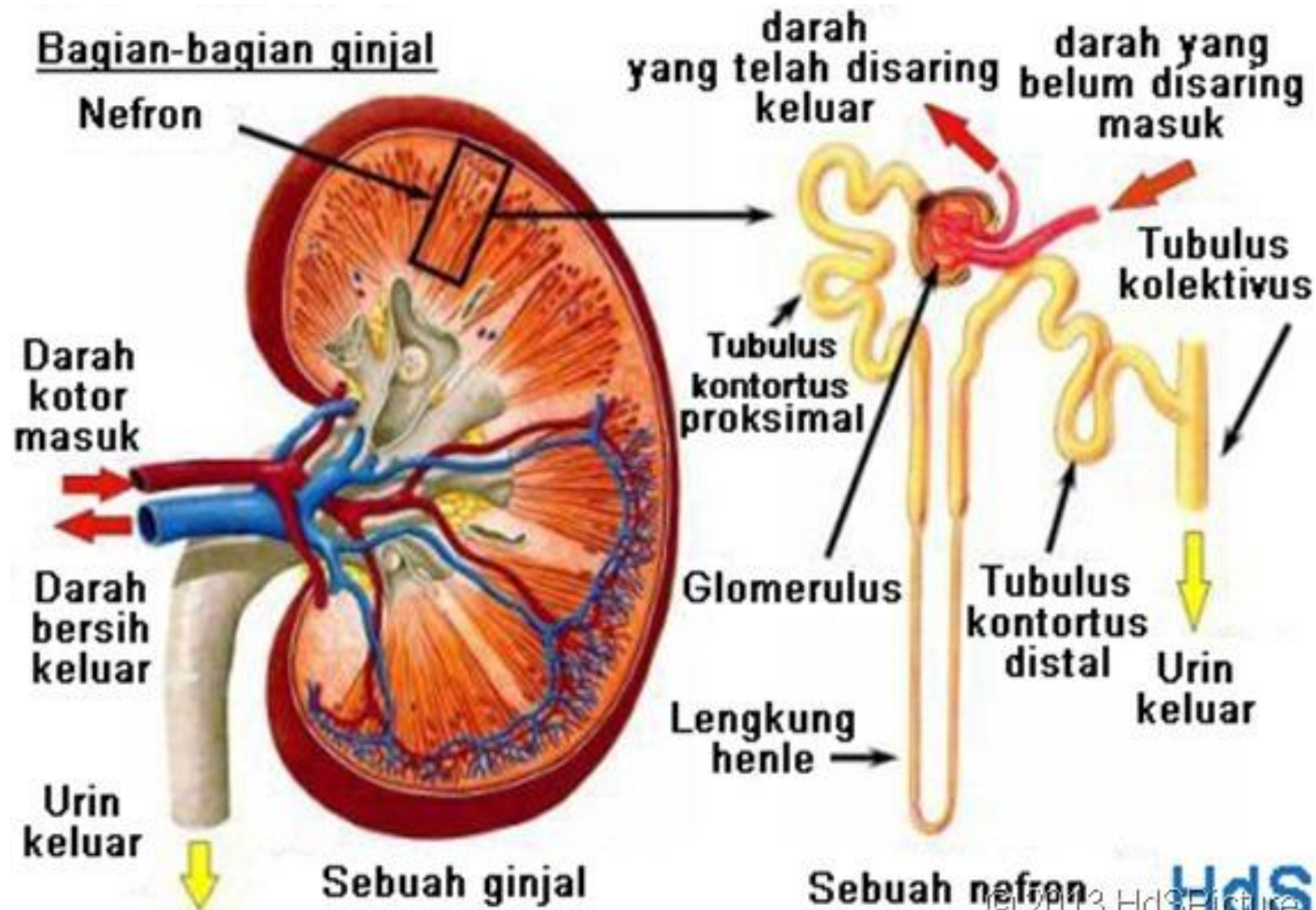
Perjalanan urin pada nefron



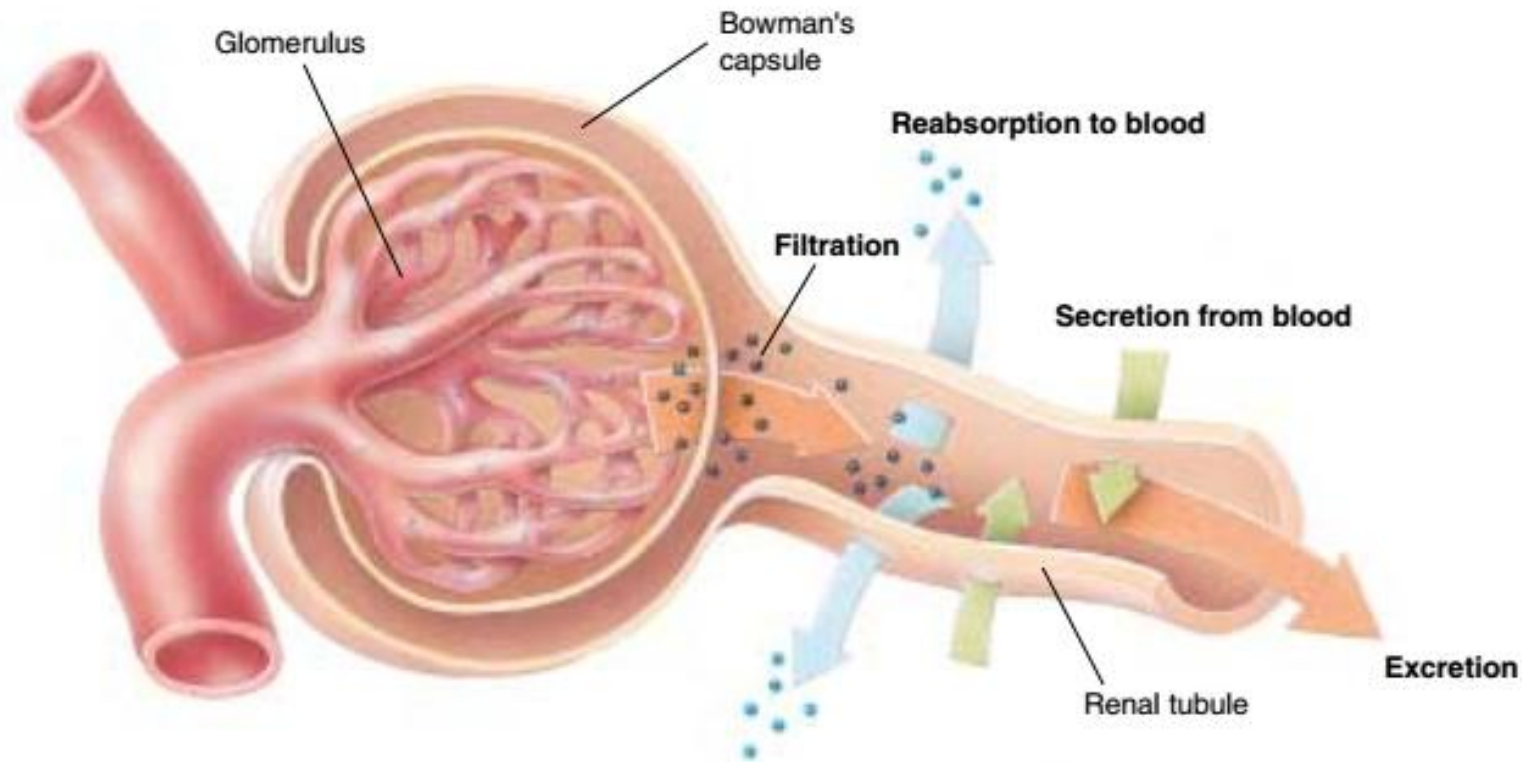
Proses ekskresi urin

- Darah akan masuk ke dalam glomerulus → mengalami filtrasi → cairan akan masuk ke duktus kontortus proksimal → lengkung henle → duktus kontortus distal → duktus kolektivus → ureter → kandung kemih → keluar tubuh

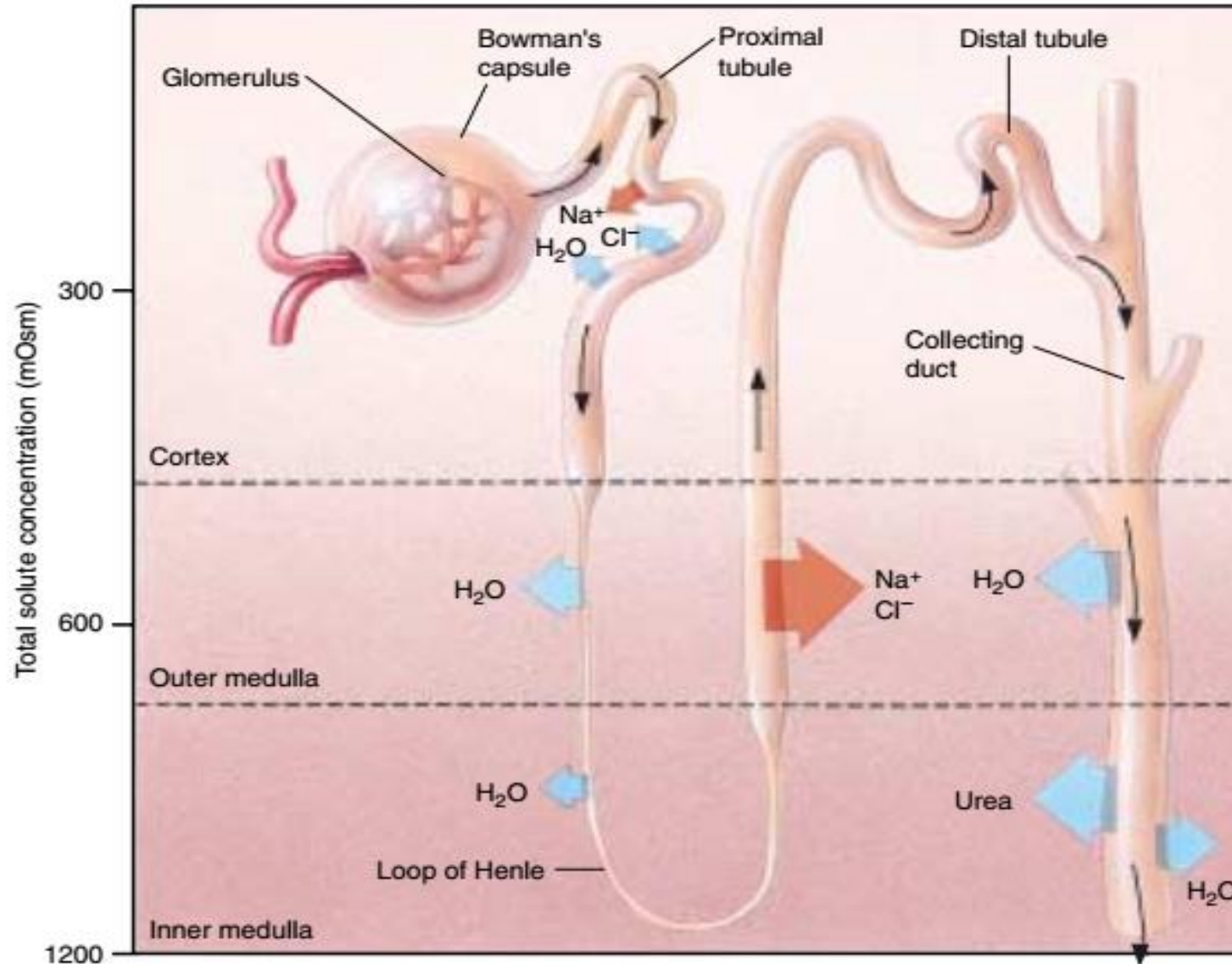
Perjalanan urin



Proses filtrasi, reabsorpsi, sekresi dan absorpsi pada nefron



Proses reabsorpsi garam dan air pada ginjal



Limbah metabolisme dalam urin

- Asam-asam amino dan asam nukleotida akan dimetabolisme untuk fungsi tubuh
- Limbah yang dihasilkan berupa ammonia yang bersifat racun
- Amonia ini akan diubah menjadi bentuk yang lain saat pembuangan
- Pada **mamalia** akan diubah menjadi **urea**
- Pada **reptil, burung dan serangga** akan diubah menjadi **asam urat (*uric acid*)**
- Sedangkan **sebagian besar ikan** dapat membuang **ammonia** tanpa mengubahnya menjadi bentuk lain

Limbah metabolisme asam amino dan asam nukelat

The diagram illustrates the excretion of nitrogenous waste products in three groups of animals:

- Most fish:** Excrete ammonia (NH_3). The chemical structure is shown as NH_3 .
- Mammals, some others:** Excrete urea. The chemical structure is shown as $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2$.
- Reptiles and birds:** Excrete uric acid. The chemical structure is shown as a purine ring system with two amino groups and two carbonyl groups.

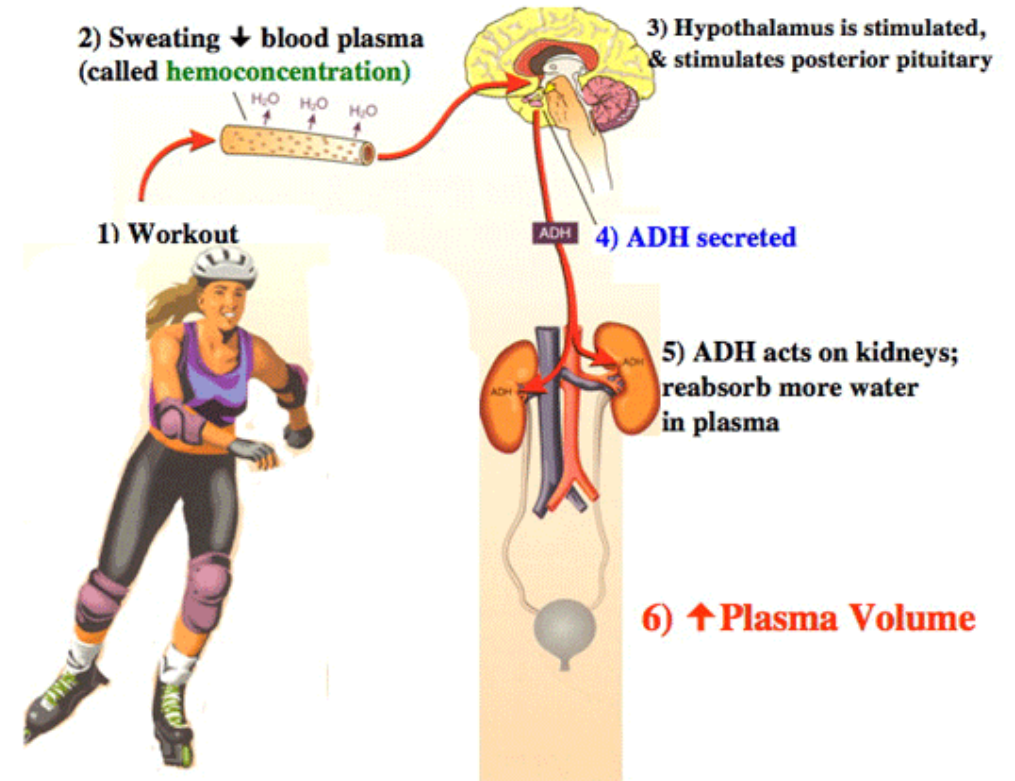
Ammonia

Urea

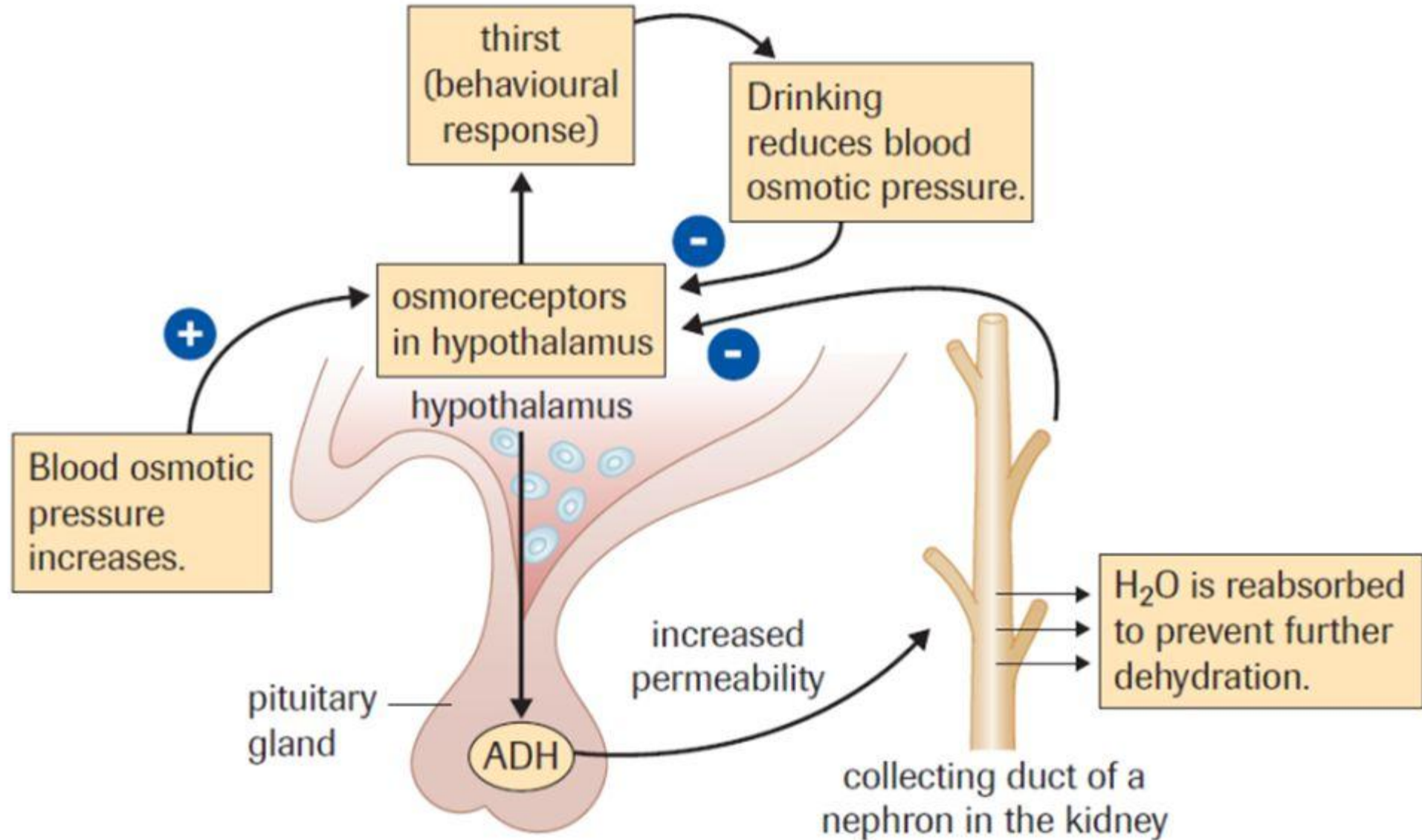
Uric acid

Pengaruh hormon pada proses osmoregulasi

- Proses sekresi dan ekskresi pada ginjal dipengaruhi oleh **Hormon Anti-Diuretik (ADH, anti-diuretic hormone)**
- Hormon ini diproduksi **di hipotalamus** dan disekresikan oleh **kelenjar pituitari**



Anti-Diuretic Hormone (ADH)



Aldosteron

- Apabila terjadi penurunan kadar Na^+ dalam darah maka akan terjadi penurunan tekanan darah
- Apabila ini terjadi terus menerus maka dapat membahayakan organ tubuh, karena tidak mendapat pasokan darah
- Oleh karena itu hormon aldosterone akan tersekresi dan menstimulasi reabsorpsi ion Na^+ pada tubulus kontortus distal, sehingga tidak akan terbuang di urin