

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Media Pembelajaran**

Media pembelajaran merupakan alat penyampai pesan pembelajaran yang digunakan oleh guru untuk membantu dalam proses belajar mengajar sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien (Nurrita, 2018).

Menurut Sumiharsono & Hasanah (2017) terdapat beberapa fungsi utama media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar yaitu:

- a. Mewujudkan situasi pembelajaran yang efektif.
- b. Media pembelajaran berfungsi untuk mempercepat proses pembelajaran sehingga membantu siswa dalam memahami materi yang disampaikan.
- c. Meningkatkan kualitas proses belajar-mengajar.

Terkait dengan manfaat media pembelajaran, Sumiharsono & Hasanah (2017) menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

- a. Menyamakan persepsi siswa pada suatu konsep materi.
- b. Menghadirkan objek-objek yang terlalu berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar.
- c. Menampilkan objek yang terlalu besar atau kecil.
- d. Memperlihatkan gerakan yang terlalu cepat atau lambat.

## 2. Klasifikasi Media Pembelajaran

Menurut Seels & Glasgow dalam (Arsyad, 2014) dilihat dari segi perkembangan teknologi media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu pilihan media pembelajaran tradisional dan pilihan media pembelajaran teknologi mutakhir, keduanya dapat diuraikan sebagai berikut:

### a. Pilihan Media Tradisional

- 1) Visual diam yang diproyeksikan: berupa proyeksi *opaque* (tak tembus pandang), proyeksi *overhead*, *slide*, *filmstrips*.
- 2) Visual yang tak diproyeksikan: berupa gambar, poster, foto, *chart*, grafik, diagram, pameran, papan info, dan papan-bulu.
- 3) Audio: berupa rekaman piringan, pita, kaset, *reel*, dan *cartridge*.
- 4) Penyajian Multimedia: berupa *slide* plus suara (tape), dan *multi-image*.
- 5) Visual dinamis yang diproyeksikan: berupa film, televisi dan video.
- 6) Cetak: berupa buku teks, modul, teks terprogram, *workbook*, majalah ilmiah berkala, dan lembaran lepas (*hand-out*).
- 7) Permainan: berupa teka-teki, simulasi dan permainan papan.
- 8) Realia: berupa medel, *specimen*(contoh), manipulative (peta, boneka).

### b. Pilihan Media Teknologi Mutakhir

- 1) Media berbasis telekomunikasi: berupa telekonferen dan kuliah jarak jauh.

2) Media berbasis mikroprosesor: *computer-assisted instruction*, permainan computer, system tutor intelijen, interaktif, *hypermedia*, dan *compact (video) disc*.

### **3. Media Pembelajaran Interaktif**

Menurut Dewi, Murtinugraha & Arthur (2018) media pembelajaran interaktif merupakan perantara yang dapat digunakan oleh guru untuk melakukan kegiatan pembelajaran sehingga pengirim dan penerima pesan dapat saling berinteraksi. Menurut Maulidha & Sukartiningsih (2018) media pembelajaran interaktif merupakan suatu alat yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran, media tersebut dikatakan interaktif apabila dapat digunakan sesuai dengan kehendak sehingga menghendaki timbulnya umpan balik antara media dan siswa.

Menurut Harsiwi & Arini (2020) karakteristik media pembelajaran interaktif yaitu siswa tidak hanya memperhatikan objek atau penyajian, tetapi juga dapat berinteraksi selama mengikuti pelajaran. Dengan adanya media pembelajaran interaktif, mampu membantu pendidik untuk merancang pembelajaran secara kreatif sehingga dalam proses pembelajaran menjadi menarik, inovatif, lebih interaktif, dan kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan melalui proses belajar mengajar (Haryanto, Dwiwogo & Sulistyorini, 2015).

### **4. *Nearpod***

*Nearpod* merupakan aplikasi pendukung pembelajaran yang dapat diakses melalui internet menggunakan telepon seluler dan perangkat

teknologi lainnya yang mampu memberikan pengalaman pembelajaran interaktif antara guru dengan siswa. (Nurhamidah, 2021). *Nearpod* merupakan alternatif media pembelajaran interaktif berbentuk aplikasi berbasis web yang memberikan fleksibilitas kepada guru untuk menyajikan pelajaran secara sinkron ataupun secara mandiri (Chandler, dkk 2016).

*Nearpod* memiliki 2 konten yaitu folder dan *create*. Konten folder memungkinkan guru untuk membuat, menyatukan media, kuis dan soal kedalam 1 tempat yang sama. konten *create* memungkinkan guru untuk membuat rancangan pembelajaran yang diinginkan, konten *create* terdiri atas 4 fitur inovatif dan edukatif berupa fitur *lessons*, *videos*, *activity*, atau *google slide* yang memungkinkan umpan balik secara langsung (Aslami, 2021).

Guru dapat merancang pembelajaran sendiri dengan memanfaatkan fitur *lessons* dengan memasukkan materi, kuis dan soal yang menarik serta menyenangkan dengan cara *add content* ataupun *activities* sesuai dengan kebutuhan (Faradisa, dkk 2021). Pada fitur *videos*, memungkinkan guru mengunggah video dan mencari referensi video yang relevan dalam pembelajaran serta dapat menggabungkan video dengan pertanyaan. Pada fitur *activity* berisikan aktivitas populer berupa *matching pairs*, *time to climb*, dan *draw-it*. Pada fitur *google slide* memungkinkan guru untuk membuat atau menambahkan media yang terkoneksi dengan *google slides*.

## 5. Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Nearpod*

Sebagai media pembelajaran interaktif, *nearpod* adalah media yang berbentuk aplikasi berbasis web dengan akses internet yang digunakan untuk pembelajaran *online* (pembelajaran jarak jauh) dan *offline* (tatap muka). Penyampaian materi pada *nearpod* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan *live participation* dan *student-paced* (Faradisa, dkk 2021).

*Live participation* memungkinkan siswa mengakses *nearpod* bersamaan dengan guru sesuai waktu pembelajaran, sehingga memungkinkan guru mengontrol aktivitas pembelajaran yang siswa lakukan. Pada pembelajaran jarak jauh *live participation* dapat terkoneksi dengan *zoom*, sehingga guru dan siswa dapat berinteraksi secara langsung. Pada *student-paced*, memungkinkan siswa dapat mengakses *nearpod* sewaktu-waktu, sehingga siswa dapat leluasa dalam mengerjakan tugas ataupun membaca ulang materi pembelajaran (Faradisa, dkk 2021).

Terkait dengan penggunaan *nearpod* sebagai media interaktif, menurut Aslami (2021) terdapat beberapa langkah untuk menggunakan *nearpod* yaitu:

- a. Guru mengakses *nearpod* melalui laman <http://www.nearpod.com>.
- b. Guru memilih *log in* untuk mendaftar akun atau *sign up* jika sudah pernah mendaftar dan memiliki akun.
- c. Klik konten *create* untuk memulai membuat media, kuis ataupun soal untuk pembelajaran.

- d. Klik tombol *save & exit* untuk menyimpan dan kembali ke laman akun pribadi, rancangan yang sudah dibuat oleh guru akan tersimpan di *my lessons*.
- e. Untuk memulai pembelajaran, guru dapat memilih *live participation* untuk pembelajaran tatap muka dan *student paced* untuk pembelajaran mandiri atau pengerjaan tugas.
- f. Bagikan kode kelas agar siswa dapat bergabung dalam pembelajaran melalui laman <https://app.nearpod.com/studentLogin> atau melalui aplikasi *nearpod* yang diunduh di *play store*.
- g. Hasil pembelajaran yang dilakukan siswa tersimpan pada *reports*.

*Nearpod* memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat menciptakan pembelajaran interaktif baik dalam pembelajaran yang dilakukan secara langsung ataupun jarak jauh. *Nearpod* memiliki konten fitur dan aktivitas yang inovatif, kreatif dan edukatif. Terdapat rekam jejak pembelajaran yang berlangsung. *Nearpod* dapat diakses secara gratis dan dapat diakses dari telepon seluler. Selain kelebihan-kelebihan yang dimiliki, *nearpod* memiliki kekurangan yaitu, *nearpod* harus didukung dengan sinyal yang kuat, sehingga apabila diterapkan pada daerah yang memiliki sinyal kurang stabil akan menjadi kurang efektif. Belum mempunyai deteksi bahasa global, dan menggunakan paket data internet yang agak boros (Aslami, 2021).

## **6. Hasil Belajar**

Menurut Nurrita (2018) hasil belajar merupakan hasil yang didapat siswa berupa nilai setelah melakukan proses belajar dan disertai dengan

perubahan tingkah laku. Menurut Saputra dkk (2018) hasil belajar merupakan salah satu acuan dalam proses pembelajaran. Hasil belajar juga merupakan kemampuan yang dimiliki siswa setelah melakukan dan menerima pengalaman belajar.

Menurut Nasution (dalam Djafar, Saneba, & Hasdin, 2017) hasil belajar adalah hasil dari suatu interaksi belajar mengajar yang biasanya ditunjukkan dengan nilai tes yang diberikan oleh guru. Sedangkan menurut Osnal, Suhartoni, & Wahyudi, (2016) hasil belajar merupakan prestasi yang dapat ditunjukkan dalam bentuk simbol angka oleh siswa setelah mengikuti proses pembelajaran.

## **7. Materi Sistem Ekskresi**

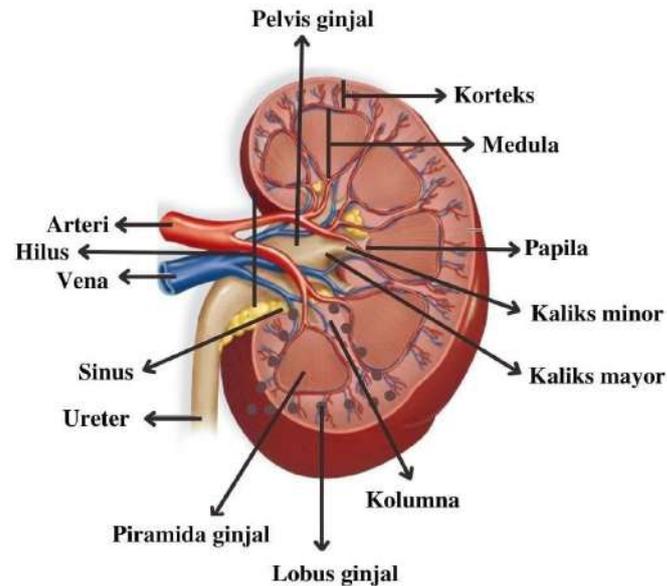
### **a. Organ Sistem Ekskresi**

#### **1) Ginjal**

##### **a) Fungsi ginjal**

Ginjal memiliki beberapa fungsi yaitu pengeluaran zat sisa organik, pengeluaran zat racun, pengaturan keseimbangan konsentrasi ion-ion penting di dalam tubuh, pengaturan keseimbangan asam basa, menjaga tekanan darah, pengaturan produksi sel darah merah di dalam sumsum tulang, pengendalian konsentrasi nutrisi darah, dan mengubah vitamin D inaktif menjadi vitamin D aktif (Irnaningtyas, 2017).

## b) Struktur Ginjal



**Gambar 2. 1** Struktur Ginjal

(Mescher, 2013)

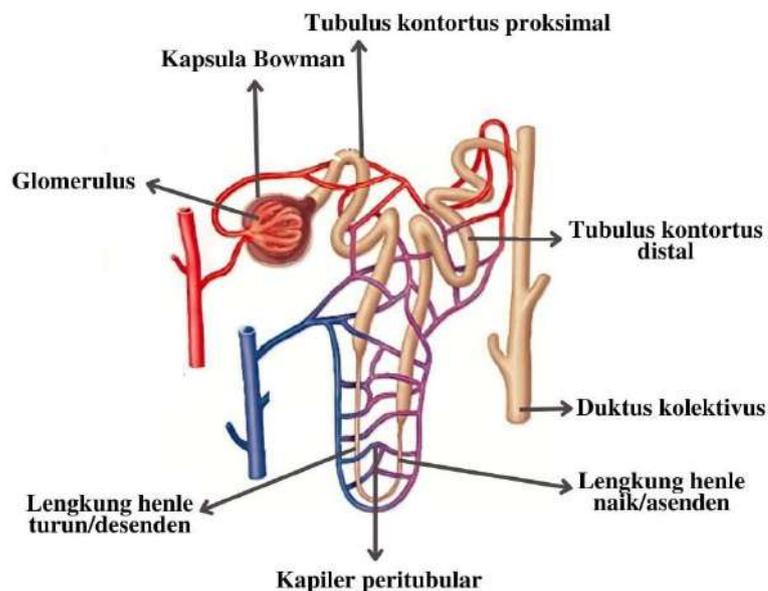
- (1) Lobus ginjal, berfungsi untuk mempertahankan dan memperkuat ginjal. Setiap lobus terdiri atas satu piramida ginjal, kolumna yang saling berdekatan dan jaringan korteks yang melapisinya.
- (2) Hilus/hilum, cekungan pada sisi medial membentuk bukaan pada ginjal sebagai tempat keluar masuknya pembuluh darah dan keluarnya ureter.
- (3) Sinus ginjal, rongga yang berisi lemak yang membuka pada hilus. Sinus ginjal berfungsi sebagai tempat perlekatan ureter dan pembuluh darah.
- (4) Parenkim ginjal jaringan yang menyelubungi struktur sinus ginjal.

(5) korteks

Korteks merupakan struktur luar ginjal yang bertanggung jawab melindungi bagian dalam ginjal. Korteks tersusun atas nefron yang terdiri atas dua komponen yaitu komponen vaskular/pembuluh dan komponen tubular atau tabung. Komponen vaskular terdiri atas arteriol aferen, glomerulus, arteriol eferen dan kapiler peritubular. Komponen Tubular terdiri atas kapsul bowman, glomerulus (korpuskel renalis), tubulus kontortus proksimal, dan tubulus kontortus distal.

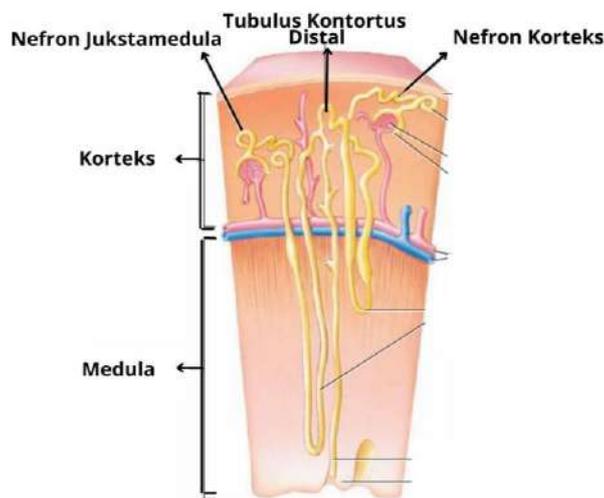
(6) Medula

Terdiri atas 15-16 masa triangular/piramida ginjal, tersusun dari sistem tubulus berukuran mikroskopis, meliputi lengkung henle naik/asenden, lengkung henle turun/desenden, duktus kolektivus, dan duktus papilaris. Ujung dari setiap piramida disebut papila ginjal, terdapat banyak lubang kecil yang dilewati oleh tetesan urine. Papila menuju ke kaliks minor yang berhubungan dengan saluran pengumpul urine. Pada parenkim ginjal terdapat struktur nefron yang dibedakan menjadi dua macam yaitu nefron korteks dan nefron jukstamedula.



**Gambar 2. 2** Struktur Parenkim Ginjal

(Mescher, 2013)



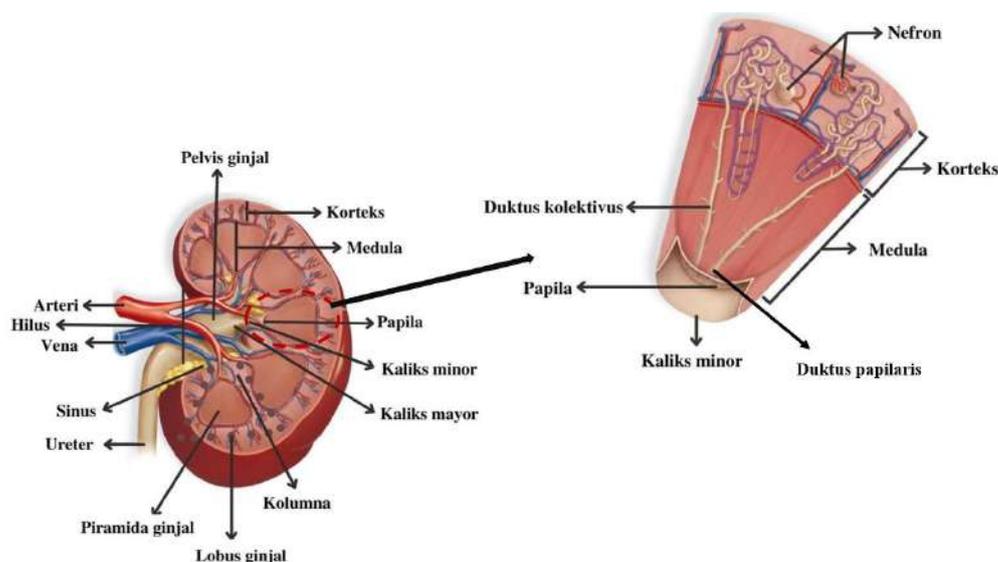
**Gambar 2. 3** Nefron Korteks dan Nefron Jukstamedula

(Solomon dkk, 2019)

(7) Pelvis ginjal atau pelvis renalis

Pelvis berfungsi sebagai tempat pengumpul dan penampung urine sementara sebelum dialirkan ke ureter menuju kandung kemih. Pelvis memiliki struktur ujung bercabang menjadi dua atau tiga kaliks mayor. Setiap kaliks

mayor bercabang menjadi 8-18 kaliks minor yang langsung menutupi papila ginjal. Kaliks minor berfungsi menampung urine yang terus-menerus keluar dari papila, dari kaliks minor urine masuk ke kaliks mayor selanjutnya ke pelvis renalis (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 4** Pelvis Ginjal

(Mescher, 2013)

### c) Mekanisme Pembentukan Urine

#### (1) Filtrasi Glomerulus

Filtrasi adalah proses penyaringan plasma bebas protein melalui kapiler glomerulus dalam kapsula bowman. Laju filtrasi glomerulus dikontrol oleh saraf simpatik. Ketika darah mengalir dari arteriol aferen memasuki glomerulus, cairan yang difiltrasi akan melewati membran glomerulus sehingga menyaring darah dan protein plasma serta meloloskan air (H<sub>2</sub>O) dan zat terlarut yang molekulnya berukuran kecil

seperti glukosa, klorida, natrium, kalium fosfat, urea, asam urat, dan kreatinin sebagian besar protein plasma, kandungan albumin kurang dari 1% keluar dari glomerulus. Sedangkan sel darah dan protein plasma tidak dapat melewati glomerulus karena memiliki ukuran yang besar. Hasil dari proses filtrasi yaitu berupa urine primer (Irnaningtyas, 2017).

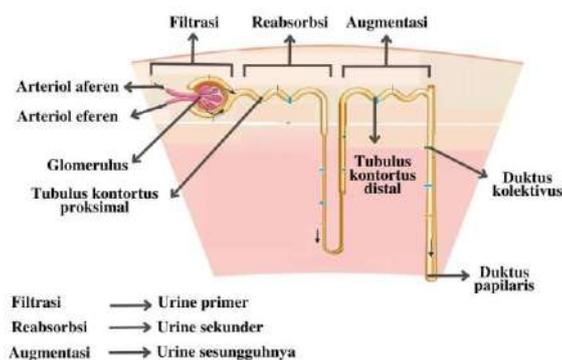
## **(2) Reabsorpsi Tubulus**

Reabsorpsi tubulus adalah proses penyerapan kembali zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh seperti glukosa, asam amino, nutrisi organik, air, dan garam mineral yang terjadi pada tubulus kontortus proksimal. Reabsorpsi dapat terjadi secara pasif (osmosis tanpa energi) maupun aktif (memerlukan energi). Tubulus memiliki kemampuan reproduksi yang besar dan sangat selektif terhadap bahan-bahan yang dibutuhkan oleh tubuh, urine yang dihasilkan pada tahap ini disebut dengan urine sekunder (Irnaningtyas, 2017).

## **(3) Augmentasi atau Sekresi Tubulus**

Proses pemindahan zat-zat tertentu dari darah dalam kapiler peritubular, keluar melewati sel-sel tubular menuju cairan tubular dan masuk ke dalam urine. Zat yang tidak direabsorpsi, akan dieliminasi ke dalam urine sesungguhnya. Sekresi tubulus terjadi melalui transpor transepitel.

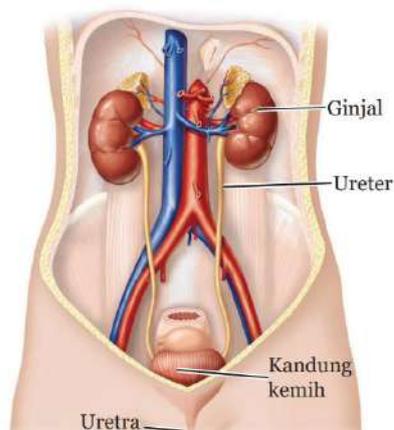
Augmentasi terjadi di tubulus kontortus distal dan duktus kolektivus. Zat yang di sekresi meliputi ion hidrogen, amonia, kreatinin, asam hipurat, obat-obatan dan ion kalium. Hasil dari proses augmentasi berupa urine sesungguhnya (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 5** Mekanisme Pembentukan Urine  
(Solomon dkk, 2019)

Urine dari duktus kolektivus menuju ke pelvis renalis selanjutnya mengalir melalui ureter dan masuk ke kandung kemih. Kontraksi peristaltik otot polos dinding ureter mendorong urine dari ginjal ke kandung kemih. Dinding kandung kemih berlipat-lipat dengan struktur otot yang dapat meregang untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan urine sehingga tidak harus terus-menerus membuang urin.

Dari kandung kemih urine mengalir ke uretra selanjutnya dibuang keluar tubuh melalui peristiwa pembuangan urine/mikturisi. Keinginan membuang air kecil disebabkan penambahan tekanan di dalam kandung kemih akibat urine di dalamnya sudah mencapai 170-230 ml. (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 6** Sistem Urinaria

(Mescher, 2013)

**d) Faktor yang Mempengaruhi Proses Pembentukan Urine**

**(1) Faktor Internal**

(a) Hormon ADH atau *antidiuretic hormon*

ADH dihasilkan oleh hipotalamus dalam otak disimpan dan dibebaskan oleh kelenjar pituitari yang terletak dibawah hipotalamus. Hilangnya air secara berlebihan menyebabkan peningkatan kepekatan darah, peningkatan sekresi ADH ke dalam aliran darah, peningkatan permeabilitas terhadap air pada epitel tubulus kontortus distal dan duktus kolektivus serta peningkatan reabsorpsi air, menyebabkan jumlah urine sedikit/lebih pekat. Sebaliknya jika banyak minum maka sekresi ADH sedikit absorpsi tubulus terhadap air berkurang sehingga jumlah urine banyak/lebih encer (Irnaningtyas, 2017).

(b) Hormon insulin

Insulin dihasilkan oleh sel beta pada pankreas berfungsi menurunkan kadar glukosa darah dengan cara menginisiasi penyerapan glukosa oleh sel untuk diubah menjadi energi atau disimpan, dan menghambat pembebasan glukosa ke dalam darah oleh hati. Jika kekurangan insulin, kadar glukosa dalam darah tinggi, reabsorpsi glukosa terganggu, sehingga banyak glukosa dalam urine/kencing manis (Irnaningtyas, 2017).

(c) Sistem renin-angiotensin-aldosteron

Berfungsi untuk merespon tekanan darah rendah, konsentrasi natrium rendah dan kehilangan air. Renin mengubah protein plasma angiotensinogen menjadi angiotensin I, selanjutnya menjadi angiotensin II. Angiotensin II berfungsi menstimulasi sekresi ADH peningkatan tekanan darah dan pelepasan aldosteron. Aldosteron berfungsi meningkatkan sekresi ke dalam tubulus kontortus distal saat natrium direabsorpsi (Irnaningtyas, 2017).

**(2) Faktor Eksternal**

(a) Suhu lingkungan, jika suhu lingkungan panas tubuh mengeluarkan keringat, sehingga molaritas darah

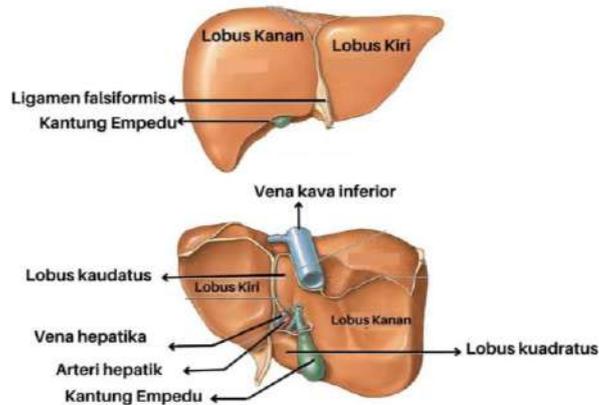
meningkat, sekresi ADH meningkatkan reabsorpsi air, dan jumlah urine menjadi sedikit.

(b) Jumlah air diminum, jika banyak minum air osmolaritas darah menurun, sekresi ADH menurun, reabsorpsi air sedikit sehingga jumlah urine menjadi banyak.

(c) Alkohol, dapat menghambat pembebasan ADH sehingga menyebabkan kandungan air dalam urine berkurang tubuh mengalami dehidrasi dan rasa sakit (Irnaningtyas, 2017).

## 2) Hati

### a) Struktur Hati



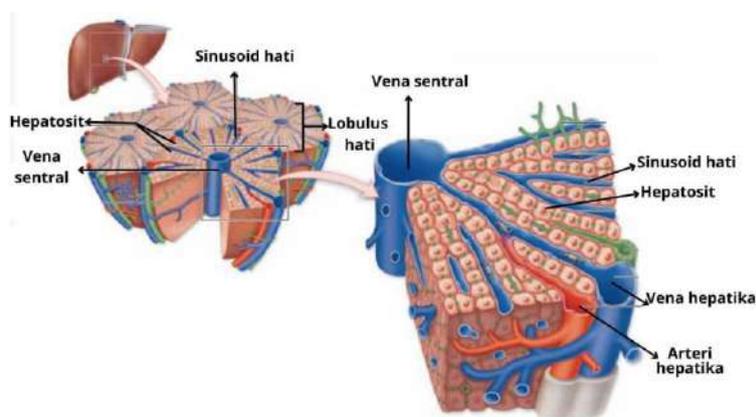
**Gambar 2. 7** Struktur Hati

(Irnaningtyas, 2017)

(1) Lobus hati, terdiri dari dua lobus besar yang dibatasi oleh jaringan ikat ligamen falsiformis, yaitu lobus kanan dan kiri. Selain kedua lobus tersebut, hati juga memiliki lobus kaudatus yang memiliki ukuran lebih kecil dibanding dengan 2 lobus sebelumnya, letaknya memanjang dari sisi belakang

lobus kanan dan membungkus pembuluh darah balik utama (vena kava inferior) serta memiliki lobus kuadratus yang berada lebih rendah dan berada disisi belakang lobus kanan hingga membungkus kantung empedu. Hati dibungkus oleh jaringan ikat padat kapsula hepatica yang berperan dalam melapisi/melindungi hati pada bagian luar (Mescher, 2013).

(2) Lobulus hati yang berbentuk poligon atau limas segi lima atau segi enam terbentuk dari sel-sel hepatosit. Hepatosit berfungsi dalam pencernaan, metabolisme dan penyimpanan serta produksi empedu. Setiap lobulus hati terdiri dari pembuluh darah pusat yang dikelilingi oleh enam pembuluh darah vena hepatic dan enam arteri hepatic. Pembuluh darah ini dihubungkan oleh banyak saluran pembuluh darah kecil yang berliku-liku atau biasa disebut sinusoid untuk penghubung antara pembuluh darah vena dan arteri yang ada pada lobulus (Mescher, 2013).



**Gambar 2. 8** Struktur Lobulus Hati

(Mescher, 2013)

**b) Fungsi Hati**

- (1) Produksi cairan empedu, berasal dari perombakan hemoglobin sel-sel darah merah yang sudah tua yang disimpan didalam kantung empedu atau disekresikan ke duodenum. Berfungsi membantu pencernaan lemak dengan cara membersihkan lemak dan mengaktifkan lipase, membantu absorpsi lemak di usus, dan melarutkan zat yang tidak dapat larut dalam air.
- (2) Trombopoietin, yaitu hormon glikoprotein yang mengendalikan produksi keping darah oleh sumsum tulang belakang.
- (3) Albumin yang merupakan komponen plasma darah.
- (4) Angiotensinogen, hormon yang akan diaktifkan oleh enzim renin ginjal dan berperan dalam pengikatan tekanan darah.
- (5) Enzim arginase yang mengubah arginin menjadi ornitin dan urea.
- (6) Enzim glutamat oksaloasetat transferase, piruvat transferase, dan laktat dehidrogenase.
- (7) Menyimpan glikogen, zat besi, zat tembaga, serta vitamin A, D, dan B12.
- (8) Mengaktifkan vitamin D yang dilakukan bersama-sama dengan ginjal.

(9) Fagosit bakteri yang dilakukan oleh makrofag sel kupffer, degradasi hormon insulin dan beberapa hormon lainnya, dan degradasi amonia menjadi urea (Irnaningtyas, 2017).

**c) Mekanisme yang terjadi dalam hati**

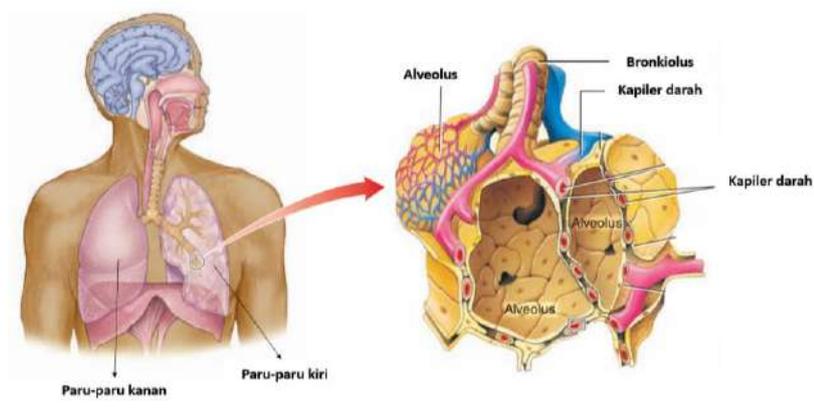
Hati merupakan organ yang bertugas untuk menetralkan racun dan merombak hemin, zat besi serta globin yang terdapat dalam hemoglobin. Hati menerima sebagian besar darah dari vena hepatica yang membawa darah miskin oksigen namun kaya nutrien, dan dari arteri hepatica membawa darah yang teroksigenasi dalam jumlah sedikit, pada hati vena hepatica bercabang pada tepi setiap lobulus dan berujung dalam sinusoid (Safitri, 2016).

Sinusoid berjalan radial dipusat lobulus untuk membentuk vena sentral. Eritrosit darah akan dicerna oleh sel fagosit, kemudian zat besi yang terdapat pada hemoglobin akan didaur ulang untuk membentuk eritrosit yang baru, sementara globin akan digunakan kembali untuk pembentukan antibodi, hemin yang tidak dapat didaur ulang akan dihancurkan menjadi bilirubin dan biliverdin yang akan disalurkan kedalam kantung empedu. Bilirubin dari empedu akan disalurkan ke usus halus dan diubah menjadi urobilin (zat warna urine) dan sterkobilin (zat warna feses), sedangkan biliverdin adalah zat warna empedu yang merupakan antioksidan kuat (Safitri, 2016).

### 3) Paru-paru

#### a) Struktur dan Fungsi Paru-paru

Paru-paru pada sistem ekskresi berfungsi mengeluarkan gas sisa pernapasan ( $\text{CO}_2$ /karbon dioksida dan  $\text{H}_2\text{O}$ /uap air) yang dihasilkan melalui proses respirasi aerob. Paru-paru berbentuk kerucut terdiri atas jaringan elastik yang berpori-pori seperti spons dan berisi udara, serta terletak dirongga toraks (dada) sebelah kanan dan kiri yang dipisahkan oleh jantung. Paru-paru kanan terdiri atas 3 lobus, sedangkan paru-paru kiri terdiri atas 2 lobus (Safitri, 2016).



**Gambar 2. 9** Struktur Paru-paru

(Solomon dkk, 2019)

Tempat terjadinya ekskresi pada paru-paru ialah alveolus. Alveolus berjumlah 300 juta yang terdapat pada ujung-ujung bronkiolus yang diliputi oleh kapiler darah. Dalam alveolus ini terjadi pertukaran gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ . Struktur alveolus berbentuk bola-bola kecil yang diliputi oleh kapiler darah (Safitri, 2016).

### b) Mekanisme yang terjadi pada Paru-paru

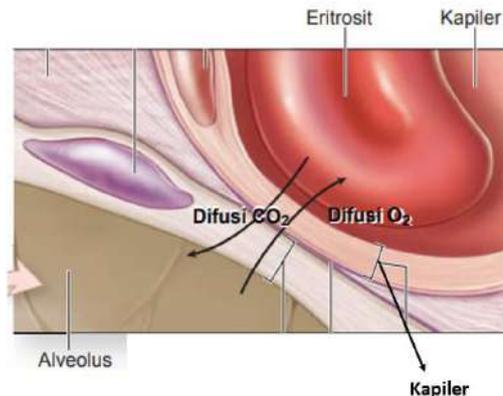
Karbondioksida dilepaskan darah dan berdifusi melalui alveolus, serta keluar dari tubuh melalui ekspirasi. H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> hasil metabolisme di jaringan berdifusi ke dalam darah dan diangkut oleh vena darah untuk dibawa ke jantung. Dari jantung akan dipompakan ke paru-paru untuk berdifusi di alveolus. Karbon-dioksida dibawa ke alveolus dengan tiga cara yaitu:

- (1) Oleh plasma darah, setidaknya 5% CO<sub>2</sub> larut dalam plasma darah membentuk:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- (2) Oleh hemoglobin, setidaknya 30% CO<sub>2</sub> membentuk karbominohemoglobin :  $\text{Hb} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HbCO}_2$
- (3) Pertukaran klorida, setidaknya 65% CO<sub>2</sub> diangkut dalam bentuk ion bikarbonat menurut reaksi:



Ion bikarbonat kemudian keluar menuju plasma darah, bertukar dengan ion Cl<sup>-</sup>.

Pada alveolus H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> akan berdifusi keluar karena banyak kapiler yang mempunyai selaput tipis yang disebut pleura yang memudahkan dalam pertukaran gas (Safitri, 2016).



**Gambar 2. 10** Pertukaran Gas Pada Paru-paru

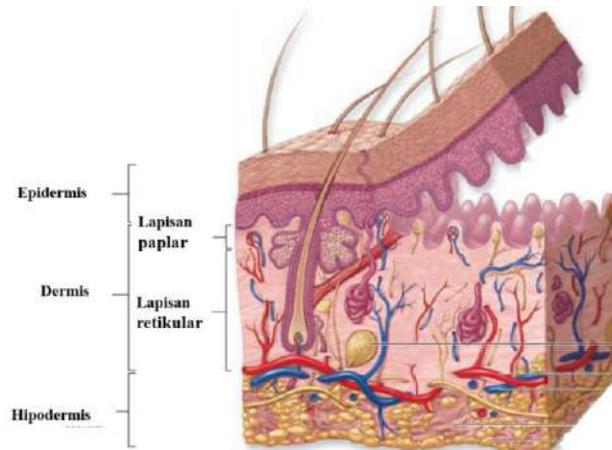
(Mescher, 2013)

#### 4) Kulit

##### a) Fungsi Kulit

Fungsi kulit pada sistem ekskresi yaitu mengeluarkan lemak dan keringat yang mengandung (air, garam, urea, serta ion-ion seperti  $\text{Na}^+$ ), melindungi tubuh dari (mikroorganisme, radiasi sinar matahari, iritasi kimia dan gangguan mekanik), mengatur dan mempertahankan suhu badan oleh kelenjar keringat dan pembuluh darah, metabolisme vitamin D dengan bantuan sinar matahari, menyimpan lemak sebagai sumber energi cadangan, dan komunikasi, stimulus lingkungan diterima oleh reseptor kulit, misalnya perubahan, sentuhan, dan tekanan (Irnaningtyas, 2017).

## b) Struktur Kulit

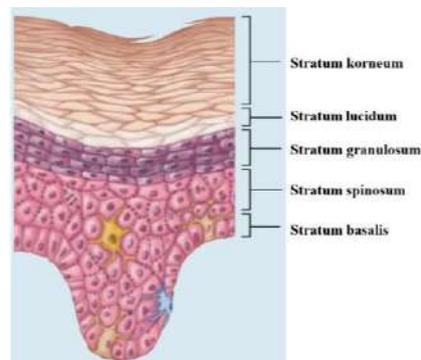


**Gambar 2. 11** Struktur Kulit

(Mescher, 2013)

- (1) Epidermis/bagian terluar kulit yang tersusun atas sel-sel epitel pipih skuamosa berlapis banyak dengan susunan yang sangat rapat, dan mengalami kreatinasi untuk melindungi permukaan kulit. Epidermis tidak memiliki pembuluh darah. Epidermis terdiri atas 5 lapisan/stratum yaitu (korneum, lusidum, granulosum, spinosum, dan basalis/germinativum).
- (a) Stratum korneum, lapisan epidermis paling atas, terdiri atas 20-30 lapisan mati, melindungi terhadap gesekan dan kehilangan cairan yang akan meregenerasi setiap 15-30 hari.
  - (b) Stratum lusidum terdiri atas 2-3 lapisan sel-sel pipih tidak berinti yang mati.
  - (c) Stratum granulosum terdiri atas 3-5 lapisan sel-sel bergranula keratohialin yang merupakan prekursor dalam pembentukan keratin.

- (d) Stratum spinosum terdiri atas lapisan sel saraf spinal yang memiliki tonjolan intraseluler atau desmosom serta terdapat sel Langerhans.
- (e) Stratum basalis terdiri atas lapisan tunggal sel-sel yang melekat pada jaringan ikat dari dermis. Pembelahan sel-selnya sangat cepat dan sel-sel baru didorong masuk ke lapisan berikutnya. Terdapat melanosit yang menghasilkan pigmen melanin titik untuk pewarnaan kulit dan melindungi kulit dari bahaya radiasi sinar ultraviolet (Irnaningtyas, 2017).

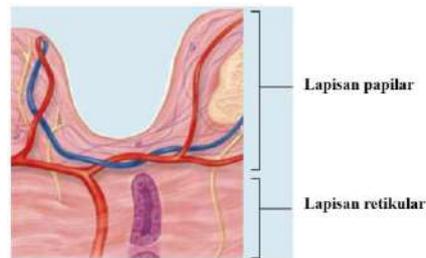


**Gambar 2. 12** Struktur Epidermis

(Mescher, 2013)

- (2) Dermis, dipisahkan oleh membran dasar atau lamina yang tersusun dari dua lapisan jaringan ikat. Lapisan papilar, yaitu jaringan ikat areolar renggang dengan fibroblas sel *mast*, dan makrofag. Papilar kulit ada yang menyerupai jaringan menonjol ke dalam lapisan epidermis mengandung banyak pembuluh darah dan reseptor sensorik taktil/sentuhan. Lapisan retikuler tersusun dari jaringan ikat retikuler yang

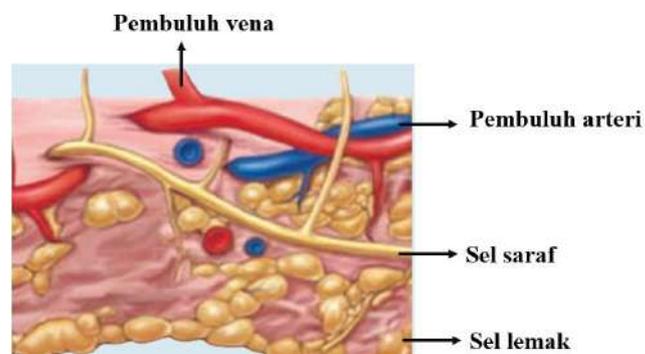
rapat, kolagen dan serat elastik. Selain dengan bertambahnya usia deteriorasi/penurunan mutu simpul kolagen dan serat elastik menyebabkan pengeriputan kulit (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 13** Struktur Dermis

(Mescher, 2013)

- (3) Hipodermis/subkutaneus, lapisan yang mengikat kulit secara longgar dengan organ-organ yang terdapat di bawahnya. Lapisan ini banyak mengandung sel lemak, darah, dan ujung saraf (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 14** Struktur Hipodermis

(Mescher, 2013)

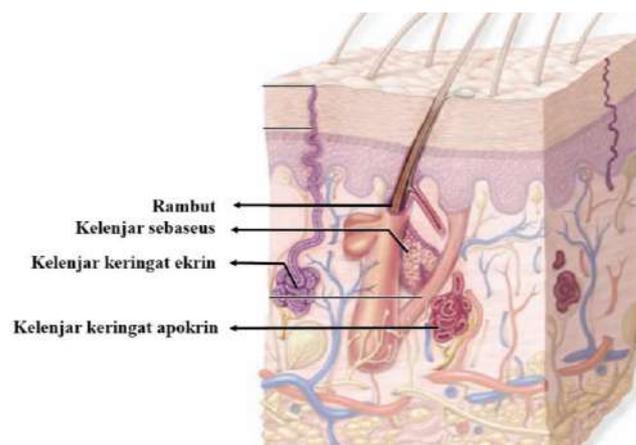
### c) Kelenjar Pada Kulit

- (1) Kelenjar keringat/sudorifera terdapat di lapisan dermis.
- (a) Ekrin, merupakan kelenjar keringat tubular sederhana dan berpilin tidak berhubungan dengan rambut, serta tersebar meluas ke seluruh tubuh terutama pada dahi,

telapak tangan dan kaki. Sekresi keringat dari kelenjar ini mengandung air yang membantu pendinginan melalui penguapan untuk mempertahankan suhu tubuh.

(b) Apokrin, kelenjar keringat besar dan bercabang dengan penyebaran yang terbatas pada bagian tubuh tertentu misalnya pada aksial (ketiak), areola payudara dan area genital. Kelenjar ini berhubungan dengan rambut, sekresi dari kelenjar ini akan berbau karena bakteri (Irnaningtyas, 2017).

(2) Kelenjar sebaceous mengeluarkan sebum yang biasanya dialirkan ke folikel rambut. Sebum adalah campuran lemak, zat lilin, minyak dan pecahan-pecahan sel. Sebum berfungsi sebagai pelembut kulit, bakterisida dan sebagai pertahanan terhadap evaporasi (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 15** Kelenjar Kulit

(Mescher, 2013)

#### **d) Mekanisme Kontrol Pengeluaran Keringat**

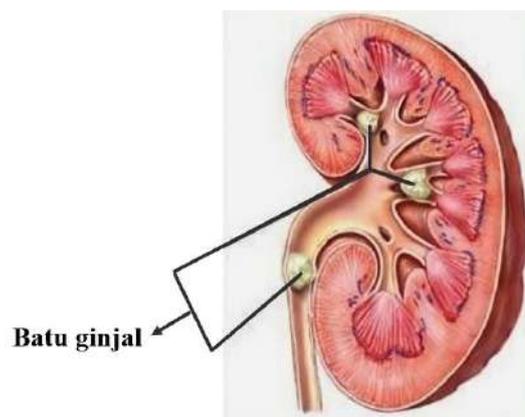
Proses pengeluaran keringat diatur oleh hipotalamus di otak yang menghasilkan enzim bradikinin sebagai vasodilator yang mempengaruhi pelebaran pembuluh darah dan kelenjar keringat. Jika darah yang melalui hipotalamus melebihi batas normal (panas), rangsangan suhu panas diteruskan oleh saraf simpatik ke kulit. Pembuluh darah berdilatasi/melebar, aliran darah ke permukaan kulit meningkat dan terjadi konduksi panas di bagian permukaan untuk membuang panas. Kelenjar keringat juga menjadi aktif untuk menyerap air dan garam mineral serta sedikit urea dari kapiler darah yang kemudian mengirimkannya ke permukaan kulit dalam bentuk keringat, sehingga penguapan meningkat dan suhu badan menurun (Irnaningtyas, 2017).

Sebaliknya jika darah yang melalui hipotalamus lebih rendah dari batas normal (dingin), pembuluh darah berkontraksi/menyempit, akan mengurangi aliran darah ke permukaan kulit untuk mempertahankan suhu tubuh dan kelenjar keringat menjadi tidak aktif dalam pembentukan keringat (Irnaningtyas, 2017).

## b. Gangguan Sistem Ekskresi

### 1) Gangguan Sistem Urinaria

- a) Glukosuria adalah ekspresi glukosa dalam urine sehingga menyebabkan dehidrasi karena banyak air yang akan terekskresi ke dalam urine (Irnaningtyas, 2017).
- b) Albuminuria adalah penyakit yang terjadi akibat ginjal yang tidak dapat melakukan proses penyaringan, khususnya penyaringan protein (Irnaningtyas, 2017).
- c) Batu ginjal adalah penyakit karena adanya pengendapan pada rongga ginjal atau kandung kemih (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 16** Penyakit Batu Ginjal

(Hasanah, 2016)

- d) Diabetes melitus/kencing manis, dibedakan menjadi dua jenis yaitu:
  - (1) Diabetes melitus tipe 1 dimulai pada saat usia remaja ditandai oleh kurangnya sekresi insulin akibat sel  $\beta$  pankreas tidak memproduksi atau sangat sedikit memproduksi insulin

sehingga diperlukan insulin eksogen (produk farmasi yang disuntikkan untuk membantu kualitas kelangsungan hidup).

- (2) Diabetes melitus tipe 2 dimulai pada saat usia dewasa sekresi insulin mungkin normal atau bahkan meningkat tetapi terjadi penurunan kepekaan sel sasaran insulin, seperti sel otot rangka dan sel hati (Irnaningtyas, 2017).
- e) Diabetes insipidus, ditandai produksi urine berjumlah banyak dan encer, disertai rasa haus, terjadi karena kekurangan hormon ADH (Irnaningtyas, 2017).
- f) Gagal ginjal/anuria, kegagalan ginjal dalam memproduksi urine disebabkan oleh kerusakan glomerulus (Irnaningtyas, 2017).
- g) Uremia, keadaan toksik saat darah mengandung banyak urea karena kegagalan fungsi ginjal dalam membuang urea keluar dari tubuh (Irnaningtyas, 2017).
- h) Nefritis adalah radang nefron pada ginjal disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptokokus* sp. yang masuk melalui saluran pernapasan dan peredaran darah hingga ke ginjal. Tanda bahwa seseorang mengidap penyakit nefritis yaitu terdapat darah dan protein dalam urine (Irnaningtyas, 2017).
- 2) Gangguan Hati**
- a) Penyakit hati/liver, paling sering disebabkan oleh infeksi virus penyebab disentri, cacing plasmodium penyebab malaria dan *Toxoplasma* sp (Irnaningtyas, 2017).

- b) Sirosis hati, berubahnya sel-sel hati menjadi jaringan ikat fibrosa sehingga kehilangan fungsinya. Sirosis disebabkan oleh minuman keras, hepatitis B, dan hepatitis C (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 17** Penyakit Sirosis Hati

(Kamila, 2019)

- c) Hemokromatosis, kelainan genetik yang menyebabkan tubuh terlalu banyak menyerap zat besi dari makanan sehingga zat besi banyak tersimpan di dalam organ-organ tertentu seperti hati, jantung, dan pankreas (Irnaningtyas, 2017).

### 3) Gangguan Kulit

- a) Eksem/dermatitis, radang kulit yang hebat, terasa gatal, kulit dapat melepuh atau bergelembung kecil yang akhirnya pecah mengeluarkan cairan. Disebabkan faktor keturunan, stres, emosi, kontak dengan senyawa alergenik (logam, zat pewarna, kosmetik, parfum, debu dan sabun) (Irnaningtyas, 2017).
- b) Vitiligo adalah gangguan pigmentasi sehingga kulit kehilangan melanin tampak bercak-bercak putih yang bisa melebar pada kulit (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 18** Penyakit Vitiligo

(Bergqvist & Ezzedine, 2020)

- c) Jerawat adalah kulit yang meradang pori-pori tersumbat terkadang menimbulkan kantung nanah, jerawat terjadi akibat infeksi bakteri, perubahan hormonal atau kotoran (Irnaningtyas, 2017).
- d) Kalvus adalah penyakit mata ikan yang disebabkan oleh virus atau bakteri dan gesekan secara terus-menerus seperti pemakaian sepatu yang terlalu sempit (Irnaningtyas, 2017).
- e) Bromhidrosis, merupakan penyakit bau badan yang disebabkan oleh bakteri yang menyerang kulit pada bagian kelenjar apokrin menghasilkan bau asam propoinat dan asam isovalerik (Irnaningtyas, 2017).

#### **4) Gangguan Paru-paru**

- a) TBC/*Tuberculosis*, penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, penularannya melalui udara.
- b) Pneumonia/radang paru-paru, mengakibatkan alveolus terisi cairan yang berlebihan, disebabkan bakteri ataupun jamur (Irnaningtyas, 2017).



**Gambar 2. 19** Penyakit Pneumonia

(Revino, 2017)

- c) Kanker paru-paru, merupakan penyakit abnormalitas sel-sel yang mengalami proliferasi/pertumbuhan yang cepat. Faktor pemicu berupa rokok, polusi udara, serta genetic (Irnaningtyas, 2017).
- d) Asma, adalah penyempitan saluran napas yang bersifat sementara, akibat hipersensitivitas terhadap rangsangan tertentu seperti debu, asap, dan udara dingin (Irnaningtyas, 2017).
- e) Emfisema, kerusakan alveolus secara bertahap, berupa lubang-lubang menganga pada dindingnya, sehingga mengurangi luas permukaan paru-paru. Disebabkan oleh kebiasaan merokok, infeksi bakteri, dan polusi udara (Irnaningtyas, 2017).

### c. Teknologi Sistem Ekskresi

#### 1) Hemodialisis (Cuci Darah)

Proses pembersihan darah dari zat-zat sisa metabolisme melalui proses penyaringan diluar tubuh. Terapi cuci darah ini dilakukan kepada seseorang yang mengalami gagal ginjal tahap akhir (GGTA). Hemodialisis menggunakan ginjal buatan berupa mesin dialiser berisi membran selektif permeabel dan cairan dialisat (larutan garam dan glukosa yang dibutuhkan tubuh). Terdapat alat pencatat serta

pengontrol aliran darah, suhu, dan tekanan. Obat anti pembekuan darah atau heparin diberikan pada pasien untuk mencegah pembekuan darah saat proses pencucian darah (Irnaningtyas, 2017).

## **2) Transplantasi Ginjal**

Transplantasi ginjal adalah suatu prosedur operasi bertujuan untuk mengganti ginjal yang rusak/sakit dengan ginjal yang sehat dari pendonor yang berasal dari orang yang hidup atau yang sudah meninggal yang cocok dengan ginjalnya. Transplantasi ginjal menjadi terapi pilihan untuk sebagian besar pasien yang menderita gagal ginjal tahap akhir (GGTA) (Irnaningtyas, 2017).

## **3) ESWL (*Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy*)**

Penghancuran batu saluran kemih dengan menggunakan gelombang kejut/*shock wave* yang ditransmisikan dari luar tubuh. Terapi ini menggunakan gelombang ultrasonik yang akan memecah batu saluran kemih menjadi lebih kecil sehingga keluar sendiri bersama urine (Irnaningtyas, 2017).

## **4) *Skin Grafting* (Cangkok Kulit)**

Tindakan memindahkan sebagian atau seluruh ketebalan kulit dari donor ke resipien. Kulit yang digunakan dapat berasal dari diri sendiri atau orang lain. Pada umumnya kulit donor diambil dari paha, bokong, punggung atau perut. Bertujuan untuk penanganan luka bakar parah dengan area luka yang luas (Irnaningtyas, 2017).

## **B. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis adalah jawaban sementara dari rumusan masalah dalam penelitian yang disusun dalam bentuk kalimat pernyataan (Sugiyono, 2019). Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah media interaktif berbasis *nearpod* efektif terhadap hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi di kelas XI SMA N 8 Pontianak.