

REPUBLIC INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202329468, 13 April 2023

## Pencipta

Nama : **Muhammad Maskur Roziq dan Dr. Eni Setyowati, S.Pd., MM.**  
Alamat : Dsn. Bungkul, RT/RW: 002/006, Kel/Desa: Kapas, Kec. Kunjang, Kab. Kediri, Kediri, Jawa Timur, 64156  
Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung**  
Alamat : JL. Mayor Sujadi Timur No. 46 Tulungagung, Tulungagung, Jawa Timur, 66221  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Jenis Ciptaan : **Modul**  
Judul Ciptaan : **Modul IPA Biologi Sistem Ekskresi Manusia Untuk Siswa SMP-MTs Kelas VIII Genap**  
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 2 Januari 2023, di Tulungagung  
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia  
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.  
Nomor pencatatan : 000462389

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



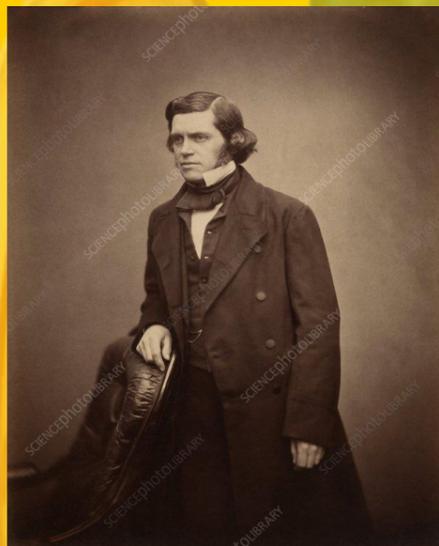
Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

## Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

## William Bowman

(Penemu Mekanisme Penyaringan Ginjal)



**Sir William Bowman, Baronet Pertama** (20 Juli 1816 – 29 Maret 1892) adalah seorang ahli bedah, ahli histologi, dan ahli anatomi manusia berkebangsaan Inggris. Ia terkenal pada penelitiannya yang banyak sekali menggunakan mikroskop dalam mempelajari organ tubuh manusia. Karya pertamanya yang cukup dikenal adalah penelitian mengenai struktur otot rangka. Pada usia 25 tahun, ia telah mengidentifikasi struktur pada nefron yang dikenal dengan kapsula Bowman. Dia kemudian memaparkan Penemuannya makalahnya

yang berjudul "*On the Structure and Use of the Malpighian Bodies of the Kidney*" ("Struktur dan Fungsi Badan Malpighi pada Ginjal") dan berhasil mendapatkan medali kerajaan. Kerjasamanya dengan Robert Bentley Todd, seorang profesor ilmu faal, menghasilkan publikasi dengan lima jilid "*Physiological Anatomy and Physiology of Man*" (1843-1856) ("Anatomi Faali dan Faal Manusia") dan "*Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*" (1852) ("Ensiklopedia Anatomi dan Faal"). Beberapa struktur anatomis yang diambil dari nama dirinya adalah Kelenjar Bowman (pada mukosa olfaktorik), Membrana Bowman (pada membrana limitans anterior, kornea mata). Pada 1884, Ratu Victoria mengangkatnya menjadi seorang baronet. Ia meninggal di rumahnya, Joldwynds, di dekat Dorking, Surrey pada 1892.



Untuk Siswa  
SMP / MTs  
Kelas VIII  
GENAP

## MODUL IPA-BIOLOGI

# SISTEM EKSKRESI MANUSIA

Oleh :

- Muhammad Maskur Roziq
- Dr. Eni Setyowati, S.Pd., MM.

Dilengkapi Dengan:

- Materi Pembelajaran
- Tes Pemahaman
- Tugas Proyek
- Info Terkini



**Universitas Islam Negeri  
Sayyid Ali Rahmatullah  
Tulungagung**

## **MODUL IPA-BIOLOGI**

# **SISTEM EKSKRESI MANUSIA**

### **Dilengkapi Dengan :**

- Materi Pembelajaran
- Tugas Proyek
- Tes Pemahaman
- Info Terkini

Untuk Siswa  
**SMP / MTs**  
Kelas VIII  
GENAP

Oleh :

- **Muhammad Maskur Roziq**
- **Dr. Eni Setyowati, S.Pd., MM.**



# Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga penyusunan bahan ajar “Modul IPA dengan Pendekatan *Scientific* Sistem Ekskresi Manusia” dapat terselesaikan. Penyusunan modul ini ditujukan untuk siswa kelas VIII SMP/MTs sebagai salah satu bentuk inovasi dan alternatif penyediaan bahan ajar yang menarik.

Modul IPA ini memuat materi dan kegiatan belajar mengenai sistem ekskresi pada manusia. Materi dan kegiatan belajar disajikan menurut sintaksis dengan pendekatan *scientific*. Implementasi 5M dalam pendekatan *scientific* yang meliputi Mengamati, Menanya, Mencoba, Menalar, dan Mengkomunikasikan dalam modul ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran IPA terutama materi sistem ekskresi manusia.

Penyusun menyadari sepenuhnya tanpa bantuan dari beberapa pihak, proses penyusunan modul ini tidak akan berjalan dan terselesaikan dengan baik. oleh karena itu, penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Eni Setyowati, S.Pd., MM, selaku dosen pembimbing skripsi.
2. Ibu Atik Wijayanti, S.Pd. selaku guru mata pelajaran yang telah banyak memberi arahan.
3. Validator ahli yang berkenan memberikan saran dan masukan.
4. Semua pihak yang membantu selama proses penyusunan modul ini.

Penyusun menyadari masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, penyusun berharap saran dan masukan dari pembaca demi perbaikan dan penyempurnaan modul ini. Demikian modul IPA ini dibuat, semoga memberikan manfaat bagi para pembaca.

Tulungagung, 02 Januari 2023

Muhammad Maskur Roziq



# Daftar Isi

	HALAMAN SAMPUL.....	I
	KATA PENGANTAR .....	II
	DAFTAR ISI.....	III
	DAFTAR GAMBAR .....	V
	PANDUAN PENGGUNAAN MODUL .....	VI
	PENDAHULUAN.....	VIII
	KOMPETENSI INTI .....	XI
	KOMPETENSI DASAR .....	X
	IPK.....	X
	PETA KONSEP .....	XI
<b>UNIT</b>	<b>1</b> <b>SISTEM EKSKRESI PADA MANUSIA.....</b>	<b>1</b>
	Tujuan Pembelajaran .....	1
	Materi Pembelajaran .....	2
	Struktur & Fungsi Sistem Ekskresi Manusia.....	3
	<b>A. Ginjal .....</b>	<b>3</b>
	Tugas Proyek 1.....	6
	Ayo Tes Pemahaman Kamu .....	9
	<b>B. Kulit .....</b>	<b>10</b>
	Tugas Proyek 2.....	12
	Ayo Tes Pemahaman Kamu.....	14
	<b>C. Paru-paru.....</b>	<b>14</b>
	Tugas Proyek 3.....	17
	Ayo Tes Pemahaman Kamu.....	18
	<b>D. Hati.....</b>	<b>18</b>

	Ayo Tes Pemahaman Kamu.....	22
	Rangkuman Materi.....	22
	Asah Pengetahuan 1 .....	23
	Penilaian Diri 1 .....	25
	Info Terkini 1 .....	26
<b>UNIT 2</b>	<b>GANGGUAN SISTEM EKSKRESI PADA MANUSIA .....</b>	<b>28</b>
	Tujuan Pembelajaran.....	28
	Materi Pembelajaran.....	28
	A. Gangguan Sistem Ekskresi pada Ginjal .....	29
	B. Gangguan Sistem Ekskresi pada Kulit .....	30
	C. Gangguan Sistem Ekskresi pada Paru-paru.....	32
	D. Gangguan Sistem Ekskresi pada Hati.....	33
	E. Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi.....	35
	Ayo Tes Pemahaman Kamu .....	36
	Rangkuman Materi .....	37
	Asah Pengetahuan 2.....	38
	Penilaian Diri 2 .....	40
	Info Terkini 2.....	41
	<b>EVALUASI.....</b>	<b>42</b>
	<b>KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
	A. Tugas Proyek 1 .....	45
	B. Tugas Proyek 2 .....	45
	C. Tugas Proyek 3 .....	46
	D. Asah Pengetahuan 1 .....	47
	E. Asah Pengetahuan 2.....	48
	F. Evaluasi.....	49
	<b>PEDOMAN PENILAIAN .....</b>	<b>52</b>
	<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>53</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
	<b>PROFIL PENYUSUN .....</b>	<b>54</b>



# Daftar Gambar

## UNIT

### 1

## SISTEM EKSKRESI MANUSIA

- Gambar 1.1** Ginjal dan struktur penyusunannya
- Gambar 1.2** Struktur badan malpighi
- Gambar 1.3** Model penyaringan darah
- Gambar 1.4** Struktur badan malpighi dan proses filtrasi
- Gambar 1.5** Proses reabsorpsi
- Gambar 1.6** Sistem dalam pembentukan urine
- Gambar 1.7** Struktur anatomi kulit
- Gambar 1.8** Struktur & anatomi paru-paru
- Gambar 1.9** Struktur dan anatomi hati

## UNIT

### 2

## GANGGUAN PADA SISTEM EKSKRESI

- Gambar 2.1** Perbedaan ginjal normal dengan gagal ginjal
- Gambar 2.2** Kristal (batu) dalam ginjal
- Gambar 2.3** Penderita ginjal nefritis
- Gambar 2.4** Biduran pada kulit
- Gambar 2.5** Jerawat pada wajah
- Gambar 2.6** Kanker kulit
- Gambar 2.7** Paru-paru normal & sempit
- Gambar 2.8** Paru-paru normal & TBC paru-paru
- Gambar 2.9** Paru-paru yang terinfeksi bakteri/virus/jamur
- Gambar 2.10** Perbedaan hati yang sehat dengan hati sirosis
- Gambar 2.11** Penyakit kuning
- Gambar 2.12** Hati yang terinfeksi virus hepatitis

# Panduan Penggunaan Modul

## 1 Judul Materi

Merupakan intisari materi yang akan dipelajari.

## 2 Tujuan Pembelajaran

Merupakan capaian yang harus dimiliki oleh peserta didik.

## 3 Materi Pembelajaran

Berisi sub judul dalam setiap bab disajikan sesuai tahapan - tahapan indikator atau materi pembelajaran.

## 4 Tugas Proyek

Berkaitan dengan keterampilan atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu.

## 5 Model Pembelajaran

Merupakan alur pembelajaran dengan pendekatan *scientific*. Implementasi dalam 5M yang meliputi Mengamati, Menanya, Mencoba, Mengasosiasikan, Mengkomunikasikan diharapkan dapat memudahkan siswa dalam memahami materi yang dipelajari.

### UNIT

## 1

## SISTEM EKSKRESI PADA MANUSIA

### TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah pembelajaran ini diharapkan peserta didik :

- 1 Mampu menjelaskan pengertian sistem ekskresi manusia dengan baik dan benar.
- 2 Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada ginjal dengan baik dan benar.
- 3 Mampu menjelaskan proses pembentukan urine pada ginjal dengan baik dan benar.

### MATERI PEMBELAJARAN

Setiap hari kita tidak terlepas dari "sampah", misalnya saja sampah sisa makanan, sisa memasak atau bekas bungkus makanan. Sampah-sampah tersebut harus dibuang di tempat benar, yaitu ke tempat sampah. Kegiatan tersebut dilakukan supaya lingkungan bersih dan sehat. Hal ini juga dialami oleh tubuh manusia.



### Mencoba

#### Tugas Proyek 1 Model Penyaringan Darah Dalam Ginjal



Ginjal adalah organ yang sangat penting dalam pembuangan zat sisa metabolisme yang berupa zat racun yang tidak dapat dilakukan oleh organ ekskresi lain. Salah satunya adalah urea sebagai sisa metabolisme asam amino (penyusun protein). Urea ini hanya dapat dilakukan melalui ginjal. Ginjal juga menyaring zat sampah lain dari aliran darah. Untuk lebih memahami proses penyaringan yang terjadi di dalam

### Mengamati

Amatilah gambar 1.1 (Ginjal dan Struktur Penyusunannya). Gambar mana yang menunjukkan nefron. Kemudian tuliskan bagian-bagian nefron serta fungsinya!

### Menanya

Tanyakanlah pada guru Anda mengenai hal-hal yang belum Anda pahami berkaitan dengan pengamatan yang Anda lakukan!

### Mengumpulkan

Diskusikanlah bersama teman-temanmu untuk memperoleh data informasi mengenai pertanyaan yang Anda buat sebelumnya!

### Mengasosiasikan

Olahlah data dengan baik dari informasi yang telah Anda kumpulkan sebelumnya!

### Mengkomunikasikan

Lakukan presentasi di depan kelas berdasarkan percobaan pada tugas proyek 3!

## 6 Ayo Tes Pemahaman Kamu

Merupakan ranah untuk mengetahui pemahaman siswa setelah materi dipelajari.

### Ayo Tes Pemahaman Kamu!



1. Apakah hubungan sistem ekskresi paru-paru dalam kehidupan sehari-hari?
2. Mengapa udara masuk melalui hidung lebih baik jika dibandingkan melalui mulut?
3. Selain sebagai sistem pernafasan, mengapa paru-paru dimasukkan kedalam sistem ekskresi?

## 7 Info Terkini

Berisi sebuah info terkini yang berkaitan dengan materi.

### INFO TERKINI

#### Uji Coba Transplantasi Ginjal Babi ke Manusia, Seperti Apa Hasilnya?

Transplantasi atau cangkok organ adalah prosedur medis yang bertujuan menggantikan organ tubuh yang rusak dengan organ orang lain yang sehat. Organ tersebut bisa berasal dari pendonor yang masih hidup atau pendonor yang sudah meninggal. Proses transplantasi organ tidaklah mudah mengingat

## 8 Asah Pengetahuan

Berisi soal-soal untuk menguji kemampuan kognitif mengenai materi dalam satu pembelajaran.

### Asah Pengetahuan 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang tidak termasuk alat ekskresi adalah .....  
A. Hati  
B. Kulit  
C. Ginjal  
D. Usus Besar
2. Pernyataan berikut ini yang **tidak** berhubungan dengan sistem pengeluaran manusia adalah .....  
A. Ginjal menghasilkan urine  
B. Kulit menghasilkan keringat  
C. Pankreas menghasilkan enzim amilase  
D. Hati menghasilkan empedu



# Pendahuluan

## Identitas Modul

Mata Pelajaran	: IPA-Biologi
Kelas/Semester	: VIII-Genap
Alokasi Waktu	: 3 x 40 menit
Judul Modul	: Sistem Ekskresi Manusia

## Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 unit kegiatan pembelajaran dengan pendekatan *scientific* dan di dalamnya terdapat materi, tugas proyek, tes pemahaman, asah pengetahuan, info terkini, dan soal evaluasi.

Materi pokok yang dibahas dalam modul ini terdiri dari :

- ❖ **Unit 1** : Sistem Ekskresi Manusia
- ❖ **Unit 2** : Gangguan Sistem Ekskresi pada Manusia

## Kompetensi Inti

1

Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

## Kompetensi Inti

2

Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan-lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

## Kompetensi Inti

3

Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

## Kompetensi Inti

4

Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

## Kompetensi Dasar **3.10**

Menganalisis sistem ekskresi pada manusia dan memahami gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi.

## Kompetensi Dasar **4.10**

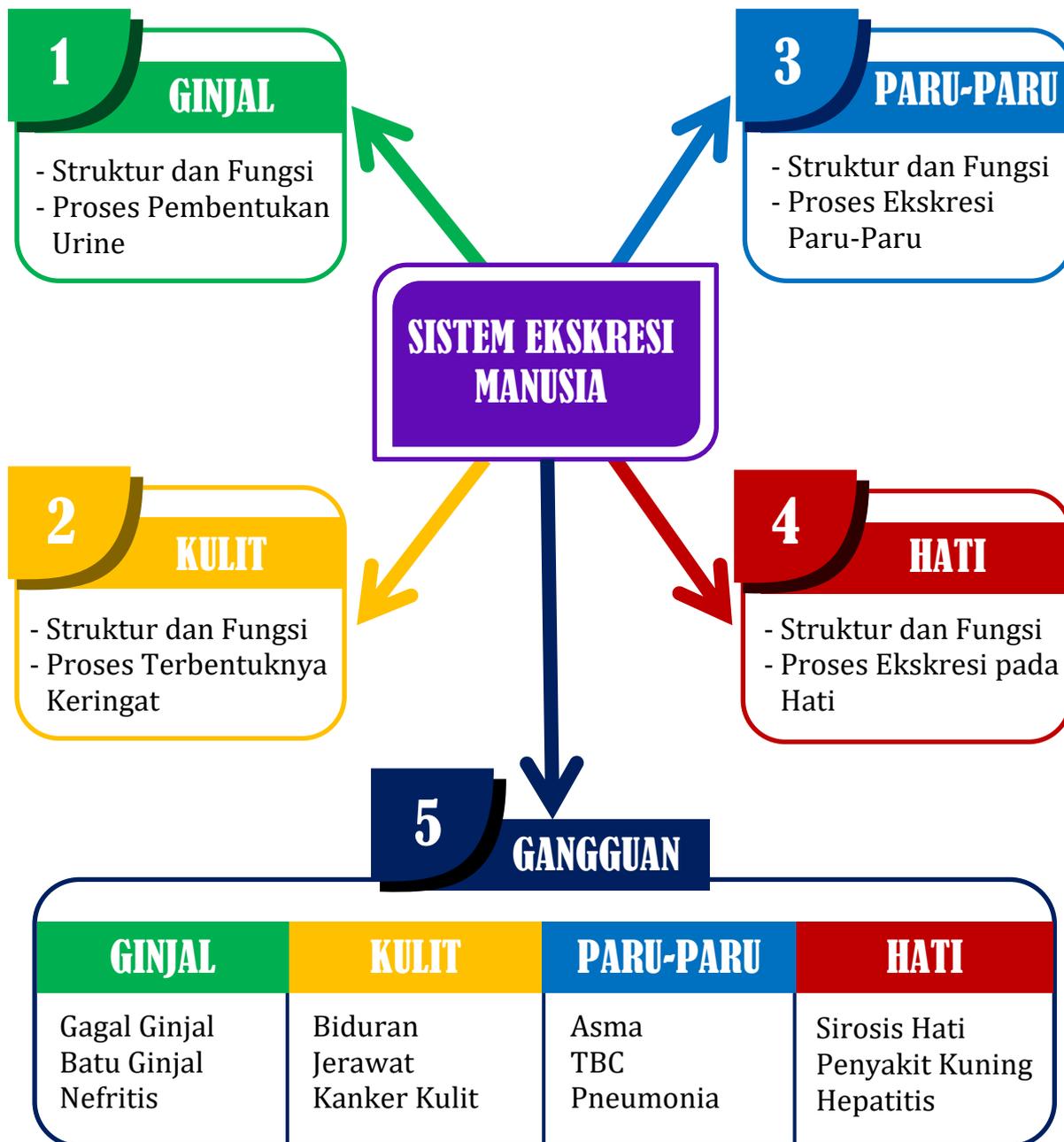
Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.

### Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.10.1 Menjelaskan pengertian sistem ekskresi manusia
- 3.10.2 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi ginjal
- 3.10.3 Menjelaskan proses pembentukan urine pada ginjal
- 3.10.4 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi kulit
- 3.10.5 Menjelaskan proses terbentuknya keringat pada kulit
- 3.10.6 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi paru-paru
- 3.10.7 Menjelaskan proses ekskresi pada paru-paru
- 3.10.8 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi kulit
- 3.10.9 Menjelaskan proses ekskresi pada hati
- 3.10.10 Menjelaskan penyakit sistem ekskresi dan upaya menjaga kesehatan
- 4.10.1 Membuat laporan hasil percobaan beberapa organ-organ sistem ekskresi manusia.



# Peta Konsep



## TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah pembelajaran ini diharapkan peserta didik :

- 1 Mampu menjelaskan pengertian sistem ekskresi manusia dengan baik dan benar.
- 2 Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada ginjal dengan baik dan benar.
- 3 Mampu menjelaskan proses pembentukan urine pada ginjal dengan baik dan benar.
- 4 Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada kulit dengan baik benar.
- 5 Mampu menjelaskan proses terbentuknya keringat pada kulit dengan baik dan benar.
- 6 Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada paru paru dengan baik benar.
- 7 Mampu menjelaskan proses ekskresi pada paru-paru dengan baik dan benar.
- 8 Mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada hati dengan baik benar.
- 9 Mampu menjelaskan proses ekskresi pada hati dengan baik dan benar.

# MATERI PEMBELAJARAN

Setiap hari kita tidak terlepas dari “sampah”, misalnya saja sampah sisa makanan, sisa memasak atau bekas bungkus makanan. Sampah-sampah tersebut harus dibuang di tempat benar, yaitu ke tempat sampah. Kegiatan tersebut dilakukan supaya lingkungan bersih dan sehat. Hal ini serupa juga di alami oleh tubuh manusia.



Tubuh manusia memiliki mekanisme untuk membuang sampah-sampah yang tidak lagi dibutuhkan oleh tubuh. Proses pembuangan zat sisa ini berupa pengeluaran keringat, pengeluaran urine, pengeluaran gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , serta pengeluaran urea dan empedu. Tahukah kamu mengapa zat-zat sisa ini perlu dikeluarkan tubuh? Ternyata, jika zat-zat sisa metabolisme tersebut tidak dikeluarkan atau dibiarkan menumpuk di dalam tubuh, maka dapat meracuni tubuh dan mengganggu fungsi tubuh bahkan menyebabkan kematian. Misalnya saja zat sisa urine, apabila kita sering menahan pengeluaran urine (menahan kencing) akan memicu terkena penyakit batu ginjal. Proses pengeluaran zat-zat sisa hasil dari kegiatan metabolisme yang tidak dibutuhkan oleh tubuh ini dikenal dengan sistem ekskresi. Kebalikan dari ekskresi adalah sekresi, yaitu proses pengeluaran zat sisa masih dapat digunakan lagi oleh tubuh seperti hormon dan enzim. Selain itu ada juga istilah defekasi, yaitu proses pengeluaran zat sisa hasil pencernaan melalui anus. Sistem ekskresi pada tubuh manusia memiliki beberapa fungsi, yaitu :

## Fungsi Sistem Ekskresi

- ❖ Memelihara konsentrasi ion-ion tunggal yang tepat ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ).
- ❖ Memelihara volume air tubuh yang tepat.
- ❖ Memelihara konsentrasi osmotik.
- ❖ Mengekskresikan sisa-sisa metabolisme.
- ❖ Mengekskresikan zat-zat asing dan atau hasil-hasil metaboslime.

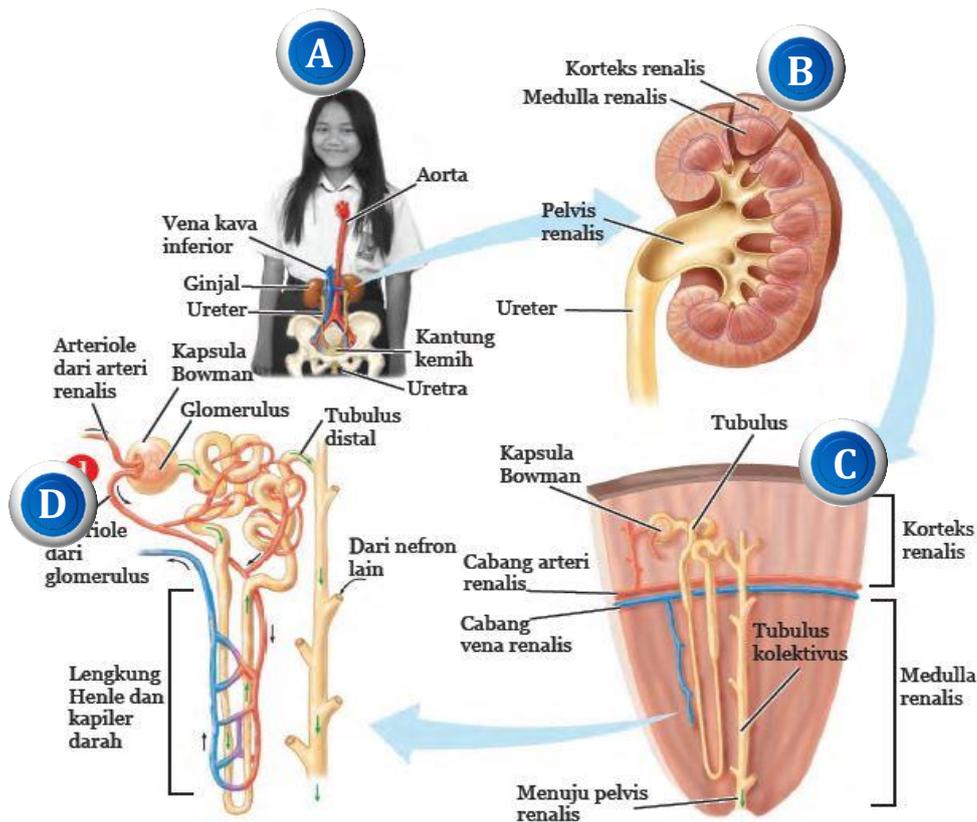
Saat kita makan, minum, bernapas, dan berlari ternyata banyak zat yang dikeluarkan tubuh. Zat sisa yang dikeluarkan tersebut merupakan bahan sisa dari proses metabolisme. Proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang tidak diperlukan tubuh disebut ekskresi. Ekskresi diperlukan tubuh agar zat sisa tersebut tidak meracuni tubuh karena dapat merusak berbagai organ dalam tubuh bahkan dapat menyebabkan kematian. Sistem ekskresi pada manusia melibatkan beberapa organ ekskresi, yaitu ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.

## 1. Ginjal

Ginjal adalah alat ekskresi utama dalam tubuh manusia. Ginjal bekerja sebagai proses penyaringan darah/filtrasi sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh (reabsorpsi). Ginjal merupakan organ yang memproduksi dan mengeluarkan urine dari dalam tubuh. Ginjal mempunyai peran penting dalam mengatur keseimbangan air dan metabolit dalam tubuh dan mempertahankan keseimbangan asam basa dalam darah. Zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan dalam bentuk urine.

### Struktur dan Fungsi Ginjal

Ginjal memiliki bentuk seperti kacang polong yang terletak pada retroperitoneal (antara dinding tubuh dorsal dan peritoneum parietal) di daerah lumbal superior. Proyeksi ginjal terhadap tulang belakang setinggi T12 sampai L3. Ginjal kanan terdesak oleh hepar dan terletak sedikit lebih rendah dari ginjal kiri. Ginjal orang dewasa memiliki massa sekitar 150 g (2 ons) dan dimensi rata-rata panjangnya 12 cm, lebar 6 cm, dan tebal 3 cm. Permukaan lateral berbentuk cembung. Permukaan medial berbentuk cekung dan memiliki celah vertikal yang disebut hilus renal yang mengarah ke ruang internal di dalam ginjal yang disebut sinus ginjal. Saluran ureter, pembuluh darah ginjal, limfatik, dan saraf semuanya bergabung dengan masing-masing ginjal di hilum dan menempati sinus. Di atas setiap ginjal terdapat kelenjar adrenal (suprarenal), merupakan kelenjar endokrin yang secara fungsional tidak terkait dengan ginjal.



**Gambar 1.1** Ginjal dan Struktur Penyusunannya  
(Sumber : Reece et al. 2012)

Ginjal dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- 1) Kulit Ginjal (*Korteks*), terdapat satu juta unit lebih penyaring individu yang disebut dengan *nefron*. *Nefron* ini terdapat di dalam kulit ginjal, berfungsi untuk menyaring darah.
- 2) Sumsum Ginjal (*Medulla*), tersusun dari badan dengan bentuk kerucut dinamakan *piramid renal*. Pada sumsum ginjal terangkat urine dari hasil filtrasi (penyaringan).
- 3) Rongga Ginjal (*Pelvis Renalis*), merupakan ujung dari ureter yang berpangkal di ginjal, bentuknya corong lebar terdiri dari 2 atau 3 cabang disebut *kaliks mayor*. Setiap *kaliks mayor* bercabang dengan bentuk *kaliks minor*. Dari *kaliks minor*, urine masuk ke *kaliks mayor* lalu *pelvis renalis* kemudian ureter, hingga ditampung dalam kandung kemih (*vesikula urinaria*).



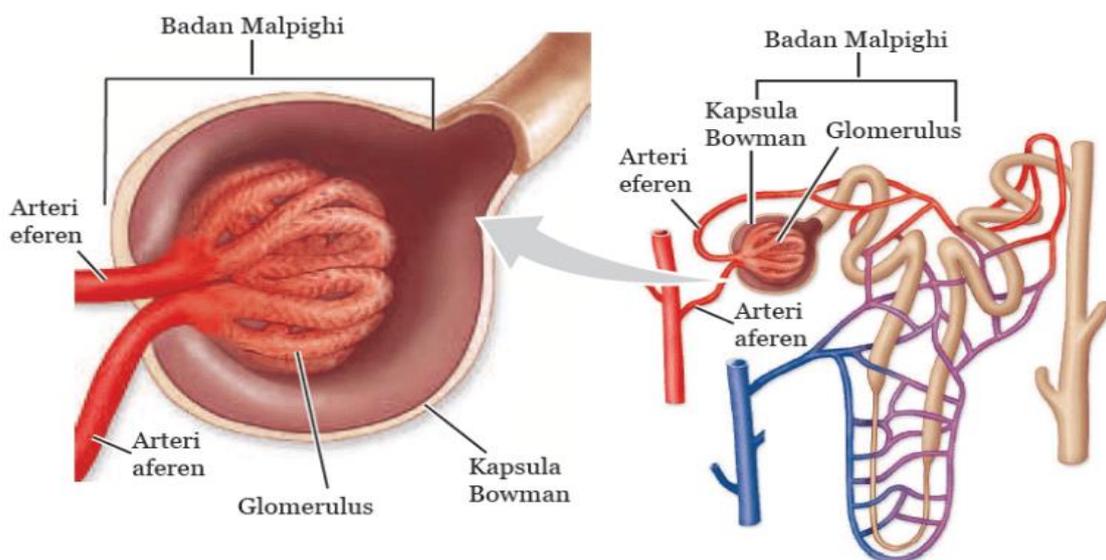
## Mengamati

Amatilah gambar 1.1 (**Ginjal dan Struktur Penyusunannya**). Gambar mana yang menunjukkan *nefron*. Kemudian tulislah bagian-bagian nefron serta fungsinya!

Ginjal memiliki beberapa fungsi diantaranya adalah sebagai berikut :

- ❖ Memegang peranan penting dalam pengeluaran zat-zat toksis atau racun.
- ❖ Mempertahankan suasana keseimbangan cairan.
- ❖ Mempertahankan keseimbangan kadar asam dan basa dari cairan tubuh
- ❖ Mengeluarkan sisa-sisa metabolisme hasil akhir dari protein, ureum, keratin dan amoniak.
- ❖ Meregulasikan tekanan darah.

Kulit ginjal merupakan bagian terluar dari ginjal yang disebut juga dengan *korteks renalis*. Pada kulit ginjal inilah terjadinya penyaringan darah. Kulit ginjal tersusun atas glomerulus dan kapsul bowman yang membentuk kesatuan yang disebut dengan badan malpighi. Tubulus yang letaknya dekat badan malpighi disebut tubulus proksimal. Tubulus yang letaknya jauh dari badan malpighi disebut distal. Tubulus proksimal dan tubulus distal dihubungkan oleh lengkung Henle atau angsa Henle.



**Gambar 1.2** Struktur Badan Malpighi  
(Sumber : Longenbaker, 2011)

Glomerulus adalah kumpulan cabang-cabang yang halus atau anyaman pembuluh darah kapiler dibagian *korteks*, sedangkan kapsul bowman adalah bagian yang melingkupi glomerulus. Bentuknya seperti cawan dan ber dinding ganda. Pada kulit ginjal terdapat *nefron*. *Nefron* adalah unit penyaring terkecil ginjal. Sebuah ginjal tersusun atas kurang lebih satu juta *nefron*. Setiap *nefron* tersusun atas glomerulus, kapsul bowman, saluran berkelok-kelok, lengkung henle, dan saluran pengumpul ginjal.

*Medulla* atau disebut juga sumsum ginjal adalah bagian tengah dari ginjal. Sumsum ginjal merupakan tempat berkumpulnya pembuluh-pembuluh halus dari simpai/kapsul bowman. Pembuluh-pembuluh halus tersebut akan mengalirkan urine ke saluran yang lebih besar dan bermuara di rongga ginjal. Proses yang terjadi pada sumsum ginjal adalah reabsorpsi dan augmentasi. *Pelvis renalis* (rongga ginjal) merupakan bagian paling dalam dari ginjal. Fungsinya yaitu untuk menampung urine sementara sebelum di keluarkan melalui uretra.



## Menanya

Tanyakanlah pada guru Anda mengenai hal-hal yang belum Anda pahami berkaitan dengan pengamatan yang Anda lakukan!



## Mencoba



### Tugas Proyek 1

## Model Penyaringan Darah Dalam Ginjal

*Ginjal adalah organ yang sangat penting dalam pembuangan zat sisa metabolisme yang berupa zat racun yang tidak dapat dilakukan oleh organ ekskresi lain. Salah satunya adalah urea sebagai sisa metabolisme asam amino (penyusun protein). Urea ini hanya dapat dilakukan melalui ginjal. Ginjal juga menyaring zat sampah lain dari cairan darah. Untuk lebih memahami proses penyaringan yang terjadi di dalam ginjal, ayo kita lakukan kegiatan berikut ini!*

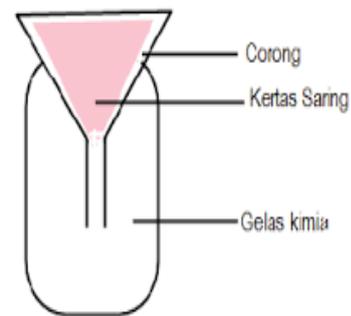


## Alat & Bahan

- 1) 500 ml air
- 2) 2 ml pewarna makanan warna merah
- 3) 1 sendok makan tepung terigu
- 4) 1 buah pengaduk
- 5) 2 buah gelas ukuran 500 ml
- 6) 1 buah corong
- 7) 1 buah kertas saring

## Langkah Kerja

- 1) Sediakan 500 ml air lalu campurkan 5 tetes pewarna makanan ke dalam gelas.
- 2) Sediakan 1 sendok tepung terigu.
- 3) Susunlah alat seperti pada gambar 1.3 di samping.
- 4) Tuangkan secara hati-hati sebagian campuran yang telah dibuat, di atas kertas saring.
- 5) Amatilah hasil penyaringan yang terbentuk, bandingkan dengan larutan yang belum disaring.



**Gambar 1.3** Model Penyaringan darah dalam

## Ayo Kita Berdiskusi!

1. Bagaimana perbedaan air dari larutan hasil penyaringan dan bahan awal sebelum disaring?
2. Apa yang menyebabkan airnya berbeda?
3. Bila rangkaian percobaan pada gambar 1.3 diumpamakan sebagai badan Malpighi, maka:
  - a. Corong dan kertas saring diumpamakan sebagai bagian apakah pada badan Malpighi?
  - b. Gelas diumpamakan sebagai bagian apakah pada badan Malpighi?



## Mengasosiasikan

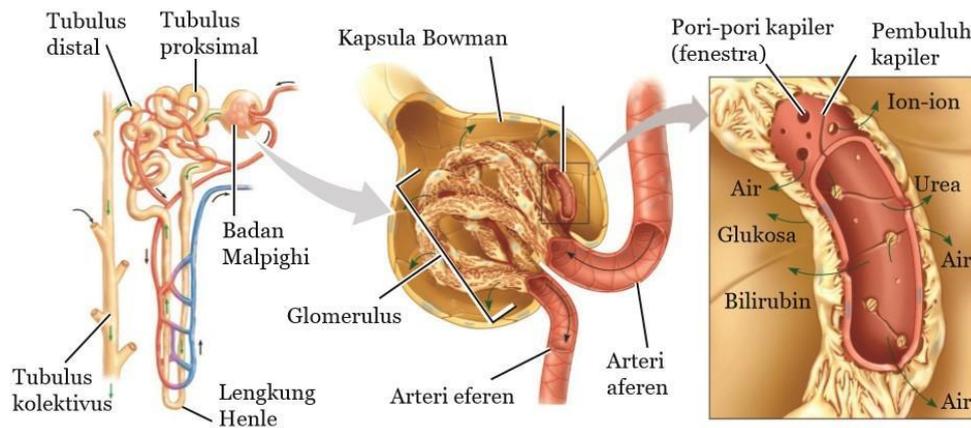
Carilah sumber referensi yang ada untuk mengolah data dari hasil percobaan diatas!

## Proses Pembentukan Urine

Setelah Anda melakukan percobaan tentang model penyaringan darah di dalam ginjal, Anda telah mengetahui bagaimana mekanisme penyaringan zat secara sederhana sehingga memberikan sedikit gambaran tentang bagaimana proses penyaringan dalam ginjal. Tahuka Anda, bahwa proses pembentukan urine di dalam ginjal melalui tiga tahapan? Ketiga tahapan tersebut adalah tahap filtrasi, tahap reabsorpsi, dan tahap augmentasi.

## 1) Tahap Filtrasi

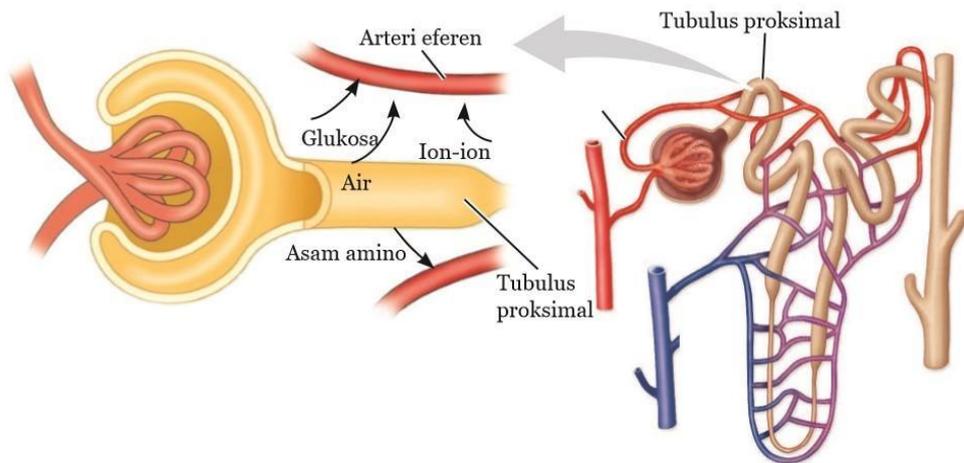
Proses pembentukan urine diawali dengan penyaringan (filtrasi) darah yang terjadi di kapiler glomerulus. Sel-sel glomerulus yang berpori (*podosit*), tekanan dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus mempermudah penyaringan, selain penyaringan di glomerulus juga terjadi penyerapan kembali sel-sel darah, keping darah dan sebagian besar protein plasma. Bahan-bahan kecil yang terlarut dalam plasma darah, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, dan urea dapat melewati saringan dan menjadi bagian dari endapan. Hasil penyaringan di glomerulus disebut filtrat glomerulus atau urine primer, mengandung asam amino, glukosa, natrium, dan garam-garam lainnya.



**Gambar 1.4** Struktur Badan Malpighi dan Proses Filtrasi  
(Sumber : Shier *et al.* 2012)

## 2) Proses penyaringan kembali (*Reabsorpsi*)

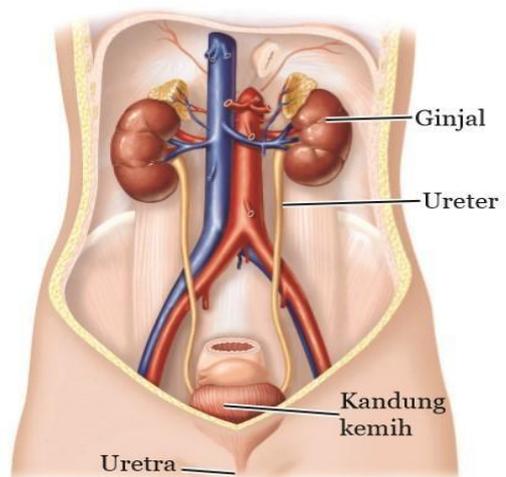
Bahan-bahan yang masih diperlukan di dalam urine primer akan diserap kembali dari tubulus kontortus proksimal, sedangkan di tubulus kontortus distal terjadi penambahan zat-zat sisa dan urea. Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara. Gula dan asam amino meresap melalui peristiwa difusi, sedangkan air melalui peristiwa osmosis. Setelah terjadinya reabsorpsi maka tubulus menghasilkan urine sekunder, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi, sebaliknya konsentrasi zat-zat sisa metabolisme bersifat racun bertambah misalnya urea.



**Gambar 1.5** Proses Reabsorpsi  
(Sumber : Longenbaker, 2011)

### 3) Tahap Augmentasi

Proses ini terjadi di bagian tubulus kontortus distal sampai tubulus kolektus (duktus pengumpul). Pada duktus colecting ini masih terjadi proses reabsorpsi natrium, klorida dan ureum sehingga terbentuknya urine. Dari duktus pengumpul ini urine akan dimasukkan ke pelvis renalis lalu dibawa ke ureter. Dari ureter urine masuk ke kandung kemih. Setelah



cukup banyak sekitar 250-300 cc, terjadilah proses rangsangan syaraf pudenda yang mengakibatkan otot polos kandung kemih berkontraksi, maka terjadilah proses berkemih dan urine akan keluar melalui uretra.

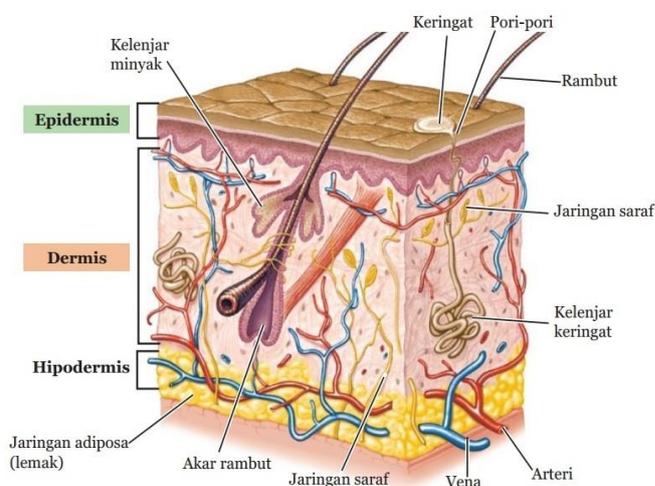
## AYO TES PEMAHAMAN KAMU!



1. Apa yang terjadi jika manusia hidup tanpa ginjal?
2. Apakah bisa manusia hidup hanya dengan satu ginjal?
3. Apa dampak kebanyakan minum air terhadap ginjal kita?

## 2. Kulit

Kulit merupakan lapisan tipis yang menutupi dan melindungi seluruh permukaan tubuh bagian luar dan berhubungan langsung dengan lingkungan. Selain berfungsi menutupi permukaan tubuh, kulit juga berfungsi sebagai alat pengeluaran (ekskresi). Kulit mengeluarkan zat-zat tertentu yaitu keringat dari kelenjar-kelenjar keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori keringat dengan membawa garam, yodium dan zat kimia lainnya. Air yang dikeluarkan melalui kulit tidak saja disalurkan melalui keringat tetapi juga melalui penguapan air transepidermis sebagai pembentukan keringat yang tidak disadari.



**Gambar 1.7** Struktur Anatomi Kulit  
(Sumber : Campbell *et al.* 2008)

kaki, punggung, serta bahu. Selain sebagai pelindung terhadap cedera fisik, kekeringan, zat kimia, kuman penyakit, dan radiasi, kulit juga berfungsi sebagai pengindra, pengatur suhu tubuh, dan ikut mengatur peredaran darah. Pengaturan suhu dimungkinkan oleh adanya jaringan kapiler yang luas di dermis (*vasodilatasi* dan *vasokonstriksi*), serta adanya lemak subkutan dan kelenjar keringat. Keringat yang menguap di kulit akan melepaskan panas tubuh yang dibawah ke permukaan oleh kapiler. Berkeringat ini juga menyebabkan tubuh kehilangan air (*insensible water loss*), yang dapat mencapai beberapa liter sehari. Faal perasa dan peraba dijalankan oleh ujung saraf sensoris, Vater Paccini, Meissner, Krause, Ruffini yang terdapat di dermis.

### Struktur dan Fungsi Kulit

Kulit merupakan pelindung tubuh, dimana setiap bagian tubuh luas dan tebalnya kulit berbeda. Luas kulit orang dewasa adalah 1,5-2 m<sup>2</sup>, sedangkan tebalnya antara 1,5-5 mm, bergantung pada letak kulit, umur, jenis kelamin, suhu, dan keadaan gizi. Kulit paling tipis pada kelopak mata, penis, labium minor dan bagian medial lengan atas, sedangkan kulit tebal terdapat di telapak tangan dan

Kulit manusia tersusun oleh 3 lapisan utama, yaitu :

- 1) Kulit Epidermis, terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan tanduk dan lapisan malpighi. Lapisan malpighi mengandung pigmen melanin yang berfungsi memberi warna pada kulit.
- 2) Lapisan Dermis, merupakan lapisan kulit yang terletak di bawah kulit ari, di dalam kulit jangat terdapat kelenjar keringat, kelenjar minyak, pembuluh darah, ujung-ujung saraf, dan kantung rambut. Ujung saraf terdiri atas ujung saraf peraba untuk mengenali rabaan, ujung saraf perasa untuk mengenali tekanan, dan ujung saraf suhu untuk mengenali suhu.
- 3) Jaringan ikat bawah kulit, mengandung lemak yang berfungsi sebagai cadangan makanan, menahan panas tubuh dan melindungi tubuh bagian dalam terhadap benturan dari luar. Lemak berfungsi sebagai cadangan makanan dan pengendali suhu tubuh agar tetap hangat.

Sistem pengaturan suhu menggunakan tiga mekanisme untuk menurunkan panas tubuh ketika suhunya terlalu tinggi. Mekanisme tersebut antara lain yaitu :

- 1) Vasodilatasi  
Pada hampir seluruh area tubuh, berdilatasi dengan kuat, hal ini disebabkan karena hambatan dari pusat simpatis pada hipotalamus posterior yang menyebabkan vasokonstriksi. Vasodilatasi penuh akan meningkatkan pemindahan panas ke kulit sebanyak delapan kali lipat.
- 2) Berkeringat, peningkatan temperatur tubuh  $10^{\circ}$  C menyebabkan keringat yang cukup banyak untuk membuang sepuluh kali kecepatan metabolisme basal dari pembentukan panas tubuh.
- 3) Penurunan pembentukan panas, mekanisme yang menyebabkan pembentukan panas berlebihan, seperti menggigil dan thermogenesis kimia, dihambat dengan kuat.



### Mengamati

Amatilah gambar 1.7 (**Struktur Anatomi Kulit**). Tulislah fungsi lapisan-lapisan kulit!



### Menanya

Coba tanyakan pada guru Anda, bagian kulit manakah yang berfungsi sebagai alat pengeluaran. Rangkumlah penjelasan dari guru Anda tersebut!



## Tugas Proyek 2

### Uji Kandungan Keringat

*Adanya kelenjar keringat juga merupakan bagian dari cara untuk mempertahankan panas tubuh agar suhunya tetap. Ketika tubuh menjadi panas, pembuluh darah melebar. Pori-pori kulit terbuka dan mengeluarkan keringat. Saat keringat menguap tubuh terasa dingin, karena panas tubuh dipinjam untuk menguapkan keringat. Bagaimana cara membuktikan bahwa keringat mengandung air? ayo kita lakukan kegiatan berikut ini!*



### Alat & Bahan

- 1) Alat tulis
- 2) Kertas kobalt (diberi tanda A, B, C)
- 3) Keringat
- 4) Air tawar & garam



### Langkah Kerja

- 1) Lakukan berbagai aktivitas (melompat-lompat, berlari, dll) selama tiga menit).
- 2) Tempelkan kertas kobalt A pada bagian telapak tangan yang berkeringat.
- 3) Celupkan kertas kobalt B pada air tawar.
- 4) Celupkan kertas kobalt C pada air garam.
- 5) Bandingkan warna dan bau kertas tersebut. Ulangi langkah 1 sampai 4, namun pada bagian tubuh yang lain seperti dahi, leher, dll.
- 6) Tulislah hasil pengamatan pada bagian yang telah disediakan.



## Tabel Hasil Pengamatan

Bagian tubuh yang berkeringat	Warna & Bau Kertas Kobalt		
	Kertas A	Kertas B	Kertas C



## Ayo Kita Berdiskusi!

- 1) Berdasarkan percobaan yang kalian lakukan, adakah perbedaan warna & bau dari kertas kobalt di bagian tubuh yang kalian beri perlakuan?
- 2) Apa yang terkandung dalam keringat yang kita ekskresikan?
- 3) Struktur mana dari kulit yang dapat menghasilkan keringat? Jelaskan fungsinya?
- 4) Apa kesimpulan dari hasil diskusi yang kalian lakukan?



## Mengasosiasikan

Carilah sumber referensi yang ada untuk mengolah data dari hasil percobaan diatas!

## Proses Terbentuknya Keringat

- 1) Ketika tubuh banyak bergerak atau saat suhu tubuh meningkat, pembuluh-pembuluh darah di kulit akan melebar, hal ini mengakibatkan banyak darah yang mengalir ke daerah tersebut, lalu informasi tersebut disampaikan ke otak.
- 2) Otak mengirim sinyal ke pangkal kelenjar keringat yang berhubungan dengan pembuluh darah maka terjadilah penyerapan air, garam, dan sedikit urea oleh kelenjar keringat. Kemudian air bersama larutannya keluar melalui pori-pori yang merupakan ujung dari kelenjar keringat.

- 3) Keringat yang keluar membawa panas tubuh, sehingga sangat penting untuk menjaga agar suhu tubuh tetap normal. Ketika suhu di sekeliling kita panas maka kulit akan mengatur suhu tubuh dengan banyak mengeluarkan keringat dan urine yang dihasilkan lebih sedikit. Sebaliknya ketika suhu dingin, maka tubuh hanya sedikit memproduksi keringat dan mengeluarkan air lebih banyak melalui ginjal (urine).



### Ayo Tes Pemahaman Kamu!



- 1) Bagaimana jika kulit manusia tidak berfungsi dengan baik?
- 2) Apa yang terjadi jika seseorang tidak memiliki pigmen kulit?
- 3) Apakah keringat itu bau?



### Mengkomunikasikan

Lakukan presentasi di depan kelas berdasarkan percobaan pada tugas proyek 1 dan 2!

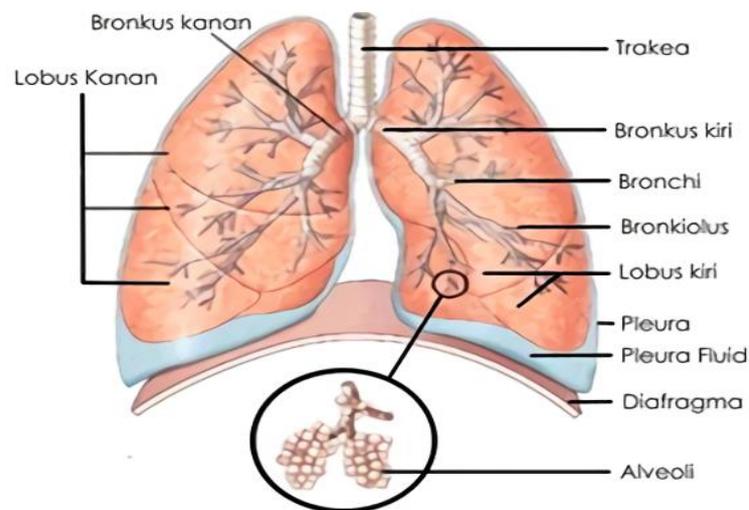
## 3. Paru-Paru

Paru-paru adalah organ yang bertindak sebagai alat pernapasan. Selain itu paru-paru juga bertindak sebagai alat ekskresi dengan mengeluarkan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Kedua zat ini harus dikeluarkan supaya tidak mengganggu fungsi tubuh. Paru-paru termasuk organ pengeluaran karena udara pernapasan yang dikeluarkan mengandung karbondioksida dan air yang dihasilkan dari kegiatan sel. Keluarnya air bisa dilihat ketika kita bernapas dalam udara dingin berupa kabut. Setiap hari tubuh melepaskan kurang lebih 350 ml air dalam bentuk uap air melalui sistem pernapasan.

### Struktur dan Fungsi Paru-Paru

Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas, di bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk dan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat. Paru-paru ada dua bagian yaitu paru-paru kanan (*pulmo dekster*)

yang terdiri atas 2 lobus. Paru-paru dibungkus oleh dua selaput yang tipis, disebut pleura. Selaput bagian dalam yang langsung menyelaputi paru-paru disebut pleura dalam (*pleura visceralis*) dan selaput yang menyelaputi rongga dada yang bersebelahan dengan tulang rusuk disebut pleura luar (*pleura parietalis*). Selaput luar dan selaput dalam terdapat rongga berisi cairan pleura yang berfungsi sebagai pelumas paru-paru. Paru-paru tersusun oleh bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah. Paru-paru berstruktur seperti spon yang elastis dengan daerah permukaan dalam yang sangat lebar untuk pertukaran gas.



**Gambar 1.8** Struktur & Antomi Paru-paru  
(Sumber : Reece et al. 2012)

Didalam paru-paru, bronkiolus bercabang-cabang halus dengan diameter  $\pm 1$  mm, dindingnya semakin menipis jika dibandingkan dengan bronkus. Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan, tetapi rongganya masih mempunyai silia & di bagian ujungnya mempunyai epitelium berbentuk kubus bersilia. Pada bagian distal kemungkinan tidak bersilia. Bronkiolus berakhir pada gugus kantung udara (alveolus). Alveolus terdapat pada ujung akhir bronkiolus berupa kantong kecil yang salah satu sisinya terbuka sehingga menyerupai busa atau mirip sarang tawon. Oleh karena alveolus berselaput tipis dan banyak bermuara kapiler darah maka kemungkinan akan terjadi difusi gas pernapasan.



### Mengamati

Amatilah gambar 1.8 (**Struktur Anatomi Paru-Paru**). Catatlah bagian-bagian paru-paru yang berperan dalam sistem ekskresi

Fungsi utama paru-paru adalah sebagai alat pernapasan. Akan tetapi, karena mengekskresikan zat sisa metabolisme maka paru-paru juga berfungsi dalam sistem ekskresi. Karbondioksida dan air hasil metabolisme di jaringan diangkut oleh darah lewat vena untuk dibawa ke jantung, dan dari jantung akan dipompakan ke paru-paru untuk berdifusi di alveolus. Selanjutnya,  $H_2O$  dan  $CO_2$  dapat berdifusi atau dapat diekskresikan di alveolus paru-paru karena pada alveolus bermuara banyak kapiler yang mempunyai selaput tipis.



### Menanya

Coba tanyakanlah pada guru Anda, saat proses apakah paru-paru berperan sebagai organ pernapasan dan sebagai organ ekskresi? lalu catatlah penjelasan dari guru Anda!

## Proses Ekskresi Pada Paru-Paru

Dalam sistem ekskresi, paru-paru berfungsi mengeluarkan karbondioksida ( $CO_2$ ) dan uap air ( $H_2O$ ). Berikut proses ekskresi paru-paru pada manusia :

- 1) Oksigen masuk lewat hidung menuju trakea lewat tenggorokan.
- 2) Udara yang mengandung oksigen dialirkan menuju bronkiolus melalui dua saluran bronkus.
- 3) Udara yang mengandung oksigen dialirkan menuju alveolus melalui bronkiolus.
- 4) Terjadi pertukaran antara oksigen dengan karbondioksida. Oksigen kemudian diserap oleh pembuluh darah dan dialirkan ke jantung.
- 5) Karbondioksida dibawa kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh melalui hembusan nafas.

Pengangkutan  $CO_2$  sebagai hasil zat sisa metabolisme, diangkut oleh darah dapat melalui 3 cara yaitu sebagai berikut :

- 1)  $CO_2$  larut dalam plasma, dan membentuk asam karbonat dengan enzim anhidrase (7% dari seluruh  $CO_2$ ).
- 2)  $CO_2$  terikat pada hemoglobin dalam bentuk karbomino hemoglobin (23% dari seluruh  $CO_2$ ).
- 3)  $CO_2$  terikat dalam gugus ion bikarbonat ( $HCO_3$ ) melalui proses berantai pertukaran klorida (70% dari seluruh  $CO_2$ ).



## Mencoba



### Tugas Proyek 3

## Sisa Metabolisme yang Diekskresikan melalui Paru-Paru



### Alat & Bahan

- 1) 200 ml air kapur (dapat dibuat dari gamping atau dari kapur papan tulis).
- 2) 1 buah sedotan
- 3) 1 buah cermin
- 4) 1 buah gelas kaca



### Langkah Kerja

- 1) Hembuskan napasmu pada cermin, lalu amatilah apa yang terjadi pada cermin tersebut.
- 2) Siapkan 200 ml air kapur, lalu masukkan ke dalam gelas.
- 3) Siapkan sedotan, lalu tiup air kapur secara perlahan. Hati-hati jangan sampai air kapur tersedot atau terminum.
- 4) Amati perubahan yang terjadi pada air kapur tersebut.



### Ayo Kita Berdiskusi!

- 1) Ketika kamu mengembuskan napas pada cermin, apakah yang terjadi?
- 2) Ketika kamu mengembuskan napas pada air kapur, perubahan apakah yang terjadi pada air kapur? Menurutmu mengapa hal tersebut dapat terjadi?
- 3) Zat apakah yang diperlukan oleh tubuh pada saat bernapas dan zat apa yang dikeluarkan?
- 4) Tulislah reaksi kimia yang terjadi pada saat kita bernapas dan zat yang diekskresikan oleh paru-paru!



## Mengasosiasikan

Carilah sumber referensi yang ada untuk mengolah & menganalisis data dari hasil percobaan diatas!



## Mengkomunikasikan

Lakukan presentasi di depan kelas berdasarkan percobaan pada tugas proyek 3!



## Ayo Tes Pemahaman Kamu!



1

Apakah hubungan sistem ekskresi paru-paru dalam kehidupan sehari-hari ?

2

Mengapa udara masuk melalui hidung lebih baik jika dibandingkan melalui mulut?

3

Selain sebagai sistem pernafasan, mengapa paru-paru di masukkan kedalam sistem ekskresi?

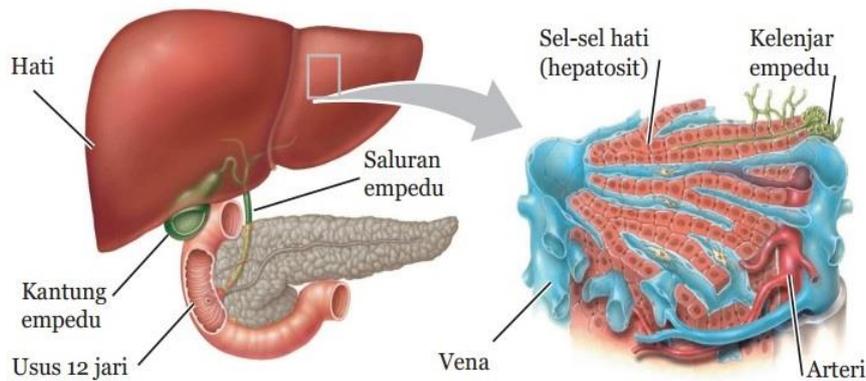
## 4. Hati (Hepar)

Hati ikut berperan dalam sistem pengeluaran karena sel-sel hati berfungsi sebagai tempat perombakan sel-sel darah merah dan menguraikan hemoglobin sehingga menghasilkan zat warna empedu (bilirubin). Zat warna empedu ini dikeluarkan ke dalam urin dan feses. Hati juga berperan dalam pembentukan urea dari amonia, yang kemudian di keluarkan lewat ginjal bersama urine.

### Struktur dan Fungsi Hati

Hati adalah organ viseral (dalam rongga abdomen) terbesar yang terletak di bawah kerangka iga dengan berat  $\pm 1500-2000$  g. Beratnya pada pria dewasa antara 1,4 - 1,6 (1/36 berat badan), pada wanita dewasa antara 1,2 - 1,4 kg. Ukuran normal pada dewasa : panjang kanan kiri 15 cm, tinggi bagian kanan (ukuran superior-inverior) 15-17 cm, tebal (ukuran anteroposterior) 12- 15 cm.

Hati berwarna merah tua karena kaya akan persediaan darah dan kaya akan nutrien dari vena portal dan vena hepatica. Hati memiliki 4 lobus. 2 lobus yg berukuran paling besar adalah lobus kanan, sedangkan lobus kiri berukuran lebih kecil. 2 lobus lainnya adalah lobus kaudatur dan lobus kuadratus.



**Gambar 1.9** Struktur dan Anatomi Hati  
(Sumber : Dok. Kemdikbud)

Hati merupakan organ yang terpenting di dalam tubuh, selain berfungsi sebagai organ ekskresi hati juga memiliki beberapa fungsi diantaranya :

- 1) Hati sebagai metabolisme asimilasi karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan produksi energi, seluruh monosakarida akan diubah menjadi glukosa. Pengaturan glukosa dalam darah, pembentukan asam lemak, lipid dan pembentukan fosfolipid, metabolisme protein serta pembentukan albumin dan globulin.
- 2) Hati dalam sistem ekskresi berfungsi sebagai produksi empedu (bilirubin, kolesterol dan garam empedu) ke dalam empedu juga di ekskresikan zat yang berasal dari luar tubuh seperti logam-logam berat, bermacam zat warna.
- 3) Detoksikasi racun dikeluarkan melalui fagositosis terhadap benda asing langsung membentuk antibodi, bila hati rusak maka berbagai racun akan meracuni tubuh. Beberapa macam cara untuk mendetoksikasikan racun misalnya pembentukan urea dari amoniak atau zat racun dioksidasi (dikeluarkan) direduksi (dipindahkan, dihidrolisis/dipecahkan) dengan zat-zat yang lain untuk mengurangi toksis dari racun tersebut.



### Mengamati

Amatilah gambar 1.9 (**Struktur Anatomi Hati**) dengan seksama.

- 4) Berperan membentuk darah dan heparin di hati dan mengalirkan darah ke jantung. Dalam hati, sel darah merah akan rusak karena terdapat sel-sel Retikulo Endotelium (RES) perusakan ini juga terjadi dalam limpa dan sumsum tulang.
- 5) Hati membentuk asam empedu, terutama dari kolesterol membentuk pigmen-pigmen empedu dari hasil perusakan hemoglobin.

Beberapa fungsi dari organ hati lainnya yaitu untuk melawan infeksi, memproses makanan yang telah diserap dari usus, memproduksi getah empedu, menghasilkan senyawa yang berfungsi penting dalam sistem pencernaan makanan, dan menyimpan bahan-bahan kimiawi penting.

### Proses Ekskresi Pada Hati

Darah disuplai melalui dua pembuluh yaitu arteri hati dan vena porta hepatis. Arteri hati membawa darah dengan kandungan oksigen dari jantung, sedangkan vena porta membawa darah yang sudah tua dan rusak. Sel yang demikian dinamakan sel histosit. Sel darah merah yang tua dan rusak di dalam hati sekitar lebih dari 10 juta sel, dalam proses pembakarannya terjadi pemecahan hemoglobin (Hb) menjadi zat besi (Fe), hemin dan globin. Zat besi akan diambil dan disimpan di dalam hati, yang selanjutnya akan di kembalikan ke sumsum tulang sehingga terbentuk eritrosit baru. Globin akan di bentuk menjadi hemoglobin (Hb) baru. Sementara hemin dirubah menjadi bilirubin dan biliverdin yang berwarna hijau biru. Zat warna empedu di dikeluarkan ke dalam usus 12 jari dan dioksidasi menjadi urobilin berwarna kuning kecoklatan. Warna ini akan memberikan warna khas tersendiri pada feses dan urine yang dikeluarkan setiap harinya. Perhatikan gambar berikut!



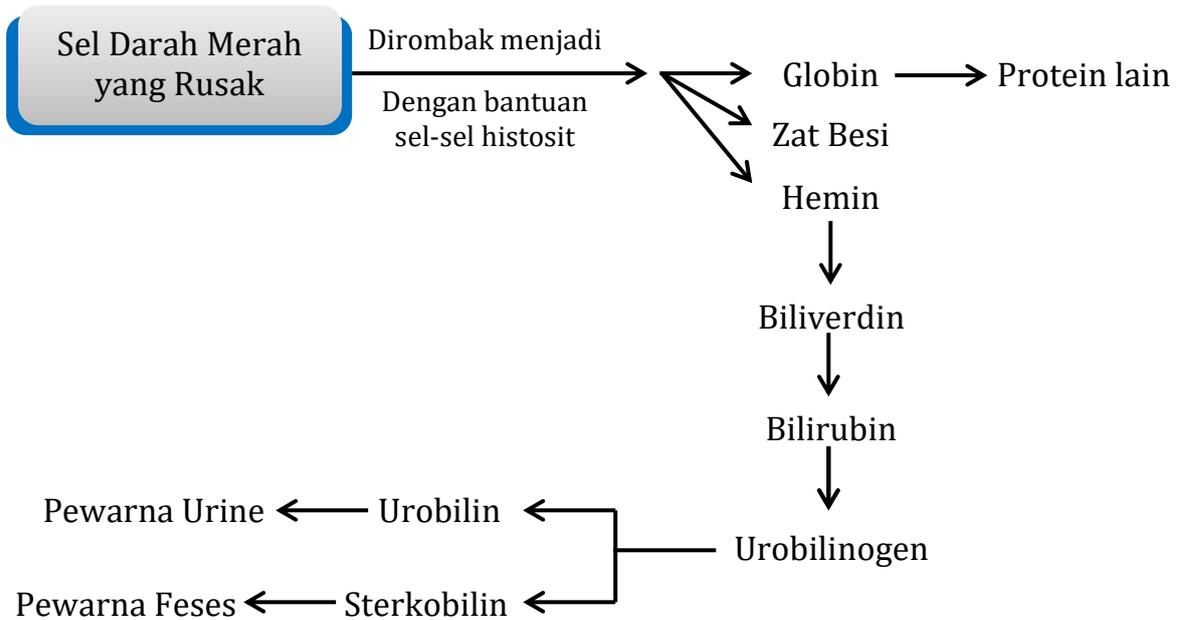
#### Menanya

Buatlah pertanyaan mengenai informasi yang belum dimengerti dari apa yang telah diamati!



#### Mengumpulkan

Diskusikanlah bersama teman-temanmu untuk memperoleh data informasi mengenai pertanyaan yang Anda buat sebelumnya!



Organ hati dapat pula menghasilkan enzim arginase. Enzim arginase merupakan enzim yang berperan dalam proses penguraian asam amino. Prosesnya dinamakan deaminasi. Asam amino yang diuraikan yakni asam amino arginin menjadi ornitin dan urea. Ornitin akan mengikat amonia dan karbondioksida yang bersifat racun. Selanjutnya ornitin akan dinetralkan dalam hati. Urea akan diserap ginjal untuk dikeluarkan bersama urine. Hati menghasilkan empedu yang mencapai 1/2 liter setiap hari. Empedu berasal dari sel darah merah yang telah tua. Empedu merupakan cairan yang berwarna kehijauan dan terasa pahit. Zat ini disimpan di dalam kantung empedu. Empedu mengandung kolesterol, garam mineral, garam empedu, pigmen bilirubin, dan biliverdin. Empedu yang diekskresikan berfungsi untuk mencerna lemak mengaktifkan lipase, mengubah zat yang tidak larut dalam air menjadi zat yang larut dalam air membantu daya absorpsi lemak di usus.

 **Mengasosiasikan**  
Olahlah data dengan baik dari informasi yang telah Anda kumpulkan sebelumnya!

 **Mengkomunikasikan**  
Presentasikanlah hasilnya di depan kelas bersama dengan temanmu dan buatlah sebuah kesimpulan!

## Ayo Tes Pemahaman Kamu!



1. Bagaimana peranan hati dalam sistem ekskresi?
2. Kenapa hati berperan sebagai alat ekskresi sekaligus alat sekresi?
3. Jelaskan secara singkat proses ekskresi pada hati!

## RANGKUMAN MATERI

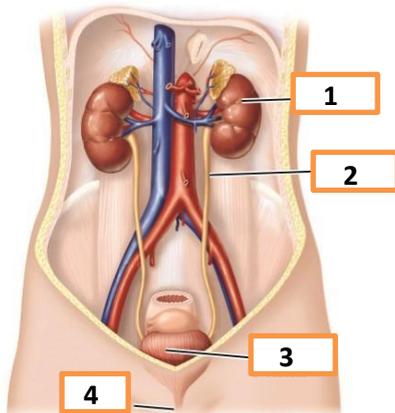
1. Sistem ekskresi adalah pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh
2. Organ ekskresi pada manusia terdiri atas empat organ, yaitu ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.
3. Ginjal merupakan organ ekskresi yang memiliki peran sangat penting karena membuang sisa metabolisme dalam jumlah besar melalui urine. Proses ginjal menghasilkan urine meliputi 3 tahapan utama, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.
4. Kulit merupakan organ ekskresi yang mengeluarkan bahan yang hampir sama dengan ginjal, yakni sampah nitrogen berupa urea dalam bentuk keringat.
5. Paru-paru merupakan organ ekskresi yang mengeluarkan sisa metabolisme berupa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .
6. Hati merupakan organ ekskresi yang memiliki kemampuan menetralkan racun dan menghasilkan getah empedu. Hati memiliki peran dalam mengubah  $\text{NH}_3$  (amonia) menjadi urea yang nantinya akan dibuang melalui kulit dan ginjal.



## Asah Pengetahuan 1

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang **tidak** termasuk alat ekskresi adalah .....
  - A. Hati
  - B. Kulit
  - C. Ginjal
  - D. Usus Besar
2. Pernyataan berikut ini yang **tidak** berhubungan dengan sistem pengeluaran manusia adalah .....
  - A. Ginjal menghasilkan urine
  - B. Kulit menghasilkan keringat
  - C. Pankreas menghasilkan enzim amilase
  - D. Hati menghasilkan empedu
3. Perhatikan gambar di bawah ini!



Tempat untuk menampung urine sebelum dikeluarkan dari tubuh .....

- A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4
4. Proses ginjal menghasilkan urine meliputi 3 tahapan utama, yaitu .....
    - A. Filtrasi, Reabsorpsi, Augmentasi
    - B. Reabsorpsi, Konjugasi, Respirasi
    - C. Augmnetasi, Reabsorpsi, Konjugasi
    - D. Filtrasi, Augementasi, Respirasi

5. Sisa penyaringan pada proses filtrasi menghasilkan urine yang masih mengandung zat yang berguna bagi tubuh. Berikut ini yang **bukan** merupakan zat yang terdapat pada urine hasil proses filtrasi adalah .....
  - A. Glukosa
  - B. Asam amino
  - C. Sel darah merah
  - D. Garam-garam mineral
  
6. Sisa metabolisme yang dikeluarkan melalui paru-paru adalah .....
  - A. Urea dan uap air
  - B. Garam dapur dan air
  - C. Asam amino dan amonia
  - D. Karbon dioksida dan uap air
  
7. Zat berikut yang mudah masuk ke urine dan diserap kembali ke darah disebut .....
  - A. Protein
  - B. Albumen
  - C. Fibrinogen
  - D. Glukosa
  
8. Zat berikut yang **tidak** dihasilkan oleh hati adalah .....
  - A. Urea
  - B. Glukosa
  - C. Bilirubin
  - D. Getah empedu
  
9. Kulit berfungsi sebagai alat ekskresi karena .....
  - A. Melindungi tubuh dari kuman
  - B. Mempunyai kelenjar keringat
  - C. Mempunyai ujung saraf reseptor
  - D. Melindungi tubuh dari cahaya matahari
  
10. Pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang dimanfaatkan untuk proses yang lain disebut .....
  - A. Ekskresi
  - B. Sekskresi
  - C. Defekasi
  - D. Armentasi



## Self Assessment

Setelah mengerjakan asah pengetahuan 1, kamu dapat menilai hasil pengerjaanmu secara mandiri dengan cara mencocokkannya dengan kunci jawaban dan pembahasan yang telah disediakan.



## Penilaian Diri

Jawablah pernyataan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya mampu menjelaskan pengertian sistem ekskresi dengan benar dan tepat?		
2	Saya mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi ginjal dengan benar?		
3	Saya mampu menjelaskan proses pembentukan urine dengan baik?		
4	Saya mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi kulit dengan benar?		
5	Saya mampu menjelaskan proses terbentuknya keringat dengan baik?		
6	Saya mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi paru-paru dengan benar?		
7	Saya mampu menjelaskan proses ekskresi pada paru-paru dengan baik?		
8	Saya mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi hati dengan benar?		
9	Saya mampu menjelaskan proses ekskresi pada hati dengan baik?		

- ❖ Apabila jawaban **YA**, selamat kamu telah menuntaskan materi ini dan dapat lanjut ke materi selanjutnya.
- ❖ Apabila jawabanmu **TIDAK**, sebaiknya kamu melakukan review pada materi yang belum tuntas.

## INFO TERKINI

### Uji Coba Transplantasi Ginjal Babi ke Manusia, Seperti Apa Hasilnya?

Transplantasi atau cangkok organ adalah prosedur medis yang bertujuan menggantikan organ tubuh yang rusak dengan organ orang lain yang sehat. Organ tersebut bisa berasal dari pendonor yang masih hidup atau pendonor yang sudah meninggal. Proses transplantasi organ tidaklah mudah mengingat jumlah orang yang membutuhkan transplantasi lebih banyak ketimbang pendonornya, sehingga calon penerima donor harus rela menunggu. Terlebih, calon penerima donor juga perlu menjalani pemeriksaan berulang kali untuk memastikan kesehatan tubuhnya. Setelah cangkok dilakukan, penerima donor harus berkomitmen untuk menjaga kesehatan organ yang telah didonorkan. Oleh sebab itu, peneliti mencoba mencari cara lain untuk mempermudah proses transplantasi organ. Selama bertahun-tahun, peneliti melakukan pengamatan terhadap penggunaan organ hewan sebagai pengganti organ manusia. Salah satu percobaan yang pernah dilakukan adalah transplantasi ginjal babi ke manusia.

Transplantasi ginjal babi ke manusia belum diperlakukan secara resmi sebagai pengobatan penyakit ginjal. Oleh karena itu, belum diketahui secara pasti, siapa saja yang bisa mengikuti pengobatan ini. Namun per tanggal 8 Maret 2022, para ahli dan peneliti dari NYU Langone Hospital sudah melakukan dua kali uji coba prosedur transplantasi organ hewan ke manusia yang dikenal dengan *xenotransplantasi* (*xenotransplantation*). Uji coba *xenotransplantasi* menggunakan ginjal babi, dilakukan pada pasien yang mengalami mati otak dan memiliki fungsi ginjal yang lemah. Sebelum prosedur dilakukan, peneliti memodifikasi ginjal babi secara genetik. Ginjal babi dihubungkan ke tubuh pasien melalui pembedahan, tetapi ginjal babi masih berada di luar

tubuh pasien. Ini dilakukan untuk mempermudah akses peneliti memantau perkembangan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama tiga hari, ginjal babi berfungsi dan dapat meningkatkan produksi urine. Tes darah pasien penerima cangkok juga menunjukkan adanya peningkatan fungsi ginjal jika dibandingkan dengan hasil sebelum pasien menjalani prosedur. Hasil dari uji coba kedua yang diketuai oleh Robert Montgomery, MD, DPhil juga berhasil. Keberhasilan eksperimennya ini membuka jalan baru untuk pengobatan pasien gagal ginjal stadium akhir. Rencananya *xenotransplantasi* akan dijadikan sebagai pengobatan penyakit ginjal jangka pendek untuk pasien yang kondisinya sangat kritis sambil menunggu donor ginjal yang cocok.

Uji coba transplantasi ginjal babi ke manusia ini adalah percobaan tunggal. Durasi pengamatan hanya berjalan selama tiga hari sehingga peneliti tetap perlu menguji eksperimen ini lebih lanjut. Tantangan besar yang dihadapi oleh ilmuwan dan tim medis untuk uji coba ini adalah risikonya. Tubuh pasien penerima donor bisa menolak organ baru yang dicangkokkan. Perlu Anda ketahui bahwa sistem kekebalan manusia sangat pandai membedakan bagian dari diri mereka dengan zat atau benda asing. Sistem kekebalan tubuh bisa menganggap organ cangkok sebagai benda asing yang mengancam. Untuk mencegah hal tersebut, dokter akan meresepkan obat penekan kekebalan tubuh (*imunosupresan*). Sayangnya, obat-obatan ini malah membuat pasien jadi rentan terhadap infeksi virus dan bakteri. Pada prosedur transplantasi ginjal babi ke manusia, risiko cangkok organ menjadi berlipat ganda. *Xenotransplantasi* dapat memicu fenomena yang disebut dengan penolakan hiperakut. Kondisi ini menandakan tubuh mulai menyerang organ baru secara agresif dalam beberapa jam atau menit setelah operasi. Sekalipun ginjal babi telah dimodifikasi sedemikian rupa, kemungkinan risiko dari prosedur ini tetap ada, apalagi respons tubuh setiap orang berbeda-beda. Maka dari itu, peneliti masih perlu menguji efektivitas cangkok ginjal babi pada beberapa orang yang memiliki kondisi kesehatan yang berbeda-beda.

**Sumber : Dr. Andreas Wilson Setiawan**

## TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah pembelajaran ini diharapkan peserta didik :

- 1 Mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada ginjal dengan baik dan benar.
- 2 Mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada kulit dengan baik dan benar.
- 3 Mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada paru-paru dengan baik dan benar.
- 4 Mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada hati dengan baik dan benar.
- 5 Mampu menjelaskan upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi dengan baik dan benar.

## MATERI PEMBELAJARAN

Gangguan atau penyakit pada sistem ekskresi manusia merupakan sebuah kondisi dimana organ sistem ekskresi tidak bekerja secara normal, penyakit ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor-faktor eksternal seperti patogen maupun disfungsi internal sistem imun dapat menghasilkan berbagai penyakit yang berbeda. Kondisi ini menimbulkan struktur dan fungsi organ menjadi terganggu. Untuk mengetahui apa saja gangguan sistem ekskresi manusia, simak penjelasan berikut!



## Mengamati

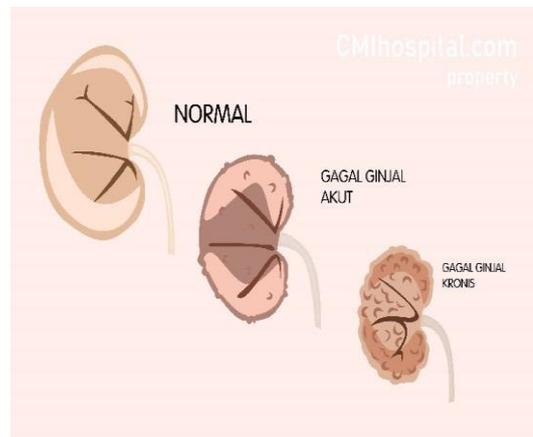
Amatilah berbagai gambar penyakit atau gangguan pada sistem ekskresi pada ginjal, kulit, paru-paru, dan hati. Kemudian pikirkan apakah kamu pernah mengalaminya?

# A Gangguan Sistem Ekskresi pada Ginjal

1

## Gagal Ginjal

Gagal ginjal kronik adalah salah satu sindrom klinis disebabkan penurunan fungsi ginjal yang bersifat menahun, berlangsung progresif dan cukup lanjut serta bersifat persisten dan irreversibel. Kerusakan pada ginjal menyebabkan tidak terbentuknya urine (anuria), sehingga sampah metabolisme dan air tidak dapat lagi dikeluarkan dari tubuh, dalam kadar tertentu sampah tersebut dapat meracuni tubuh, kemudian menimbulkan kerusakan jaringan bahkan kematian.

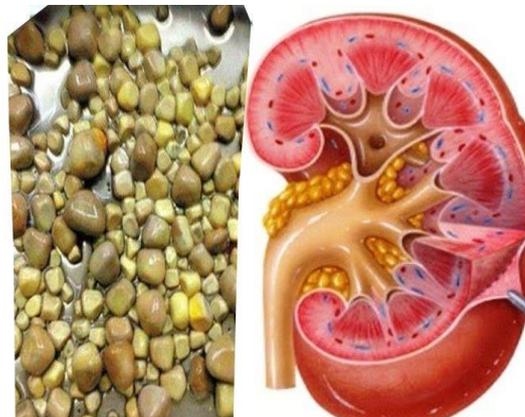


**Gambar 2.1** Perbedaan ginjal normal dengan gagal ginjal  
(Sumber : Jurnaljabar.id)

2

## Batu Ginjal

Batu ginjal merupakan salah satu penyakit ginjal, dimana ditemukannya batu yang mengandung komponen kristal dan matriks organik yang merupakan penyebab terbanyak kelainan kemih. Lokasi batu ginjal dijumpai di kaliks atau pelvis, bila keluar akan berhenti dan menyumbat pada daerah ureter dan kandung kemih.



**Gambar 2.2** Kristal (Batu) dalam Ginjal  
(Sumber : tribunnews.com)

### 3

## Nefritis

*Nefritis* merupakan kumpulan gambaran klinis berupa oligunaria, edema, hipertensi, adanya kelainan urinalis. *Nefritis* terjadi disebabkan oleh infeksi bakteri *streptococcus* pada *nefron*. Bakteri ini masuk melalui saluran pernapasan yang dibawa oleh darah melalui ke ginjal, akibat infeksi ini protein dan sel-sel darah akan keluar bersama urine. Penderita biasanya mengeluh seperti rasa dingin, demam, sakit kepala, sakit punggung, udem (bengkak), dan urine berwarna keruh.



**Gambar 2.3** Ginjal Penderita Nefritis  
(Sumber : vet.uga.edu)

## B

## Gangguan Sistem Ekskresi pada Kulit

### 1

## Biduran

Biduran disebabkan oleh udara dingin, alergi makanan, dan alergi bahan kimia. Biduran ditandai dengan timbulnya bentol-bentol yang tidak beraturan dan terasa gatal. Biduran dapat berlangsung beberapa jam dan dapat juga berlangsung berhari-hari. Jika penyakit ini disebabkan oleh alergi, maka cara pencegahannya adalah dengan menghindari bahan makanan dan produk kimia yang menyebabkan alergi.



**Gambar 2.4** Biduran pada kulit  
(Sumber : aldokter.com)

## 2

## Jerawat

Jerawat merupakan penyakit kulit yang umum terjadi pada remaja berusia 16-19 tahun, bahkan dapat berlanjut hingga usia 30 tahun. Penyakit ini terbatas pada folikel polisebacea kepala, badan bagian atas karena kelenjar sebacea di wilayah ini sangat aktif. Faktor utama penyebab jerawat adalah peningkatan produksi sebum, peluruhan keratinosit, serta pertumbuhan bakteri dan inflamasi. Jerawat juga dapat timbul karena kurangnya menjaga kebersihan kulit sehingga berpotensi terjadi penumpukan kotoran dan kulit mati. Peradangan dapat dipicu oleh bakteri *P. Acne*, *S Epidermidis* dan *S Aureus*.



**Gambar 2.5** Jerawat pada wajah  
(Sumber : hellosehat.com)

## 3

## Kanker Kulit

Penyakit kanker kulit disebabkan oleh paparan radiasi ultraviolet (UV) dari matahari atau sumber lainnya seperti mesin *tanning* di solarium. Paparan sinar matahari yang berkepanjangan akan menyebabkan kerusakan pada jaringan kulit sehingga kulit terasa terbakar. Sel-sel kulit akibat matahari bisa dimulai sejak masa kanak-kanak yang terus menerus terkena paparan sinar matahari yang berlebihan tanpa perlindungan yang memadai di usia dewasa bisa menyebabkan kerusakan sel-sel kulit dan menyebabkan kanker kulit. Kanker kulit bisa terjadi pada daerah kulit yang biasanya tidak terpapar pada sinar matahari.

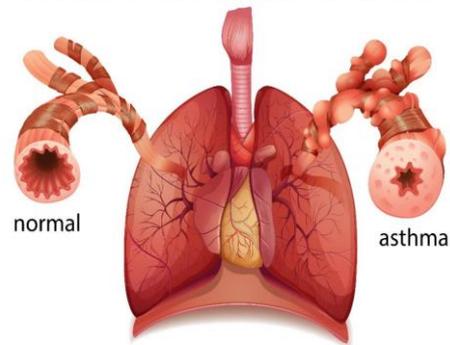


**Gambar 2.6** Kanker kulit  
(Sumber : hellosehat.com)

## C Gangguan Sistem Ekskresi pada Paru-paru

### 1 Asma

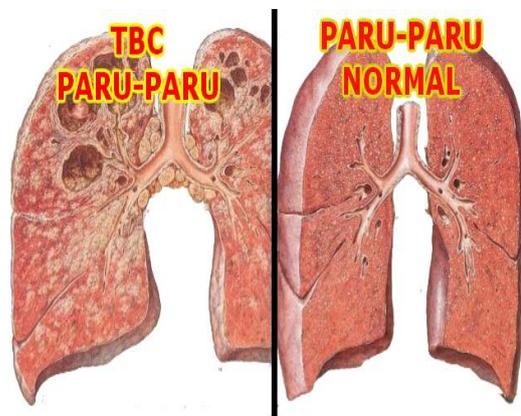
Asma dikenal dengan bengek yang disebabkan oleh bronkospasme. Asma merupakan penyakit penyempitan saluran pernapasan utama pada paru-paru. Gejala penyakit ini ditandai dengan susah untuk bernapas atau sesak napas. Penyakit ini tidak menular dan bersifat menurun. Kondisi lingkungan yang udaranya tidak sehat atau telah tercemar akan memicu serangan asma.



**Gambar 2.7** Perbedaan saluran pernafasan para-paru normal & sempit (Sumber : kemkes.go.id)

### 2 TBC

TBC adalah infeksi yang menyerang paru-paru. Penyakit TBC ini termasuk penyakit yang menular. Gejalanya adalah kehilangan berat badan, kelelahan, mudah berkeringat pada malam hari. Pada tingkat yang lebih parah gejalanya adalah dada sakit, napas pendek-pendek, dan batuk berdarah. Penyebab dari penyakit TBC adalah baksil yang disebut *Mycobacterium tuberculosis*.

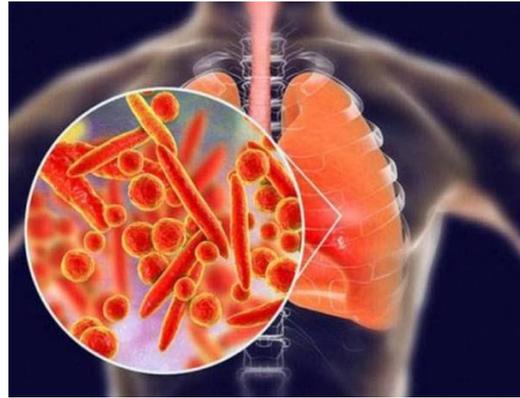


**Gambar 2.8** Perbedaan paru-paru normal & TBC paru-paru (Sumber : kemkes.go.id)

### 3 Pneumonia

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri, virus atau jamur yang menginfeksi paru-paru khususnya di alveolus. Penyakit ini menyebabkan oksigen susah masuk karena alveolus dipenuhi oleh cairan. Pneumonia merupakan penyakit yang umumnya terjadi pada semua kelompok umur. Pneumonia juga dapat terjadi karena bahan kimia atau kerusakan fisik dari paru-paru, atau secara tak langsung dari penyakit lain seperti kanker paru-paru atau penggunaan alkohol

Gejala khas yang berhubungan dengan pneumonia meliputi batuk, nyeri dada, demam, dan sesak nafas. Orang dengan penderita pneumonia, batuk dapat disertai dengan adanya darah, sakit kepala, atau mengeluarkan banyak keringat dan kulit lembab. Gejala lain berupa hilang nafsu makan, kelelahan, pucat, mual, muntah. Tidak jarang bentuk penyebab pneumonia mempunyai variasi gejala yang lain.



**Gambar 2.9** Paru-paru yang terinfeksi bakteri/virus/jamur  
(Sumber : hallosehat.com)

## **D** Gangguan Sistem Ekskresi pada Hati

### **1** Sirosis hati

Sirosis adalah penyakit kronis hepar yang irreversibel ditandai oleh fibrosis, disorganisasi struktur lobulus dan vaskuler, serta nodul regeneratif dari hepatosit. Penyebab penyakit sirosis adalah infeksi, keturunan dan metabolik, obatobatan dan toksin. Virus hepatitis dapat berkembang dipicu oleh konsumsi alkohol yang berlebihan, salah gizi atau penyakit lain yang disebabkan oleh tersumbatnya saluran pada empedu. Sirosis hati adalah penyakit hati yang menahun yang ditandai dengan adanya pembentukan jaringan ikat disertai nodul.

Biasanya dimulai dengan adanya proses peradangan, nekrosis sel hati yang luas, pembentukan jaringan ikat dan usaha regenerasi nodul. Distorsi hati akan menimbulkan perubahan sirkulasi mikro dan makro menjadi tidak teratur akibat perubahan jaringan ikat dan nodul tersebut.



**Gambar 2.10** Perbedaan hati yang sehat dengan hati sirosis  
(Sumber : medisata.com)

## 2

## Penyakit Kuning

Penyakit kuning disebabkan oleh tersumbatnya saluran empedu yang mengakibatkan cairan empedu tidak dapat dialirkan ke dalam usus dua belas jari, sehingga masuk ke dalam darah dan warna darah menjadi kuning. Kulit penderita tampak pucat kekuningan, bagian putih bola mata berwarna kekuningan, dan kuku jari pun berwarna kuning. Hal ini terjadi karena di seluruh tubuh terdapat pembuluh darah yang mengangkut darah berwarna kekuningan karena bercampur dengan cairan empedu.

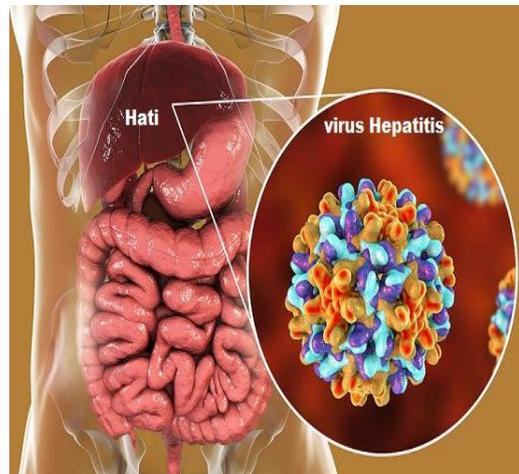


**Gambar 2.11** Penyakit kuning  
(Sumber : prosehat.com)

## 3

## Hepatitis

Penyakit hepatitis didefinisikan sebagai suatu penyakit yang diandai dengan adanya peradangan pada hati. Penyakit hepatitis merupakan suatu penyakit yang mengalami proses inflamasi atau *nekrosis* pada jaringan hati yang disebabkan oleh infeksi virus, obat-obatan, toksin, maupun kelainan antibodi. Infeksi hepatitis yang disebabkan oleh virus merupakan penyebab paling banyak dari penyakit hepatitis. Ada beberapa penyakit hepatitis seperti hepatitis A, B, C, D, dan E bahkan mungkin dalam perkembangannya akan bertambah. Penyakit hepatitis A dan E sering muncul sebagai penyakit yang menyebabkan rasa sakit yang luar biasa. Penyakit ini ditularkan secara fecal oral dan biasanya berhubungan dengan perilaku hidup yang tidak sehat.



**Gambar 2.12** Hati yang terinfeksi virus Hepatitis  
(Sumber : idnmedis.com)



## Menanya

Buatlah pertanyaan mengenai informasi yang belum Anda mengerti dari apa yang telah diamati!

## **E** Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi Manusia

Menjaga kesehatan sistem ekskresi sangat penting dilakukan. Dengan mengatur pola hidup sehat, tentunya tubuh kita akan merasakan banyak manfaat. Kita hanya perlu memperhatikan kebiasaan kecil sehari-hari dan mengubahnya supaya lebih bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Dengan memiliki tubuh yang sehat dapat mencegah terserang penyakit. Pola hidup sehat dalam menjaga kesehatan sistem ekskresi dapat dilakukan dengan cara berikut.



### **Mengumpulkan**

Diskusikanlah bersama teman-temanmu untuk memperoleh informasi mengenai pertanyaan yang Anda buat sebelumnya!



### **Mengasosiasikan**

Olahlah data dengan baik dari informasi yang telah Anda kumpulkan sebelumnya!

**1**

### **Menjaga Kesehatan Ginjal**

- ❖ Makan teratur dan mengonsumsi makanan bergizi, mengatur pola makan dapat dilakukan dengan memilih makanan seperti buah-buahan, sayur-sayuran yang ditanam tanpa pupuk kimia.
- ❖ Minum air putih yang cukup, lebih kurang 6 atau 8 gelas sehari.
- ❖ Membatasi asupan garam, terlalu banyak mengonsumsi asupan tinggi garam dapat menurunkan fungsi ginjal dan meningkatkan jumlah protein dalam urine.

**2**

### **Menjaga Kesehatan Kulit**

- ❖ Perbanyak makan buah dan sayuran segar. Buah dan sayuran segar berperan membuat kulit yang sehat.
- ❖ Istirahat yang cukup dengan beristirahat kulit akan menjadi sehat dan tidak kering, gunakanlah waktu sekitar 8 jam anda untuk beristirahat selama satu hari.
- ❖ Hindari polusi karena dapat membuat kulit menjadi kusam dan kering, akibat yang ditimbulkan dari sinar UV tersebut seorang dapat terkena kanker kulit.

**3****Menjaga Kesehatan Paru-Paru**

- ❖ Berhenti merokok karena rokok memiliki kandungan bahan kimia yang sangat berbahaya bagi kesehatan paru paru.
- ❖ Olahraga secara teratur dan rutin, semakin baik kebugaran tubuh seseorang maka akan memudahkan paru paru untuk menjaga jantung dan otot untuk mensuplai oksigen.
- ❖ Menjaga kebersihan udara di lingkungan sekitar, karena jika tidak resiko paru paru terkontaminasi benda asing dari luar yang bisa merusaknya.

**4****Menjaga Kesehatan Hati**

- ❖ Hindari konsumsi alkohol. Fungsi hati bisa terganggu bila mengkonsumsi alkohol.
- ❖ Batasi konsumsi makanan tinggi lemak, hindari makan cepat saji untuk menjaga hati tetap dalam kondisi baik.
- ❖ Pemeriksaan kesehatan secara teratur, sering kali penyakit hati ditemukan secara tidak sengaja pada saat pemeriksaan penyakit lain di anjurkan untuk melakukan pemeriksaan di laboratorium setiap tahun untuk mengetahui kondisi hati sekaligus mendeteksi penyakit hati.

**Mengkomunikasikan**

Presentasikanlah hasil diskusi di depan kelas bersama dengan temanmu dan buatlah sebuah kesimpulan!

**Ayo Tes Pemahaman Kamu!****1**

Apa yang Anda lakukan jika Anda mengalami gangguan pada sistem ekskresi?

**2**

Dengan cara apa Anda menjaga kesehatan ekskresi yang pernah Anda lakukan?

## RANGKUMAN MATERI

1. Gangguan pada ginjal diantaranya adalah sebagai berikut :
  - a. Gagal ginjal, disebabkan penurunan fungsi ginjal yang bersifat menahun.
  - b. Batu ginjal, merupakan salah satu penyakit ginjal dimana ditemukannya batu yang mengandung komponen kristal dan matriks.
  - c. Nefritis, disebabkan oleh infeksi bakteri *streptococcus* pada nefron.
2. Gangguan pada kulit diantaranya adalah sebagai berikut :
  - a. Biduran, disebabkan oleh udara dingin, alergi makanan, dan alergi bahan kimia.
  - b. Jerawat, faktor utama penyebab jerawat adalah peningkatan produksi sebum, peluruhan keratinosit, serta pertumbuhan bakteri dan inflamasi.
  - c. Kanker kulit, kulit disebabkan oleh paparan radiasi ultraviolet (UV) dari matahari.
3. Gangguan pada paru-paru diantaranya adalah sebagai berikut :
  - a. Asma, disebabkan oleh bronkospasme.
  - b. TBC, disebabkan *Mycobacterium tuberculosis*.
  - c. Pneumonia, penyakit ini disebabkan oleh bakteri, virus atau jamur yang menginfeksi paru-paru khususnya di alveolus.
4. Gagguan pada hati diantaranya adalah sebagai berikut :
  - a. Sirosis hati, penyebab penyakit sirosis adalah infeksi, keturunan dan metabolik, obat-obatan dan toksin.
  - b. Penyakit kuning, disebabkan oleh tersumbatnya saluran empedu.
  - c. Hepatitis, disebabkan oleh infeksi virus, obat-obatan, toksin, maupun kelainan antibodi.
5. Upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi diantaranya :
  - a. Ginjal (makan teratur, minum air putih, membatasi asupan garam).
  - b. Kulit (perbanyak makan buah dan sayur, istirahat yang cukup, hindari polusi karena dapat membuat kulit menjadi kusam dan kering).
  - c. Paru-paru (berhenti merokok, olahraga secara teratur dan rutin, menjaga kebersihan udara di lingkungan sekitar).
  - d. Hati (hindari konsumsi alkohol, batasi konsumsi makanan tinggi lemak, pemeriksaan kesehatan secara teratur)



## Asah Pengetahuan 2

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Penyakit sistem ekskresi yang disebabkan oleh infeksi bakteri *streptococcus* pada nefron adalah .....
  - A. Batu ginjal
  - B. Nefritis
  - C. Gagal ginjal
  - D. Biduran
2. Berikut ini yang termasuk penyakit ginjal adalah .....
  - A. Batu ginjal
  - B. Biduran
  - C. Sirosis hati
  - D. Asma
3. Kanker kulit merupakan salah satu gangguan pada sistem ekskresi yang disebabkan oleh .....
  - A. Udar dingin
  - B. bakteri *streptococcus*
  - C. Paparan radiasi ultraviolet (UV) dari matahari.
  - D. *Mycobacterium tuberculosis*.
4. Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar tersebut merupakan salah satu penyakit kuning yang menyerang organ .....

- A. Paru-paru
- B. Kulit
- C. Ginjal
- D. Hati

5. Penyakit kuning pada sistem ekskresi hati merupakan penyakit yang disebabkan oleh .....
  - A. Infeksi virus
  - B. Tersumbatnya saluran empedu
  - C. Bakteri *streptococcus*
  - D. Alergi makanan, dan alergi bahan kimia.
  
6. Berikut ini yang tidak termasuk gangguan pada paru-paru adalah .....
  - A. Asma
  - B. TBC
  - C. Pneumonia
  - D. Hepatitis
  
7. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus atau jamur yang menginfeksi paru-paru khususnya di alveolus disebut penyakit .....
  - A. Pneumonia
  - B. TBC
  - C. Gagal ginjal
  - D. Hepatitis
  
8. Salah satu upaya menjaga kesehatan ginjal adalah .....
  - A. Meminum-minuman beralkohol
  - B. Menjaga kebersihan udara
  - C. Mencukupi kebutuhan air putih
  - D. Mengonsumsi asupan garam yang banyak
  
9. Berikut ini yang tidak termasuk menjaga kesehatan sistem ekskresi adalah.....
  - A. Membatasi asupan garam
  - B. Tidak merokok
  - C. Mengonsumsi minuman beralkohol
  - D. Perbanyak makan buah & sayur
  
10. Tidak meminum-minuman beralkohol merupakan salah satu upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi organ .....
  - A. Paru-paru
  - B. Ginjal
  - C. Kulit
  - D. Hati



## Self Assessment

Setelah mengerjakan asah pengetahuan 2, kamu dapat menilai hasil pengerjaanmu secara mandiri dengan cara mencocokkannya dengan kunci jawaban dan pembahasan yang telah disediakan.



## Penilaian Diri

Jawablah pernyataan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Saya mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada ginjal dengan benar?		
2	Saya mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada kulit dengan benar?		
3	Saya mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada paru-paru dengan benar?		
4	Saya mampu menjelaskan gangguan sistem ekskresi pada hati dengan benar?		
5	Saya mampu menjelaskan upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi dengan benar?		

- ❖ Apabila jawaban **YA**, selamat kamu telah menuntaskan materi ini dan dapat lanjut ke materi selanjutnya.
- ❖ Apabila jawabanmu **TIDAK**, sebaiknya kamu melakukan review pada materi yang belum tuntas.

## **Teknologi Penanggulangan Kelainan Sistem Ekskresi**

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menghasilkan beragam temuan alat medis. Teknologi tersebut sekarang ini sangat dibutuhkan untuk menangani beragam penyakit yang efisien dan efektif. Adanya teknologi sistem ekskresi berguna untuk membantu kinerja ekskresi dalam tubuh yang mengalami masalah. Misalnya Hemodialisis, merupakan proses pemisahan senyawa-senyawa sisa metabolisme yang tertimbun di dalam darah dan bersifat toksik (racun). Karena darah dan senyawa-senyawa sisa metabolisme dalam bentuk larutan, dibuatlah alat yang dapat memisahkan senyawa toksik tersebut dengan menggunakan prinsip difusi osmosis. Pada difusi, molekul akan berpindah dari tempat yang memiliki konsentrasi molekul tinggi ke tempat yang mempunyai konsentrasi molekul rendah, sedangkan proses osmosis khusus untuk memindahkan molekul air. Proses hemodialisis merupakan metode untuk meringankan penderita gagal ginjal. Cara ini harus dilakukan 2-3 kali seminggu. Jika cara pembersihan ini dihentikan maka seseorang dapat keracunan dan terjadi komplikasi yang berakibat sampai pada kematian.

Sebagai manusia kita sepatutnya selalu menjaga dan mengupayakan untuk menjaga kesehatan. Dengan peduli terhadap kesehatan diri, kita telah mewujudkan rasa syukur dan tanggung jawab terhadap sang pencipta.

**Sumber : Dr. Andreas Wilson Setiawan**

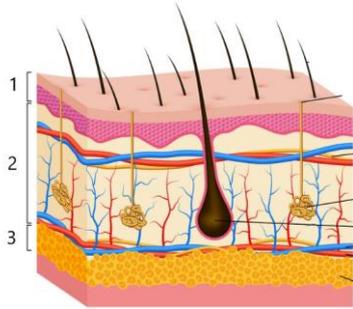


## EVALUASI

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!**

1. Organ yang termasuk ke dalam sistem ekskresi yang berfungsi mengeluarkan zat warna empedu dan membentuk urea adalah .....
  - A. Kulit
  - B. Ginjal
  - C. Paru-paru
  - D. Hati
2. Dalam tahap pembentukan urine terdapat tahap penyerapan kembali zat yang masih berguna di tubulus proksimal yang disebut .....
  - A. Ekskresi
  - B. Reabsorpsi
  - C. Filtrasi
  - D. Augmentasi
3. Ketika tubuh dalam lingkungan panas, kelebihan air dalam tubuh banyak dikeluarkan melalui .....
  - A. Kulit
  - B. Paru-paru
  - C. Hati
  - D. Ginjal
4. Empedu yang dikeluarkan oleh hati memiliki fungsi untuk .....
  - A. Menyaring racun
  - B. Menghasilkan hormon insulin
  - C. Mengemulsi lemak
  - D. Mengikat oksigen
5. Sisa metabolisme di jaringan diangkut oleh darah ke paru-paru melalui cara difusi pada tempat yang disebut .....
  - A. Bronkiolus
  - B. Alveolus
  - C. Arteri pulmonalis
  - D. Vena cava

6. Perhatikan gambar kulit berikut ini!



Bagian nomor 2 pada gambar disamping, kulit manusia yang mengandung kelenjar keringat adalah .....

- A. Epidermis
- B. Dermis
- C. Stratum Korneum
- D. Lapisan Malpighi

7. Kandungan yang tidak terdapat pada urine primer adalah .....

- A. Protein
- B. Asam amino
- C. Glukosa
- D. Natrium

8. Bagian dari ginjal berupa saluran yang mengumpulkan urine disebut .....

- A. Tubulus kontortus
- B. Vesika urinaria
- C. Glomerulus
- D. Kulit ginjal

9. Bagian ekskresi yang berfungsi untuk mengeluarkan zat-zat yang jumlahnya berlebihan adalah .....

- A. Kulit
- B. Ginjal
- C. Paru-paru
- D. Hati

10. Bagian ginjal tempat terjadinya reabsorpsi dan augmentasi adalah .....

- A. Medulla (sumsum ginjal)
- B. Sel ginjal
- C. Korteks renalis (kulit ginjal)
- D. Pelvis (rongga ginjal)

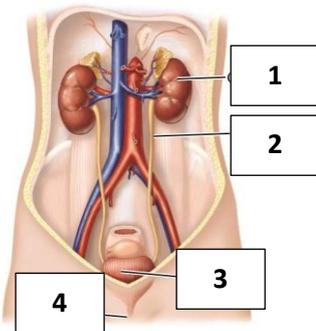
11. Salah satu gangguan pada sistem ekskresi manusia adalah batu ginjal yang disebabkan oleh .....

- A. Konsentrasi urine terlalu pekat
- B. Berkurangnya produksi urine
- C. Urine menjadi encer
- D. Kandungan gula yang berlebihan dalam darah

12. Berikut ini yang tidak termasuk gangguan pada sistem ekskresi adalah .....

- A. Hepatitis
- B. Gerd
- C. Batu ginjal
- D. Kanker kulit

13. Perhatikan gambar berikut ini!



Urutan jalannya pengeluaran urine pada gambar diatas adalah .....

- A. Ginjal, uretra, kantung kemih, ureter
- B. Ginjal, kantung kemih, ureter, uretra
- C. Ginjal ureter, kantung kemih, uretra
- D. Ginjal, kantung kemih, uretra, ureter

14. Cara menjaga organ paru-paru pada sistem ekskresi adalah .....

- A. Tidak mengonsumsi alkohol
- B. Tidak merokok dan menjaga kebersihan udara
- C. Menjaga tekanan darah
- D. Mengonsumsi banyak air putih

15. Hepatitis merupakan salah gangguan sistem eksresi yang menyerang organ .....

- A. Kulit
- B. Hati
- C. Ginjal
- D. Paru-paru



### Self Assessment

Setelah mengerjakan evaluasi, kamu dapat menilai hasil pengerjaanmu secara mandiri dengan cara mencocokkannya dengan kunci jawaban dan pembahasan yang telah disediakan.



## Kunci Jawaban & Pembahasan

### TUGAS PROYEK 1

No	Pembahasan
1	Pada larutan yang sudah disaring akan lebih jernih dan lebih encer dari pada larutan yang awal, zat-zat terlarut tersaring pada kertas saring.
2	Perbedaan larutan awal dan larutan hasil saringan disebabkan karena adanya tekanan ke bawah yang mendorong air dan komponen-komponen melewati pori-pori dari kertas saring.
3	a. Corong dan kertas saring diumpamkan sebagai glomerulus, karena terdapat unit penyaring larutan yang masuk. b. Gelas kimia diumpamkan sebagai kapsula bowman, yang berfungsi menampung larutan yang telah disaring. Kemudian meneruskannya pada saluran ginjal lainnya.

### TUGAS PROYEK 2

No	Pembahasan
1	Ada. Kertas kobalt mengandung senyawa aktif berupa kobalt klorida, $\text{CoCl}_2$ . Senyawa ini adalah senyawa yang berubah warna sebagai respons terhadap kelembapan. Saat kelembapan meningkat atau terkena air, kobalt klorida berubah warna dari biru langit menjadi ungu menjadi merah muda. Perubahan warna itu membuat kobalt klorida berguna sebagai indikator kelembapan dan adanya air, misalnya untuk melihat kandungan keringat, atau melihat adanya pipa ocor.
2	Keringat adalah air yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat pada kulit manusia. Kandungan utama dalam keringat adalah natrium klorida (bahan utama garam dapur) selain bahan lain (yang mengeluarkan aroma) seperti 2-metilfenol (o-kresol) dan 4-metilfenol (p-kresol).
3	Kelenjar keringat adalah struktur kulit yang terletak pada lapisan epidermis. Sesuai namanya, fungsi kelenjar keringat adalah menghasilkan keringat yang dikeluarkan oleh lapisan

	subkulit kecil (stratum korneum) ke permukaan kulit.
4	<p><b>Kesimpulan 1 :</b> Jika bereaksi dengan uap air, kertas kobalt yang berwarna biru akan berubah warna menjadi merah muda. Dan kertas kobalt akan berwarna biru kembali setelah dipanaskan.</p> <p><b>Kesimpulan 2 :</b> Keringat adalah air yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat pada kulit manusia. fungsi kelenjar keringat adalah mengahsilkan keringat yang dikeluarkan oleh lapisan subkulit kecil (stratum korneum) ke permukaan kulit.</p>

### TUGAS PROYEK 3

No	Pembahasan
1	Pada saat menghembuskan napas ke cermin, cermin akan tampak buram karena adanya uap air yang dihembuskan lewat pernapasan. Zat yang dikeluarkan adalah uap air (H <sub>2</sub> O).
2	Ketika menghembuskan napas pada air kapur maka air kapur akan berubah menjadi keruh. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya reaksi antara air kapur atau Ca(OH) <sub>2</sub> dengan karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) sehingga terbentuk endapan kapur.
3	Zat yang dibutuhkan tubuh untuk bernapas adalah oksigen, dan zat yang dikeluarkan adalah karbondioksida dan uap air.
4	$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow O_2 + H_2O$ (uap air)

## ASAH PENGETAHUAN 1

No.	Jawaban	Pembahasan
1.	<b>D</b>	Ekskresi adalah pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak digunakan oleh tubuh. Alat ekskresi manusia terdiri dari ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.
2.	<b>C</b>	Amilase bukan bagian dari sistem pengeluaran (ekskresi), melainkan bagian dari sistem pencernaan. Amilase berguna untuk mencerna amilum menjadi karbohidrat yang lebih sederhana.
3.	<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No 1 adalah ginjal tempat penyaringan zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh.</li><li>- No 2 adalah ureter tempat untuk mengalirkan urine menuju kandung kemih</li><li>- No 3 adalah kandung kemih tempat untuk menampung urine sebelum dikeluarkan</li><li>- No 4 adalah uretra tempat untuk membuang urine ke luar tubuh</li></ul>
4.	<b>A</b>	Tiga tahapan dalam pembentukan urine adalah filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi. Filtrasi adalah proses penyaringan darah masuk pada bagian korteks ginjal khususnya glomerulus. Reabsorpsi adalah proses penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan tubuh. Augmentasi adalah proses penambahan zat-zat yang tidak diperlukan tubuh sehingga harus dikeluarkan.
5.	<b>C</b>	Sel darah merah merupakan zat yang terdapat pada urine hasil proses filtrasi. Sel darah merah sisa proses filtrasi masih berguna bagi tubuh.
6.	<b>D</b>	Paru-paru merupakan salah satu organ ekskresi yang mengeluarkan sisa metabolisme berupa CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O.
7.	<b>D</b>	Glukosa adalah zat yang mudah masuk ke urine dari darah dan mudah diserap kembali. Zat ini berukuran sangat kecil. Glukosa masuk ke dalam urine pada saat proses filtrasi.

8.	<b>B</b>	Hati merupakan organ ekskresi yang memiliki kemampuan untuk menetralkan racun dan menghasilkan getah empedu. Hati memiliki peran dalam mengubah NH <sub>3</sub> (amonia) menjadi urea yang nantinya akan dibuang melalui kulit dan ginjal.
9.	<b>B</b>	Kulit mengeluarkan keringat dan bagian kulit yang berperan sebagai alat ekskresi dan penghasil keringat adalah kelenjar keringat.
10.	<b>B</b>	Dalam tubuh manusia ada zat-zat sisa metabolisme yang kemudian dimanfaatkan untuk proses yang lain, istilah ini disebut sekresi.

## ASAH PENGETAHUAN 2

No.	Jawaban	Pembahasan
1.	<b>B</b>	Nefritis adalah kerusakan pada bagian glomerulus ginjal akibat infeksi kuman umumnya bakteri <i>streptococcus</i> . Akibat nefritis ini seseorang akan menderita uremia atau edema
2.	<b>A</b>	Batu ginjal merupakan salah satu gangguan pada sistem ekskresi. Batu ginjal adalah suatu endapan kecil dan keras yang terbentuk di ginjal dan sering menyakitkan saat buang air kecil.
3.	<b>C</b>	Penyakit kanker kulit disebabkan oleh paparan radiasi ultraviolet (UV) dari matahari. Sel-sel kulit akibat matahari bisa dimulai sejak masa kanak-kanak yang terus menerus terkena paparan sinar matahari yang berlebihan tanpa perlindungan yang memadai di usia dewasa bisa menyebabkan kerusakan sel-sel kulit dan menyebabkan kanker kulit.

4.	<b>D</b>	Penyakit kuning merupakan salah satu gangguan sistem ekskresi yang menyerang organ hati. Penyakit kuning disebabkan oleh tersumbatnya saluran empedu. Kulit penderita tampak pucat kekuningan, bagian putih bola mata berwarna kekuningan, dan kuku jari pun berwarna kuning.
5.	<b>B</b>	Penyakit kuning disebabkan oleh tersumbatnya saluran empedu yang mengakibatkan cairan empedu tidak dapat dialirkan ke dalam usus dua belas jari, sehingga masuk ke dalam darah dan warna darah menjadi kuning. Kulit penderita tampak pucat kekuningan, bagian putih bola mata berwarna kekuningan, dan kuku jaripun berwarna kuning.
6.	<b>D</b>	Penyakit hepatitis merupakan suatu penyakit yang mengalami proses inflamasi atau nekrosis pada jaringan hati yang disebabkan oleh infeksi virus, obat-obatan, toksin, maupun kelainan antibodi.
7.	<b>A</b>	Pneumonia merupakan penyakit yang umumnya terjadi pada semua kelompok umur. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri, virus atau jamur yang menginfeksi paru-paru khususnya di alveolus. Penyakit ini menyebabkan oksigen susah masuk karena alveolus dipenuhi oleh cairan.
8.	<b>C</b>	Mencukupi kebutuhan air merupakan salah satu upaya untuk menjaga kesehatan ginjal.
9.	<b>C</b>	Fungsi hati bisa terganggu bila mengkonsumsi alkohol yang berarti dapat mengganggu kinerja sistem ekskresi.
10.	<b>D</b>	Tidak meminum-minuman beralkohol merupakan salah satu upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi organ hati. Fungsi hati bisa terganggu bila mengkonsumsi alkohol yang berarti dapat mengganggu kinerja sistem ekskresi.

## EVALUASI

No.	Jawaban	Pembahasan
1.	<b>D</b>	Dalam sistem ekskresi organ yang terlibat adalah sebagai berikut : <ul style="list-style-type: none"><li>- Hati mengeluarkan zat empedu dan membentuk urea</li><li>- Paru-paru mengeluarkan karbondioksida</li><li>- Kulit mengeluarkan keringat</li><li>- Ginjal mengeluarkan urine</li></ul>
2.	<b>B</b>	Tahap-tahap dalam pembentukan urine : <ul style="list-style-type: none"><li>- Filtrasi, penyaringan darah di badan malpighi</li><li>- Reabsorpsi, penyerapan kembali di tubulus proksimal</li><li>- Augmentasi, penambahan zat sisa di tubulus distal</li></ul>
3.	<b>A</b>	Ketika tubuh dalam keadaan panas, kelebihan air dalam tubuh banyak dikeluarkan melalui keringat dari kulit yang berfungsi untuk mendinginkan suhu tubuh. Sedangkan pada saat keedinginan tubuh mengeluarkan kelebihan air melalui urine yang dikeluarkan ginjal.
4.	<b>C</b>	Fungsi empedu yang dihasilkan hati adalah untuk mengemulsi lemak agar lemak mudah diangkut dan dicerna.
5.	<b>B</b>	Tempat ekskresi sisa metabolisme akan dibuang secara difusi di alveolus. Di alveolus banyak pembuluh kapiler yang memiliki selaput sel sehingga proses tersebut dapat berjalan baik.
6.	<b>B</b>	Dermis terdapat pembuluh darah, akar rambut, kelenjar keringat dan kelenjar minyak.
7.	<b>A</b>	Di dalam urine primer tidak mengandung protein tetapi terdapat asam amino, glukosa, natrium, kalium, ion-ion, dan garam-garam lainnya.
8.	<b>A</b>	Tubulus kontortus berupa saluran yang mengumpulkan urine yang terdapat pada sumsum ginjal yang berupa badan-badan yang berbentuk kerucut.

9.	<b>B</b>	Fungsi lain dari ginjal adalah untuk mengeluarkan zat-zat yang jumlahnya berlebihan, contohnya vitamin C yang terlalu banyak dalam tubuh.
10.	<b>A</b>	Kulit ginjal, tempat terjadinya proses penyaringan darah. Sumsum ginjal, tempat terjadinya proses reabsorpsi dan augmentasi. Rongga ginjal, tempat penampungan urine sementara.
11.	<b>A</b>	Konsentrasi urine yang terlalu pekat dapat menyebabkan zat-zat di dalam urine membentuk kristal sehingga terjadilah batu ginjal.
12.	<b>B</b>	Gerd adalah penyakit yang disebabkan gangguan pada sistem pencernaan karena asam lambung atau empedu mengalir ke kerongkongan sehingga terasa mulas, mual, muntah, dan gejala lainnya.
13.	<b>C</b>	Jalannya urine dari ginjal ke luar tubuh adalah Ginjal-Ureter-kantung Kemih-Uretra
14.	<b>B</b>	Tidak merokok dan menjaga kebersihan udara merupakan salah satu upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi.
15.	<b>B</b>	Hepatitis merupan salah satu gangguan pada organ hati yang disebabkan oleh berbagai hal, contohnya virus.

## PEDOMAN PENILAIAN

Tugas Proyek 1		
Benar	Skor 5	
Salah	Skor 0	
Total Skor = jumlah skor yang diperoleh x 4		
Tugas Proyek 2		
Benar	Skor 5	
Salah	Skor 0	
Total Skor = jumlah skor yang diperoleh x 4		
Tugas Proyek 3		
Benar	Skor 5	
Salah	Skor 0	
Total Skor = jumlah skor yang diperoleh x 4		
Asah Pengetahuan 1		
Benar	Skor 1	
Salah	Skor 0	
Total Skor = jumlah skor yang diperoleh x 10		
Asah Pengetahuan 2		
Benar	Skor 1	
Salah	Skor 0	
Total Skor = jumlah skor yang diperoleh x 10		
Evaluasi		
Benar	7	
Salah	0	
Total Skor = Jumlah skor yang diperoleh x 7-5		
Kriteria Penilaian	Predikat	Keterangan
$76 < skor \leq 100$	A	Tuntas
$51 < skor \leq 75$	B	Perbaikan
$26 < skor \leq 50$	C	Mengulang Materi
$0 < skor \leq 25$	D	Mengulang Materi



## GLOSARIUM

<b>Augmentasi</b>	Tahap terakhir dari proses pembentukan urin pada tubuh manusia.
<b>Bilirubin</b>	Memberi warna pada feses.
<b>Dermis</b>	Lapisan dalam kulit yang terdapat pembuluh darah, akar rambut, dan ujung saraf.
<b>Dialisis</b>	Prosedur yang digunakan pada keadaan gagal ginjal untuk membersihkan zat-zat sisa yang terakumulasi dalam darah, racun, dan membuang kelebihan cairan.
<b>Ekskresi</b>	Pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak digunakan lagi.
<b>Epidermis</b>	Lapisan paling luar untuk melindungi sel-sel dibawahnya.
<b>Feses</b>	Limbah akhir yang dihasilkan oleh pencernaan kemudian dikeluarkan oleh tubuh.
<b>Filtrasi</b>	Proses penyaringan.
<b>Glomerulus</b>	Struktur yang terbentuk dari pembuluh-pembuluh darah kecil yang menyaring darah menjadi urin.
<b>Kandung kemih</b>	Tempat penyimpanan urine. Organ ini berbentuk balon dengan dinding elastis.
<b>Nefritis</b>	Radang nefron pada ginjal yang dapat disebabkan oleh infeksi bakteri <i>Streptococcus</i> sp.
<b>Nefron</b>	Unit fungsional ginjal
<b>Reabsorpsi</b>	Mekanisme tubuh untuk menyerap kembali zat yang diperlukan oleh tubuh.
<b>Sekskresi</b>	Pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang kemudian dimanfaatkan untuk proses yang lain.
<b>Tubulus</b>	Bagian dari nefron berbentuk pipa panjang yang menghasilkan urin akhir dari cairan yang dikumpulkan setelah filtrasi.
<b>Urea</b>	Zat sisa yang berasal dari penggunaan protein dan asam amino tubuh.
<b>Ureter</b>	Saluran yang mengalirkan urin dari setiap ginjal ke kandung kemih.
<b>Uretra</b>	Saluran yang mengalirkan urin dari kandung kemih ke luar tubuh.
<b>Urine</b>	Cairan yang dihasilkan oleh ginjal dan diekskresikan untuk menghilangkan zat sisa .



## DAFTAR PUSTAKA

- Afrian Niaf dan Dhiana Widayati. 2017. *Gangguan pada Sistem Perkemihan dan Penatalaksanaan Keperawatan*. Yogyakarta : Deepublish.
- Campbell. 2008. *Biologi jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Graha Ali Satia. 2010. *Adaptasi Suhu Tubuh Terhadap Latihan dan Efek Cedera di Cuaca Panas dan Dingin*. Jurnal Olahraga Prestasi, Vol. 6, No. 2
- Kirnantoro dan Maryana. 2020. *Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta : Pustaka baru Press.
- Putri Widya N. 2009. *Fisiologi Hati*. Jurnal Universitas Indonesia, Vol. 1, No. 1.
- Sunarto, dkk. 2019. *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Surabaya : Prodi Kebidanan Magetan Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- Syaifuddin. 2009. *Fisiologi Tubuh Manusia Edisi 2*. Jakarta : Salemba Medika.
- Syarifuddin. 2011. *Fisiologi Tubuh Manusia*. Jakarta : Salemba Medika.
- Tilong Adi D. 2012. *Keajaiban-keajaiban Tubuh Manusia*. Jakarta : Banguntapan.



## PROFIL PENULIS

**Muhammad Maskur Roziq**, lahir di Kediri, 13 Desember 1999; Putra kedua dari tiga bersaudara yang merupakan putra dari Bapak Nahrowi dan Ibu Indasah. Penulis pernah mengenyam pendidikan di SDN Kapas (2007-2013), MTsN 3 Kediri (2013-2016), MAN 2 Kediri (2016-2019). Saat ini penulis aktif sebagai mahasiswa UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung Tadris Biologi Fakultas Tarbiah dan Ilmu Keguruan (2019-sekarang). Penulis dapat dihubungi melalui email [maskurroziq4@gmail.com](mailto:maskurroziq4@gmail.com) , atau 085607015956.

