

## SISTEM URIN (GINJAL)

### Pengantar

Sistem urin tersusun atas **ginjal**, ureter, vesica urinaria, dan urethra. Berfungsi membantu terciptanya homeostasis dan pengeluaran sisa-sisa metabolisme. Ginjal selain berfungsi sebagai alat ekskresi juga berperan menghasilkan hormon seperti: *renin-angiotensin*, *erythropoetin*, dan mengubah provitamin D menjadi bentuk aktif (vit.D).

Ginjal berbentuk seperti buah kacang buncis pada beberapa spesies hewan Mammalia. Paling luar diselubungi oleh jaringan ikat tipis yang disebut kapsula renalis. Bagian ginjal yang membentuk cekungan disebut **hilum**. Pada hilum terdapat bundel saraf, arteri renalis, vena renalis, dan ureter.

Ginjal dapat dibedakan menjadi bagian **korteks** yakni lapisan sebelah luar warnanya coklat agak terang dan **medulla** yaitu lapisan sebelah dalam warnanya agak gelap. Pada korteks renalis banyak dijumpai *corpusculum renalis Malphigi*, capsula Bowmani yang terpulau gelap, sedangkan pada medulla banyak dijumpai *loop of Henle*.

### Suplai Darah Ginjal

Ginjal mendapatkan suplai darah dari **aorta abdominalis** yang bercabang menjadi **arteri renalis**, → **arteri interlobaris** → **arteri arcuata** → **arteri interlobularis** → **arteriole aferen** → **glomerulus** → **arteriole eferen** → **kapiler juxta glomerulare** → **peritubuler** → **vena interlobularis** → **vena arcuata** → **vena interlobularis** → **vena renalis**.

### Arteriole afferen

Pada arteriole aferen dekat dengan badan Malphigi terdapat sel-sel **juxtaglomeruler** yang merupakan modifikasi otot polos berfungsi menghasilkan enzim renin. Enzim renin berfungsi mengaktifkan **angiotensinogen** menjadi **angiotensin I**, selanjutnya **angiotensin I** oleh **converting enzim** diubah menjadi **angiotensin II**. Angiotensin II berfungsi merangsang sekresi hormon **aldosteron** dari korteks adrenal. Aldosteron berperan meningkatkan **reabsorpsi ion Na** dan **klorida** pada tubulus kontortus **distal**.

### Nefron

Tiap ginjal tersusun atas unit struktural dan fungsional dalam pembentukan urin yang dinamakan **nefron (nephron)**. Tiap nefron terdiri atas bagian yang melebar yang dinamakan **korpuskula renalis** atau badan malphigi, **tubulus kontortus proksimal**, **lengkung Henle** serta **tubulus kontortus distal**.

### Korpuskula renalis

Korpuskula renalis terdiri atas glomerulus dan dikelilingi oleh kapsula Bowmann.

### Glomeruli

Glomerulus merupakan anyaman pembuluh darah **kapiler** yang ruwet yang merupakan cabang dari arteriole aferen. Pada permukaan **luar** kapiler glomeruli menempel sel berbentuk spesifik dan memiliki penjurukan-penjuluran yang disebut **podosit** (sel kaki). Antara sel-sel endotel kapiler dan podosit membentuk struktur

kontinyu yang berlubang-lubang yang memisahkan darah yang terdapat dalam kapiler dengan ruang kapsuler. Podosit berfungsi membantu filtrasi cairan darah menjadi cairan ultra filtrat (urin primer). Cairan ultra filtrat ditampung di dalam ruang urin yaitu ruang antara kapiler dengan dinding kapsula Bowmani dan selanjutnya mengalir menuju tubulus contortus proksimal. Komposisi kimia cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah.

### Capsula Bowman

Lapisan parietal kapsula bowman terdiri atas epitel selapis gepeng. Ruang kapsuler berfungsi menampung urine primer (ultra filtrat). Sel podosit, sel epitel kapsula Bowman yang mengalami spesialisasi untuk filtrasi cairan darah. Oleh karena itu komposisi cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah kecuali tidak mengandung protein plasma.

### Sel Mesangial

Pada sel-sel endotel dan lamina basalis kapiler glomerulus terdapat sel mesangial yang berperan sebagai makrofage.

### Tubulus Kontortus Proksimal

Tubulus kontortus proksimal kebanyakan terdapat di bagian korteks ginjal. Mukosa tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel-sel epitel kubus selapis, apeks sel menghadap lumen tubulus dan memiliki banyak mikrovili (*brush border*). Sel epitel tubulus contortus proksimal berfungsi untuk reabsorpsi.

### Lengkung Henle (loop of Henle)

Lengkung Henle berbentuk seperti huruf U terdiri atas segmen tipis dan diikuti segmen tebal. Bagian tipis lengkung henle yang merupakan lanjutan tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel gepeng dan inti menonjol ke dalam lumen.

Cairan urin ketika berada dalam *loop of Henle* bersifat hipotonik, tetapi setelah melewati *loop of Henle* urin menjadi bersifat hipertonic. Hal ini dikarenakan bagian descenden *loop of Henle* sangat permeabel terhadap pergerakan air,  $\text{Na}^+$ , dan  $\text{Cl}^-$ , sedangkan bagian ascenden tidak permeabel terhadap air dan sangat aktif untuk transpor klorida bertanggung jawab terhadap hipertonsitas cairan interstitial daerah medulla. Sebagai akibat kehilangan Na dan Cl filtrat yang mencapai tubulus contortus distal bersifat hipertonic.

### Tubulus Kontortus Distalis

Tubulus contortus distalis tersusun atas sel-sel epithelium berbentuk kuboid, sitoplasma pucat, nuklei tampak lebih banyak, tidak ada *brush border*.

ADH disekresikan oleh kelenjar hipofise posterior. Apabila masukan air tinggi, maka sekresi ADH dihambat sehingga dinding tubulus contortus distal dan tubulus koligen tidak permeabel terhadap air akibatnya air tidak direabsorpsi dan urin menjadi hipotonik dalam jumlah besar akan tetapi ion-ion untuk keseimbangan osmotik tetap ditahan. Sebaliknya apabila air minum sedikit atau kehilangan air yang banyak karena perkeringatan tubulus contortus distal permeabel terhadap air dan air direabsorpsi sehingga urin hipertonic.

Hormon aldosteron yang disekresikan oleh korteks adrenal berperan meningkatkan reabsorpsi ion Na. Sebaliknya mempermudah ekskresi ion kalium

dan hidrogen. Penyakit Addison merupakan akibat dari kehilangan natrium secara berlebihan dalam urin.

### **Tubulus Koligens**

Urin berjalan dari tubulus kontortus distal ke tubulus koligens yang apabila bersatu membentuk saluran lurus yang lebih besar yang disebut duktus papilaris Bellini. Tubulus koligens dibatasi oleh epitel kubis. Peristiwa penting pada tubulus koligens adalah mekanisme pemekatan atau pengenceran urin yang diatur oleh hormon antidiuretik (ADH). Dinding tubulus distal dan tubulus koligens sangat permeabel terhadap air bila terdapat ADH dan sebaliknya.

### **Tubulus Kolektivus**

Tubulus kolektivus dari Bellini merupakan tersusun atas sel-sel epithelium columnair, sitoplasma jernih, nukleus spheris.

### **Aparatus Jukstaglomerulus**

Tunika media arteriol aferen yang terletak didekat korpuskula malphigi mengalami modifikasi seperti sel-sel epiteloid bukan otot polos yang disebut sel jukstaglomerulus. Sel-sel jukstaglomerulus menghasilkan enzim renin. Renin bekerja pada protein plasma yang dinamakan angiotensinogen yang kemudian diubah menjadi angiotensin I. Selanjutnya zat ini oleh *converting enzyme* yang diduga terdapat dalam paru-paru, diubah menjadi angiotensi II. Angiotensi II merangsang sekresi hormon aldosteron oleh korteks adrenal. Penurunan kadar ion natrium merangsang pengeluaran renin yang akan mempercepat sekresi aldosteron. Akibatnya resorpsi natrium yang akan menghambat ekskresi renin. Kelebihan natrium dalam darah akan menekan sekresi renin yang mengakibatkan penghambatan pembentukan aldosteron yang akan meningkatkan konsentrasi natrium urin. Jadi apparatus jukstaglomerulus mempunyai peranan homeostatic dalam mengawasi keseimbangan ion natrium.

### **Macula Densa**

Macula densa merupakan bagian dari tubulus kontortus distalis yang melalui daerah di muka kapsula Bowmani terdiri atas sel-sel yang nampak meninggi, nuklei berderet rapat dan berbentuk spheris. Macula densa berfungsi untuk reseptor tekanan osmotik (osmoreseptor).

### **Pembentukan urin**

Proses pembentukan urin meliputi:

1. filtrasi glomeruler
2. reabsorpsi tubuler, dan
3. sekresi tubuler.

Ekskresi oleh ginjal memiliki peranan untuk:

1. Memelihara keseimbangan air
2. Memelihara keseimbangan elektrolit
3. Memelihara pH darah.
4. Mengeluarkan sisa-sisa limbah metabolisme yang merupakan racun bagi tubuh organisme.

### **Saluran urin**

Saluran yang dilewati oleh darah setelah difiltrasi oleh glomeruli dari awal hingga akhir sebagai berikut: *glomerulus* → kapsula Bowman → *tubulus convulatus proksimal* → *loop of Henle* → *tubulus convulatus distal* → *tubulus koligen* → *tubulus collectivus* → *kaliks minor* → *kaliks mayor* → *pelvis renalis* → *ureter* → *vesica urinaria* → *urethra*.

### **Ureter**

Pada bagian superfisial terlihat sel-sel yang bentuknya seperti payung (sisi atas lebih lebar dari sisi bawah) dan sel-sel lapisan bawah berbentuk polygonal. Tunica mucosa ureter membentuk lipatan-lipatan longitudinal dengan epithelium transisional. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf. Tunica muscularis tersusun atas stratum longitudinale, stratum circulare. Tunica serosa tersusun atas jaringan ikat longgar, tipis, jaringan lemak. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf.

### **Vesica Urinaria**

Kandung kemih berfungsi menyimpan urin dan mengalirkannya ke ureter. Kaliks, pelvis, ureter dan kantung kemih memiliki struktur histology yang ahmpir sama. Mukosa terdiri atas epitel transisional dan facet sel berfungsi sebagai barier osmotik antar urin dan cairan jaringan. Lamina propria terdiri atas otot polos.

### **Histofisiologi Ginjal**

Ginjal mengatur komposisi kimia cairan lingkungan interna melalui proses filtrasi, reabsorsi, dan sekresi. Filtrasi barlangsung dalam glomerulus, dimana ultra filtrate plasma darah dibentuk.

Pada tubulus kontortus proksimal terjadi reabsorpsi zat-zat yang berguna bagi metabolisme tubuh untuk mempertahankan homeostatis lingkungan internal. Juga memindahkan hasil-hasil sisa metaboisme dari darah ke lumen tubulus untuk dikeluarkan dalam urin.

Tubulus koligens mengabsorpsi air, sehingga membantu pemekatan urin. Dengan cara ini, organisme mengatur keseimbangan air dalam tubuh dan tekanan osmotik.

Kedua ginjal menghasilkan sekitar 125 ml filtrat per menit, 125 ml diabsorpsi dan yang 1 ml dikeluarkan ke dalam kaliks sebagai urin. Setiap 24 jam dibentuk sekitar 1500 ml urin.

Filtrasi glomerulus dibentuk akibat tekanan hidrostatis darah dimana gaya-gaya yang melawan tekanan hidrostatis yaitu:

1. tekanan osmotik koloid plasma (30 mm Hg)
2. tekanan cairan yang terdapat dalam bagian tubulus nefron (10 mm Hg)
3. tekanan interstitial di dalam parenkim ginjal (10 mm Hg), yang bekerja pada kapsul Bowman yang diteruskan ke cairan kapsuler.

Tekanan hidrostatis adalah 75 mm Hg dan jumlah total gaya-gaya yang melawannya adalah 50 mm Hg, sehingga gaya filtrasi yang dihasilkan kira-kira 25 mm Hg.

### **Kandung Kemih dan Saluran Urin**

Kandung kemih dan saluran urin menyimpan urin yang dibentuk dalam ginjal dan mengalirkan keluar. Kaliks, pelvis, ureter, dan kandung kemih mempunyai struktur dasar histologis yang sama. Dinding ureter lambat laun menjadi lebih tebal bila makin mendekati kandung kemih. Mukosa organ-organ ini terdiri atas epitel transisional dan lamina propria organ-organ ini terdapat selubung otot polos yang padat dan bergelombang.

### **Uretra**

Uretra merupakan tabung yang mengalirkan urin dari kandung kemih keluar tubuh.

1. **Uretra pria** terdiri atas 4 bagian yaitu: pars prostatika, pars membranasea, pars bulbaris, dan pars pendulosa.
2. Uretra wanita merupakan tabung yang panjangnya **4 – 5** cm, dibatasi oleh epitel berlapis gepeng dengan daerah-daerah dengan epitel toraks berlapis semu. Bagian tengah uretra wanita dikelilingi oleh **sfinkter** eksternus yang terdiri atas otot lurik volunter.

### **SOAL LATIHAN**

1. Sel khusus yang menempel pada kapiler glomerulus dan berfungsi untuk filtrasi adalah ...
  2. Jelaskan proses pembentukan urine ....
  3. Filtrasi darah menjadi ultra filtrat terjadi pada ...
  4. Sel epitel penyusun tubulus kontortus proksimal bertipe ...
  5. Sel-sel tubulus yang berperan mereabsorpsi cairan ultra filtrat banyak terdapat di
  6. Sel-sel yang berperan menghasilkan enzim renin adalah ...
  7. Sel-sel tubulus ginjal yang berperan untuk absorpsi air banyak terdapat di ...
  8. Jelaskan mekanisme pembentukan urin ...
  9. Gambarkan struktur makroskopis ginjal hewan vertebrata ...
  10. Gambarkan secara skematis kerja enzim rennin sehingga terjadi peningkatan reabsorpsi ion Na ...
- 
1. Berdasarkan struktur mikroskopinya, glomerulus merupakan anyaman ...  
A, Kapiler  
B, Arteriole  
C, Venule  
D, Tubulus
  2. Secara struktural, korpuskula Malphigi tersusun atas jaringan berikut  
KECUALI ...  
A, Glorulus  
B, Arteriole  
C, Kapsula Bowmani  
D, Ruang kapsuler
  3. Sel mesangial berperan sebagai ....  
A. Podosit  
B. Fibroblas  
C. Kapiler  
D. Makrofag
  4. Sel khusus yang menempel pada kapiler glomerulus dan berfungsi untuk filtrasi adalah ...  
A. Makrofag  
B. Podosit

- C. Mesangial  
D. Endotel
5. Enzim renin dihasilkan oleh sel ...  
A, Juxtaglomerular  
C, Mesangial  
B, Macula densa  
D, Podosit
6. Kumpulan sel yang memiliki ciri-ciri: nuklei berderet rapat, berbentuk sferis dengan fungsi sebagai reseptor tekanan osmotik adalah sel ...  
A, Juxtaglomerular  
C, Mesangial  
B, Macula densa  
D, Podosit
7. Sel-sel yang berperan menghasilkan enzim renin adalah ...  
A, Podosit  
C, Endotel glomerulus  
B, Juxtaglomerular  
D, Mesangial
8. Sel berbentuk kubus dengan *brush border* merupakan epitel penyusun ...  
A, Tubulus kontortus proksimal  
C, Loop of Henle  
B, Tubulus kontortus proksimal  
D, Tubulus koligen
9. Sel-sel tubulus yang berperan mereabsorpsi cairan ultra filtrat banyak terdapat di  
A, Tubulus kontortus proksimal  
C, Loop of Henle  
B, Tubulus kontortus proksimal  
D, Tubulus koligen

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hickman, C.P., Roberts, L.S., and Larson, A. (1998). *Biology of Animals*. 7<sup>th</sup> ed. New York: McGraw Hill Company Inc.
- Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.