

MODUL FISILOGI SISTEM UROPOETIK



Disusun Oleh:
Kesit Ivanali

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
FAKULTAS FISIOTERAPI JAKARTA
2019**

Pendahuluan

Sistem perkemihan merupakan sistem yang penting untuk membuang sisa-sisa metabolisme makanan yang dihasilkan oleh tubuh terutama senyawaan nitrogen seperti urea dan kreatinin, bahan asing dan produk sisanya. Sampah metabolisme ini dikeluarkan (disekresikan) oleh ginjal dalam bentuk urin. Urin kemudian akan turun melewati ureter menuju kandung kemih untuk disimpan sementara dan akhirnya secara periodik akan dikeluarkan melalui uretra.

Ginjal

Ginjal berbentuk seperti kacang merah dengan panjang 10-12 cm dan tebal 3,5-5 cm, terletak di ruang belakang selaput perut tubuh (retroperitonium) sebelah atas. Ginjal kanan terletak lebih ke bawah dibandingkan ginjal kiri.

Ginjal dibungkus oleh simpai jaringan fibrosa yang tipis. Pada sisi medial terdapat cekungan, dikenal sebagai *hilus*, yang merupakan tempat keluar masuk pembuluh darah dan keluarnya ureter. Bagian ureter atas melebar dan mengisi hilus ginjal, dikenal sebagai *piala ginjal (pelvis renalis)*. Pelvis renalis akan terbagi lagi menjadi mangkuk besar dan kecil yang disebut *kaliks mayor* (2 buah) dan *kaliks minor* (8-12 buah). Setiap kaliks minor meliputi tonjolan jaringan ginjal berbentuk kerucut yang disebut *papila ginjal*. Pada potongan vertikal ginjal tampak bahwa tiap papila merupakan puncak daerah piramid yang meluas dari hilus menuju ke kapsula. Pada papila ini bermuara 10-25 buah *duktus koligens*. Satu piramid dengan bagian korteks yang melingkupinya dianggap sebagai satu *lobus ginjal*.

Secara histologi ginjal terbungkus dalam kapsul atau simpai jaringan lemak dan simpai jaringan ikat kolagen. Organ ini terdiri atas bagian korteks dan medula yang satu sama lain tidak dibatasi oleh jaringan pembatas khusus, ada bagian medula yang masuk ke korteks dan ada bagian korteks yang masuk ke medula. Bangunan-bangunan yang terdapat pada korteks dan medula ginjal:

1. Korteks ginjal terdiri atas beberapa bangunan yaitu
 - A. **Korpus Malphigi** terdiri atas *kapsula Bowman* (bangunan berbentuk cangkir) dan *glomerulus* (jumbai /gulungan kapiler).
 - B. Bagian **sistim tubulus** yaitu *tubulus kontortus proksimalis* dan *tubulus kontortus distal*.
2. Medula ginjal terdiri atas beberapa bangunan yang merupakan bagian sistim tubulus

yaitu *pars descendens dan descendens ansa Henle, bagian tipis ansa Henle, duktus ekskretorius (duktus koligens) dan duktus papilaris Bellini.*

Korpus Malphigi

Korpus Malphigi terdiri atas 2 macam bangunan yaitu **kapsul Bowman** dan **glomerulus**. Kapsul Bowman sebenarnya merupakan pelebaran ujung proksimal saluran keluar ginjal (nefron) yang dibatasi epitel. Bagian ini diinvaginasi oleh jumbai kapiler (glomerulus) sampai mendapatkan bentuk seperti cangkir yang ber dinding ganda. Dinding sebelah luar disebut **lapis parietal (pars parietal)** sedangkan dinding dalam disebut **lapis viseral (pars viseralis)** yang melekat erat pada jumbai glomerulus (Gb-4 dan 5). Ruang diantara ke dua lapisan ini sebut **ruang Bowman** yang berisi cairan ultrafiltrasi. Dari ruang ini cairan ultra filtrasi akan masuk ke dalam tubulus kontortus proksimal.

Glomerulus merupakan bangunan yang berbentuk khas, bundar dengan warna yang lebih tua daripada sekitarnya karena sel-selnya tersusun lebih padat. Glomerulus merupakan gulungan pembuluh kapiler. Glomerulus ini akan diliputi oleh epitel pars viseralis kapsul Bowman. Di sebelah luar terdapat ruang Bowman yang akan menampung cairan ultra filtrasi dan meneruskannya ke tubulus kontortus proksimal. Ruang ini dibungkus oleh epitel pars parietal kapsul Bowman.

Kapsul Bowman lapis parietal (Gb-5) pada satu kutub bertautan dengan tubulus kontortus proksimal yang membentuk **kutub tubular**, sedangkan pada kutub yang berlawanan bertautan dengan arterioli yang masuk dan keluar dari glomerulus. Kutub ini disebut **kutub vaskular**. Arterioli yang masuk disebut **vasa aferen** yang kemudian bercabang-cabang lagi menjadi sejumlah kapiler yang bergelung-gelung membentuk kapiler. Pembuluh kapiler ini diliputi oleh sel-sel khusus yang disebut **sel podosit** yang merupakan simpai Bowman lapis viseral. Sel podosit ini dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Kapiler-kapiler ini kemudian bergabung lagi membentuk arterioli yang selanjutnya keluar dari glomerulus dan disebut **vasa eferen**, yang berupa sebuah arterioli.

Apertus Yuksta-Glomerular

Sel-sel otot polos dinding vasa aferent di dekat glomerulus berubah sifatnya menjadi sel epiteloid. Sel-sel ini tampak terang dan di dalam sitoplasmanya terdapat granula yang mengandung **ensim renin**, suatu enzim yang diperlukan dalam mengontrol tekanan darah. Sel-sel ini dikenal sebagai **sel yuksta glomerular**. Renin akan mengubah **angiotensinogen** (suatu peptida yang dihasilkan oleh hati) menjadi **angiotensin I**. Selanjutnya angiotensin I ini akan diubah menjadi **angiotensin II** oleh enzim **angiotensin converting enzyme (ACE)** (dihasilkan

oleh paru). Angiotensin II akan mempengaruhi korteks adrenal (kelenjar anak ginjal) untuk melepaskan **hormon aldosteron**. Hormon ini akan meningkatkan reabsorpsi natrium dan klorida termasuk juga air di tubulus ginjal terutama di tubulus kontortus distal dan mengakibatkan bertambahnya volume plasma. Angiotensin II juga dapat bekerja langsung pada sel-sel tubulus ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi natrium, klorida dan air. Di samping itu angiotensin II juga bersifat vasokonstriktor yaitu menyebabkan kontriksinya dinding pembuluh darah.

Sel-sel yuksta glomerular di sisi luar akan berhimpitan dengan **sel-sel makula densa**, yang merupakan epitel dinding tubulus kontortus distal yang berjalan berhimpitan dengan kutub vaskular. Pada bagian ini sel dinding tubulus tersusun lebih padat daripada bagian lain. Sel-sel makula densa ini sensitif terhadap perubahan konsentrasi ion natrium dalam cairan di tubulus kontortus distal. Penurunan tekanan darah sistemik akan menyebabkan menurunnya produksi filtrat glomerulus yang berakibat menurunnya konsentrasi ion natrium di dalam cairan tubulus kontortus distal. Menurunnya konsentrasi ion natrium dalam cairan tubulus kontortus distal akan merangsang sel-sel makula densa (berfungsi sebagai **osmoreseptor**) untuk memberikan sinyal kepada sel-sel yuksta glomerulus agar mengeluarkan renin. Sel makula densa dan yuksta glomerular bersama-sama membentuk aparatus yuksta-glomerular.

Di antara aparatus yuksta glomerular dan tempat keluarnya vasa eferen glomerulus terdapat kelompokan sel kecil-kecil yang terang disebut **sel mesangial ekstraglomerular atau sel polkisen (bantalan) atau sel lacis**. Fungsi sel-sel ini masih belum jelas, tetapi diduga sel-sel ini berperan dalam mekanisme umpan balik tubuloglomerular. Perubahan konsentrasi ion natrium pada makula densa akan memberi sinyal yang secara langsung mengontrol aliran darah glomerular. Sel-sel mesangial ekstraglomerular di duga berperan dalam penerusan sinyal di makula densa ke sel-sel yuksta glomerular. Selain itu sel-sel ini menghasilkan **hormon eritropoetin**, yaitu suatu hormon yang akan merangsang sintesa sel-sel darah merah (eritrosit) di sumsum tulang.

B. Ansa Henle

Ansa henle terbagi atas 3 bagian yaitu **bagian tebal turun (pars asendens)**, **bagian tipis (segmen tipis)** dan **bagian tebal naik (pars asendens)**. Segmen tebal turun mempunyai gambaran mirip dengan tubulus kontortus proksimal, sedangkan segmen tebal naik mempunyai gambaran mirip tubulus kontortus distal. Segmen tipis ansa henle mempunyai tampilan mirip pembuluh kapiler darah, tetapi epitelnya sekalipun hanya terdiri atas selapis sel gepeng, sedikit lebih tebal sehingga sitoplasmanya lebih jelas terlihat. Selain itu lumennya tampak kosong. Ansa

Henle terletak di medula ginjal. Fungsi ansa Henle adalah untuk memekatkan atau mengencerkan urin.

C. Tubulus kontortus distal

Tubulus kontortus distal berjalan berkelok-kelok. Dindingnya disusun oleh selapis sel kuboid dengan batas antar sel yang lebih jelas dibandingkan tubulus kontortus proksimal. Inti sel bundar dan berwarna biru. Jarak antar inti sel berdekatan. Sitoplasma sel berwarna basofil (kebiruan) dan permukaan sel yang menghadap lumen tidak mempunyai parasit. Bagian ini terletak di korteks ginjal. Fungsi bagian ini juga berperan dalam pemekatan urin.

D. Duktus koligen

Saluran ini terletak di dalam medula dan mempunyai gambaran mirip tubulus kontortus distal tetapi dinding sel epitelnya jauh lebih jelas, selnya lebih tinggi dan lebih pucat. Duktus koligen tidak termasuk ke dalam nefron. Di bagian medula yang lebih ke tengah beberapa duktus koligen akan bersatu membentuk duktus yang lebih besar yang bermuara ke apeks papila. Saluran ini (Gb-10) disebut *duktus papilaris (Bellini)*. Muara ke permukaan papil sangat besar, banyak dan rapat sehingga papil tampak seperti sebuah tapisan (area kribrosa). Fungsi duktus koligen adalah menyalurkan kemih dari nefron ke pelvis ureter dengan sedikit absorpsi air yang dipengaruhi oleh hormon antidiuretik (ADH).

Di samping bagian korteks dan medula, pada ginjal ada juga bagian korteks yang menjorok masuk ke dalam medula membentuk kolom mengisi celah di antara piramid ginjal yang disebut (Gb-11) sebagai *kolumna renalis Bertini*. Sebaliknya ada juga jaringan medula yang menjorok masuk ke dalam daerah korteks membentuk berkas-berkas yang disebut *prosesus Ferreini*.

Sawar Ginjal

Sawar ginjal adalah bangunan-bangunan yang memisahkan darah kapiler glomerulus dari filtrat dalam rongga Bowman. Sawar ini terdiri atas endotel kapiler bertingkap glomerulus, lamina basal dan pedikel podosit yang dihubungkan dengan membran celah (slit membran). Sel podosit adalah sel-sel epitel lapisan viseral kapsula Bowman. Sel-sel ini telah mengalami perubahan sehingga berbentuk bintang. Selain badan sel sel-sel ini mempunyai beberapa juluran (prosesus) mayor (primer) yang meluas dari perikarion dengan cara seperti tentakel seekor gurita. Sebuah prosesus primer mempunyai beberapa prosesus sekunder yang kecil atau pedikel. Pedikel podosit yang berdekatan saling berselang-seling dalam susunan yang rumit dengan sistem celah yang disebut celah filtrasi (Slit pores) di antara pedikel. Pedikel-

pedikel ini berhubungan dengan suatu membran tipis disebut *membran celah (Slit membran)*. Di bawah membran slit ini terdapat membran basal sel-sel sel endotel kapiler glomerulus.

Guna sawar ginjal ini adalah untuk menyaring molekul-molekul yang boleh melewati lapisan filtrasi tersebut dan molekul-molekul yang harus dicegah agar tidak keluar dari tubuh. Molekul-molekul yang dikeluarkan dari tubuh adalah molekul-molekul yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh, sisa-sisa metabolisme atau zat-zat yang toksik bagi tubuh. Molekul-molekul ini selanjutnya akan dibuang dalam bentuk urin (air kemih). Proses filtrasi ini tergantung kepada tekanan hidrostatik darah dalam kapiler glomerulus.

Perdarahan Ginjal

Masing-masing ginjal mendapat cabang langsung dari arteri abdominalis (arteri renalis). Arteri ini bercabang menjadi *arteri interlobaris* yang berjalan di antara piramid ginjal. Pada perbatasan korteks dan medula ginjal arteri interlobaris bercabang menjadi arteri *arteri arkuata atau arsiiformis* yang meninggalkan pembuluh asalnya hampir tegak lurus menelusuri dasar piramid medula dan berjalan sejajar dengan permukaan ginjal. Arteri ini kemudian bercabang-cabang lagi. Cabang-cabang arteri ini berjalan secara radier ke tepian korteks dan dikenal sebagai *arteri interlobularis*. Dari arteri interlobularis ini terdapat banyak cabang-cabang menjadi arteri intralobularis yang akan berakhir sebagai arteriol glomerular aferen yang mendarahi glomerulus.

Fungsi ginjal yaitu

1. Membuang bahan sisa terutama senyawaan nitrogen seperti urea dan kreatinin yang dihasilkan dari metabolisme makanan oleh tubuh, bahan asing dan produk sisa.
2. Mengatur keseimbangan air dan elektrolit
3. Mengatur keseimbangan asam dan basa.
4. Menghasilkan renin yang berperan dalam pengaturan tekanan darah.
5. Menghasilkan eritropoietin yang mempunyai peran dalam proses pembentukan eritrosit di sumsum tulang.
6. Produksi dan ekskresi urin

Ureter

Secara histologik ureter terdiri atas lapisan mukosa, muskularis dan adventisia. Lapisan mukosa terdiri atas *epitel transisional* yang disokong oleh lamina propria. Epitel transisional ini terdiri atas 4-5 lapis sel. Sel permukaan bervariasi dalam hal bentuk mulai dari kuboid (bila kandung kemih kosong atau tidak teregang) sampai gepeng (bila kandung kemih dalam keadaan

penuh/teregang). Sel-sel permukaan ini mempunyai batas konveks (cekung) pada lumen dan dapat berinti dua. Sel-sel permukaan ini dikenal sebagai sel payung. Lamina propria terdiri atas jaringan fibrosa yang relatif padat dengan banyak serat elastin. Lumen pada potongan melintang tampak berbentuk bintang yang disebabkan adanya lipatan mukosa yang memanjang. Lipatan ini terjadi akibat longgarnya lapis luar lamina propria, adanya jaringan elastin dan muskularis. Lipatan ini akan menghilang bila ureter diregangkan.

Lapisan muskularisnya terdiri atas atas serat otot polos longitudinal disebelah dalam dan sirkular di sebelah luar (berlawanan dengan susunan otot polos di saluran cerna). Lapisan adventisia atau serosa terdiri atas lapisan jaringan ikat fibroelsatin.

Fungsi ureter adalah meneruskan urin yang diproduksi oleh ginjal ke dalam kandung kemih. Bila ada batu disaluran ini akan menggesek lapisan mukosa dan merangsang reseptor saraf sensoris sehingga akan timbul rasa nyeri yang amat sangat dan menyebabkan penderita batu ureter akan berguling-gulung, keadaan ini dikenal sebagai *kolik ureter*.

Kandung kemih

Kandung kemih terdiri atas lapisan mukosa, muskularis dan serosa/adventisia. Mukosanya dilapisi oleh epitel transisional yang lebih tebal dibandingkan ureter (terdiri atas 6-8 lapis sel) dengan jaringan ikat longgar yang membentuk lamina propria dibawahnya. Tunika muskularisnya terdiri atas berkas-berkas serat otot polos yang tersusun berlapis-lapis yang arahnya tampak tak membentuk aturan tertentu. Di antara berkas-berkas ini terdapat jaringan ikat longgar. Tunika adventisiannya terdiri atas jaringan fibroelastik.

Fungsi kandung kemih adalah menampung urin yang akan dikeluarkan ke dunia luar melalui uretra.

Uretra

Panjang uretra pria antara 15-20 cm dan untuk keperluan deskriptif terbagi atas 3 bagian yaitu:

- A. **Pars Prostatika**, yaitu bagian uretra mulai dari muara uretra pada kandung kemih hingga bagian yang menembus kelenjar prostat. Pada bagian ini bermuara 2 saluran yaitu duktus ejakulatorius dan saluran keluar kelenjar prostat.
- B. **Pars membranasea** yaitu bagian yang berjalan dari puncak prostat di antara otot rangka pelvis menembus membran perineal dan berakhir pada bulbus korpus kavernosus uretra.
- C. **Pars kavernosa atau spongiosa** yaitu bagian uretra yang menembus korpus

kavernosum dan bermuara pada glands penis.

Epitel uretra bervariasi dari transisional di uretra pars prostatika, lalu pada bagian lain berubah menjadi epitel berlapis atau bertingkat silindris dan akhirnya epitel gepeng berlapis pada ujung uretra pars kavernosa yang melebar yaitu di fosa navikularis. Terdapat sedikit sel goblet penghasil mukus. Di bawah epitel terdapat lamina propria terdiri atas jaringan ikat fibro-elastis longgar.

Pada wanita uretra jauh lebih pendek karena hanya 4 cm panjangnya. Epitelnya bervariasi dari transisional di dekat muara kandung kemih, lalu berlapis silindris atau bertingkat hingga berlapis gepeng di bagian ujungnya. Muskularisnya terdiri atas 2 lapisan otot polos tersusun serupa dengan ureter (aw/2001).

Urin (Air Kemih)

Sifat fisis air kemih, terdiri dari:

- a. Jumlah ekskresi dalam 24 jam \pm 1.500 cc tergantung dari pemasukan (intake) cairan dan faktor lainnya.
- b. Warna, bening kuning muda dan bila dibiarkan akan menjadi keruh.
- c. Warna, kuning tergantung dari kepekatan, diet obat-obatan dan sebagainya
- d. Bau, bau khas air kemih bila dibiarkan lama akan berbau amoniak.
- e. Berat jenis 1,015-1,020.
- f. Reaksi asam, bila lama-lama menjadi alkalis, juga tergantung dari pada diet (sayur menyebabkan reaksi alkalis dan protein memberi reaksi asam).

Komposisi air kemih, terdiri dari:

- a. Air kemih terdiri dari kira-kira 95% air.
- b. Zat-zat sisa nitrogen dari hasil metabolisme protein, asam urea, amoniak dan kreatinin.
- c. Elektrolit, natrium, kalsium, NH_3 , bikarbonat, fosfat dan sulfat.
- d. Pigmen (bilirubin dan urobilin).
- e. Toksin.
- f. Hormon.

Mikturisi

Mikturisi ialah proses pengosongan kandung kemih setelah terisi dengan urin.

Mikturisi melibatkan 2 tahap utama, yaitu:

- a. Kandung kemih terisi secara progresif hingga tegangan pada dindingnya meningkat melampaui nilai ambang batas (Hal ini terjadi bila telah tertimbun 170-230 ml urin), keadaan ini akan mencetuskan tahap ke 2.
- b. Adanya refleks saraf (disebut refleks mikturisi) yang akan mengosongkan kandung kemih.

Pusat saraf miksi berada pada otak dan spinal cord (tulang belakang) Sebagian besar pengosongan di luar kendali tetapi pengontrolan dapat di pelajari "latih". Sistem saraf simpatis : impuls menghambat Vesika Urinaria dan gerak spinchter interna, sehingga otot detrusor relax dan spinchter interna konstiksi. Sistem saraf parasimpatis: impuls menyebabkan otot detrusor berkontriksi, sebaliknya spinchter relaksasi terjadi MIKTURISI (normal: tidak nyeri).

Ciri-Ciri Urin Normal

- Rata-rata dalam satu hari 1-2 liter, tapi berbeda-beda sesuai dengan jumlah cairan yang masuk.
- Warnanya bening oranye tanpa ada endapan.
- Baunya tajam.
- Reaksinya sedikit asam terhadap lakmus dengan pH rata-rata 6.

Fungsi Sistem Perkemihan

1. Membuang sisa metabolisme :
 - a. Sisa metabolisme Nitrogenous : ureum, creatinin, uric acid.
 - b. Racun-racun/Toxins
 - c. Obat-obat/Drugs
2. Pengaturan homeostasis :
 - a. Keseimbangan air
 - b. Elektrolit
 - c. Keseimbangan asam-basa darah
 - d. Tekanan darah
 - e. Produksi darah merah
 - f. Mengaktifkan vitamin D

Proses Fisiologi Perkemihan

Pada saat vesica urinaria tidak dapat lagi menampung urine tanpa meningkatkan tekanannya (biasanya pada saat volume urine kira-kira 300 ml) maka reseptor pada dinding vesica urinaria akan memulai kontraksi musculus detrussor. Pada bayi, berkemih terjadi secara involunter dan dengan segera. Pada orang dewasa, keinginan berkemih dapat ditunda sampai ia menemukan waktu dan tempat yang cocok. Walaupun demikian, bila rangsangan sensoris ditunda terlalu lama, maka akan memberikan rasa sakit.

Dengan demikian mulainya kontraksi musculus detrussor, maka terjadi relaksasi musculus pubococcygeus dan terjadi pengurangan topangan kekuatan urethra yang menghasilkan beberapa kejadian dengan urutan sebagai berikut :

1. Membukanya meatus intemus
2. Erubahan sudut ureterovesical
3. Bagian atas urethra akan terisi urine
4. Urine bertindak sebagai iritan pada dinding urine
5. Musculus detrussor berkontraksi lebih kuat
6. Urine didorong ke urethra pada saat tekanan intraabdominal meningkat
7. Pembukaan sphincter extemus
8. Urine dikeluarkan sampai vesica urinaria kosong

Penghentian aliran urine dimungkinkan karena musculus pubococcygeus yang bekerja di bawah pengendalian secara volunteer :

1. Musculus pubococcygeus mengadakan kontraksi pada saat urine mengalir
2. Vesica urinaria tertarik ke atas
3. Urethra memanjang
4. Musculus sprincter externus di pertahankan tetap dalam keadaan kontraksi.

Apabila musculus pubococcygeus mengadakan relaksasi lahi maka siklus kejadian seperti yang baru saja diberikan di atas akan mulai lagi secara otomatis.

Kesimpulan

Sistem perkemihan merupakan suatu sistem dimana terjdinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan

menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh. Zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih).

Antomi system perkemihan terdiri dari :

1. Ginjal
2. Uretra
3. Kandung kemih
4. Urethra

Rujukan

1. Wonodirekso S dan Tambajong J (editor), (1990), Sistem urinaria dalam Buku Ajar Histologi Leeson and Leeson (terjemahan), Edisi V, EGC, Jakarta, hal 427-450
2. Young, B., Heath, J.W., (2000), Urinary Sistem in Wheater's Functional Histology: A text and colour atlas, 4th edition, Churchill Livingstone, Edinburgh, London, pp. 286-309.
3. diFiore, M.S.H., (1981), Atlas of Human Histology, 5th edition, Lea and Febiger, Philadelphia, USA, pp. 186-194.
4. Penuntun Praktikum Histologi, Fakultas Kedokteran UI, hal 136-141.