

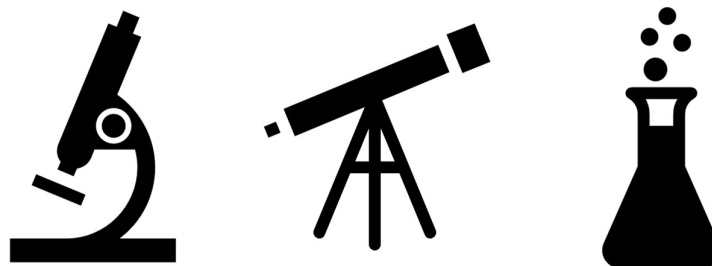


KERJASAMA  
DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA  
DENGAN  
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA



**MODUL**  
**MATA PELAJARAN IPA**

Sistem ekskresi



untuk kegiatan

**PELATIHAN PENINGKATAN MUTU GURU**  
**DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA**  
**TAHUN 2017**

## SISTEM EKSRESI

### A. PENGANTAR

Untuk materi sistem ekskresi, Kompetensi Dasar yang harus dikuasai siswa SMP:

- 3.10 Menganalisis sistem ekskresi pada manusia dan memahami gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi
- 4.10 Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri

SKL UN SMP yang terkait dengan materi sistem ekskresi adalah sebagai berikut.

1. Siswa dapat memahami dan menguasai konsep tentang: sistem ekskresi manusia.
2. Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: menjaga kesehatan sistem ekskresi manusia.
3. Siswa dapat bernalar dalam mengkaji: keterkaitan antara sistem organ pada manusia

### B. TUJUAN

Tujuan penulisan modul sistem ekskresi ini ada 3, yaitu:

1. Peserta Diklat mampu menganalisis sistem ekskresi pada manusia, gangguan sistem ekskresi, dan kesehatan sistem ekskresi.
2. Peserta Diklat mampu merumuskan indikator setara ujian nasional untuk kompetensi yang berkaitan dengan sistem ekskresi
3. Peserta Diklat mampu menyusun butir soal setara ujian nasional sesuai dengan rumusan indikator.

### C. URAIAN MATERI

Proses metabolisme tubuh meliputi proses menghasilkan energi dan zat yang berguna bagi tubuh. Dalam proses metabolisme, dihasilkan zat-zat sisa yang tidak diperlukan oleh tubuh. Zat-zat ini harus dikeluarkan dari tubuh karena dapat membahayakan tubuh. Proses pengeluaran zat-zat sisa dari dalam tubuh disebut **ekskresi**.

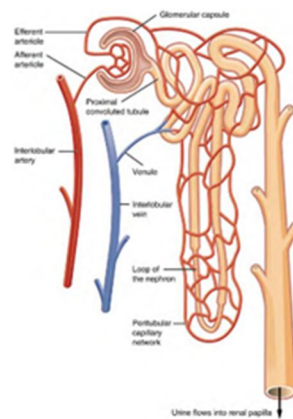
Urine yang dibuang setiap hari merupakan hasil dari sistem ekskresi. Pusat atau organ utama dari sistem ekskresi adalah ginjal. Fungsinya adalah untuk memproduksi urine. Selain itu, sistem ekskresi dapat mempertahankan keseimbangan air di dalam tubuh, mempertahankan volume dan komposisi cairan dalam tubuh, serta mengatur pH cairan tubuh.

Hal-hal tersebut terjadi karena ginjal dapat mengeluarkan secara selektif sisa-sisa metabolisme dan air dalam jumlah tertentu. Dengan begitu, komposisi cairan tubuh berada dalam keadaan optimal. Sistem urinaria terdiri atas dua ginjal, dua ureter, satu vesica urinaria (kantung kemih), dan satu uretra.

## 1. Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk menyerupai kacang. Ginjal memiliki ukuran panjang 11–12 cm, lebar 6 cm, dan tebal 3 m. Organ ini terletak di dekat ruas-ruas tulang belakang bagian pinggang. Ginjal pada manusia terdiri atas satu pasang (kiri dan kanan). Ginjal kanan terletak sedikit lebih rendah dari ginjal kiri. Hal ini disebabkan di atas ginjal kanan terdapat hati.

Proses pembentukan urine yang terjadi pada ginjal terjadi melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi dan terjadi pada unit fungsional terkecil dari ginjal yang disebut dengan nefron (Gambar 1).



**Gambar 1.** Nefron yang dilalui oleh pembuluh darah yang berperan pada sistem urinaria (Scanlon dan Sanders, 2007).

### a. Penyaringan (filtrasi)

Filtrasi merupakan perpindahan cairan dari glomerulus menuju ke ruang kapsula bowman dengan menembus membran filtrasi. Membran filtrasi terdiri dari tiga lapisan, yaitu sel endotelium glomerulus, membran basiler, dan epitel kapsula bowman. Tahap ini adalah proses pertama dalam pembentukan urine.

Filtrasi terjadi pada kapiler glomerulus kapsul Bowman. Pada glomerulus terdapat sel-sel endotelium kapiler yang berpori (podosit) sehingga mempermudah proses penyaringan. Beberapa faktor yang mempermudah proses penyaringan adalah tekanan hidrolik dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus.

Pada proses filtrasi semua zat-zat yang terdapat di dalam darah yang mampu menembus dinding kapiler juga mampu menembus glomerulus dan kapsula Bowman. Pada filtrasi kekuatan sangat penting. Dengan tekanan yang kuat ini setiap komponen darah bisa melewati glomerulus dan dinding kapsula sehingga sampai pada rongga lapis atas tubula neprik. Dua komponen darah yang tidak bisa melewati filter ini, yaitu sel darah dan plasma protein. Jadi komponen-komponen atau filtrat yang demikian disebut dengan urine kapsular (urine primer). Urine primer yang komposisinya serupa

dengan darah tetapi tidak mengandung protein. ini selanjutnya menuju ke bagian tubulus nefron (tubulus neprik) dan proses reabsorpsi mulai berlangsung.

#### **b. Penyerapan kembali (Reabsorpsi)**

Volume urine manusia hanya 1% dari filtrate glomerulus. Oleh karena itu, 99% filtrat glomerulus akan direabsorpsi secara aktif pada tubulus kontortus proksimal dan terjadi penambahan zat-zat sisa serta urea pada tubulus kontortus distal. Substansi yang masih berguna pada urine primer seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah melalui pembuluh kapiler yang berada di sekitar pembuluh. Glukosa dan asam amino diabsorpsi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.

Selain itu air yang terdapat pada filtrate glomerulus juga diserap kembali melalui proses osmosis. Penyerapan air terjadi di dalam tubulus distal, lengkung Henle, dan pembuluh pengumpul. Substansi yang tidak berguna, kelebihan garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan dalam urine. Tiap hari tabung ginjal mereabsorpsi lebih dari 178 liter air, 1.200 gram garam, dan 150 gram glukosa. Sebagian besar dari zat-zat ini direabsorpsi beberapa kali.

Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urine sekunder yang komposisinya sangat berbeda dengan urine primer. Pada urine sekunder, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya ureum dari 0,03% dalam urine primer dapat mencapai 2% dalam urine sekunder.

#### **c. Sekresi**

Proses ini terjadi di tubulus kontortus distal dan juga di saluran pengumpul. Pada bagian ini terjadi pengumpulan cairan dari proses sebelumnya. Di bagian ini juga masih terjadi penyerapan ion natrium, klor serta urea. Cairan yang dihasilkan sudah berupa urine sesungguhnya, yang kemudian disalurkan ke rongga ginjal.

Urine yang sudah terbentuk dan terkumpul di rongga ginjal dibuang keluar tubuh melalui ureter, kandung kemih dan uretra. Proses pengeluaran urine disebabkan oleh adanya tekanan di dalam kandung kemih. Tekanan pada kandung kemih selain disebabkan oleh pengaruh saraf juga adanya kontraksi otot perut dan organ-organ yang menekan kandung kemih. Dan tahap ini merupakan tahap akhir dari proses pembentukan urine.

#### **d. Proses pengeluaran urin**

Jika kandung kemih penuh dengan urin, dinding kantong kemih akan tertekan. Kemudian dinding otot kantong kemih meregang sehingga timbul rasa ingin buang air kecil. Selanjutnya, urin keluar melalui saluran kencing (uretra). Pengeluaran air

melalui urin ada hubungannya dengan pengeluaran air melalui keringat pada kulit. Pada waktu udara dingin, badan kita tidak berkeringat. Pengeluaran air dari dalam tubuh banyak dikeluarkan melalui urin sehingga kita sering buang air kecil. Sebaliknya, pada waktu udara panas, badan kita banyak mengeluarkan keringat dan jarang buang air kecil.

Urin yang dikeluarkan oleh ginjal sebagian besar terdiri atas (95%) air dan zat yang terlarut, yaitu urea, asam urat, dan amonia. yang merupakan sisa-sisa perombakan protein: bermacam-macam garam terutama garam dapur (NaCl), zat warna empedu yang menyebabkan warna kuning pada urin, dan zat-zat yang berlebihan di dalam darah seperti vitamin B, C, obat-obatan, dan hormon.

Urin tidak mengandung protein dan glukosa. Jika urin mengandung protein, berarti terjadi gangguan atau kerusakan ginjal pada glomerulus. Jika urin mengandung gula, berarti tubulus ginjal tidak menyerap kembali gula dengan sempurna. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kerusakan pada tubulus ginjal, tetapi dapat pula disebabkan oleh tingginya kadar gula di dalam darah sehingga tubulus ginjal tidak dapat menyerap kembali semua gula yang ada pada filtrat glomerulus. Kadar gula darah yang tinggi disebabkan oleh terhambatnya proses pengubahan gula menjadi glikogen, akibatnya produksi hormon insulin terhambat. Kelainan ini dikenal sebagai penyakit kencing manis (diabetes mellitus).

Dilihat dari segi banyaknya zat yang terkandung di urin, dapat disimpulkan bahwa ginjal merupakan organ yang sangat penting bagi tubuh. Ginjal berfungsi untuk menyaring darah, mengeluarkan sisa metabolisme, membuang zat-zat yang berbahaya bagi tubuh, dan mengatur keseimbangan air dan garam di dalam darah.

## **2. Kulit**

Kulit adalah organ pelindung yang menutupi seluruh permukaan tubuh. Kulit merupakan lapisan sangat tipis dan tebalnya hanya beberapa milimeter. Organ ini terdiri atas tiga lapisan, yaitu kulit ari, kulit jangat, dan jaringan bawah kulit.

### **a. Kulit ari (epidermis)**

Kulit ari tersusun atas tiga lapisan, yaitu lapisan tanduk (stratum korneum), lapisan granula (stratum granulosum), dan stratum germinativum. Lapisan tanduk (stratum korneum) berada pada bagian yang paling luar. Lapisan tanduk merupakan jaringan mati dan terdiri atas berlapis-lapis sel pipih. Lapisan ini sering mengelupas dan digantikan oleh jaringan di bawahnya. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi sel-sel didalamnya dan mencegah masuknya kuman penyakit.

Lapisan granula (stratum granulosum) terletak di bawah lapisan tanduk. Lapisan ini terdiri atas sel bergranula yang lama-kelamaan akan mati dan kemudian terdorong ke atas menjadi bagian lapisan tanduk. Pada lapisan ini terdapat pigmen melanin

yang memberikan warna pada kulit dan melindungi kulit dari sengatan sinar matahari. Warna pigmen kulit bermacam-macam sehingga ada orang yang berkulit hitam, sawo matang, atau kuning langsung. Bila lapisan ini tidak mengandung pigmen kulit, orang tersebut dikenal sebagai orang albino.

Stratum germinativum tersusun atas dua lapisan sel. Lapisan atas (stratum spinosum) mengandung sel-sel baru. Sel-sel ini akan terdorong ke atas menjadi bagian lapisan granula di bawahnya terbentuk sel-sel baru yang dibuat oleh sel-sel yang terus-menerus membelah (stratum basal).

### **b. Kulit jangat (dermis)**

Kulit jangat terletak di bawah lapisan kulit ari. Di dalam kulit jangat terdapat pembuluh darah, kelenjar keringat (glandula sudorifera), kelenjar minyak (glandula sebacea), dan kantung rambut. Selain itu, terdapat juga ujung-ujung saraf indera yang terdiri atas ujung saraf peraba dingin (korpuskula krausse), peraba tekanan (korpuskula paccini), peraba panas (korpuskula ruffinin), peraba sentuhan (korpuskula meissner), dan peraba nyeri.

Kelenjar minyak menghasilkan minyak yang disebut-sebum yang berguna untuk meminyaki rambut agar tidak kering. Di bagian bawah kantung rambut terdapat pembuluh kapiler darah yang mengangkut sari makanan ke akar rambut sehingga rambut terus tumbuh. Di dekat akar rambut terdapat otot rambut. Pada waktu kita merasa takut atau geli, otot rambut berkontraksi sehingga rambut menjadi tegak.

Kelenjar keringat berbentuk pipa terpilin, memanjang dari epidermis hingga masuk ke bagian dermis. Pangkal kelenjarnya menggulung, dikelilingi oleh kapiler darah dan serabut saraf simpatik. Dari kapiler darah inilah kelenjar keringat menyerap cairan jaringan yang terdiri atas air, larutan garam, dan urea. Cairan jaringan tersebut dikeluarkan sebagai keringat melalui saluran kelenjar keringat dan akhirnya dikeluarkan melalui pori-pori kulit. Pengeluaran keringat dipengaruhi oleh cuaca (panas atau dingin), aktivitas, makanan, atau minuman.

### **c. Jaringan bawah kulit (subkutan)**

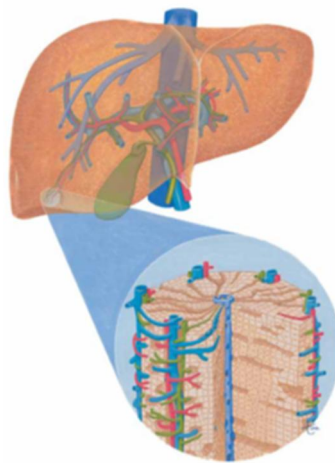
Pada jaringan bawah kulit, terdapat jaringan lemak (adiposa). Jaringan lemak berfungsi untuk menumpuk lemak sebagai cadangan makanan dan menjaga suhu tubuh agar tetap hangat. Disamping berfungsi sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai pelindung tubuh, mencegah masuknya kuman penyakit, mengatur suhu tubuh, dan menjaga pengeluaran air agar tidak berlebihan.

### 3. Paru-paru

Selain sebagai alat pernapasan paru-paru juga berfungsi sebagai alat pengeluaran. Zat yang dikeluarkan oleh paru-paru adalah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dihasilkan dari proses pernapasan. Jadi, tugas paru-paru adalah mengeluarkan karbon dioksida dan uap air yang tidak digunakan lagi oleh tubuh. Jika tidak dikeluarkan, zat-zat tersebut akan menjadi racun.

### 4. Hati

Hati atau liver merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh dan terletak di dalam rongga perut sebelah kanan di bawah diafragma. Pada orang dewasa normal beratnya kurang lebih 2 kg dan berwarna merah (Gambar 2).



Gambar 2. Hati dengan pembuluh darah disekitarnya (Scanlon dan Sanders, 2007).

Hati mengeluarkan empedu yang berupa cairan kehijauan, rasanya pahit, pHnya netral, dan mengandung kolesterol, garam-garam mineral, garam empedu, dan zat warna empedu yang disebut bilirubin dan biliverdin. Garam-garam empedu berfungsi dalam proses pencernaan makanan.

Zat warna empedu yang berwarna hijau kebiruan berasal dari perombakan hemoglobin sel darah merah di dalam hati. Zat warna empedu diubah oleh bakteri usus menjadi urobilin yang berwarna kuning coklat yang memberikan warna feses dan urin. Sisa-sisa pencernaan protein yang berupa urea dibentuk juga di dalam hati. Urea kemudian dibawa oleh darah dan selanjutnya masuk ke dalam ginjal. Akhirnya, dari ginjal dikeluarkan bersama-sama dengan urin.

## 5. Kelainan pada sistem ekskresi

Kelainan dan penyakit yang menyerang sistem ekskresi dapat disebabkan oleh banyak hal. Misalnya virus, bakteri, jamur. Efek samping obat atau pola makan yang tidak sehat. Beberapa penyakit/gangguan pada sistem ekskresi antara lain sebagai berikut.

### a. Albuminuria

Albuminuria adalah keadaan urine yang mengandung albumin. Albumin bermanfaat untuk mencegah agar cairan tidak terlalu banyak keluar dari darah. B Keadaan ini antara lain disebabkan oleh infeksi pada korteks ginjal.

### b. Hematuria

Hematuria (kencing darah) adalah keadaan urine mengandung sel-sel darah. Keadaan ini antara lain disebabkan oleh luka pada saluran air kencing dan kanker kandung kemih.

### c. Nefrolitiasis

Nefrolitiasis (batu ginjal) adalah terbentuknya endapan mineral berupa batu pada ginjal, saluran ginjal, ureter atau uretra. Batu ginjal pada umumnya mengandung garam kalsium ( zat kapur) antara lain kalsium oksalat, kalsium fosfat, atau campurannya. Batu ginjal terbentuk karena konsentrasi unsur-unsur tersebut dalam urine tinggi. Dan adanya infeksi Penyakit ini diatasi dengan cara mengeluarkan batu ginjal. Apabila batu ginjal masih berukuran kecil, dapat dihancurkan dengan obat-obatan. Apabila batu ginjal sudah berukuran besar, harus dikeluarkan dengan tindakan operasi laser. Dengan kemajuan ilmu dan teknologi, batu ginjal dapat dihancurkan dengan gelombang suara yang berintensitas tinggi tanpa perlu tindakan operasi.

### d. Nefritis

Nefritis radang ginjal. khususnya nefron. Proses peradangan biasanya berasal dari glomerulus, kemudian menyebar ke jaringan sekitarnya. Penyakit ini harus segera ditangani dokter.

### e. Gagal Ginjal

Gagal ginjal adalah ketidakmampuan, ginjal menjalankan fungsinya, akibatnya zat-zat yang seharusnya dapat dikeluarkan melalui ginjal menjadi tertumpuk di dalam darah. Salah satu contohnya adalah timbulnya uremia, yaitu peningkatan kadar urea di dalam darah. Kadar urea darah yang tinggi dapat menimbulkan keracunan dan mengakibatkan kematian. Gagal ginjal antara lain disebabkan oleh nefritis. Penyakit ini dapat diatasi dengan dua alternatif. Pertama melakukan dialisis ginjal (cuci darah)



yang dilakukan secara rutin. Kedua dengan transplantasi (cangkok) ginjal dari donor. Cangkok ginjal dapat dilakukan jika ada kecocokan antara organ donor dan jaringan penderita sehingga tidak terjadi penolakan.

**f. Diabetes Insipidus**

Diabetes insipidus adalah penyakit pada sistem ekskresi yang ditandai dengan meningkatnya jumlah urine sampai beberapa kali lipat karena kekurangan hormon antidiuretika (ADH). Penyakit ini dapat diatasi dengan pemberian ADH sintetik.

**g. Kencing Batu**

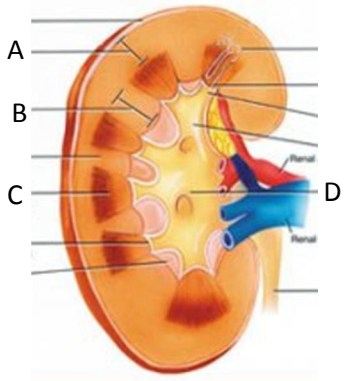
Kencing batu disebabkan pembentukan endapan zat kapur (kalium) dalam ginjal. Endapan ini dapat terjadi pada rongga ginjal atau dalam kantong kemih. Jika endapan terbentuk di dalam rongga ginjal disebut batu ginjal. Jika terbentuk di dalam kantong kemih disebut kencing batu. Baik batu ginjal maupun kencing batu dapat dihilangkan dengan pembedahan (operasi), pengobatan, atau penembakan dengan sinar laser

**D. CONTOH INDIKATOR, SOAL, DAN PENYELESAIAN**

Contoh indikator untuk sistem ekskresi:

1. Diberikan gambar yang tentang organ ginjal, peserta didik dapat **menunjukkan** struktur anatomi ginjal dengan benar.

Format penulisan:

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
<p>1. Diberikan gambar yang tentang organ ginjal, peserta didik dapat <b>menunjukkan</b> struktur anatomi ginjal dengan benar.</p>	<p>1. Berikut disajikan gambar anatomi ginjal</p>  <p>Tentukan nama bagian dari anatomi ginjal yang diberi label "A, B, C, D" secara tepat.</p>

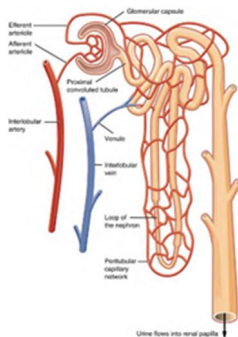
	<p>A. Kapsula, korteks, medulla, kolumna renalis</p> <p>B. Korteks, medulla, pyramid, pelvis renalis</p> <p>C. Medulla, korteks, kapsula, kolumna renalis</p> <p>D. Medulla, korteks, pyramid, pelvis renalis</p>
--	---

**Penyelesaian:**

Jawaban benar B. Korteks, medulla, pyramid, pelvis renalis

**E. SOAL-SOAL LATIHAN**

- Seorang pasien dibawa ke rumah sakit dengan indikasi volume urin pasien kurang dari 50 ml/hari sedangkan pada orang normal volume urinya adalah 1 – 2 L/hari. Kondisi tersebut dikenal dengan istilah ...
  - Polyuria
  - Albuminuria
  - Anuria
  - Oligouria
- Perhatikan gambar nefron berikut ini.



Berdasarkan pada gambar nefron tersebut, manakah dari pilihan berikut ini yang paling tepat menunjukkan hubungan antara lokasi terjadinya tahapan reabsorpsi dan zat-zat yang direabsorpsi ...

- Tubulus Kontortus Proximal –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , glukosa
- Tubulus Kontortus Proximal –  $\text{K}^+$ , urea, glukosa
- Tubulus Kontortus Distal –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , glukosa
- Tubulus Kontortus Distal –  $\text{K}^+$ , urea, glukosa

3. Rino ditengarai memiliki sebuah penyakit dengan ciri-ciri polyuria, terdapat sedikit glukosa, dan positif ada beberapa kumpulan sel pada urin yang diperiksa. Di lain sisi, konsumsi air Rino lebih dari porsi orang normal. Manakah dari pernyataan berikut ini yang mampu menganalisis penyakit yang diderita Rino dan alasannya secara benar?
- A. Diabetes insipidus, karena terdapat jumlah glukosa darah yang berlebih sehingga lolos dari tahapan filtrasi dan reabsorpsi pada ginjal dan ditemukan glukosa pada urin.
  - B. Diabetes mellitus, karena terdapat jumlah glukosa darah yang berlebih sehingga lolos dari tahapan filtrasi dan reabsorpsi pada ginjal dan ditemukan glukosa pada urin.
  - C. Diabetes insipidus, karena terdapat salah satu gejala yang khas yaitu polyuria akibat kukurangan hormon ADH
  - D. Diabetes melitus, karena terdapat salah satu gejala yang khas yaitu polyuria akibat kukurangan hormon ADH

#### **F. LATIHAN MERUMUSKAN INDIKATOR DAN MEMBUAT BUTIR SOAL**

Berdasarkan SKL materi sistem ekskresi yang dicantumkan pada bagian Pengantar di atas, rumuskan indikator dan kembangkan butir soal untuk mengukur indikator tersebut.

#### **G. DAFTAR PUSTAKA**

- Campbell, NA dan Reece JB, 2010. Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Noeraida dan Shrie LK, 2016. Modul Guru Pembelajar. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kemdikbud. Jakarta.
- Scanlon, VC dan Sanders, Tina, 2007. Essential of Anatomy and Physiology. Edisi Ke-5. F.A. Davis Company. Philadelphia.