





UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

Kode Dokumen:

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Rumpun Mata Kuliah	Bobot (SKS)	Semester	Tanggal Penyusunan
Blok Sistem Digesti dan Urinari	223420341	Kedokteran	4 SKS	2	01/04/2024
Pengesahan	Dosen Pengembangan RPS		Koordinator RMK	Kaprodi	
	 dr. Afifah Khoiru Nisa, M. Biomed			 dr. Nuni Ihsana, M. Biomed	
Capaian Pembelajaran	<b>CPL-Prodi yang dibebankan pada mata kuliah</b>				
	CPL 6-P2	Menguasai prinsip ilmu Biomedik dan ilmu Humaniora yang terkini dalam pengelolaan masalah kesehatan individu dengan berlandaskan prinsip evidence based medicine.			
	CPL 8-P4	Memahami prinsip-prinsip Al Islam dan Kemuhammadiyah dalam bidang aqidah, akhlaq, ibadah dan muamalah berdasarkan Al quran dan assunah serta dapat mengintegrasikan dengan topik kedokteran dasar.			
	CPL 11-KU1	Mengetahui dasar cara berpikir kritis untuk menyelesaikan masalah.			
	CPL 12-KU2	Memiliki kemampuan untuk menemukan, menggunakan, dan menghasilkan materi menggunakan teknologi informasi untuk pengembangan keilmuan.			
	<b>Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)</b>				
	CPMK 1	Mampu menjelaskan anatomi dan histologi sistem digesti			
	CPMK 2	Mampu menjelaskan fisiologi dan regulasi sistem digesti			
	CPMK 3	Mampu menjelaskan aspek biokimiawi sistem digesti			
CPMK 4	Mampu menjelaskan aspek nutrisi dan mikronutrien sistem digesti				

CPMK 5	Mampu menjelaskan integrasi mekanisme pencernaan
CPMK 6	Mampu menjelaskan anatomi dan histologi sistem urinaria
CPMK 7	Mampu menjelaskan fisiologi dan regulasi terkait cairan tubuh dan sistem urinaria
CPMK 8	Mampu menjelaskan aspek biokimiawi sistem urinaria
CPMK 9	Mampu menjelaskan mikrobiologi dasar
CPMK 10	Mampu menjelaskan farmakologi dasar dan rute administrasi obat
CPMK 11	Mampu menjelaskan petunjuk Al Qur'an dan As-sunnah terkait sistem digesti dan urinaria
<b>Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)</b>	
Sub-CPMK 1	Mampu menjelaskan struktur anatomi organ sistem gastrointestinal manusia
Sub-CPMK 2	Mampu mengidentifikasi dan Menjelaskan anatomi dinding abdomen
Sub-CPMK 3	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan struktur anatomi sistem gastrointestinal
Sub-CPMK 4	Mampu menjelaskan struktur embriologi sistem gastrointestinal dan organa aksesoria
Sub-CPMK 5	Mampu menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian atas
Sub-CPMK 6	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan fungsi histologi saluran cerna dan kelenjar pencernaan
Sub-CPMK 7	Mampu menjelaskan fungsi dan proses digesti saluran pencernaan bagian atas dan kelenjarnya
Sub-CPMK 8	Mampu menjelaskan fisiologi sistem digesti dan kelenjar digesti
Sub-CPMK 9	Mampu menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian bawah
Sub-CPMK 10	Mampu menjelaskan regulasi Otonom saluran cerna dan enteric nerve system
Sub-CPMK 11	Mampu menjelaskan biokimia sistem Pencernaan secara Enzimatis
Sub-CPMK 12	Mampu menjelaskan motilitas, sekresi, absorpsi saluran cerna bagian bawah dan mekanisme defekasi
Sub-CPMK 13	Mampu menjelaskan pencernaan biokimiawi dan memahami prosesnya
Sub-CPMK 14	Mampu menjelaskan fungsi transpor dan metabolik hati
Sub-CPMK 15	Mampu menjelaskan metabolisme porfirin, empedu dan bilirubin
Sub-CPMK 16	Mampu menjelaskan nutrisi, sumber nutrisi dan menilai status gizi
Sub-CPMK 17	Mampu menjelaskan radikal bebas, oksidan, antioksidan, prebiotik, probiotik, dan nutrisi yang penting untuk pencernaan
Sub-CPMK 18	Mampu menjelaskan Gaya Hidup Islami berkaitan dengan Pencernaan
Sub-CPMK 19	Mampu menjelaskan integrasi mekanisme sistem digesti
Sub-CPMK 20	Mampu menjelaskan struktur organ sistem urinaria manusia
Sub-CPMK 21	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan struktur organ sistem urinaria manusia
Sub-CPMK 22	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan struktur dan fungsi histologi sistem urinari



	Sub-CPMK 19												
	Sub-CPMK 20												
	Sub-CPMK 21												
	Sub-CPMK 22												
	Sub-CPMK 23												
	Sub-CPMK 24												
	Sub-CPMK 25												
	Sub-CPMK 26												
	Sub-CPMK 27												
	Sub-CPMK 28												
	Sub-CPMK 29												
	Sub-CPMK 30												
	Sub-CPMK 31												
	Sub-CPMK 32												
	Sub-CPMK 33												
	Sub-CPMK 34												
	Sub-CPMK 35												
	Sub-CPMK 36												
	Sub-CPMK 37												
	Sub-CPMK 38												
<b>Deskripsi singkat mata kuliah</b>	Blok ini secara integrasi melibatkan ilmu yang berkaitan dengan anatomi, fisiologi, histologi, biokimia, mikrobiologi, dan farmakologi pada sistem digesti dan urinari. Perspektif islam terhadap kesehatan organ pencernaan dan urinaria menjadi pelengkap dalam pembelajaran di blok ini. Bentuk kegiatan pembelajaran dalam mata kuliah blok ini berupa: diskusi tutorial/ <i>problem based learning</i> , kuliah pakar, penugasan dan praktikum.												
<b>Bahan Kajian:</b> Materi Pembelajaran	(1) Struktur dan fungsi organ sistem digesti dan urinaria (2) Regulasi dan mekanisme sistem digesti dan urinaria (3) Peran dan kebutuhan nutrisi bagi tubuh (4) Mikrobiologi dasar (5) Farmakologi dasar dan rute administrasi obat (6) Petunjuk Al-Quran dan Hadits terkait sistem digesti dan urinaria												
	1. Paulsen, F., Wacshke, J. Sobotta Atlas Anatomi Manusia, Edisi 23,. EGC, Jakarta. 2. Schunke, M., Schulte, E., et al. 2014. Prometheus Atlas Anatomi Manusia. Edisi 3. EGC 3. John e Hall. 2014. Guyton dan Hall buku ajar fisiologi kedokteran. Winsland house. Saunders Elsevier 4. Barret, K.E., Barman, S.M., et.al. 2014. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Ganong. Edisi 25. EGC 5. Lauralee Sherwood. 2016. Human Physiology from Cells to Systems. Cengage Learning 6. Gerard J., Derrickson, B., 2017. Principles of Anatomy and Physiology. 15th Edition. Wiley 7. Bloom, Fawcet. 2015. Buku Ajar Histologi Edisi 12. EGC												

	8. Anthony L, Mescher. 2016. Histologi Dasar Junqueira Edisi 14. Jakarta. EGC 9. Victor P. Eroschenko. 2015. Atlas Histologi DiFiore edisi 12. Jakarta. EGC 10. Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwell, V., 2018. Harper's Illustrated Biochemistry, 31st Edition (LANGE Basic Science)-McGraw-Hill Medical 11. Brooks, F.G., Carroll, K.C., et al. Jawetz, Melnick's & Adelberg Mikrobiologi Kedokteran. 2014. Edisi 27th Ed. EGC 12. Katzung, B. G., Kruidering-Hall, M., & Trevor, A. J. (2012). <i>Basic &amp; Clinical pharmacology</i> (Twelfth Edition). New-York : McGraw-Hill Education 13. Lullmann, H. (2000). <i>Color atlas of pharmacology</i> . Stuttgart: Thieme 14. Goodman, L. S., Brunton, L. L., Chabner, B., & Knollman, M. C. (2011). <i>Goodman &amp; Gilman's pharmacological basis of therapeutics</i> . New York: McGraw-Hill. 15. Al Qur'an dan hadits
<b>Dosen Pengampu</b>	1. dr. Afifah Khoiru Nisa, M.Biomed. (Dept. Biokimia) 2. dr. Agus Sukaca, M.Kes. (AIK) 3. dr. Ario Tejosukmono, MMR, M.Biomed. (Dept. Anatomi) 4. dr. Annisa, MMR, M.Biomed. (Dept. Histologi) 5. dr. Leonny Dwi Rizkita, M.Biomed (Dept. Farmakologi) 6. dr. Nuni Ihsana, M.Biomed. (Dept. Fisiologi) 7. dr. Rizka Ariani, M.Biomed (Dept. Mikrobiologi)
<b>Mata Kuliah Prasyarat</b>	-

Mgg Ke-	Kemampuan yang diharapkan (Sub-CPMK)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Bentuk dan Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu (menit)	Penilaian		
					Kriteria & Bentuk	Indikator	Bobot
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mampu menjelaskan struktur anatomi organ sistem gastrointestinal manusia	1. Anatomi Oris, Dentes dan Lingua, oropharynx, oesophagus 2. Anatomi glandula salivatorius, jenis dan duktusnya	Kuliah interaktif (Anatomi 1)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan struktur anatomi organ sistem digesti manusia :	2.44%

		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Anatomi tractus gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>4. Organ digestif asesoria; hepatobilier dan pancreas</li> <li>5. Vaskularisasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>6. Inervasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>7. Anatomi sirkulasi porta hepatica</li> </ol>				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anatomi Oris, Dentes dan Lingua, oropharynx, oesophagus</li> <li>2. Anatomi glandula salivatorius, jenis dan duktusnya</li> <li>3. Anatomi tractus gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>4. Organ digestif asesoria; hepatobilier dan pancreas</li> <li>5. Vaskularisasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>6. Inervasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>7. Anatomi sirkulasi porta hepatica</li> </ol>	
<b>1</b>	Mampu mengidentifikasi dan Menjelaskan anatomi dinding abdomen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembagian region abdomen</li> <li>2. Batas-batas abdomen dan lapisan/bangunan penyusun dinding abdomen</li> <li>3. Vaskularisasi dinding abdomen</li> <li>4. Inervasi dinding abdomen</li> </ol>	Praktikum Anatomi (1)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan menjelaskan anatomi dinding abdomen : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembagian region abdomen</li> <li>2. Batas-batas abdomen dan lapisan/bangunan penyusun dinding abdomen</li> <li>3. Vaskularisasi dinding abdomen</li> <li>4. Inervasi dinding abdomen</li> </ol>	2.08%
<b>1</b>	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan struktur anatomi sistem gastrointestinal (bagian I : traktus gastrointestinal)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Batas-batas cavum oris, dentes, glandula salivatorius dan lingua</li> <li>2. Batas-batas struktur esophagus, lapisan, penyempitan, gaster dan karakteristik inervasi</li> <li>3. Batas-batas struktur intestinum hingga rektum dan anal kanal</li> </ol>	Praktikum Anatomi (2)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan anatomi sistem gastro intestinal (bagian I) : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Batas-batas cavum oris, dentes, glandula salivatorius dan lingua</li> <li>2. Batas-batas struktur esophagus, lapisan,</li> </ol>	2.08%

		<ul style="list-style-type: none"> <li>4. Vasculariasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>5. Inervasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Batas-batas struktur intestinum hingga rektum dan anal kanal</li> <li>4. Vasculariasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> <li>5. Inervasi sistem gastrointestinal atas dan bawah</li> </ul>	
<b>1</b>	Menjelaskan struktur embriologi sistem gastrointestinal dan organa aksesoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Proses pembentukan tractus gastrointestinal derivat forgut, midgut dan hindgut.</li> <li>2. Pembentukan organa digestif aksesoria meliputi hepar, vesica felea, pancreas, dan lien.</li> </ul>	Kuliah Interaktif (Anatomi 2)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan struktur embriologi sistem gastrointestinal dan organa aksesoria :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Proses pembentukan tractus gastrointestinal derivat forgut, midgut dan hindgut.</li> <li>2. Pembentukan organa digestif aksesoria meliputi hepar, vesica felea, pancreas, dan lien.</li> </ul>	2.44%
<b>1</b>	Menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian atas	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Gambaran histologis umum systema digestorum</li> <li>2. Histologi cavum oris dan struktur didalamnya (termasuk dentin)</li> <li>3. Histologi glandula salivarius; glandula parotis, submandibularis, glandula sublingualis</li> <li>4. Histologi lingua</li> <li>5. Histologi oesofagus</li> <li>6. Histologi gaster dan pylorus</li> <li>7. Histofisiologi dan korelasi klinis saluran cerna atas</li> </ul>	Kuliah interaktif (Histologi 1)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian atas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Gambaran histologis umum systema digestorum</li> <li>2. Histologi cavum oris dan struktur didalamnya (termasuk dentin)</li> <li>3. Histologi glandula salivarius; glandula parotis, submandibularis, glandula sublingualis</li> <li>4. Histologi lingua</li> <li>5. Histologi oesofagus</li> <li>6. Histologi gaster dan pylorus</li> </ul>	2.44%

						7. Histofisiologi dan korelasi klinis saluran cerna atas	
1	Mengidentifikasi dan menjelaskan fungsi histologi saluran cerna dan kelenjar pencernaan (bagian I : sistem gastrointestinal atas)	Gambaran Histologi: 1. Cavum oris 2. Dentin 3. Lingua 4. Gaster Duodenum	Praktikum Histologi (1)	1x100'	Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi	Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan histologi saluran cerna dan kelenjar pencernaan dan organ asesorius saluran cerna : 1. Cavum oris 2. Dentin 3. Lingua 4. Gaster Duodenum	2.08%
1	Menjelaskan fungsi dan proses digesti saluran pencernaan bagian atas dan kelenjarnya	1. Proses dasar sistem pencernaan 2. Menjelaskan fungsi dan mekanisme mastikasi, dan deglutasi 3. Pencernaan oleh saliva dan sekresinya 4. Proses pencernaan mekanik dan kimiawi: lambung-duodenum 5. Proses pengosongan lambung dan pengaturannya	Tutorial (1)	2x100'	Keaktifan Minikuis	Ketepatan menjelaskan fisiologi saluran cerna bagian atas dan kelenjarnya : 1. Proses dasar sistem pencernaan 2. Menjelaskan fungsi dan mekanisme mastikasi, dan deglutasi 3. Pencernaan oleh saliva dan sekresinya 4. Proses pencernaan mekanik dan kimiawi: lambung-duodenum 5. Proses pengosongan lambung dan pengaturannya	6.25%
1	Menjelaskan fisiologi sistem digesti dan kelenjar digesti	Fisiologi sistem digesti : 1. Prinsip motilitas gastrointestinal 2. Hidrolisis makanan dan absorpsi traktus gastrointestinal	Kuliah interaktif (Fisiologi 1)	1x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan fisiologi saluran cerna bagian atas dan kelenjarnya : 1. Prinsip motilitas gastrointestinal 2. Hidrolisis makanan dan absorpsi traktus gastrointestinal 3. Sekresi traktus digestivus; lambung, pancreas, hepatobilier dan pengaturannya	1.22%
		Fisiologi kelenjar digesti : 1. Sekresi traktus digestivus; lambung, pancreas, hepatobilier dan pengaturannya	Kuliah interaktif (Fisiologi 2)	1x50'			1.22%



		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Pengaturan sistem digesti oleh saraf dan hormon-hormon pencernaan</li> <li>3. Pengaturan lapar-kenyang</li> </ol>				<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Pengaturan sistem digesti oleh saraf dan hormon-hormon pencernaan</li> <li>5. Pengaturan lapar-kenyang</li> </ol>	
2	Menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian bawah	<p>Histologi saluran cerna bagian bawah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intestinum tenue</li> <li>2. Intestinum crassum</li> <li>3. rectum</li> <li>4. Organa acessoria: hepar, pankreas, vesica felea</li> <li>5. Korelasi klinis histologi saluran cerna bagian bawah</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Histologi 2)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan struktur histologi saluran cerna bagian bawah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intestinum tenue</li> <li>2. Intestinum crassum</li> <li>3. rectum</li> <li>4. Organa acessoria: hepar, pankreas, vesica felea</li> <li>5. Korelasi klinis histologi saluran cerna bagian bawah</li> </ol>	2.44%
2	Menjelaskan biokimia sistem Pencernaan secara Enzimatis	<p>Proses pencernaan secara kimiawi (enzimatis) pada :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rongga mulut</li> <li>2. Lambung</li> <li>3. Usus halus</li> <li>4. Penyerapan makromolekul</li> <li>5. Peran hepar</li> </ol>	Kuliah interaktif (Biokimia 1)	2x50'	MCQ	<p>Mampu menjelaskan biokimia sistem pencernaan secara enzimatis :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rongga mulut</li> <li>2. Lambung</li> <li>3. Usus halus</li> <li>4. Penyerapan makromolekul</li> <li>5. Peran hepar</li> </ol>	2.44%
2	Menjelaskan regulasi Otonom saluran cerna dan <i>enteric nerve system</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peran sistem saraf otonom pada sistem gastrointestinal</li> <li>2. Regulasi dan kontrol <i>enteric nerve system</i> terhadap saluran pencernaan</li> <li>3. <i>Gut brain axis</i></li> </ol>	Kuliah Interaktif (Anatomi 3)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan regulasi Otonom saluran cerna dan <i>enteric nerve system</i> :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peran sistem saraf otonom pada sistem gastrointestinal</li> <li>2. Regulasi dan kontrol <i>enteric nerve system</i> terhadap saluran pencernaan</li> <li>3. <i>Gut brain axis</i></li> </ol>	2.44%
2	Menjelaskan motilitas, sekresi, absorpsi saluran	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motilitas dan sekresi usus halus</li> </ol>	Tutorial (2)	2x100'	Keaktifan Minikuis	<p>Ketepatan menjelaskan motilitas, sekresi, absorpsi</p>	6.25%

	cerna bagian bawah dan mekanisme defekasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Pencernaan dan mekanisme absorpsi karbohidrat, protein dan lemak di usus halus</li> <li>3. Motilitas dan sekresi usus besar</li> <li>4. Absorpsi colon dan mekanisme defekasi</li> </ol>				saluran cerna bagian bawah dan mekanisme defekasi : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motilitas dan sekresi usus halus</li> <li>2. Pencernaan dan mekanisme absorpsi karbohidrat, protein dan lemak di usus halus</li> <li>3. Motilitas dan sekresi usus besar</li> <li>4. Absorpsi colon dan mekanisme defekasi</li> </ol>	
<b>2</b>	Mengidentifikasi dan menjelaskan fungsi histologi saluran cerna dan kelenjar pencernaan (bagian II : sistem gastrointestinal bawah)	<p>Gambaran Histologi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Duodenum, jejunum, Ileum</li> <li>2. Rectum</li> <li>3. Glandula salivarius, pankreas, hepar</li> </ol>	Praktikum Histologi (2)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan histologi saluran cerna dan kelenjar pencernaan dan organ asesorius saluran cerna : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Duodenum, jejunum, Ileum</li> <li>2. Rectum</li> <li>3. Glandula salivarius, pankreas, hepar</li> </ol>	2.08%
<b>2</b>	Menjelaskan pencernaan biokimiawi dan memahami prosesnya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daya amilolitik saliva</li> <li>2. Hidrolisis amilum oleh getah pankreas</li> <li>3. Pencernaan protein oleh pepsin</li> <li>4. Pencernaan protein oleh getah pancreas</li> <li>5. Memahami pencernaan lemak</li> <li>6. Memahami penurunan tegangan muka oleh garam Kholat</li> <li>7. Memahami pigmen-pigmen empedu</li> </ol>	Praktikum Biokimia (1)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan menjelaskan proses pencernaan secara biokimiawi : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daya amilolitik saliva</li> <li>2. Hidrolisis amilum oleh getah pankreas</li> <li>3. Pencernaan protein oleh pepsin</li> <li>4. Pencernaan protein oleh getah pancreas</li> <li>5. Memahami pencernaan lemak</li> <li>6. Memahami penurunan tegangan muka oleh garam Kholat</li> <li>7. Memahami pigmen-pigmen empedu</li> </ol>	2.08%

3	Menjelaskan fungsi transpor dan metabolik hati	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan histofisiologis hepar</li> <li>2. Menjelaskan karakteristik sirkulasi hepar</li> <li>3. Fungsi utama hepar dan kaitannya dengan metabolisme, sintesis protein plasma dan detoksifikasi</li> <li>4. Menjelaskan pembentukan empedu dan sekresi bilirubin</li> </ol>	Tutorial (3)	2x100'	Keaktifan Minikuis	<p>Ketepatan menjelaskan fungsi transpor dan metabolik hati :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan histofisiologis hepar</li> <li>2. Menjelaskan karakteristik sirkulasi hepar</li> <li>3. Fungsi utama hepar dan kaitannya dengan metabolisme, sintesis protein plasma dan detoksifikasi</li> <li>4. Menjelaskan pembentukan empedu dan sekresi bilirubin</li> </ol>	6.25%
3	Mampu mengidentifikasi dan menjelaskan struktur anatomi sistem gastrointestinal (bagian II : kelenjar dan organa asesoria sistem gastrointestinal)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktur anatomi pancreas, hepar dan saluran empedu</li> <li>2. Inervasi pancreas, hepar dan saluran empedu</li> <li>3. Vascularisasi pancreas, hepar dan saluran empedu termasuk sistem porta</li> </ol>	Praktikum Anatomi (3)	1x100'	Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi	<p>Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan anatomi sistem gastro intestinal (bagian II) :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktur anatomi pancreas, hepar dan saluran empedu</li> <li>2. Inervasi pancreas, hepar dan saluran empedu</li> <li>3. Vascularisasi pancreas, hepar dan saluran empedu termasuk sistem porta</li> </ol>	2.08%
3	Menjelaskan metabolisme porfirin, empedu dan bilirubin	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metabolisme porfirin dan empedu</li> <li>2. Metabolisme bilirubin dan siklus urobilinogen enterohepatic</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Biokimia 2)	1x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan metabolisme porfirin, empedu dan bilirubin :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metabolisme porfirin dan empedu</li> <li>2. Metabolisme bilirubin dan siklus urobilinogen enterohepatic</li> </ol>	1.22%
3	Menjelaskan nutrisi, sumber nutrisi dan menilai status gizi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penilaian Status Gizi dan Kebutuhan gizi</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Biokimia 3)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan nutrisi, sumber nutrisi dan menilai status gizi :</p>	2.44%

		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Penghitungan angka kecukupan gizi</li> <li>3. Sumber nutrisi tubuh normal</li> <li>4. Faktor yang memengaruhi status gizi</li> <li>5. Perhitungan kebutuhan energi dan penggunaan energi</li> </ol>				<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penilaian Status Gizi dan Kebutuhan gizi</li> <li>2. Penghitungan angka kecukupan gizi</li> <li>3. Sumber nutrisi tubuh normal</li> <li>4. Faktor yang memengaruhi status gizi</li> <li>5. Perhitungan kebutuhan energi dan penggunaan energi</li> </ol>	
3	Menjelaskan radikal bebas, oksidan, antioksidan, prebiotik, probiotik, dan nutrisi yang penting untuk pencernaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radikal bebas</li> <li>2. Oksidan</li> <li>3. Antioksidan</li> <li>4. Prebiotik</li> <li>5. Probiotik</li> <li>6. Nutrisi yang penting untuk pencernaan</li> <li>7. Peran hepar dalam detoksifikasi</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Biokimia 4)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan radikal bebas, oksidan, antioksidan, prebiotik, probiotik, dan nutrisi yang penting untuk pencernaan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radikal bebas</li> <li>2. Oksidan</li> <li>3. Antioksidan</li> <li>4. Prebiotik</li> <li>5. Probiotik</li> <li>6. Nutrisi yang penting untuk pencernaan</li> <li>7. Peran hepar dalam detoksifikasi</li> </ol>	2.44%
3	Menjelaskan Gaya Hidup Islami berkaitan dengan Pencernaan	<p>Petunjuk al quran dan assunah terkait sistem digesti :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prinsip-prinsip makanan halal &amp; thayib</li> <li>2. Korelasi klinis terkait pola makan</li> <li>3. Adab-adab makan dan minum dalam Islam</li> <li>4. Puasa, hikmah berpuasa dan manfaat berpuasa bagi tubuh</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Kedokteran Islam 1)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan gaya hidup Islami berkaitan dengan pencernaan :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prinsip-prinsip makanan halal &amp; thayib</li> <li>2. Korelasi klinis terkait pola makan</li> <li>3. Adab-adab makan dan minum dalam Islam</li> <li>4. Puasa, hikmah berpuasa dan manfaat berpuasa bagi tubuh</li> </ol>	2.44%

4	Menjelaskan struktur organ sistem urinaria manusia	Anatomi dan embriologi Tractus urinarius: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rongga abdomen dan kaitannya dengan sistem uropoetika</li> <li>2. Organa uropoetika</li> <li>3. Inervasi dan vaskularisasi tractus urinarius</li> <li>4. Embriologi sistem urinaria</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Anatomi 4)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan anatomi dan embriologi organ sistem urinaria: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rongga abdomen dan kaitannya dengan sistem uropoetika</li> <li>2. Organa uropoetika</li> <li>3. Inervasi tractus urinarius</li> <li>4. Embriologi sistem urinaria</li> </ol>	2.44%
4	Mengidentifikasi dan menjelaskan struktur organ sistem urinaria manusia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anatomi ginjal dan tractus urinarius</li> <li>2. Cavum abdomen, konsep intra dan ekstrapéritoneal</li> <li>3. Letak ren dan fiksasinya</li> <li>4. Struktur anatomi ren</li> <li>5. Bangunan anatomi ureter, vesica urinaria, urethra, glandula prostat laki-laki</li> <li>6. Vaskularisasi, aliran vena, limfe dan inervasi organ urinaria</li> <li>7. Vaskularisasi, aliran vena, limfe, inervasi sistem urinaria</li> </ol>	Praktikum Anatomi (4)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan menjelaskan struktur organ sistem urinaria manusia : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anatomi ginjal dan tractus urinarius</li> <li>2. Cavum abdomen, konsep intra dan ekstrapéritoneal</li> <li>3. Letak ren dan fiksasinya</li> <li>4. Struktur anatomi ren</li> <li>5. Bangunan anatomi ureter, vesica urinaria, urethra, glandula prostat laki-laki</li> <li>6. Vaskularisasi, aliran vena, limfe dan inervasi organ urinaria</li> <li>7. Vaskularisasi, aliran vena, limfe, inervasi sistem urinaria</li> </ol>	2.08%
4	Mengidentifikasi dan menjelaskan struktur dan fungsi histologi sistem urinari	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ren, ureter, vesica urinaria, urethra</li> <li>2. Struktur mikroskopis dan fungsi nefron, ductus ginjal</li> <li>3. Vaskularisasi ginjal</li> <li>4. Hubungan struktur ginjal dengan mekanisme filtrasi darah</li> <li>5. Struktur dan fungsi apparatus juxta glomerulus</li> <li>6. Korelasi histofisiologis dengan kondisi klinis</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Histologi 3)	2x50'	MCQ	Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan struktur dan fungsi masing-masing struktur histologi sistem urinaria : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ren, ureter, vesica urinaria, urethra</li> <li>2. Struktur mikroskopis dan fungsi nefron, ductus ginjal</li> <li>3. Vaskularisasi ginjal</li> </ol>	2.44%

		7. Histodinamik sistem urinaria				4. Hubungan struktur ginjal dengan mekanisme filtrasi darah 5. Struktur dan fungsi apparatus juxta glomerulus 6. Korelasi histofisiologis dengan kondisi klinis 7. Histodinamik sistem urinaria	
4	Mengidentifikasi dan menjelaskan struktur dan fungsi histologi sistem urinari	Mengenal dan mengidentifikasi gambaran histologi: 1. Ren, 2. Ureter, 3. Vesica urinaria 4. Urethra	Praktikum Histologi (3)	1x100'	Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi	Ketepatan mengidentifikasi dan menjelaskan histologi sistem urinaria : 1. Ren, 2. Ureter, 3. Vesica urinaria 4. Urethra	2.08%
4	Menjelaskan kompartemen cairan tubuh dan fisiologi sistem urinari	1. Kompartemen cairan tubuh; kompartemen cairan intrasel dan kompartemen cairan ekstrasel 2. Pengaturan pertukaran cairan dan keseimbangan osmotik antara cairan intraseluler dan ekstraseluler 3. Kontrol fisiologis terhadap filtrasi glomerulus dan aliran darah ginjal 4. Umpan balik tubuloglomerulus	Kuliah Interaktif (Fisiologi 3)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan kompartemen cairan tubuh dan fisiologi sistem urinaria : 1. Kompartemen cairan tubuh; kompartemen cairan intrasel dan kompartemen cairan ekstrasel 2. Pengaturan pertukaran cairan dan keseimbangan osmotik antara cairan intraseluler dan ekstraseluler 3. Kontrol fisiologis terhadap filtrasi glomerulus dan aliran darah ginjal 4. Umpan balik tubuloglomerulus	2.44%
4	Menjelaskan proses pembentukan urin dan mikturisi	1. Anatomi fungsional nefron 2. Sirkulasi ginjal 3. Laju filtrasi glomerulus dan faktor yang mempengaruhi	Tutorial (4)	3x100'	Keaktifan Minikuis	Ketepatan menjelaskan proses pembentukan urin dan mikturisi : 1. Anatomi fungsional nefron	6.25%

		<ul style="list-style-type: none"> <li>4. Proses pembentukan urin (filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi)</li> <li>5. Proses pengeluaran urin (mikturisi)</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Sirkulasi ginjal</li> <li>3. Laju filtrasi glomerulus dan faktor yang mempengaruhi</li> <li>4. Proses pembentukan urin (filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi)</li> <li>5. Proses pengeluaran urin (mikturisi)</li> </ul>	
4	Menjelaskan pembentukan urin, pengencerah dan pemekatan urin	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Reabsorpsi dan sekresi tubulus proksimal, ansa henle, tubulus distal, duktus koligentes</li> <li>2. Peran ginjal dalam pengaturan tekanan darah melalui sistem RAA</li> <li>3. Pengaturan hormonal terhadap reabsorpsi tubulus</li> </ul>	Kuliah Interaktif (Fisiologi 4)	1x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan pembentukan urin dan fisiologi sistem urinaria : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Reabsorpsi dan sekresi tubulus proksimal, ansa henle, tubulus distal, duktus koligentes</li> <li>2. Peran ginjal dalam pengaturan tekanan darah melalui sistem RAA</li> <li>3. Pengaturan hormonal terhadap reabsorpsi tubulus</li> <li>4. Pengenceran, pemekatan urin dan mekanisme <i>countercurrent</i></li> <li>5. Pengaturan mikturisi</li> <li>6. Pengaturan rasa haus</li> </ul>	1.22%
		<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Pengenceran, pemekatan urin dan mekanisme <i>countercurrent</i></li> <li>2. Pengaturan mikturisi</li> <li>3. Pengaturan rasa haus</li> </ul>	Kuliah Interaktif (Fisiologi 5)	1x50'			1.22%
4	Menjelaskan uji fungsi ekskresi ginjal dan mengukur BJ Urin	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan peran ginjal dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh</li> <li>2. Menjelaskan cara mengukur dan menghitung BJ Urine</li> </ul>	Praktikum (Fisiologi 1)	1x100'	Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi	Ketepatan menjelaskan uji fungsi ekskresi ginjal dan mengukur BJ Urine : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan peran ginjal dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh</li> <li>2. Menjelaskan cara mengukur dan menghitung BJ Urine</li> </ul>	2.08%
4	Menjelaskan Komposisi Biokimiawi Urin	Komposisi urine <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Protein dalam urin</li> <li>2. Kreatinin</li> </ul>	Praktikum (Biokimia 5)	1x100'	Entry test, Exit test,	Ketepatan menjelaskan komposisi biokimia urine : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Protein dalam urin</li> </ul>	2.08%

		3. Asam urat 4. Fosfat dan kalsium			Kegiatan, Responsi	2. Kreatinin 3. Asam urat 4. Fosfat dan kalsium	
4	Menjelaskan peran ginjal dalam keseimbangan asam basa	1. Pengaturan keseimbangan asam basa 2. Peran ginjal dalam keseimbangan asam basa	Kuliah Interaktif (Biokimia 6)	1x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan peran ginjal dalam keseimbangan asam basa : 1. Pengaturan keseimbangan asam basa 2. Peran ginjal dalam keseimbangan asam basa	1.22%
5	Menjelaskan Peran Ginjal dalam Metabolisme Vitamin, Kalsium, Oksalat, Fosfat, urea dan asam urat	Peran ginjal dalam metabolisme : 1. Vitamin 2. Kalsium 3. Fosfat 4. oksalat 5. Urea 6. Asam urat	Kuliah Interaktif (Biokimia 7)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan peran ginjal dalam metabolisme : 1. Vitamin 2. Kalsium 3. Fosfat 4. oksalat 5. Urea 6. Asam urat	2.44%
5	Menjelaskan flora normal	1. Definisi flora normal 2. Flora normal residen dan transient 3. Peran flora normal sebagai <i>innate immunity</i>	Kuliah Interaktif (Mikrobiologi 1)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan flora normal : 1. Menjelaskan definisi flora normal 2. Menjelaskan flora normal residen dan transient 3. Menjelaskan peran flora normal sebagai <i>innate immunity</i>	2.44%
5	Mengenalkan dan menggunakan Alat Mikrobiologi, Media, Dan Metode Sterilisasi	1. Mengenali dan menggunakan alat-alat dan bahan yang digunakan dalam laboratorium mikrobiologi untuk mengidentifikasi mikroorganisme baik patogen ataupun non-patogen.	Praktikum Mikrobiologi (1)	1x100'	<i>Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi</i>	Ketepatan mengenali dan menggunakan alat Mikrobiologi, Media, Dan Metode Sterilisasi : 1. Mengenali dan menggunakan alat-alat dan bahan yang digunakan dalam laboratorium mikrobiologi untuk	2.08%

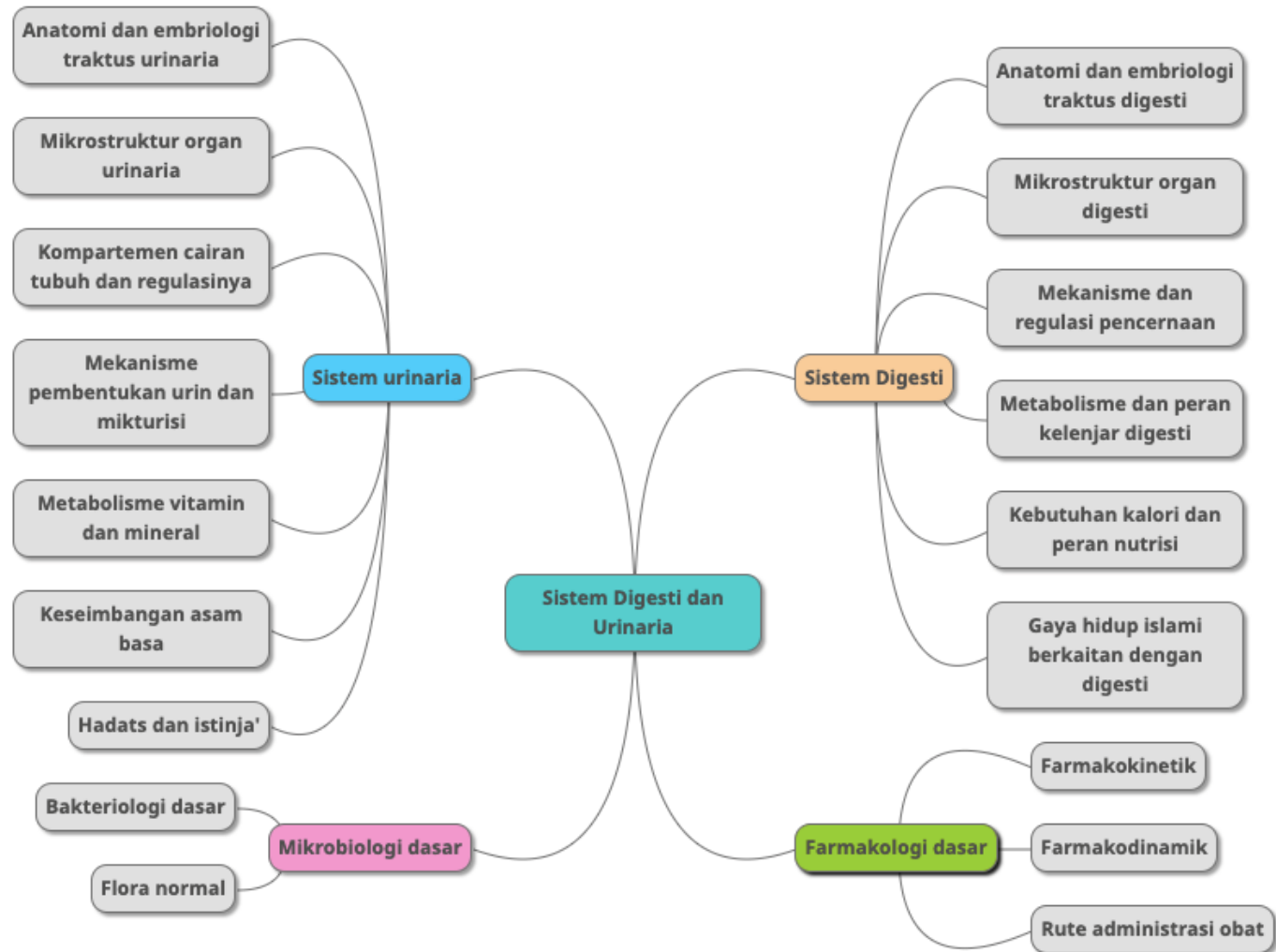


		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mengenali jenis-jenis media yang digunakan untuk kultur bakteri atau jamur patogen maupun flora normal.</li> <li>3. Melakukan sterilisasi alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan uji mikrobiologi.</li> </ol>				<p>mengidentifikasi mikroorganisme baik patogen ataupun non-patogen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mengenali jenis-jenis media yang digunakan untuk kultur bakteri atau jamur patogen maupun flora normal.</li> <li>3. Melakukan sterilisasi alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan uji mikrobiologi.</li> </ol>	
5	Menjelaskan hadast dan istinja'	Fiqh hadast dan istinja'	Kuliah Interaktif (AIK)	2x50'	MCQ	Ketepatan menjelaskan hadast dan istinja'	2.44%
5	Menjelaskan farmakokinetika obat dasar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definisi obat</li> <li>2. Definisi dan proses farmakokinetik obat : Absorpsi</li> <li>3. Definisi dan proses farmakokinetik obat : Distribusi</li> <li>4. Definisi dan proses farmakokinetik obat : Metabolisme</li> <li>5. Definisi dan proses farmakokinetik obat : Ekskresi</li> <li>6. Parameter kuantitatif pada proses absorpsi, distribusi, metabolisme dan eliminasi obat</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Farmakologi I)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan prinsip dan dasar farmakokinetika obat :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi obat</li> <li>2. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi dan proses farmakokinetik obat : Absorpsi</li> <li>3. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi dan proses farmakokinetik obat : Distribusi</li> <li>4. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi dan proses farmakokinetik obat : Metabolisme</li> <li>5. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi dan proses farmakokinetik obat : Ekskresi</li> </ol>	2.44%

						6. Mahasiswa mampu menjelaskan parameter kuantitatif pada proses absorpsi, distribusi, metabolisme dan eliminasi obat	
5	Menjelaskan farmakodinamika obat dasar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Farmakodinamik obat : i <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Interaksi obat dengan reseptor</li> <li>b) Macam-macam reseptor obat</li> </ol> </li> <li>2. Sifat obat : agonist, agonist parsial, antagonist kompetitif, dan antagonist non kompetitif</li> <li>3. Hubungan farmakokinetik dan farmakodinamik obat</li> <li>4. Rute administrasi obat</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Farmakologi 2)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan prinsip dan dasar farmakodinamika obat dasar :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu menjelaskan mengenai farmakodinamik obat : i <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Interaksi obat dengan reseptor</li> <li>b) Macam-macam reseptor obat</li> </ol> </li> <li>2. Mahasiswa mampu menjelaskan sifat obat : agonist, agonist parsial, antagonist kompetitif, dan antagonist non kompetitif</li> <li>3. Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan farmakokinetik dan farmakodinamik obat</li> <li>4. Mahasiswa mampu menjelaskan rute administrasi obat</li> </ol>	2.44%
5	Menjelaskan rute administrasi obat dan efek obat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mampu menjelaskan berbagai jenis hewan coba yang digunakan dalam percobaan farmakologi</li> <li>2. Mahasiswa mampu menganalisis hubungan rute administrasi obat dengan efek pada hewan coba</li> </ol>	Praktikum Farmakologi (1)	1x100'	Entry test, Exit test, Kegiatan, Responsi	<p>Ketepatan menjelaskan rute administrasi obat dan efek dari rute administrasi obat :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mampu menjelaskan berbagai jenis hewan coba yang digunakan dalam percobaan farmakologi</li> <li>2. Mahasiswa mampu menganalisis hubungan</li> </ol>	2.08%

						rute administrasi obat dengan efek pada hewan coba	
5	Menjelaskan metabolisme xenobiotic, efek dan faktor yang mempengaruhinya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengertian xenobiotik</li> <li>2. Reaksi-reaksi metabolisme xenobiotik dalam tubuh.</li> <li>3. Fungsi ginjal dalam metabolisme xenobiotik, obat</li> </ol>	Kuliah Interaktif (Biokimia 5)	2x50'	MCQ	<p>Ketepatan menjelaskan metabolisme xenobiotic, efek dan faktor yang mempengaruhinya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengertian xenobiotik</li> <li>2. Reaksi-reaksi metabolisme xenobiotik dalam tubuh.</li> <li>3. Fungsi ginjal dalam metabolisme xenobiotik, obat</li> </ol>	2.44%
6	Diskusi panel	<p>Integrasi mekanisme dan regulasi sistem urinaria, alternatif :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem urinaria : integrasi mekanisme dan regulasi (fisiologi, biokimia, histo/anatomi?)</li> <li>2. Peran ginjal sebagai organ ekskresi (farmako, biokimia)</li> <li>3. Peran ginjal dalam homeostasis tubuh (fisio, biokimia, farmako?)</li> </ol>	Diskusi panel	1x100'		<p>Ketepatan menjelaskan integrasi mekanisme dan regulasi sistem digesti :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Traktus digestivus dan regulasinya (anatomi)</li> <li>2. Mekanisme pencernaan dan regulasinya (fisiologi)</li> <li>3. Pencernaan kimiawi dan absorpsi (biokimia)</li> </ol>	

## TOPIC TREE



### Perhitungan SKS

Kuliah pakar 1x50'	42	42x0,0625	2,625
Praktikum 1x100'	12	12x0,0625	0,75
Tutorial 1x100'	9	9x0.0625	0,5625
Diskusi panel 1x100'	1	1x0.0625	0,0625
<b>Total</b>			<b>4</b>

### Komponen Penilaian

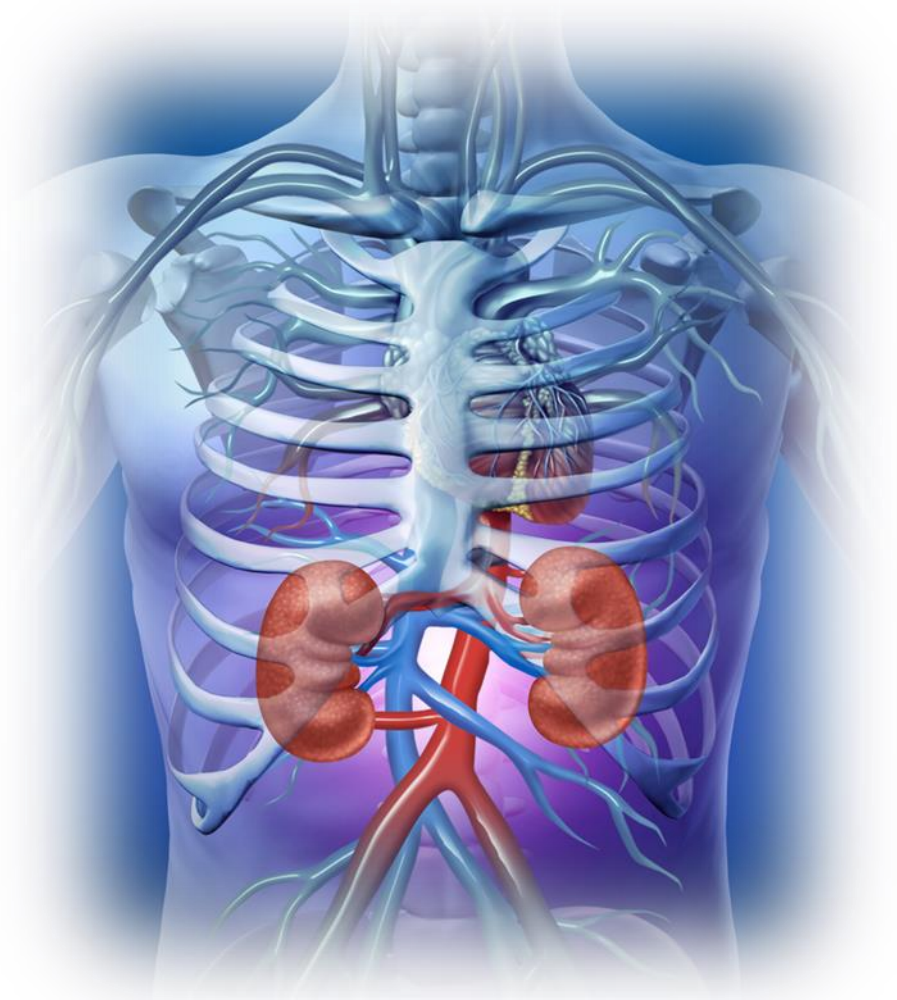
Komponen	Rentang Nilai	% Bobot
MCQ	0 – 100	50%
Tutorial	0 – 100	25%
Praktikum	0 – 100	25%
	Total	100%

### Kriteria Evaluasi

Nilai		
Huruf	Bobot	Angka
A	4,00	$75 \leq n \leq 100$
A/B	3,50	$70 \leq n < 75$
B	3,00	$65 \leq n < 70$
B/C	2,50	$60 \leq n < 65$
C	2,00	$55 \leq n < 60$
D	1,00	$50 \leq n < 55$
E	0	$< 50$

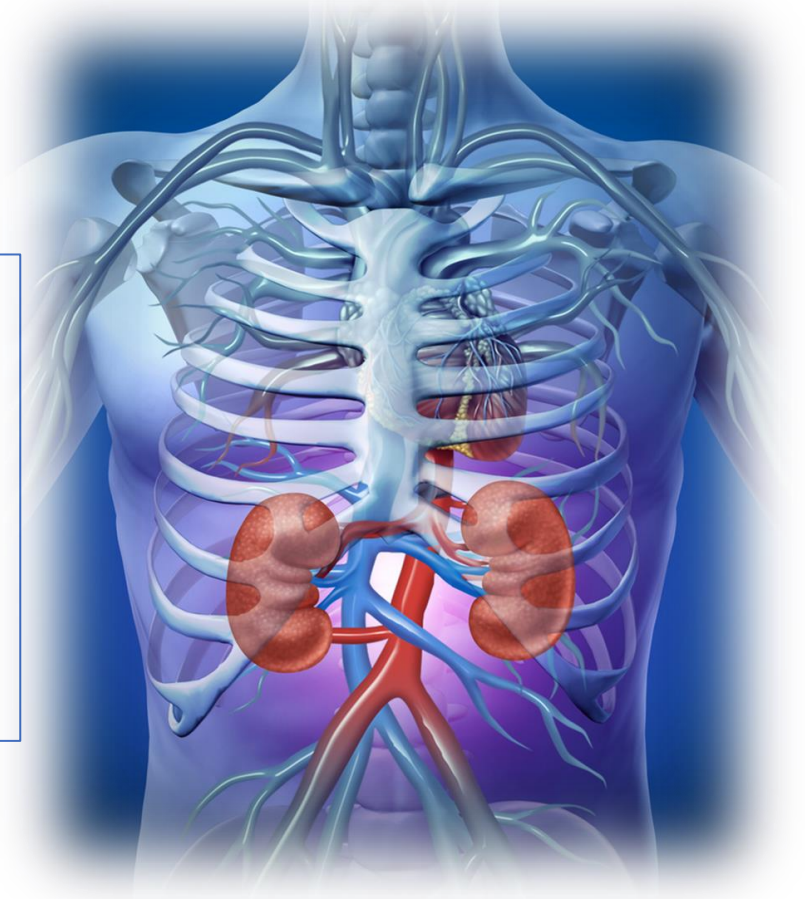
# Fisiologi Sistem Urinaria

Nuni Ihsana



## Learning Objective

1. Kompartemen cairan tubuh; kompartemen cairan intrasel dan kompartemen cairan ekstrasel
2. Pengaturan pertukaran cairan dan keseimbangan osmotik antara cairan intraseluler dan ekstraseluler
3. Kontrol fisiologis terhadap filtrasi glomerulus dan aliran darah ginjal
4. Umpan balik tubuloglomerulus

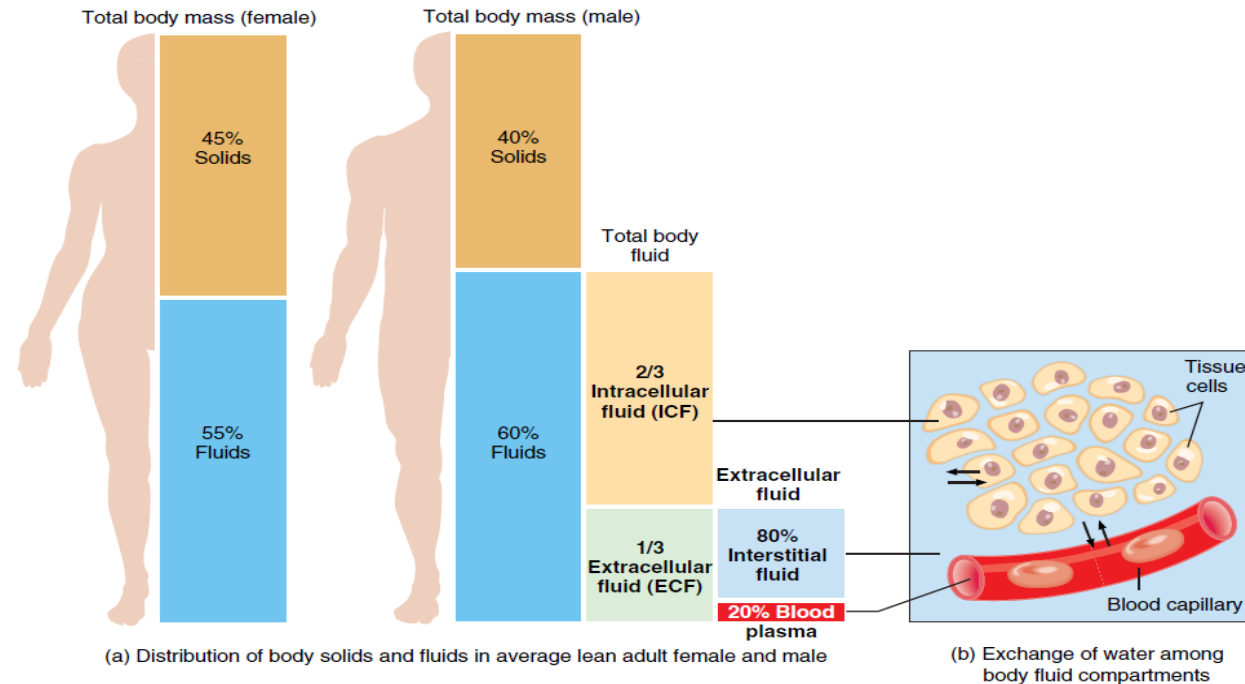


# Peran Ginjal dalam Homeostasis Cairan Tubuh

- Menjaga osmolaritas cairan tubuh
- Menjaga pH dan Keseimbangan asam basa
- Mempertahankan keseimbangan elektrolit
- Pembentukan Urin

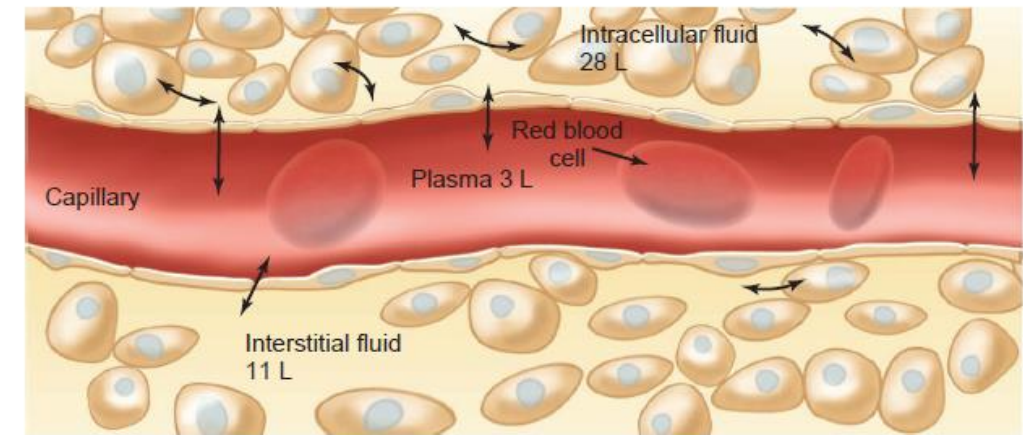
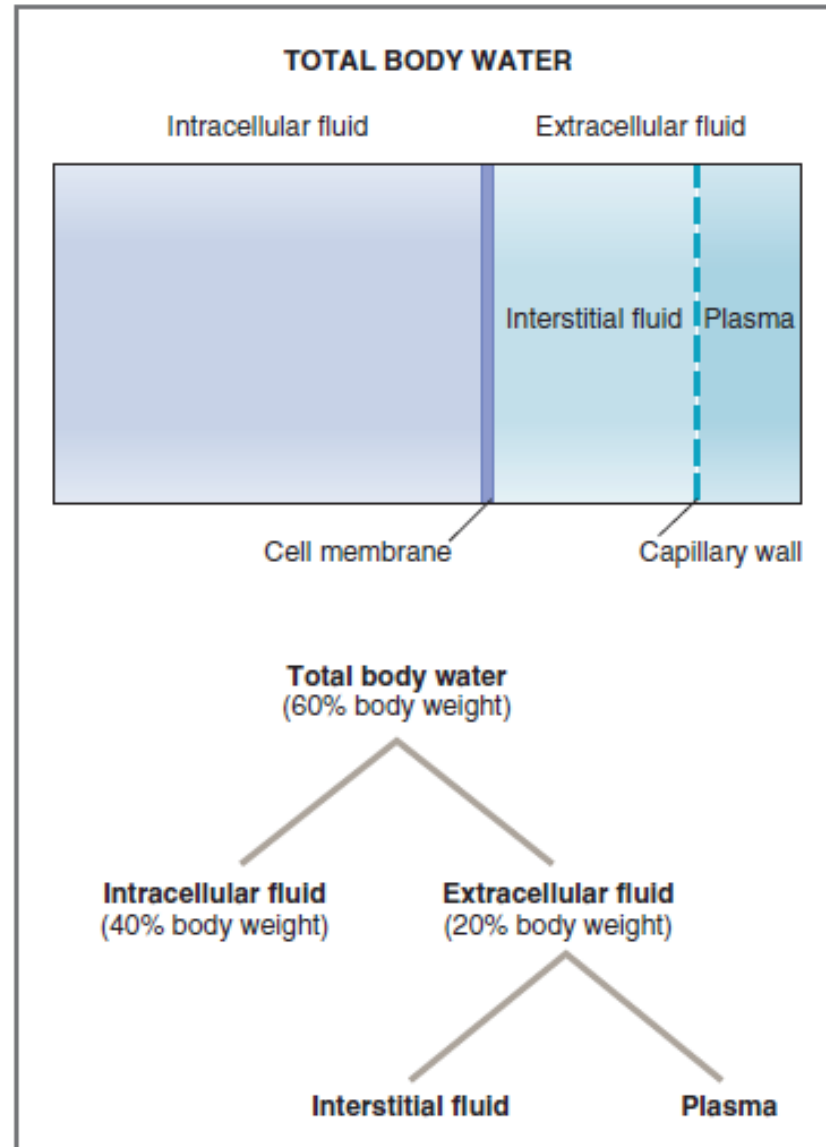


# Kompartemen Cairan Tubuh



Cairan Ekstraseluler	Cairan Intraseluler
35% dari total cairan tubuh	65% cairan tubuh
Terdiri dari: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasma (8%)</li> <li>• Cairan interstisial (25%)</li> <li>• Transeluler (2%) → Cairan serebrospinal, sinovial, peritoneal, pleural, pericardial</li> </ul>	Cairan yang berada di dalam sel, dibatasi membran sel

# Kompartemen Cairan Tubuh



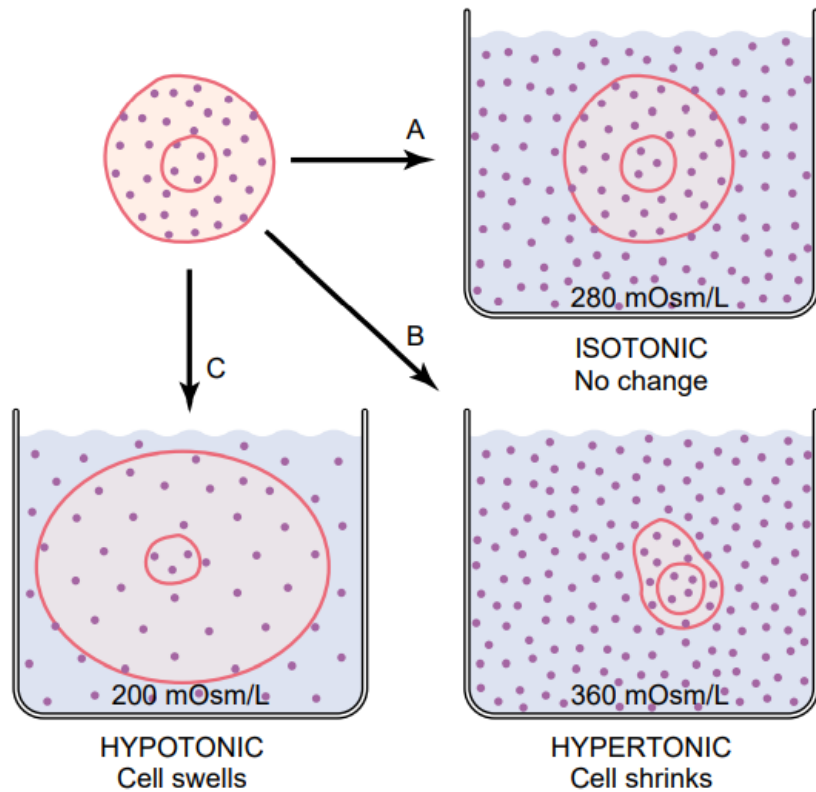
1. **Intracellular fluid** : the fluid contained within all the cells of the body and accounts for about 2/3 of all the fluid in the body
2. **Plasma** : the fluid circulating in the blood vessels
3. **Interstitial fluid** : the fluid that actually bathes the cells

# Konstituen ICF dan ECF

- Konsentrasi kation plasma > cairan interstisial, konsentrasi anion interstisial > plasma
- Protein plasma >>, karena permeabilitas kapiler yang lebih rendah terhadap protein plasma

	Plasma (mOsm/L H <sub>2</sub> O)	Interstitial (mOsm/L H <sub>2</sub> O)	Intracellular (mOsm/L H <sub>2</sub> O)
Na <sup>+</sup>	142	139	14
K <sup>+</sup>	4.2	4.0	140
Ca <sup>++</sup>	1.3	1.2	0
Mg <sup>++</sup>	0.8	0.7	20
Cl <sup>-</sup>	106	108	4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	28.3	10
HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2	2	11
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.5	0.5	1
Phosphocreatine			45
Carnosine			14
Amino acids	2	2	8
Creatine	0.2	0.2	9
Lactate	1.2	1.2	1.5
Adenosine triphosphate			5
Hexose monophosphate			3.7
Glucose	5.6	5.6	
Protein	1.2	0.2	4
Urea	4	4	4
Others	4.8	3.9	10
Total mOsm/L	299.8	300.8	301.2
Corrected osmolar activity (mOsm/L)	282.0	281.0	281.0
Total osmotic pressure at 37°C (mm Hg)	5441	5423	5423

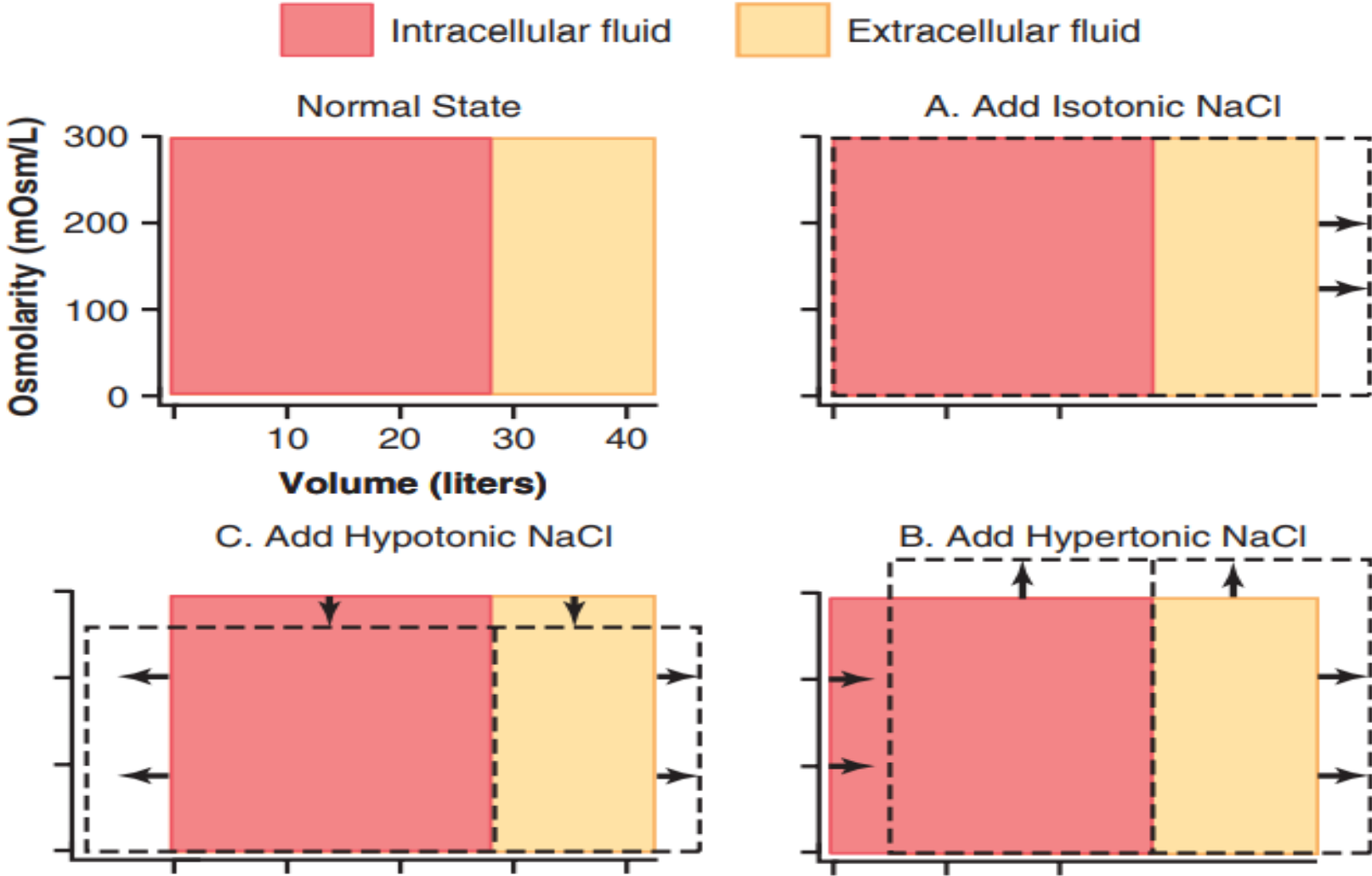
# Osmolaritas Dan Osmolalitas



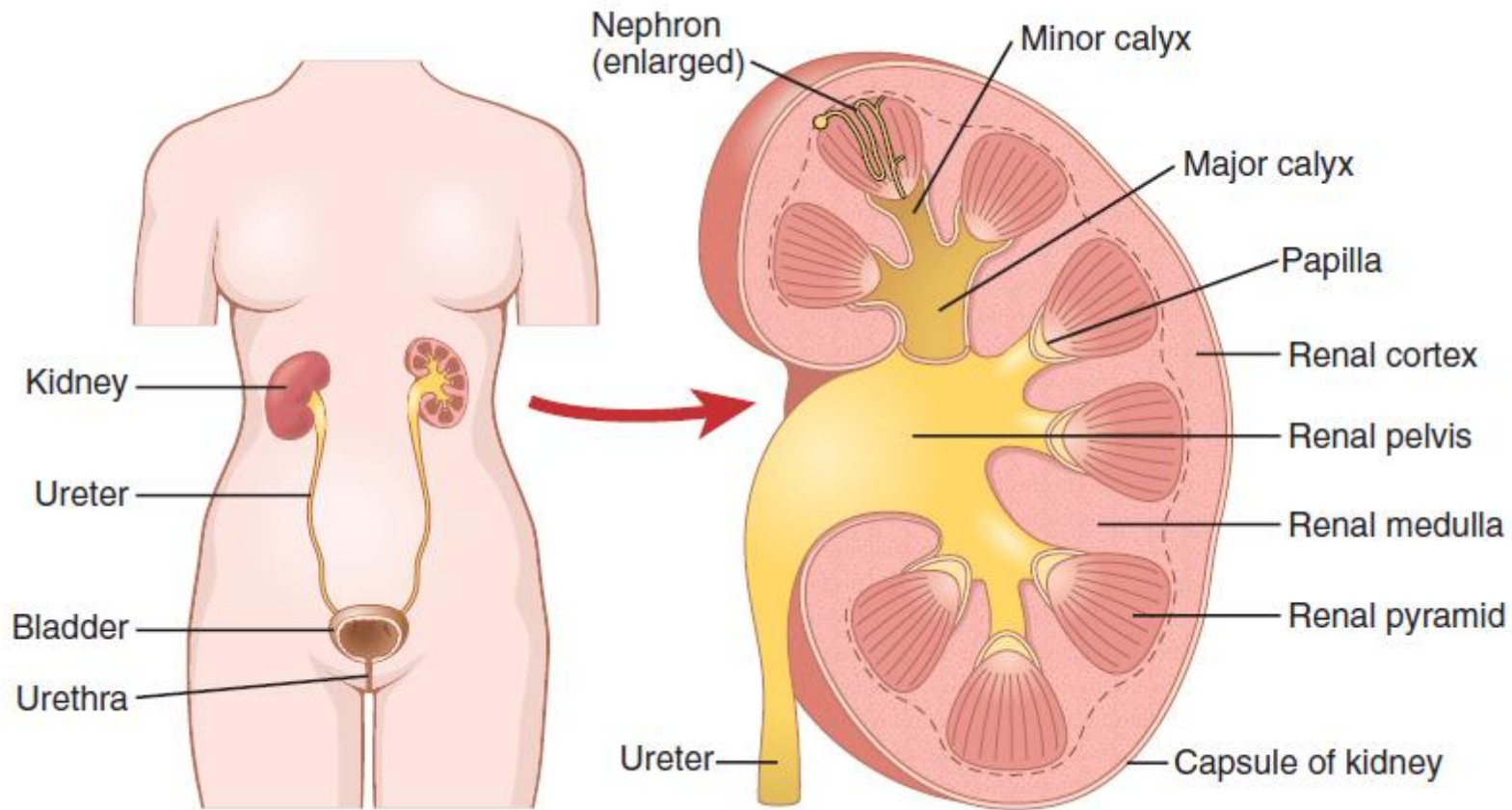
- Jumlah partikel dalam suatu larutan diukur dalam osmol. Istilah miliosmol (mOsm)= 1/1000 osmol
- Istilah osmol merujuk pada jumlah partikel yang aktif secara osmotik

- **Osmolalitas:** konsentrasi osmol suatu larutan , dinyatakan dalam osmol per kilogram air
- **Osmolaritas :** konsentrasi larutan yang dinyatakan dalam osmol per liter larutan
- Pada cairan tubuh : ~

# Perubahan Osmolalitas



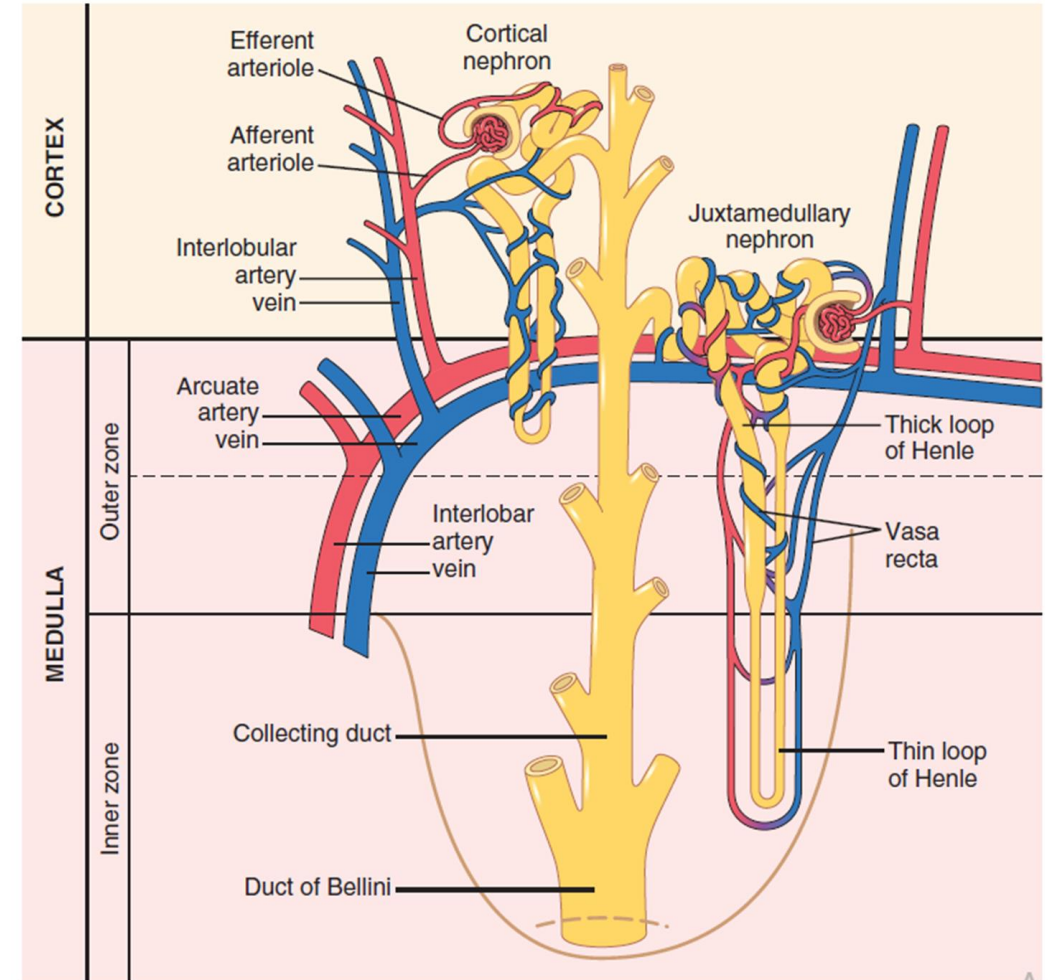
# Ginjal



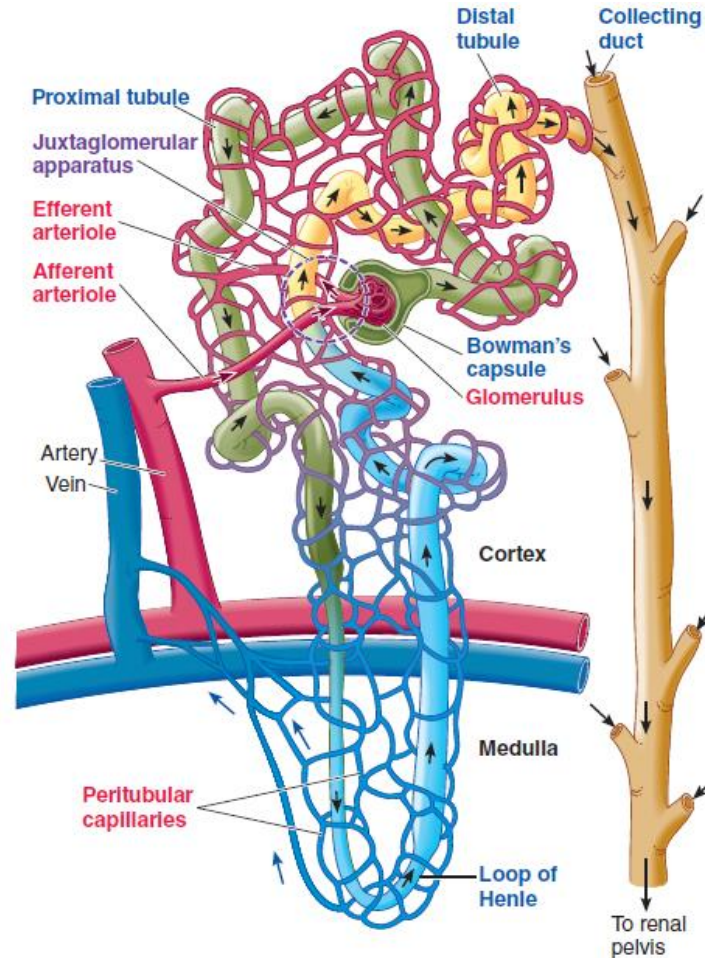
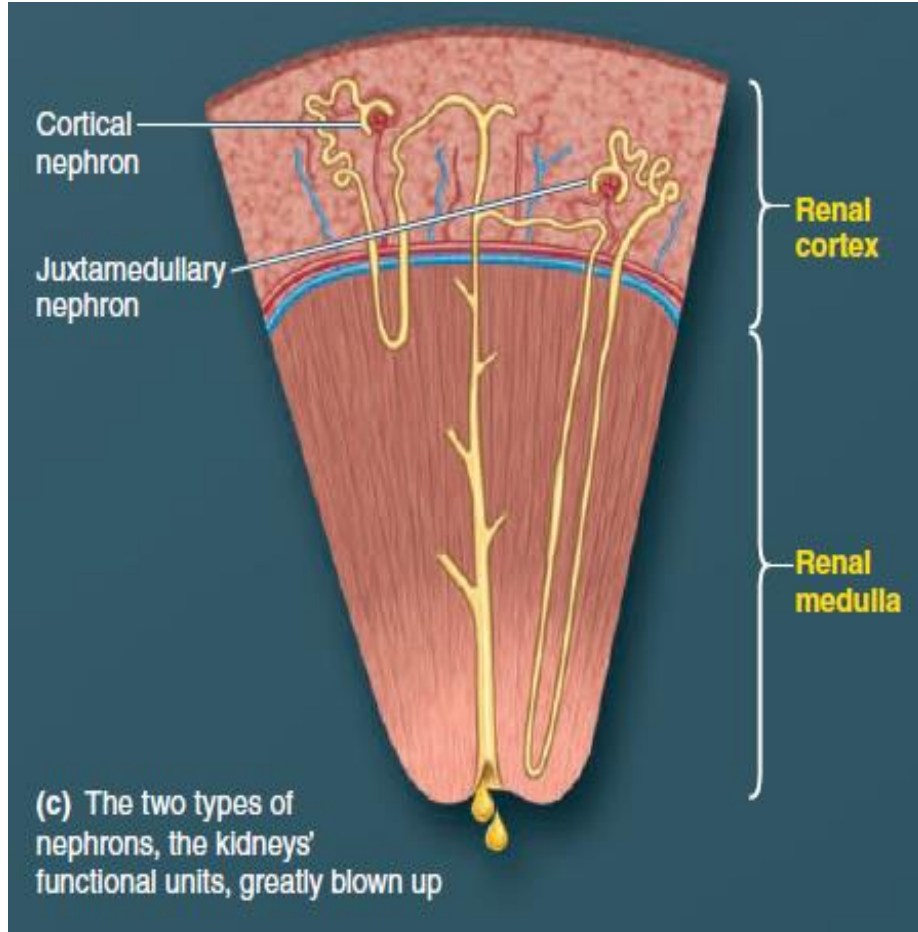


# Nephron

- Nefron: unit fungsional ginjal
- Ginjal tidak dapat membentuk nefron baru
- Terdiri dari:
  - Renal corpuscle (glomerulus & capsula Bowman)
  - Renal tubulus : tubulus proksimal, ansa henle, tubulus distal → bermuara ke duktus kolektivus



# Nephron



## Overview of Functions of Parts of a Nephron

### Vascular component

- **Afferent arteriole**—carries blood to the glomerulus
- **Glomerulus**—a tuft of capillaries that filters a protein-free plasma into the tubular component
- **Efferent arteriole**—carries blood from the glomerulus
- **Peritubular capillaries**—supply the renal tissue; involved in exchanges with the fluid in the tubular lumen

### Tubular component

- **Bowman's capsule**—collects the glomerular filtrate
- **Proximal tubule**—uncontrolled reabsorption and secretion of selected substances occur here
- **Loop of Henle** (of juxtamedullary nephrons only; not shown)—establishes an osmotic gradient in the renal medulla that is important in the kidney's ability to produce urine of varying concentration
- **Distal tubule and collecting duct**—variable, controlled reabsorption of  $\text{Na}^+$  and  $\text{H}_2\text{O}$  and secretion of  $\text{K}^+$  and  $\text{H}^+$  occur here; fluid leaving the collecting duct is urine, which enters the renal pelvis

### Combined vascular/tubular component

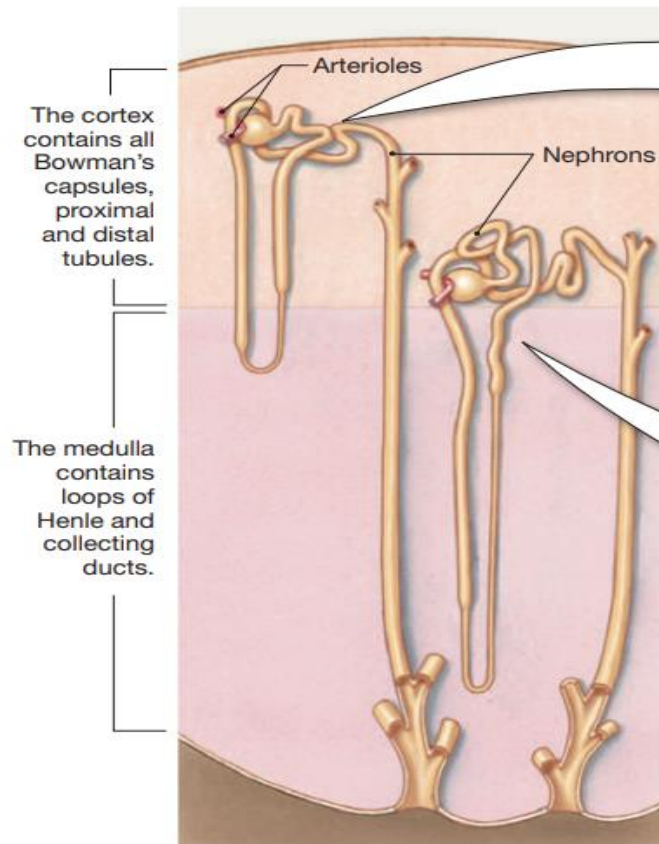
- **Juxtaglomerular apparatus**—produces substances involved in the control of kidney function



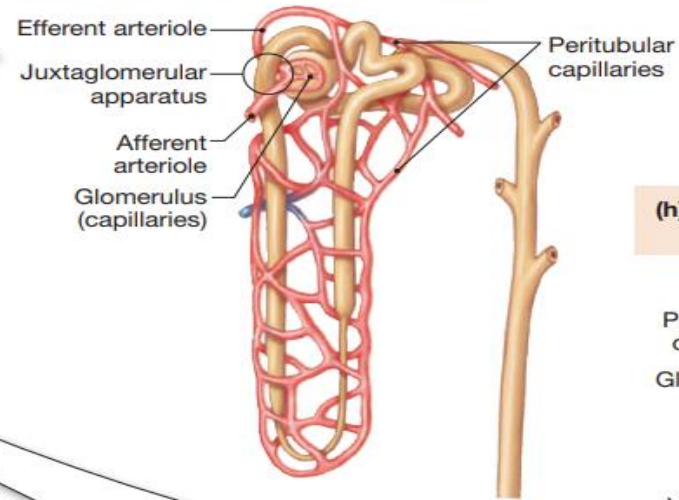
# Nephron

## Structure of the Nephron

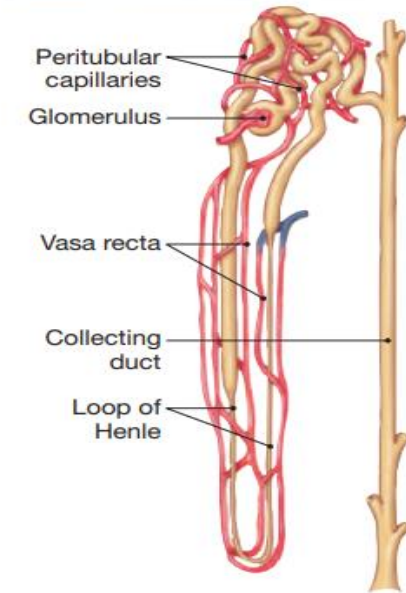
(f) Some nephrons dip deep into the medulla.



(g) One nephron has two arterioles and two sets of capillaries that form a portal system.



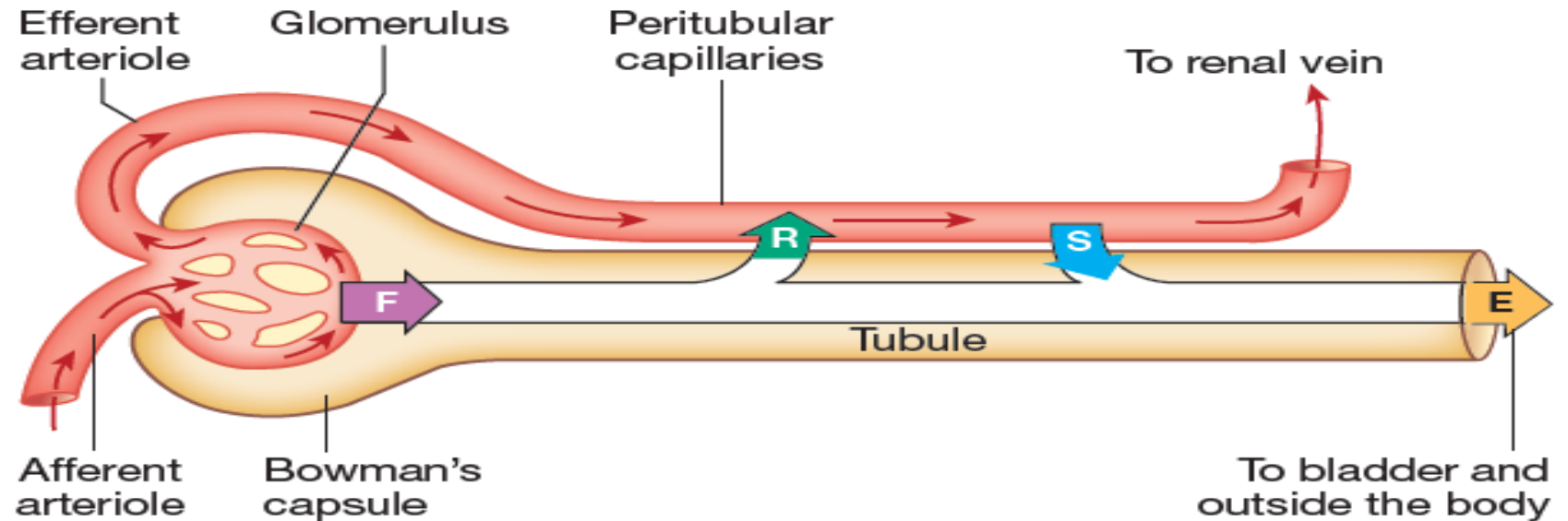
(h) Juxtamedullary nephron with vasa recta



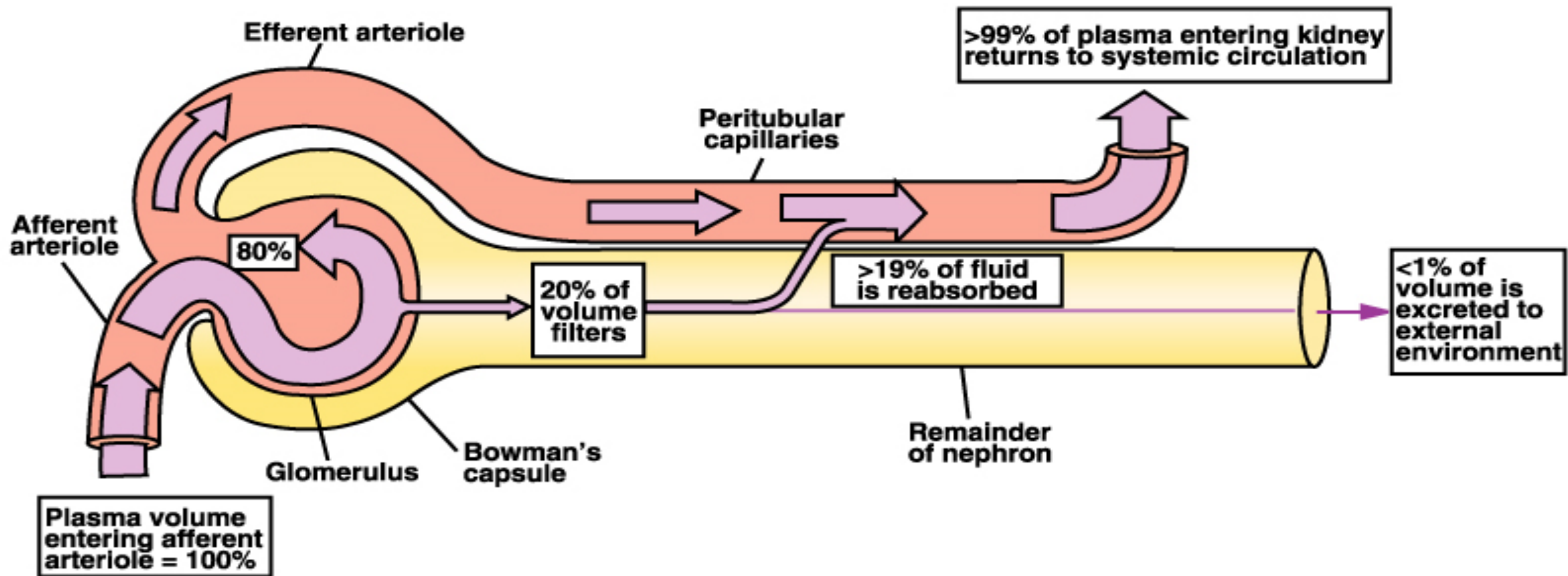
# Urine Formation

Steps in urine formation

- 1. Filtration** - water and small molecule removed from blood
- 2. Reabsorption** - water and essential molecules returned to blood
- 3. Secretion** - wastes and excess salt added from body fluid to filtrate (urine)



$$\text{Amount filtered (F)} - \text{amount reabsorbed (R)} + \text{amount secreted (S)} = \text{amount of solute excreted (E)}$$

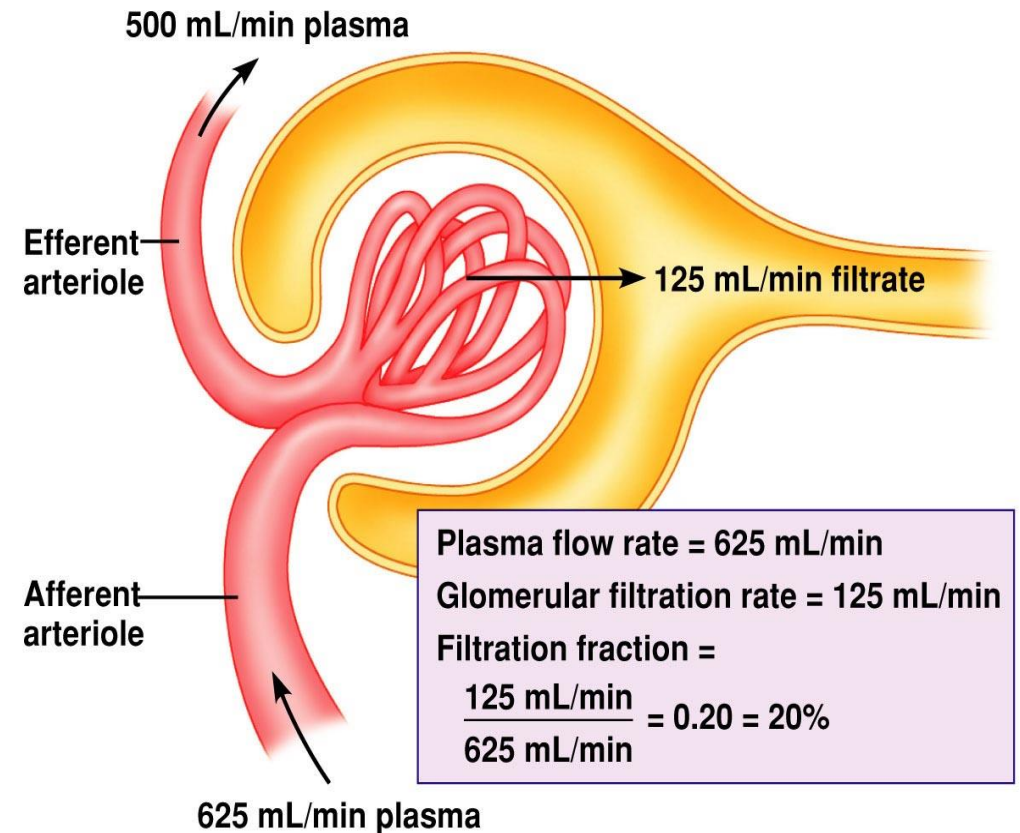


# Filtrasi Glomerulus

- ❑ **Filtrasi** adalah perpindahan cairan dan zat terlarut dari kapiler glomerulus ke capsula Bowman.
- ❑ Hasil filtrasi disebut **filtrat**.
- ❑ *Glomerular filtration rate* (GFR) = volume plasma yang terfiltrasi per satuan waktu = 125 ml/min → 180 liter per hari

*Filtration fraction* (fraksi filtrasi) =

- GFR/renal plasma flow = 20% → persentase plasma yang mengalir melalui ginjal akan difiltrasi oleh kapiler glomerulus



**(b) Glomerular filtration rate and filtration fraction**

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

GFR (laju filtrasi glomerulus) ditentukan:

1. Keseimbangan tekanan osmotik koloid dengan tekanan hidrostatis membran kapiler
2. Koefisien filtrasi (Kf)

$$\text{GFR} = \text{Kf} \times \text{Tekanan filtrasi akhir}$$

Kf = koefisien filtrasi glomerulus

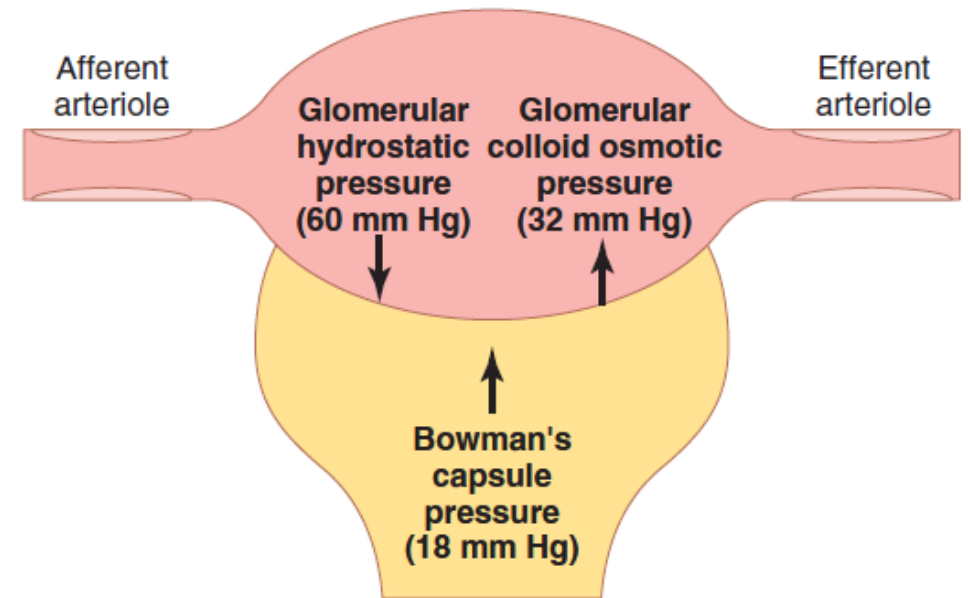
• Kf ditentukan oleh:

- luas permukaan filtrasi,
- ketebalan membran filtrasi

• Penurunan Kf disebabkan oleh penurunan jumlah glomerulus fungsional dan peningkatan ketebalan membran: pada diabetic nephropathy, HT kronis, glomerulonefritis

**Kf does not normally change – IT'S A CONSTANT!!**

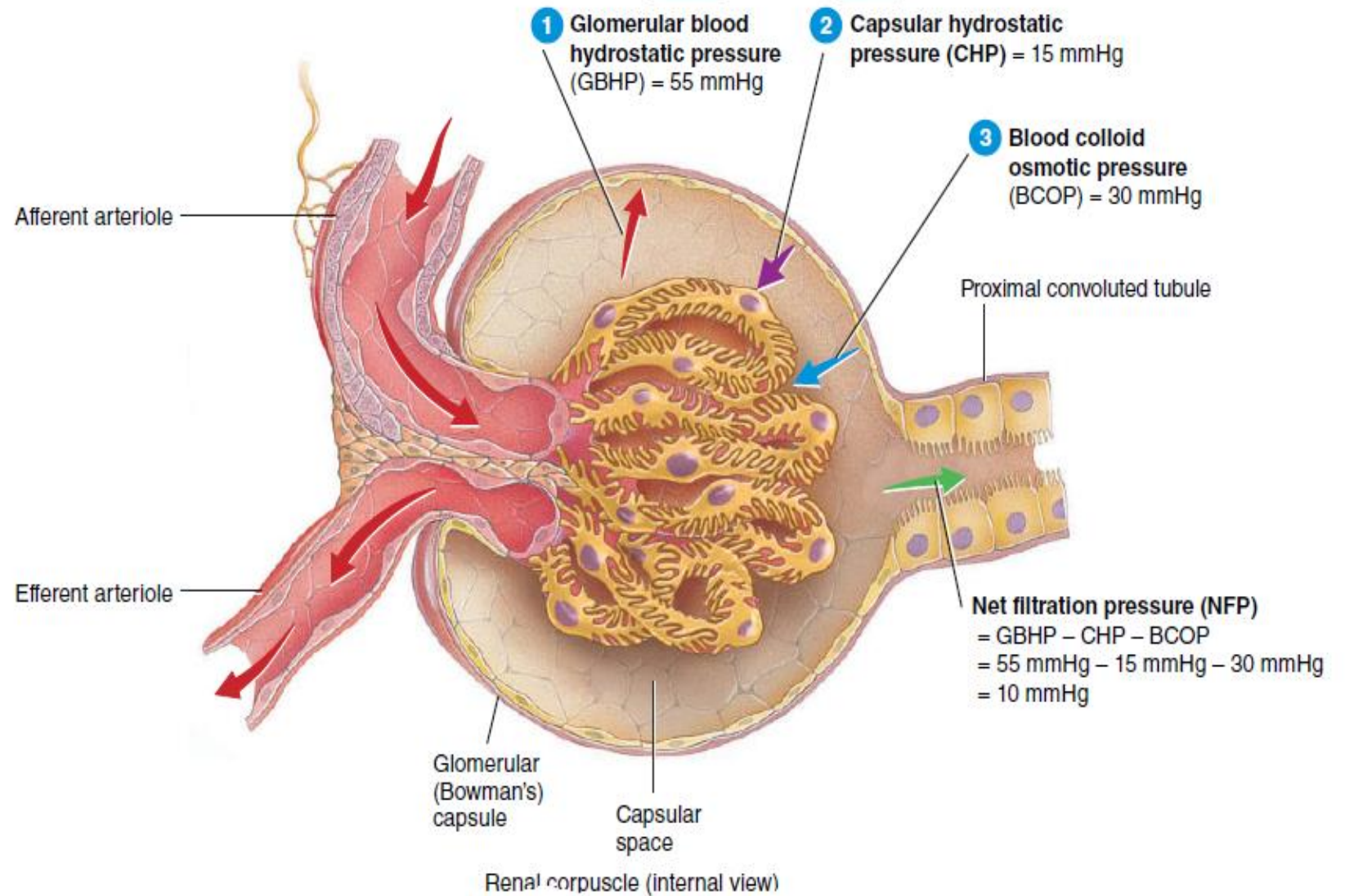
## Tekanan Filtrasi akhir



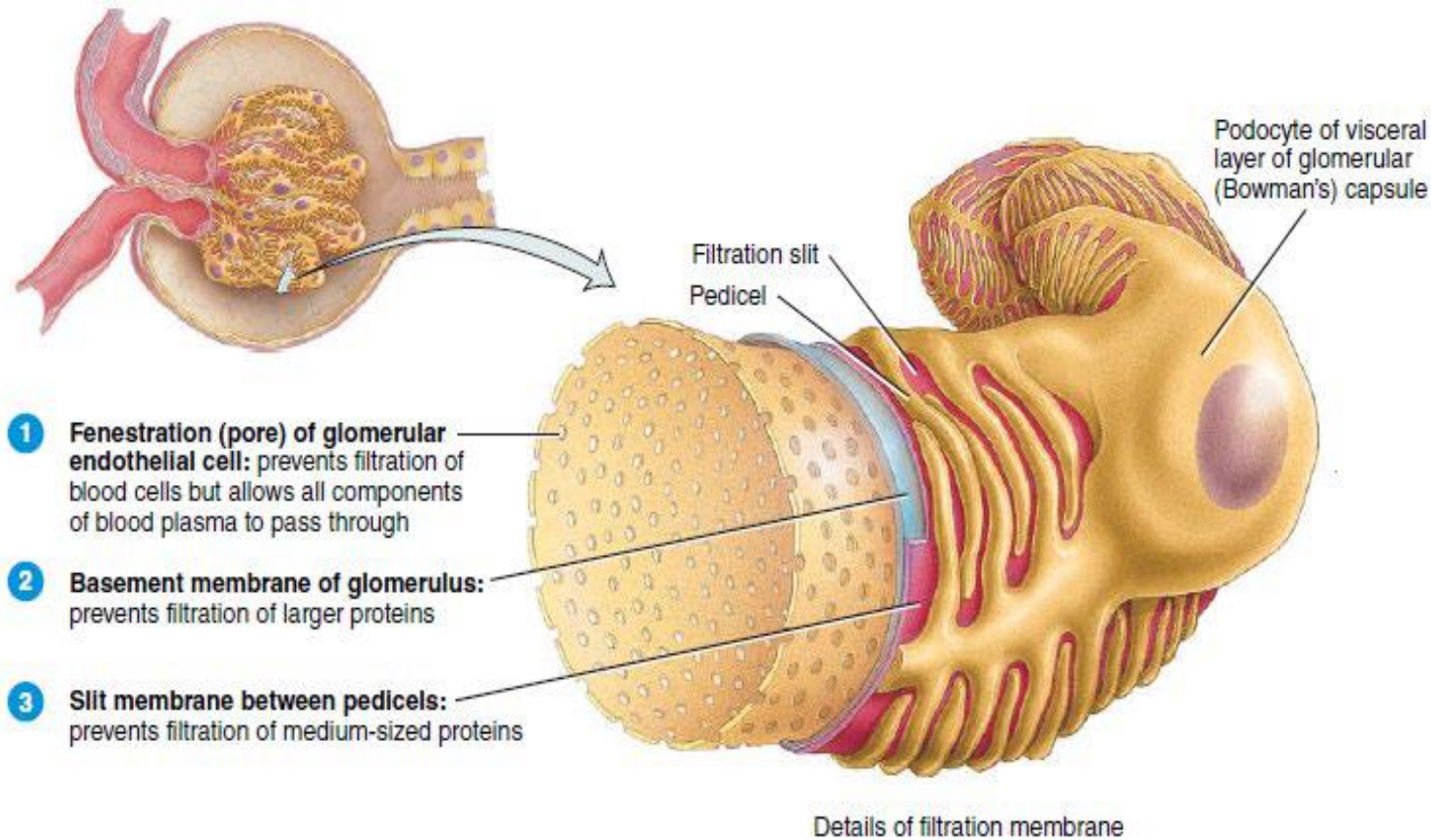
$$\text{Net filtration pressure (10 mm Hg)} = \text{Glomerular hydrostatic pressure (60 mm Hg)} - \text{Bowman's capsule pressure (18 mm Hg)} - \text{Glomerular oncotic pressure (32 mm Hg)}$$



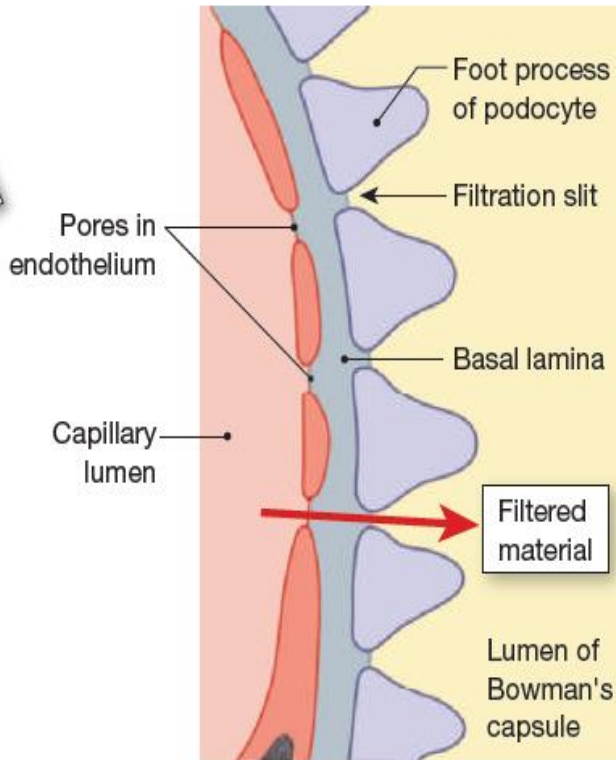
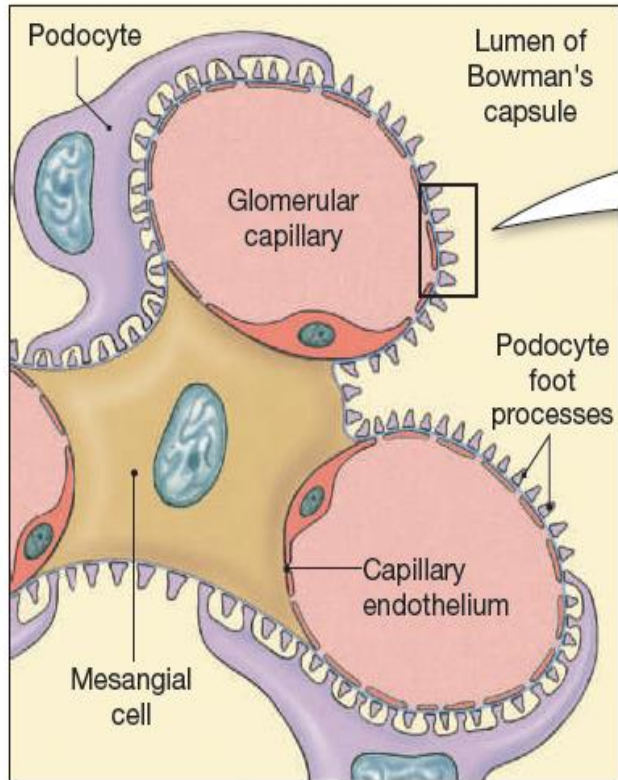
# Tekanan Filtrasi akhir



# Filtration Membrane



1. Fenestrated endothelium  
→ large **fenestrations** 0.07–0.1  $\mu\text{m}$  in diameter, exclude blood cells
2. Basement membrane:  
proteoglycan gel, negative charge excludes molecules > 8nm
3. Filtration slits: podocyte arms have pedicels with negatively charged filtration slits, allow particles < 3nm to pass



Volume of fluid filtered by the renal corpuscle is much larger than in other blood capillaries:

1. Glomerular capillaries present a large surface area for filtration
2. The filtration membrane is thin and porous
3. Glomerular capillary blood pressure is high; efferent arteriole is smaller in diameter than the afferent arteriole,

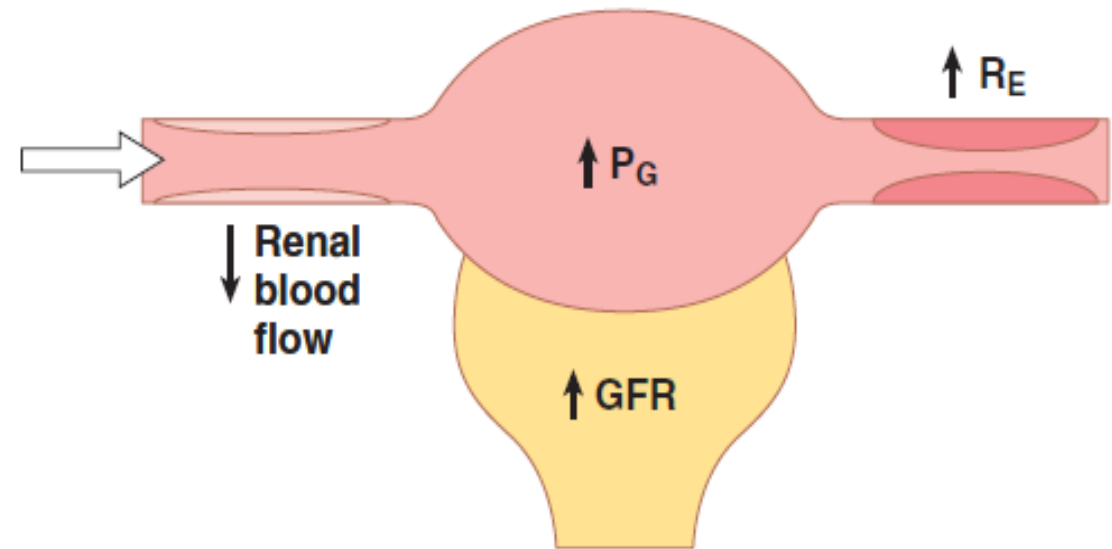
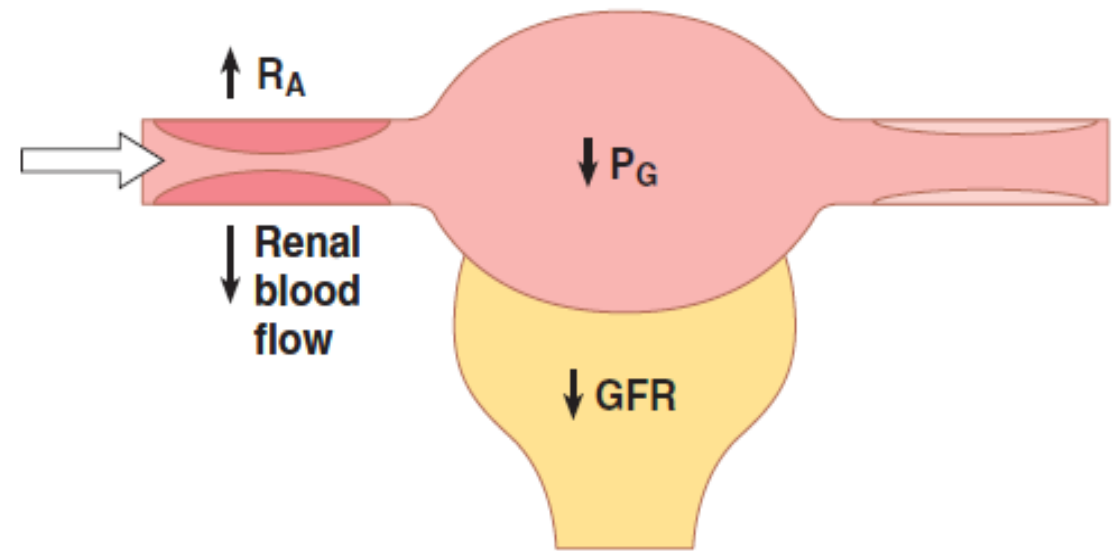


# Faktor yang Menurunkan GFR

Faktor Fisika	Penyebab Fisiologis/Patologis
Penurunan Kf	Penyakit ginjal, DM, hipertensi
Peningkatan Tekanan hidrostatik Kapsula Bowman	Obstruksi saluran kemih, batu ginjal
Peningkatan tekanan osmotik koloid kapiler	Penurunan aliran darah ginjal, peningkatan protein plasma
Penurunan tekanan hidrostatik kapiler glomerulus	Penurunan tekanan arteri Penurunan Angiotensin II Peningkatan aktivitas simpatis, hormon vasokonstriksi

Tekanan hidrostatik kapiler glomerulus ditentukan oleh:

- Tekanan arteri
- Tahanan arteriola aferen
- Tahanan arteriola eferen



RA: resistensi arteriola aferen

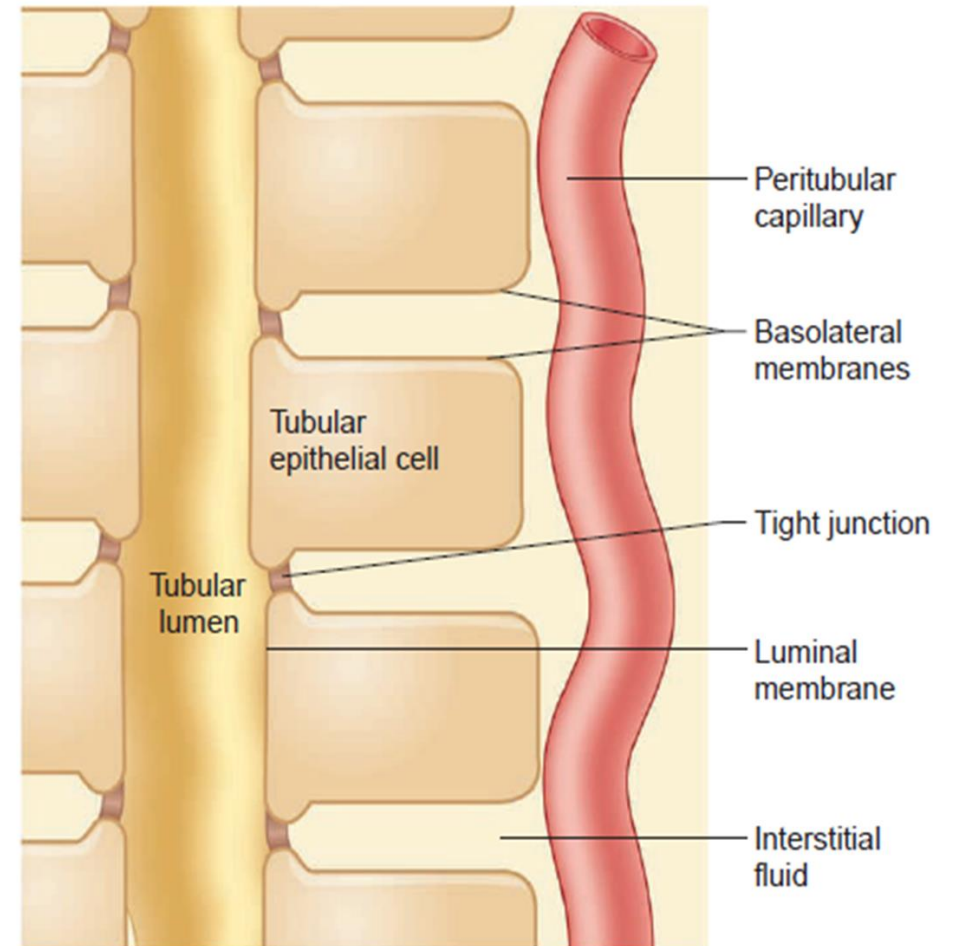
RE: Resistensi arteriola eferen

PG: Tekanan hidrostatik glomerulus

# Tubular Reabsorption

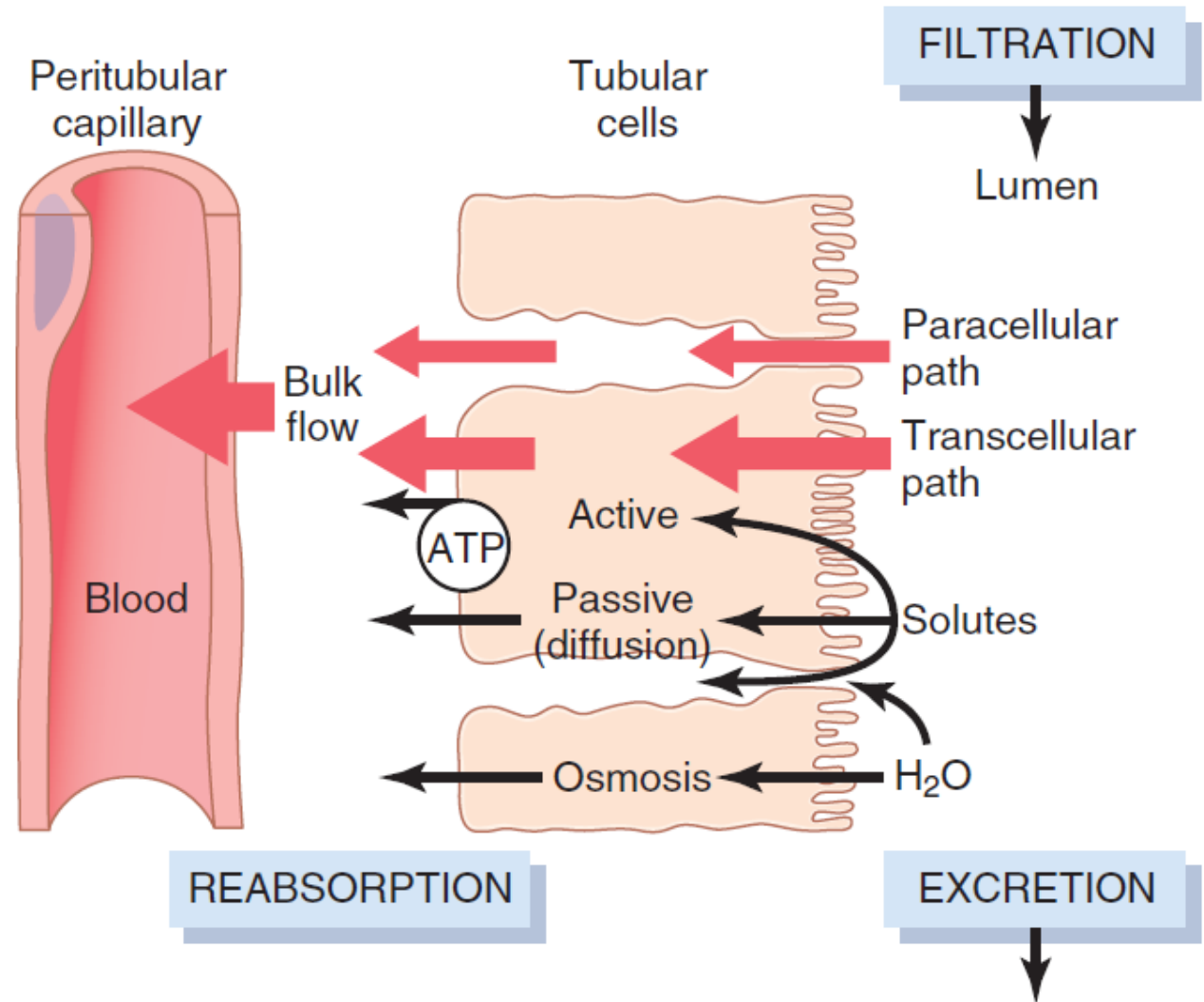
- Movement of substances from tubular lumen back into the blood.
- The reabsorbed substances are carried by the peritubular capillaries to the venous system.
- Tubular reabsorption is highly selective (unlike filtration).
- Some substances, such as glucose and amino acids, are almost completely reabsorbed from the tubules
- Most of the filtered plasma is reabsorbed (178.5 L/day).

- The **luminal** section of the plasma membrane of the tubule cells faces the filtrate,
- whereas the **basolateral** section is in close proximity to the peritubular capillary.



# Transepithelial Transport

- Transport can be **transcellular** (across the cell) or **paracellular** (between the cells)
- Once the substance has moved past the tubular epithelium cell into the interstitial space, **bulk flow** then accounts for its movement back into the peritubular capillaries



# Reabsorption: Can be ACTIVE or PASSIVE

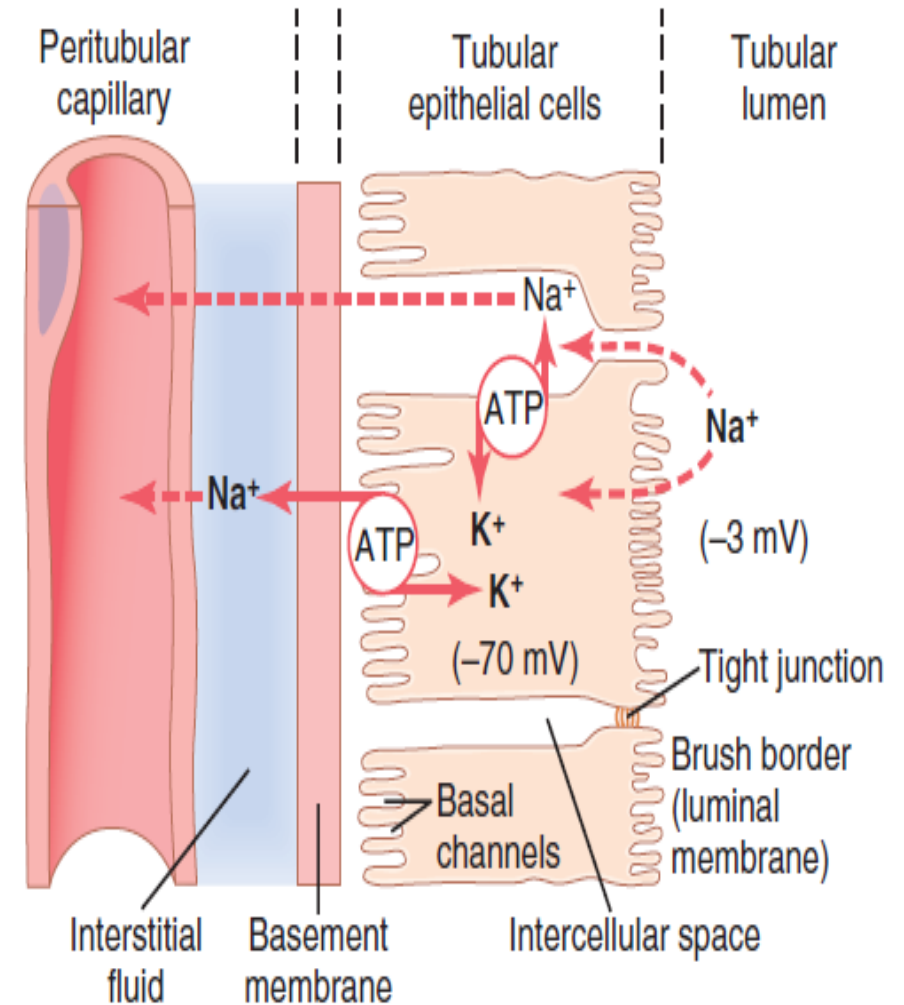
- **Passive diffusion** : molecules travel down their concentration/electrochemical gradients.
- **Active Transport** : move a solute against an electrochemical gradient and requires energy derived from metabolism.
  - Primary active: coupled directly to an energy source, ex: Na-K ATPase
  - Secondary active: coupled indirectly to an energy source, such as that due to an ion gradient, Ex: Glucose reabsorption
- **Pynocytosis**: An active transport mechanism for reabsorption of proteins

# Primary Active Transport

## ➤ Na / K pump

- Exchange of Na ions for K ions
- More Na ions move out of cell
- ECF / ICF balance is maintained

- Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> ATPase located at the basolateral membrane of tubular cells
- The released energy from ATP pumps Na<sup>+</sup> out of cell into the interstitium. Keeps intracellular [Na<sup>+</sup>] low, creating concentration gradient for Na<sup>+</sup> to diffuse into the tubular cells from tubular lumen (diffusion).
- Keeps interstitium [Na<sup>+</sup>] high creating concentration gradient for Na<sup>+</sup> to diffuse into blood (Bulk flow).

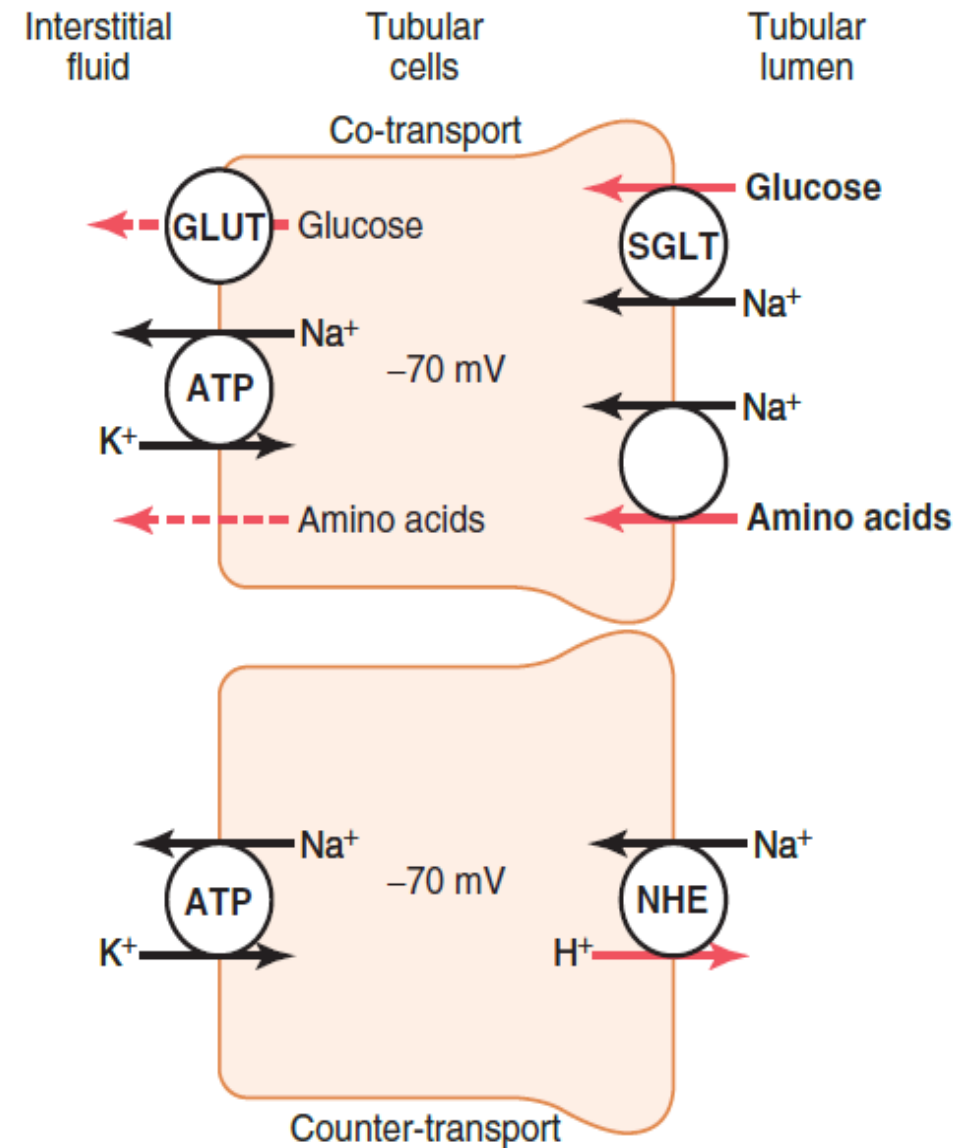


# Secondary Active Transport

- Transport of a molecule coupled indirectly to an energy source that created for transport of another molecule ( $\text{Na}^+$ ).
- The both molecules using one transport carrier
- Can occur as co-transport (e.g. glucose & amino acids) or counter-transport (e.g.  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ )

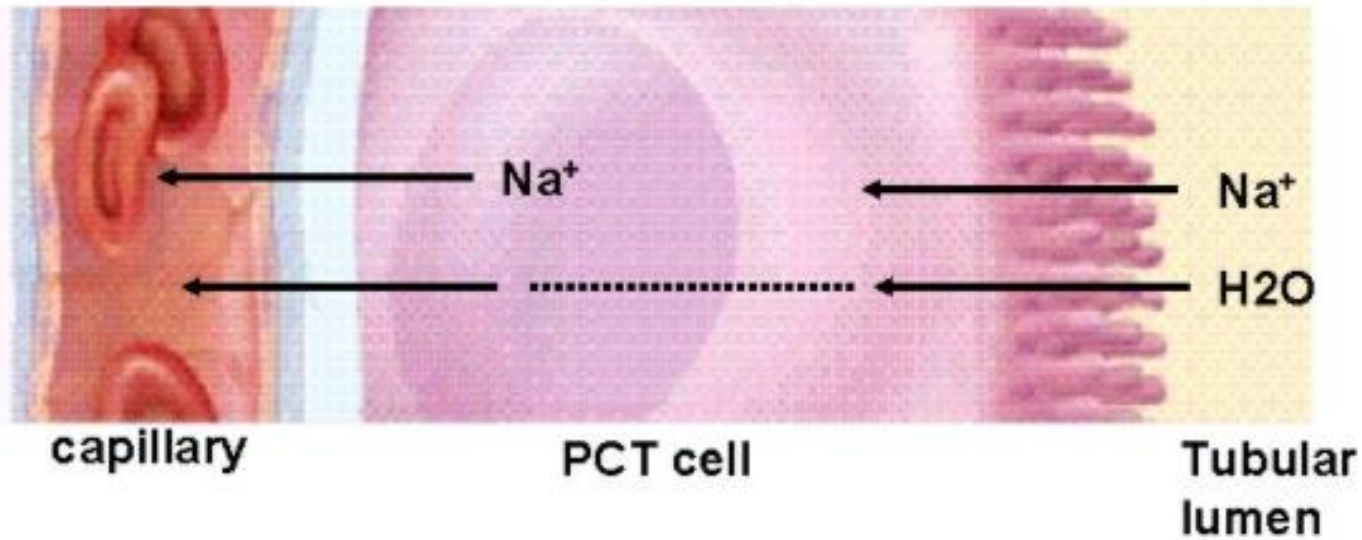
## Glucose Reabsorption

- facilitated by specific transport proteins  $\rightarrow$  Sodium glucose co-transporters (SGLT2 and SGLT1)
- downhill diffusion of sodium to the interior of the cell provides the energy  $\rightarrow$  secondary to the primary active sodium transport





## Passive Reabsorption

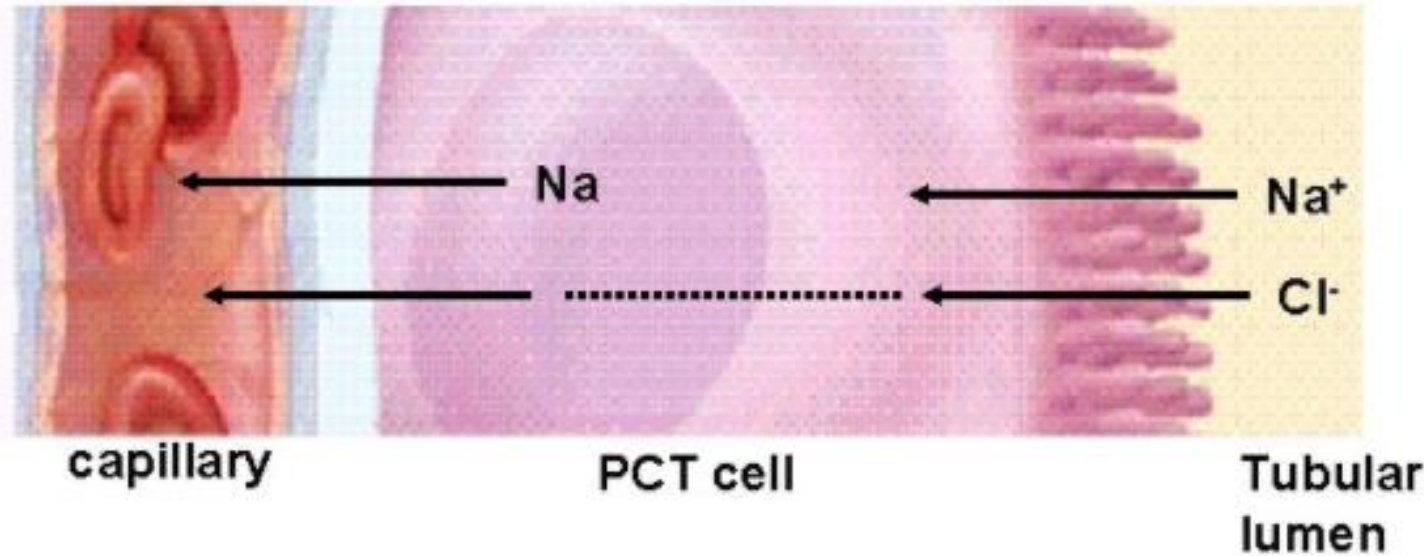


### Secondary water Reabsorption via osmosis

- Sodium reabsorption makes both intracellular and extracellular fluid hypertonic to the tubular fluid.
- Water follows sodium into the peritubular capillaries.



## Passive Reabsorption

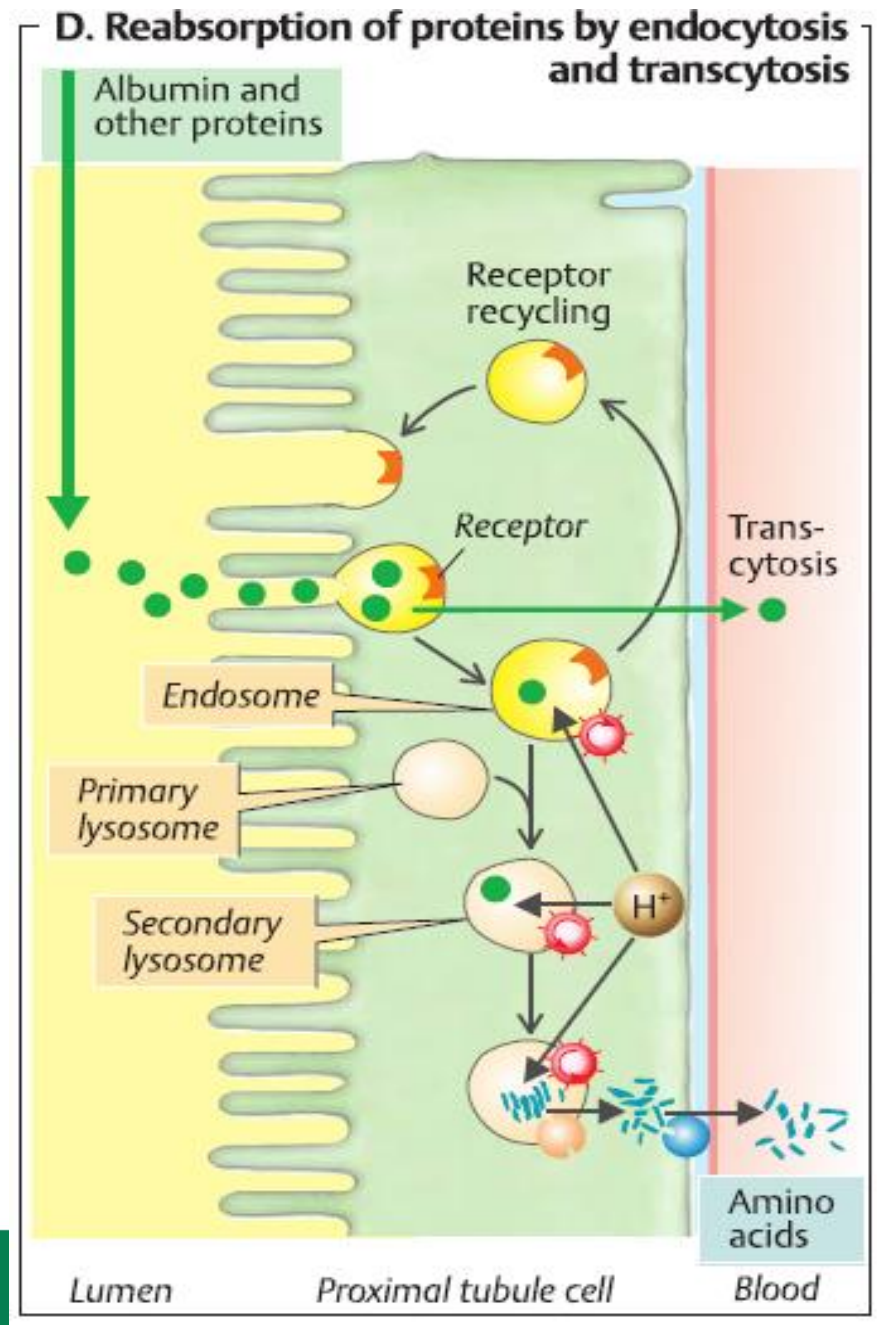


Secondary water Reabsorption via electrostatic attraction

- Negative ions ( $\text{Cl}^-$ ) tend to follow the positive sodium ions by electrostatic attraction.

## Pynocytosis

- Receptor mediated endocytosis for **protein reabsorption**
- The brush border of the luminal membrane invaginate proteins to the interior of the cell until it is completely pinched off and a vesicle is formed containing the protein.
- Inside the cell, protein hydrolzed to amino acids, and releases these to the ECF by facilitated diffusion.

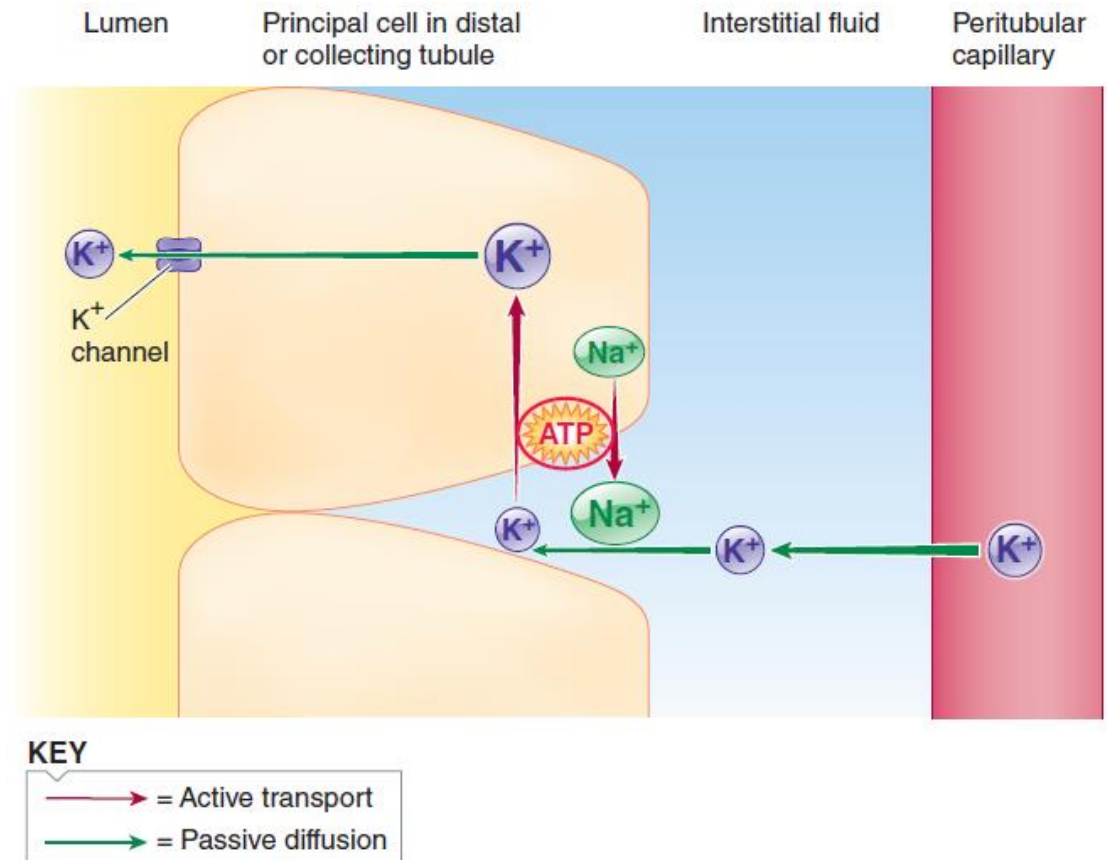


# Selective Reabsorption

Process	Structure	Substance	Active/passive
Reabsorption	PCT	Water (60-70%)	Passive (osmosis)
		Salts (60-70%) Glucose (100%) Amino acids (100%)	All active
	Loop of Henle	Water (25%) Na <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup> (25%)	Passive (osmosis) Active
	DCT	Water (5%) Na <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup> (5%)	Passive (osmosis) Active
	Collecting duct	Water (5%)	Passive (osmosis)

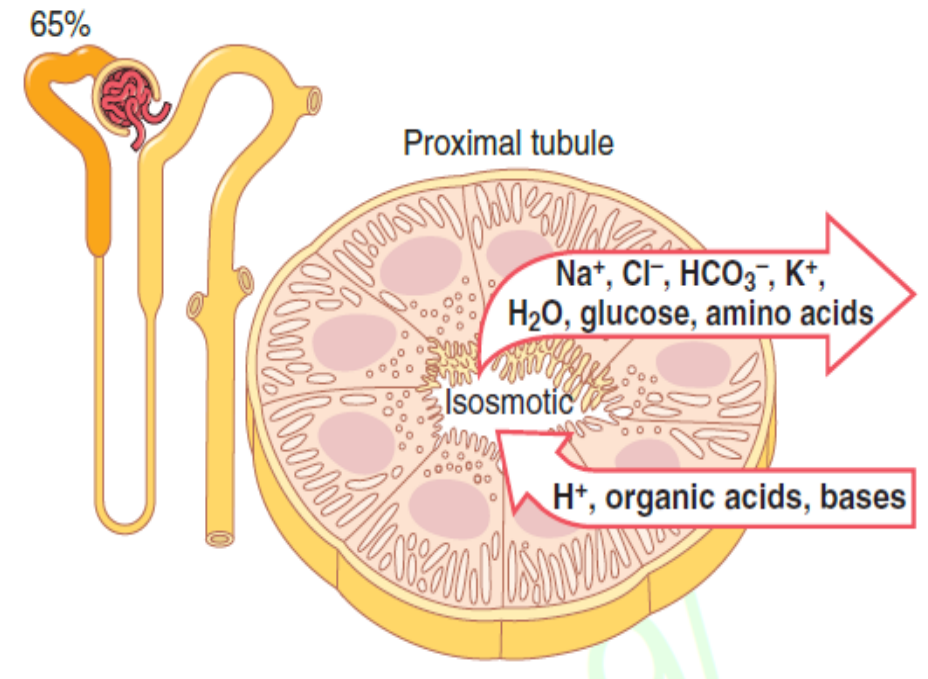
# Tubular Secretion

- Excessive amounts of potassium, sodium and some drugs are secreted from the bloodstream into the filtrate as it passes through the nephron.
- The most important substances secreted by the tubules are **H<sup>+</sup>** and **K<sup>+</sup>**.
- Organic anions; choline and creatinine, are also secreted; so are many foreign chemicals such as penicillin

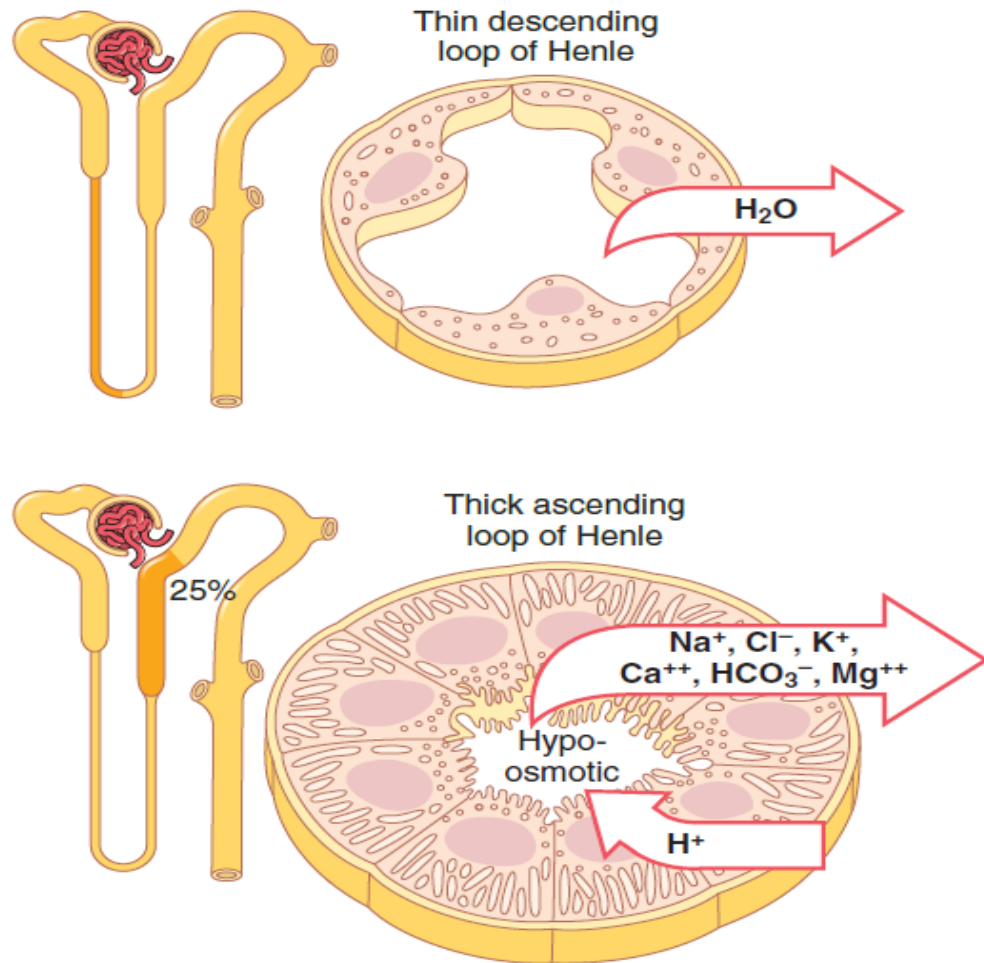


# Reabsorption and secretion in proximal convoluted tubule (PCT)

- The PCT epithelial cells are highly metabolic and have large numbers of mitochondria
- Solute reabsorption promotes osmosis – creates osmotic gradient
  - Aquaporin-1 in cells lining PCT and descending limb of loop of Henle
  - As water leaves tubular fluid, solute concentration increases
- Urea and ammonia in blood are filtered at glomerulus and secreted by proximal convoluted tubule cells



# Solute and Water Transport in The Loop of Henle

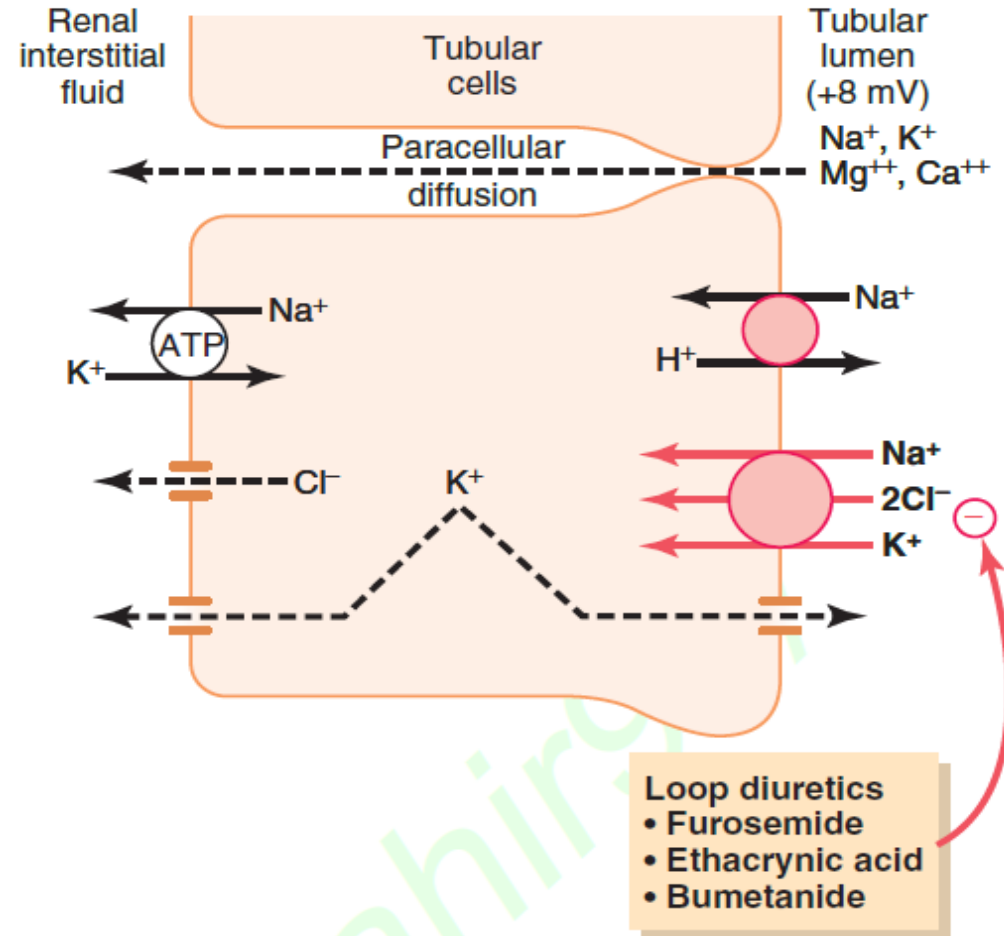


- Descending part: is water permeable and allow absorption of 25% of filtered  $H_2O$ , by osmosis. Moderately permeable to urea
- Thin ascending part: impermeable to  $H_2O$ , but permeable to  $Na-Cl$ , where they are absorbed passively in this part .
- Thick ascending limb: impermeable to  $H_2O$ .  **$Na-K-2Cl$  co-transport** occur in this part.

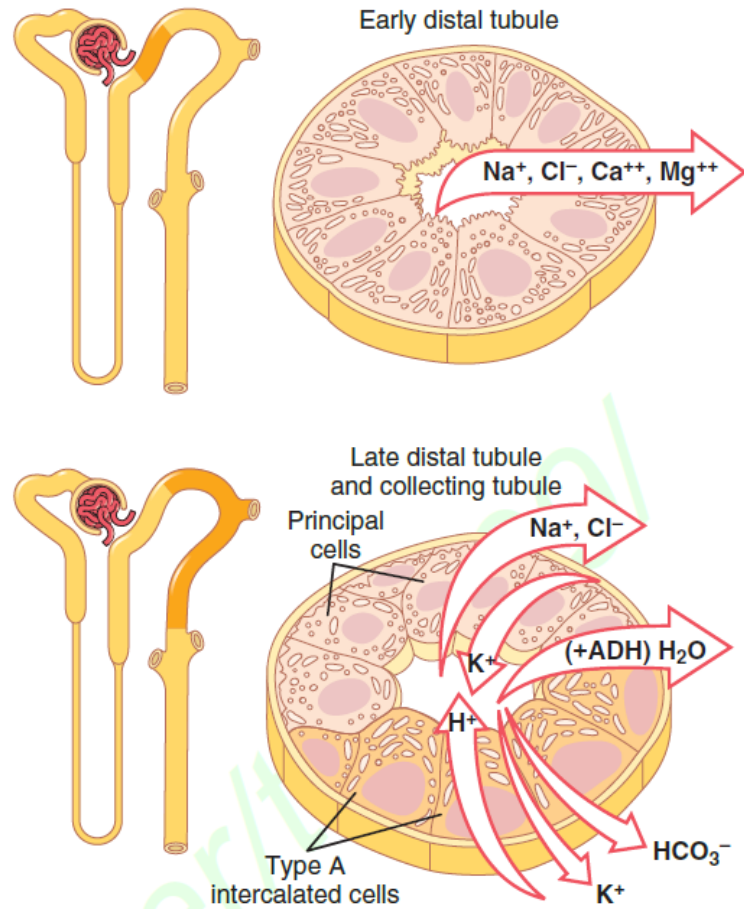


# Solute and Water Transport in The Loop of Henle

- Thin & thick ascending limbs are **not** permeable to H<sub>2</sub>O
- The thick segment has a much higher reabsorptive capacity than the thin segment.
- **The 1-sodium, 2-chloride, 3-potassium co-transporters** in the luminal membrane transports these three ions from the tubular lumen into the cells
- The thick ascending limb is the site of action of the “loop” diuretics



# Distal Tubule



## Early distal tubule

- Functionally similar to thick ascending loop
- Active reabsorption of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$
- Not permeable to water (called diluting segment) and urea.
- Contains **macula densa**.

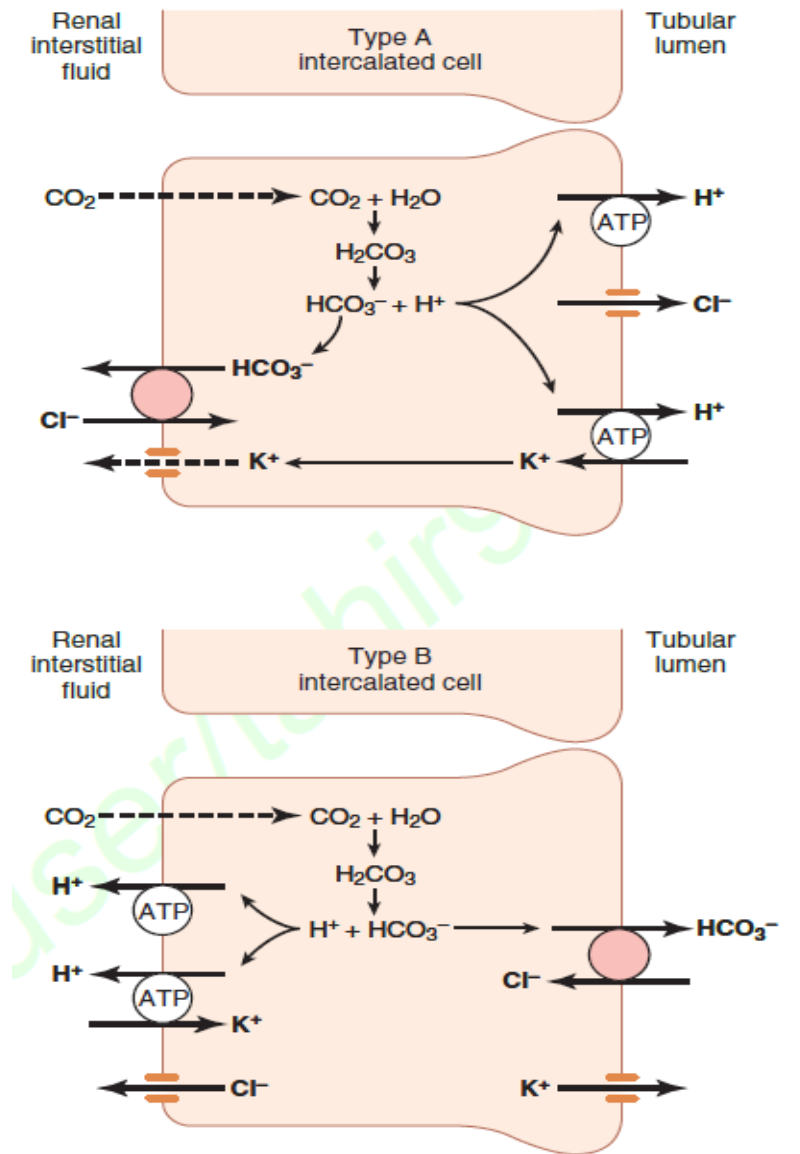
## Late Distal Tubule

- Completely **impermeable to urea**.
- The reabsorption of sodium and secretion of potassium are controlled by hormones, especially **aldosterone**.
- The reabsorption of water is controlled by the concentration of antidiuretic hormone (**ADH**)/vasopressin.
- **Note** :  $\text{Na}^+$  and water reabsorption are separately regulated in the distal tubule. Water does not automatically follow  $\text{Na}^+$  reabsorption: Vasopressin must be present



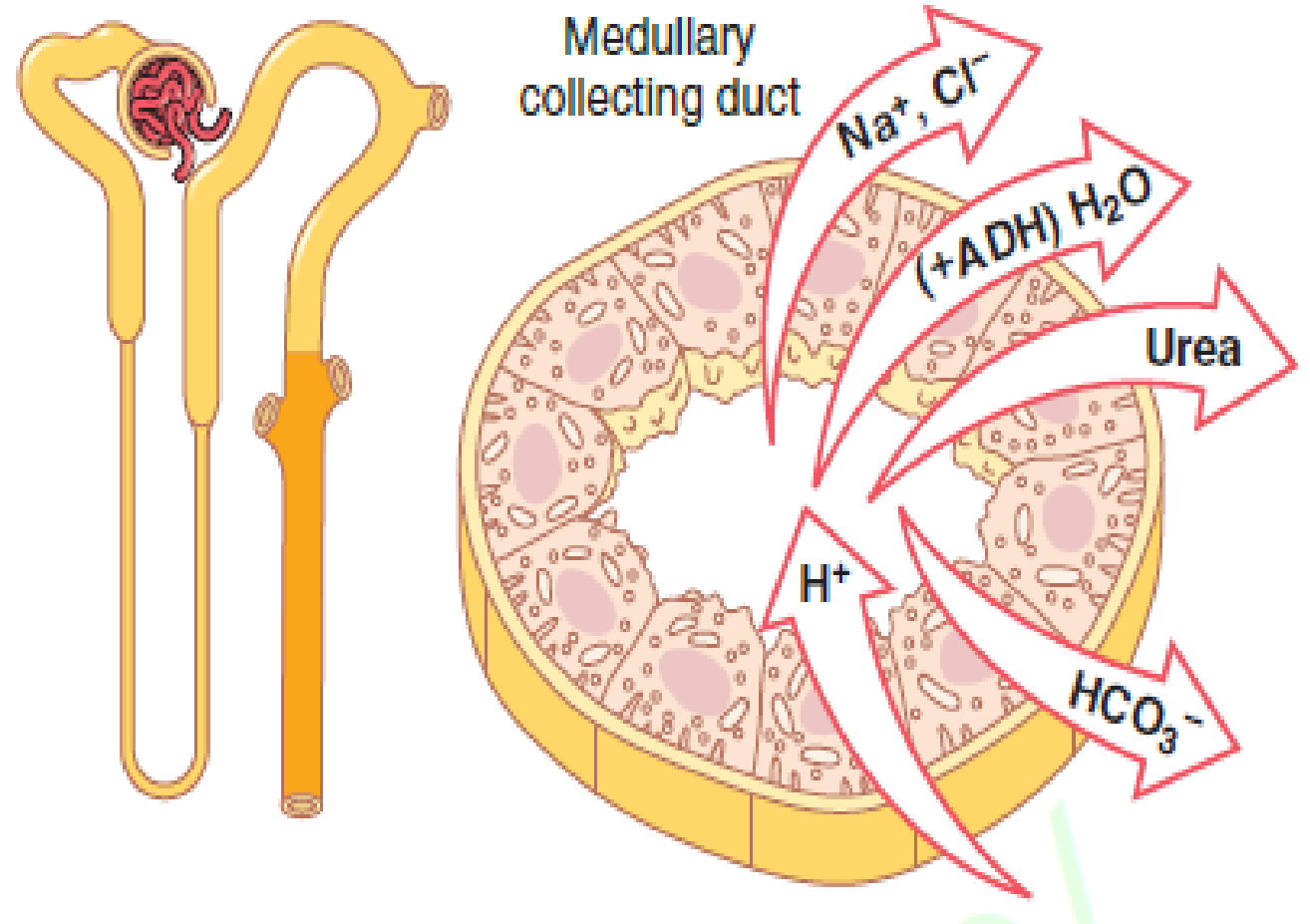
# Distal Tubule

- ❑ Principal cells have  $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATPase}$  pump on the basolateral border that keeps intracellular  $\text{Na}^+$  low and  $\text{K}^+$  high. The principal cells reabsorb  $\text{Na}^+$  and  $\text{H}_2\text{O}$  from the lumen and secrete  $\text{K}^+$  into the lumen.
- ❑ Intercalated cells reabsorb  $\text{K}^+$  and bicarbonate ions from the lumen and actively secrete  $\text{H}^+$  ions into the lumen via a  $\text{H}^+\text{ATPase}$  pump.
  - ❑ Type A intercalated cells are especially important in eliminating hydrogen ions while reabsorbing bicarbonate in acidosis.
  - ❑ Type B intercalated cells secrete bicarbonate into the tubular lumen while absorbing hydrogen ions in alkalosis



# Medullary Collecting Duct

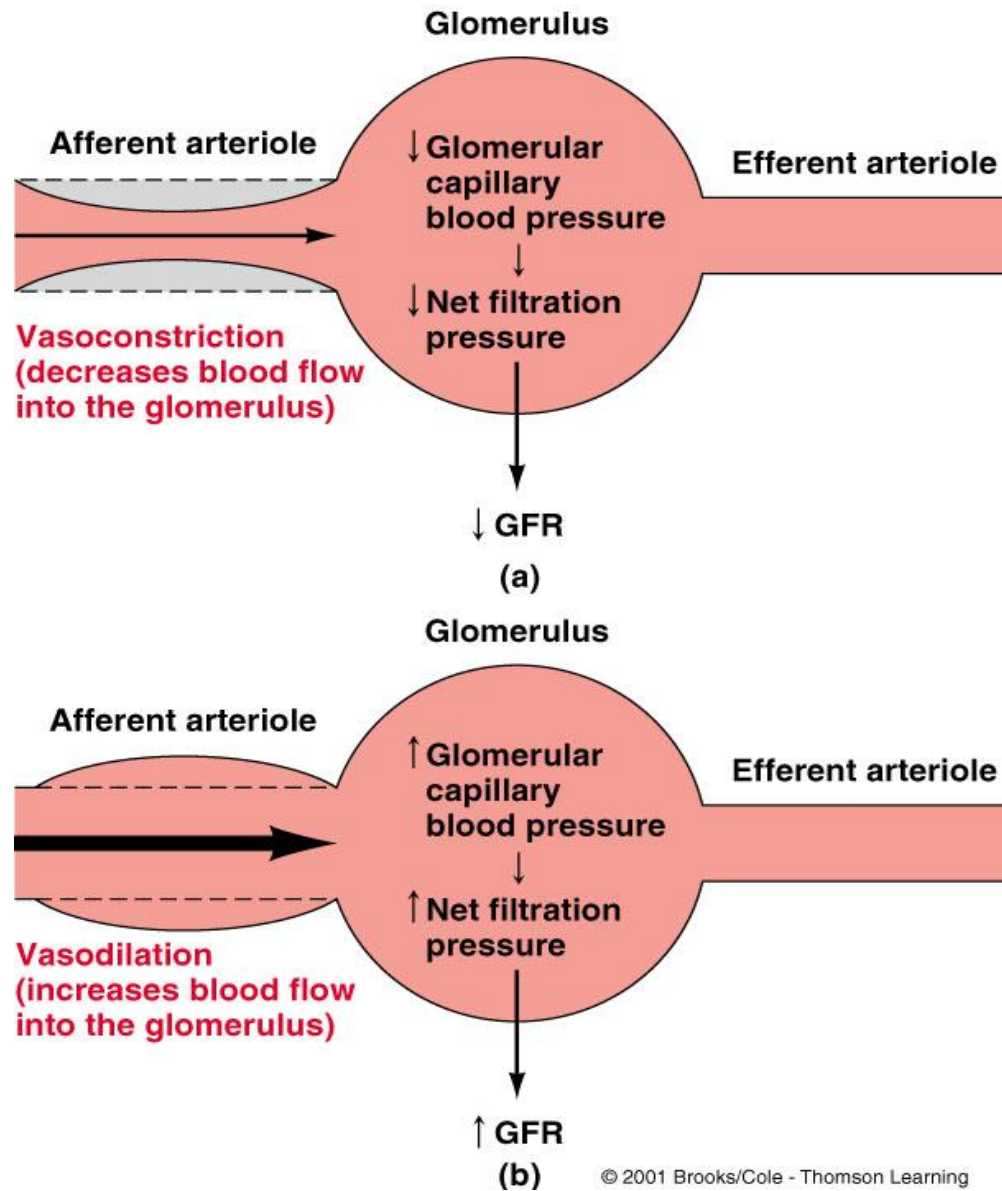
- The permeability of the medullary collecting duct to water is controlled by the level of ADH.
- Permeable to Urea: urea transporters facilitate urea diffusion → raise osmolality in medullary interstitium → form concentrated urine
- Secreting Hydrogen ions against large gradient concentration



# REGULASI GFR

1. **Regulasi intrinsik/autoregulasi**
  - Miogenik
  - Tubuloglomerular feedback
2. **Regulasi ekstrinsik**
  - Regulasi neural
  - Regulasi hormon

# Regulasi Intrinsik/ Miogenik



- $\uparrow$  TD  $\rightarrow$  arteriola aferen konstriksi
- $\downarrow$  TD  $\rightarrow$  arteriola aferen dilatasi
- Stabil untuk TD 80 hingga 180 mmHg (systolic)
- Tidak mampu mengkompensasi perubahan TD yang ekstrem

# Juxta Glomerular Apparatus

- Terletak di tubulus distal bersebelahan dengan dgn arteriol aferen (kadang-kadang eferen)
- Dinding arteriola memiliki **sel granular** → Pembesaran sel otot polos, memiliki butiran sekretori yang **mengandung renin**, bertindak sebagai **mekanoreseptor**
- **Macula densa** → berfungsi sebagai **chemoreceptors** atau **osmoreceptors**
- **Sel mesangial** → Memiliki sifat fagositik dan kontraktil

