

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2. 1. Tanaman Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness

Sambiloto, yang secara ilmiah disebut *Andrographis paniculata*, adalah spesies tumbuhan yang terkenal karena rasanya yang pahit. Diduga berasal dari India dan kemudian masuk ke Indonesia pada tahun 1893. Menurut Widyawati (2007), sambiloto mempunyai daun tunggal yang tersusun berlawanan, berbentuk lanset dengan tepi rata dan tekstur halus. Ciri khas daun ini adalah warnanya yang hijau.



Gambar 2.1. Daun Sambiloto (Dokumentasi Pribadi)

Pahit disebut dengan sebutan yang beragam di berbagai tempat di Indonesia. Masyarakat yang tinggal di wilayah Jawa Timur dan Jawa Tengah biasa menyebut suatu jenis tumbuhan tertentu dengan beberapa nama, antara lain sambiloto, bidara, sadilata, sandiloto, sambiroto, paitan dan takilo. Istilah yang digunakan untuk menyebut konsep ini di Jawa Barat mencakup berbagai nama, antara lain ki oray, takila, atau ki peurat. Dalam konteks Bali, istilah "samiroto" lebih umum digunakan. Menurut Widyawati (2007), penduduk asli Sumatera dan mayoritas masyarakat Melayu biasa membilangya dengan sebutan pepaitan atau ampadu.

### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan yang dilakukan di Medanense Herbarium (MEDA) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, tumbuhan dikelompokkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae	
Divisi	: Spermatophyta	
Kelas	: Dicotyledoneae	
Ordo	: Lamiales	
Famili	: Acanthaceae	
Genus	: <i>Andrographis</i>	
Spesies	: <i>Andrographis paniculata</i> (Burm. fil.) Ness	Nama Lokal : Daun Sambiloto

### 2.1.2 Kandungan Fitokimia Daun Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness

Pada Sambiloto terkandung diterpen lakton yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Daun sambiloto mengandung dua komponen utama paparan lakton, yaitu andrografolida dan neonandrografolida, seperti yang ditemukan oleh Kumoro (2015). Selain kandungan utama tersebut di atas, terdapat zat tambahan yaitu flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin. Zat kimia tambahan yang ada pada daun dan batang antara lain lakton, panikulin, kalmegin, dan kristal kuning (Dalimartha, 1999).

Andrographolide berfungsi sebagai konstituen bioaktif utama dalam ramuan obat pahit yang dikenal sebagai *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Nees. Konstituen khusus ini terdapat di semua wilayah dedaunan. Menurut Prapanza dan Marianto (2003), konsentrasi senyawa andrografolida pada daun berkisar antara 2,5% hingga 4,8% dari berat kering. Andrografolida, seperti dijelaskan oleh Chao dan Lin (2010), lakton diterpenoid yang berbentuk kristal lakton tidak berwarna dan memiliki rasa yang sangat pahit. Komposisi kimia androgafolid dapat diwakili oleh rumus molekul  $C_{20}H_{30}O_5$ .

### 2.1.3 Khasiat dan Kegunaan Daun Sambiloto *Andrographis paniculata*

(Burm. fil.) Ness

Terdapat hubungan erat antara manusia dan tumbuhan dalam ranah kehidupan. Tumbuhan memberikan banyak manfaat bagi umat manusia, meskipun sejumlah besar spesies tumbuhan masih belum ditemukan potensi manfaatnya. Kehadiran tumbuhan mungkin bisa dipandang sebagai anugerah Ilahi yang dianugerahkan Allah SWT kepada seluruh makhluk hidup. Menurut ajaran Islam sebagaimana tercantum dalam Surat Al-An'am (99) Al-Quran, Allah SWT menekankan hal berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ  
شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنْ  
النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ  
وَالزَّيْتُونِ وَالرُّمَّانِ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ  
إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya :

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitundan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pula) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman ”

Menurut Thalbah (2008), disebutkan bahwa Allah SWT telah menganugerahkan kepada umat manusia karunia turunya hujan dari langit dan terciptanya sumber air di bumi, yang pada gilirannya memudahkan tumbuhnya banyak jenis tumbuhan. Fenomena ini dianggap sebagai manifestasi kebaikan dan berkah Ilahi.

Makna perhatian kepada Allah SWT dapat dimaknai sebagai wujud keadilan dan rasa cinta terhadap kemanusiaan, khususnya bagi individu yang memiliki pemikiran kritis.

Pemanfaatan tumbuhan untuk tujuan pengobatan telah dilakukan oleh masyarakat Indonesia sejak zaman dahulu. Secara khusus, pada tahun 1984 M, banyak peneliti ilmiah telah melakukan penelitian terhadap tanaman yang digunakan dalam pengobatan tradisional. Selanjutnya, kemajuan di bidang ini semakin pesat, sehingga muncullah obat-obatan farmasi yang berasal dari tanaman tersebut. Tumbuhan mempunyai sifat bawaan yang membuatnya cocok untuk digunakan sebagai bahan obat. Menurut Bambang (2002), pemanfaatan tumbuhan tersebut dapat melibatkan ekstraksi kualitas tertentu dari zat tumbuhan, yang kemudian dapat digunakan dalam bentuk ramuan.

Daun sambiloto diketahui mengandung andrografolida dan flavonoid yang diduga memiliki sifat melindungi sel ginjal dari radikal bebas. Selain itu, daun sambiloto juga berpotensi menunjukkan khasiat dalam mengobati berbagai kondisi seperti hepatitis, diare, radang amandel, influenza, infeksi saluran empedu, abses paru-paru, pneumonia, radang ginjal akut (pielonefritis), bronkitis, radang ginjal akut (pielonefritis) malaria, radang telinga tengah (OMA), radang usus buntu, sakit gigi, demam, gonore, batuk rejan (pertusis), tuberkulosis paru, skrofuloderma, diabetes mellitus, asma, leptospirosis, hipertensi, penyakit kusta (morbus hansenlepra), keracunan jamur, keracunan singkong, keracunan makanan laut, serta kanker dan tumor ganas (Fauziah, 1999).

Sambiloto, yang secara ilmiah dikenal dengan nama *Andrographis paniculata* Burm. fil Ness, merupakan tanaman obat terkemuka yang mempunyai arti penting bagi kemajuan Indonesia. Telah secara resmi diakui sebagai unsur fitofarmaka yang aman, sebagaimana dinyatakan oleh Nazaruddin (2009).

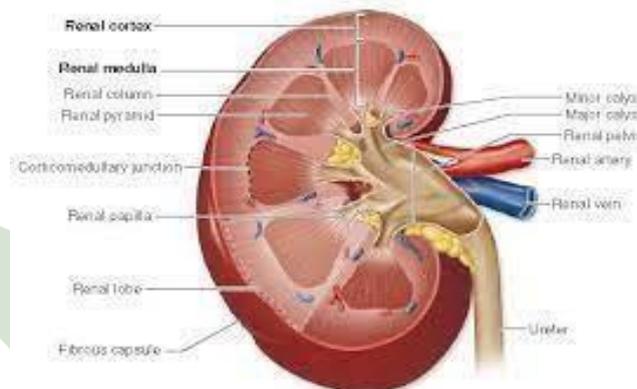
## 2.2 Ginjal

### 2.2.1 Anatomi Ginjal

Ginjal dicirikan oleh korteks terluar dan medula terdalam. Medula ginjal terdiri dari serangkaian 8 sampai 15 struktur berbentuk kerucut yang dikenal sebagai piramida ginjal, yang dibatasi oleh perluasan kortikal yang disebut kolom ginjal. Menurut Mescher (2013), lobus ginjal terdiri dari piramida meduler disertai jaringan kortikal yang terletak di dasar dan sepanjang sisinya.

Ginjal adalah organ vital yang berkontribusi terhadap berfungsinya sistem saluran kemih. Ginjal memainkan peran penting dalam menjaga homeostatis di dalam tubuh dengan mengatur keseimbangan air, osmolaritas cairan tubuh, konsentrasi ion cairan ekstraseluler, volume plasma, dan eliminasi zat limbah dan senyawa asing. Organ ginjal memfasilitasi penghapusan bahan limbah dan bahan kimia eksogen dari organisme melalui sintesis urin (Sherwood, 2011).

Ginjal terletak di posterior peritoneum di daerah posterior rongga perut. Ginjal adalah organ simetri bilateral yang terletak di kedua sisi tulang belakang, khususnya antara tulang T12 dan L3. Menurut O'Callaghan (2009), letak ginjal kanan sedikit lebih rendah dibandingkan ginjal kiri karena letak anatomi hati.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

**Gambar 2.2** Anatomi Ginjal (Mescher, 2013)

SUMATERA UTARA MEDAN

Ginjal diselubungi oleh kapsul fibrosa kaku yang berfungsi menjaga komposisi internal yang halus. Hilus ginjal, terletak di tepi medial cekung setiap ginjal, berfungsi sebagai bukaan vertikal tempat masuknya arteri ginjal dan vena ginjal serta panggul ginjal keluar (Guyton dan Hall, 2014).

### 2.2.2 Fisiologi Ginjal

Ginjal ialah organ vital yang bertanggung jawab untuk mengatur dan menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh manusia. Fungsi ginjal yang disebutkan di atas meliputi pengaturan kadar air dalam tubuh, pemeliharaan homeostatis garam darah, pemeliharaan keseimbangan asam basa dalam aliran darah, dan pembuangan produk limbah dan kelebihan natrium. Langkah awal dalam pengaturan keseimbangan air melibatkan glomerulus yang berfungsi sebagai sistem penyaringan cairan (Suwitra, 2015). Ginjal mempunyai peran yang pengaruh dalam pengaturan volume darah, komposisi, dan homeostasis organisme secara keseluruhan melalui eliminasi zat terlarut dan air secara selektif. Peran fisiologis utama ginjal adalah melakukan filtrasi plasma darah di dalam glomerulus, kemudian memfasilitasi penyerapan kelebihan zat yang akan mengalami pembubaran dan selanjutnya dikeluarkan dari tubuh melalui kandung kemih dan uretra (Hidayat, 2016).

Ginjal menerima darah arteri yang mengalami penyaringan. Selanjutnya, ginjal melakukan proses penyerapan racun dari aliran darah. Ginjal bertanggung jawab untuk mengekstraksi zat dari aliran darah, yang kemudian diubah menjadi urin. Selanjutnya produk ekskresi yang telah mengalami konversi sebelumnya menjadi urin selanjutnya diakumulasikan dan diangkut oleh ureter (Aditya, 2018).

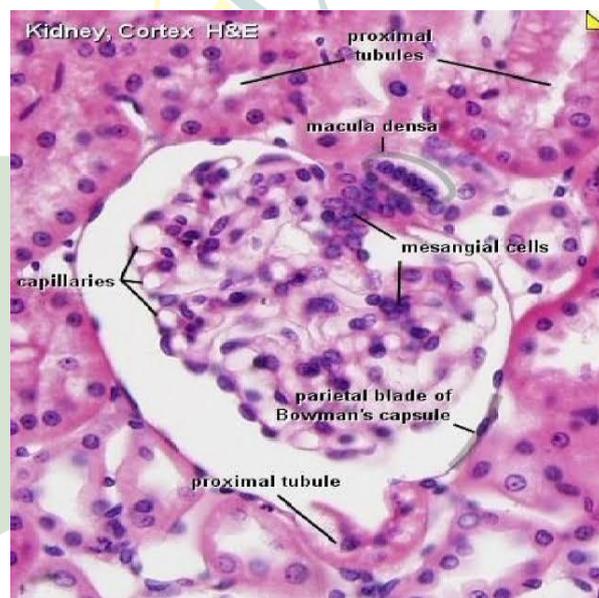
### 2.2.3 Histologi Ginjal

Medula ginjal terdiri dari 8 sampai 15 struktur berbentuk kerucut yang dikenal sebagai piramida ginjal, yang dibatasi oleh perluasan kortikal yang disebut kolom ginjal. Di dalam piramida medula, jaringan kortikal yang terletak di dasar dan daerah mengapitnya akan membentuk unit struktural berbeda yang dikenal sebagai lobus ginjal. Ginjal terdiri dari beberapa nefron, yang dianggap sebagai unit fungsional terkecil. Setiap nefron berasal dari korteks ginjal dan terdiri dari sel ginjal, yang selanjutnya meluas ke tubulus berbelit-belit proksimal. Lengkung Henle kemudian memanjang dari korteks ke medula, dan kemudian kembali ke korteks. Mengikuti lengkung Henle, seseorang dapat mengamati adanya tubulus berbelit-belit distal dan tubulus pengumpul. Menurut Mescher (2011), kecuali lengkung Henle pars medula, semua komponen nefron terletak di dalam korteks.

Organ ginjal terdiri dari nefron, yang mana unit fungsional berjumlah antara 1 dan 1,4 juta di setiap ginjal. Setiap nefron terdiri dari:

- Korpuskel ginjal

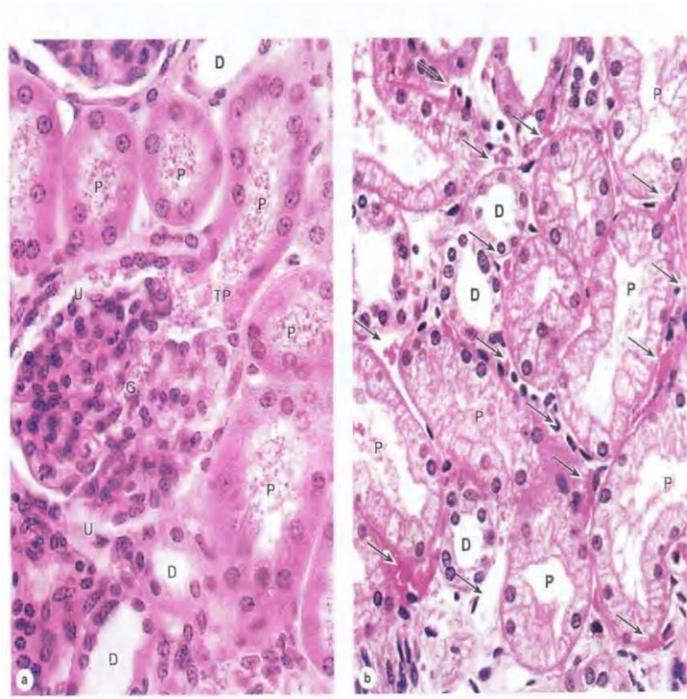
Di setiap segmen proksimal nefron, terdapat sel ginjal, yang menampung sekelompok kapiler yang dikenal sebagai glomerulus. Glomerulus ini dikelilingi oleh lapisan dinding epitel sehingga disebut kapsul glomerulus (Bowman). Kapiler glomerulus diselubungi oleh lapisan dalam. Lapisan parietal luar memiliki kemampuan untuk membuat permukaan luar di luar lingkaran. Setiap sel darah di dalam ginjal memiliki kutub pembuluh darah, yang bertanggung jawab atas masuknya arteriol aferen dan keluarnya arteriol eferen. Selain itu, terdapat katup tubular, juga disebut sebagai katup saluran kemih, bersama dengan wadah yang terletak di tubulus berbelit-belit proksimal (Mescher, 2011).



**Gambar 2.3.** Corpusculum ginjal (Eroschenko, 2012).

- Tubulus Kontortus Proksimal

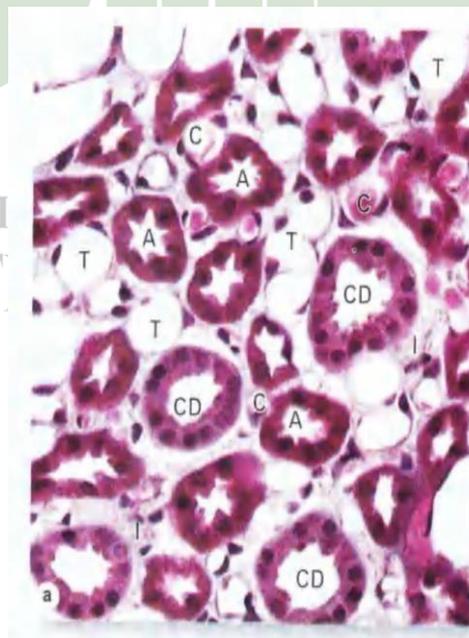
Tubulus kontortus proksimal mempunyai epitel kuboid. Tubulus ini lebih Panjang daripada tubulus kontortus distal sehingga lebih sering terlihat pada korteks ginjal. Sel-sel tubulus kontortus proksimal mempunyai sitoplasma asidofilik karena ter dapat banyak mitokondria. Apeks sel memiliki banyak brush border, berfungsi untuk reabsorpsi, sehingga pada sediaan histologis lumen tubulus kontortus proksimal berukuran besar sehingga pada potongan melintang biasanya hanya terlihat 3-5 inti bulat (Mescher, 2011).



**Gambar 2.4.** Tubulus Kontortus Proksimal (P) dan Distal (D)(Sumber Mascher, 2011).

- Ansa Henle

Lengkungan Henle merupakan ciri anatomi yang ditandai dengan konfigurasi berbentuk U, yang terdiri dari segmen menurun dan bagian menaik. Di dalam medula, bagian khusus ini terdiri dari epitel skuamosa yang ditandai dengan inti yang menunjukkan sedikit penonjolan ke dalam lumen (Mescher, 2011).



**Gambar 2.5** Medulla Ginjal : Ansa Henle Segmen Tipis Desendens (D), Segmen Asendens Tebal (A), dan Ductus Colligentes (CD) (Sumber Mescher, 2011)

- Tubulus Kontortus Distal

Tubulus berbelit-belit distal tersusun atas lapisan sel kuboid yang ukurannya relatif lebih kecil dibandingkan yang ditemukan di tubulus proksimal, dan tidak memiliki batas sikat. Menurut Mescher (2011), tubulus berbelit-belit distal menunjukkan jumlah inti yang lebih banyak dibandingkan tubulus berbelit-belit proksimal jika diamati secara penampang. Selain itu, sel-sel di tubulus berbelit-belit distal tampak lebih datar dan berukuran lebih kecil.

- Tubulus colligentes

Tubulus koligen dicirikan dengan adanya sel epitel kuboid, yang melapisi tubulus dan memiliki diameter sekitar 40 m di daerah atas piramida medula ginjal. Menurut Mescher (2011), keberadaan beberapa aquaporin dalam sel duktus colligentes menandakan fungsi penting struktur ini dalam proses konsentrasi urin di medula ginjal.

#### 2.2.4 Histopatologi Ginjal

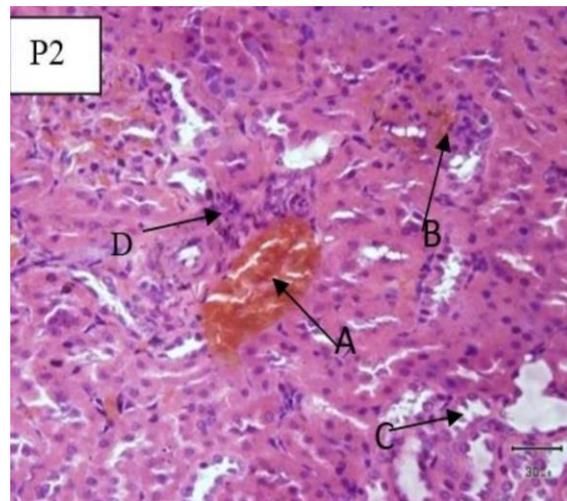
Gagal ginjal adalah suatu keadaan patologis yang ditandai dengan adanya kelainan struktural atau fungsional pada ginjal. Penilaian kelainan melibatkan evaluasi banyak parameter laboratorium, seperti kelainan albuminuria, sedimen, urin, dan elektrolit akibat masalah ginjal. Selain itu juga dilakukan pemeriksaan histologis untuk mengetahui lebih lanjut kondisi tersebut (Hidayat, 2018).

Histopatologi adalah studi mikroskopis dari sel dan jaringan melalui pewarnaan dan melihatnya dibawah mikroskop. Proses jaringan histologi berfungsi dalam penegakkan diagnosa penyakit yang melibatkan perubahan fungsi fisiologis dan deformasi organ (Mescher, 2016). Kerusakan histologi ginjal antara lain:

1. Nekrosis inti

Nekrosis mengacu pada matinya sel atau jaringan sebagai akibat dari proses degeneratif yang tidak dapat diubah. Istilah "nekrobiosis" mengacu pada proses yang terjadi antara degenerasi sel dan kematian sel berikutnya, yang dikenal sebagai nekrosis. Terjadinya nekrosis biasanya terlihat dengan kisaran waktu 6 sampai 8 jam setelah kematian sel. Secara makroskopis, terjadinya nekrosis pada sel dan jaringan ditandai dengan hilangnya warna, pelunakan jaringan, dan adanya

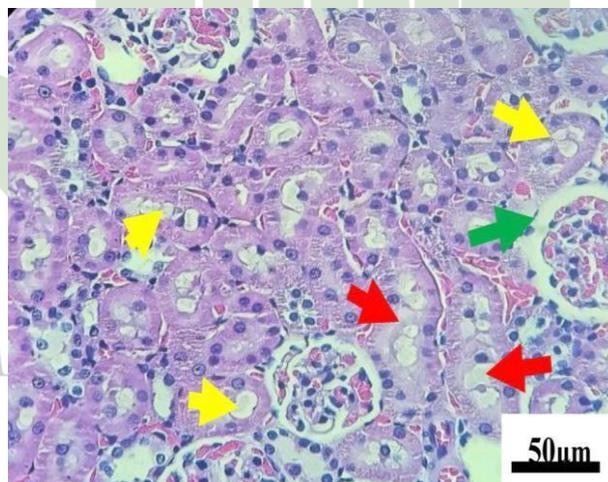
batas nyata yang memisahkan jaringan sehat (Berata, 2015).



**Gambar 2.6** Nekrosis inti panah B (Sumber: Sudira, 2018)

## 2. Degenerasi sel tubulus

Degenerasi adalah fenomena multifaset yang dapat muncul dari berbagai penyebab mendasar yang mempengaruhi fungsi seluler, biasanya berfungsi sebagai sinyal awal sebelum timbulnya nekrosis. Dalam arti luas, degenerasi dibedakan menjadi fenomena yang diamati adalah peningkatan volume sel disertai dengan adanya vakuola di dalam sitoplasma. Sangat penting untuk membedakan degenerasi tubular dari nekrosis (Frazier, 2012).

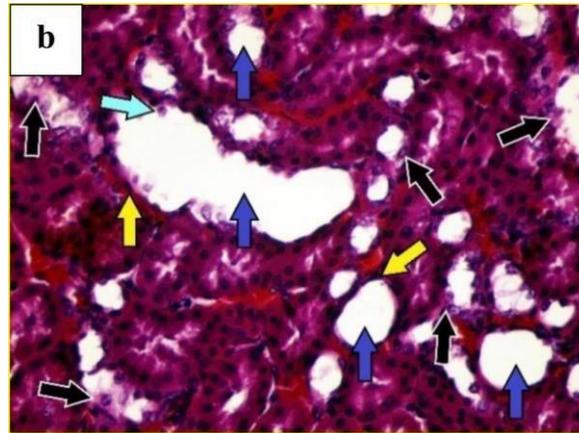


**Gambar 2.7** Degenerasi tubulus panah merah (Sumber: Ichsan, 2022)

## 3. Dilatasi tubulus proksimal

Dilatasi tubulus proksimal dimana terjadi pelebaran tubulus ginjal lebih dari

normal. Penyempitan lumen tubulus proksimal merupakan ciri khas kerusakan pada struktur anatomi khusus ini. Selain hal tersebut di atas, terdapat kerusakan lebih lanjut berupa cedera sel ginjal yang ditandai dengan kontraksi dan penyempitan glomerulus dan kapsul Bowman (Candra, 2015).



**Gambar 2.8** Dilatasi tubulus proksimal panah biru (Sumber : Kumara, 2021)

### 2.2.5 Kreatinin

Glomerulus bertanggung jawab untuk filtrasi kreatinin, sedangkan penyerapan tubular memfasilitasi reabsorpsinya. Sintesis kreatinin plasma terjadi di otot rangka, sehingga konsentrasinya dipengaruhi oleh massa otot dan berat badan (Banarjee, 2005). Menurut Dewi (2016), kisaran kadar kreatinin serum pada tikus putih jantan umumnya berkisar antara 0,7-1,3 mg/dl, sedangkan pada tikus putih betina berkisar antara 0,6-1,1 mg/dl.

Menurut Guyton dan Hall (2006), kreatinin mempunyai ukuran molekul lebih besar dibandingkan urea dan kurang permeabilitas melintasi membran tubulus. Akibatnya, reabsorpsi molekul kreatinin yang disaring oleh glomerulus melalui tubulus menjadi minimal. Perubahan kadar kreatinin serum dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk gangguan fungsi ginjal, fluktuasi curah jantung dan laju filtrasi glomerulus (GFR), cedera otot yang luas, dan konsumsi makanan kaya protein (Salasia & Hariono, 2014).

Ketika laju filtrasi glomerulus (GFR) menurun, terjadi peningkatan kadar kreatinin plasma. Menurut Price dan Wilson (2006), kreatinin plasma dianggap sebagai indikator laju filtrasi glomerulus (GFR) yang lebih tepat karena korelasi yang kuat dengan massa otot, yang mengalami variasi minimal dari waktu ke waktu. Untuk memperjelas, tingkat kreatinin bergantung pada massa otot individu dan tidak terpengaruh oleh faktor-faktor seperti asupan makanan, dehidrasi, atau katabolisme

jaringan. Keakuratan penilaian fungsi ginjal lebih tinggi bila menggunakan kadar kreatinin dibandingkan dengan Blood Urea Nitrogen (BUN). Menurut Horne dan Swearingen (2001), terdapat korelasi positif antara penurunan fungsi ginjal dan peningkatan kadar kreatinin serum.

### 2.2.6 Ureum

Urea adalah produk akhir dari pemecahan metabolisme protein dalam tubuh manusia. Kedua bahan kimia ini dihilangkan dari tubuh manusia melalui ekskresi ginjal. Menurut Laksmi (2014), jika terjadi gangguan atau kerusakan ginjal, terdapat potensi peningkatan kadar bahan kimia tersebut. Menurut Malole dan Pramono (1989), kisaran tipikal kadar urea darah pada mencit putih adalah 15,00-21,00 mg/dl.

Pengukuran urea sering dilakukan untuk menilai fungsi ginjal. Plasma, serum, atau urin dapat menjadi spesimen yang cocok untuk melakukan analisis urea. Pengukuran urea serum terbukti bermanfaat dalam penilaian fungsi ginjal, status hidrasi, keseimbangan nitrogen, perkembangan penyakit ginjal, dan hasil hemoragik (Marshall, 2012).

Peningkatan kadar urea serum berfungsi sebagai indikator adanya penyakit pra-ginjal, ginjal, ataupun pasca-ginjal. Terjadinya peningkatan kadar ureum pra-ginjal disebabkan oleh penurunan aliran darah ginjal, yang dapat dipicu oleh beberapa faktor seperti penyakit jantung kongestif, syok, perdarahan gastrointestinal, percepatan pemecahan protein, atau konsumsi makanan berprotein tinggi. Peningkatan kadar urea di ginjal dapat dikaitkan dengan adanya gagal ginjal dan penyakit ginjal (Marshall, 2012).

### 2.3 Timbal

Timbal, biasa disebut timbal dalam bahasa biasa, secara ilmiah dikenal sebagai timbal (Pb). Timbal ialah unsur logam yang terdapat dalam empat variasi isotop. Ia menunjukkan warna abu-abu kebiruan atau keperakan dan memiliki titik leleh  $327,5^{\circ}\text{C}$  dan suhu didih  $1740^{\circ}\text{C}$  dalam kondisi atmosfer (Gusnita, 2012). Berdasarkan temuan Amalia (2016), diketahui bahwa timbal mengalami penguapan pada kisaran suhu  $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya, ia bereaksi dengan oksigen yang ada di udara sekitar, menghasilkan pembentukan timbal oksida, seperti yang didokumentasikan oleh Saryan (1994) dan Palar (2004). Dari sudut pandang kimia, timbal memiliki tekanan uap yang relatif rendah dan menunjukkan kemampuan untuk menstabilkan berbagai

senyawa, menjadikannya sangat berharga dalam berbagai aplikasi industri. Dari sudut pandang klinis, telah diketahui secara luas bahwa timbal adalah zat yang sangat berbahaya, tidak ada spesies lain yang proses fisiologisnya bergantung pada timbal (Lubis, 2013). Timbal diklasifikasikan sebagai anggota golongan logam berat IVA dalam Tabel Periodik Unsur. Timbal, suatu unsur kimia, memiliki nomor atom 82 dan berat atom 207,2. Ia ada dalam keadaan padat pada kondisi suhu kamar standar dan menunjukkan berat jenis 11,4/l. Timbal tidak umum dijumpai dalam bentuk unsurnya di lingkungan alam. Sebaliknya, ia biasanya ditemukan dalam kombinasi dengan molekul lain, seperti  $PbBr_2$  dan  $PbCl_2$  (Gusnita, 2012).

Darmono (2001) menegaskan bahwa timbal bersifat persisten dan beracun, serta memiliki kemampuan untuk terakumulasi dalam rantai makanan. Laju penyerapan timbal dalam tubuh manusia ditandai dengan proses yang lamban, yang mengakibatkan penumpukan timbal secara bertahap seiring berjalannya waktu. Akumulasi ini selanjutnya menjadi mekanisme yang mendasari berkembangnya keracunan timbal yang progresif. Adanya timbal dalam tubuh dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi timbal pada beberapa organ antara lain aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung, dan otak (Setiani, 2018). Pada tingkat sel, timbal berfungsi sebagai radikal bebas dengan memulai pembentukan Spesies Oksigen Reaktif (ROS). Ada tren peningkatan pemanfaatan Robot Operating System (ROS).

Kehadiran jumlah antioksidan yang lebih rendah dalam tubuh manusia. Selain itu, kerusakan protein seluler akan mengakibatkan konsekuensi yang merugikan terhadap fungsi enzim, reseptor, dan sistem transpor membran, karena ini adalah target utama kerusakan oksidatif. Pada akhirnya, disfungsi seluler ini mungkin berujung pada terhentinya proses biologis penting, yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel.

#### 2.4 Tikus Putih (*Rattus Novergicus L.*)

*Rattus novergicus L.*, sering dikenal sebagai tikus coklat, merupakan spesies hewan pengerat yang termasuk dalam kelas Mamalia. Spesies ini memainkan peran penting dalam ekosistem manusia, memberikan dampak positif dan negatif. Keunggulan organisme ini sebagian besar berkaitan dengan kegunaannya sebagai subjek penelitian di lingkungan laboratorium. Ciri-ciri negatif organisme ini antara lain perannya sebagai hama pada barang-barang pertanian, hewan yang mengganggu,

serta pembawa dan penularan beberapa penyakit pada manusia (Priyambodo, 2007).

#### **Klasifikasi Tikus Putih**

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Chordata  
 Class : Mammalia  
 Ordo : Rodentia  
 Famili : Murinae  
 Genus : *Rattus*  
 Spesies : *Rattus norvegicus* L.



**Gambar 2.4** Tikus putih (Dokumentasi pribadi)

Hewan percobaan mengacu pada hewan yang dibiakkan dan dimanfaatkan secara khusus untuk tujuan melakukan eksperimen ilmiah. Tikus sering dijadikan subjek percobaan dalam penelitian ilmiah dengan jangka waktu yang lama. Hal ini dipengaruhi oleh fakta bahwa tikus memiliki ciri dan atribut fisiologis yang hampir sama dengan manusia. Tikus menunjukkan tingkat reproduksi yang cepat dan memiliki kapasitas yang besar untuk menghasilkan keturunan (Chaqiqi, 2013).

*Rattus norvegicus* (kiri), umumnya dikenal sebagai tikus laboratorium, merupakan salah satu spesies hewan yang sering digunakan untuk tujuan percobaan. Spesies khusus ini menunjukkan tingkat reproduksi yang tinggi, sehingga menghasilkan pertumbuhan populasi yang besar. *Rattus norvegicus* menunjukkan karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan tikus, terutama karena perawakan fisiknya yang relatif lebih tinggi. *Rattus norvegicus* L. yang biasa dikenal dengan sebutan tikus laboratorium memiliki ciri khas yang membedakannya dengan hewan percobaan lainnya. Salah satu karakteristiknya adalah kecenderungannya yang terbatas

untuk muntah, yang disebabkan oleh konfigurasi anatominya yang unik, yaitu tempat esofagus terhubung langsung ke lambung. Selain itu, patut dicatat bahwa tikus laboratorium tidak memiliki kantong empedu, sehingga membedakannya dari hewan percobaan lainnya (Chaqiqi, 2013).



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN