

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Mencit (*Mus musculus L.*)

Mencit laboratorium merupakan turunan dari mencit liar yang telah mengalami pembiakan secara selektif. Mencit dikelompokkan ke dalam kingdom animalia, phylum chordata. Hewan ini termasuk hewan yang bertulang belakang dan menyusui sehingga dimasukkan ke dalam subphylum vertebrata dan kelas mamalia. Selain itu hewan ini juga memiliki kebiasaan mengerat (ordo rodentia), dan merupakan famili muridae, dengan nama genus *Mus* serta memiliki nama spesies *Mus musculus L* (Priyambodo, 2003).

Mencit secara biologis memiliki ciri umum, yaitu berupa rambut berwarna putih atau keabu-abuan dengan warna perut sedikit lebih pucat. Mencit merupakan hewan nokturnal yang sering melakukan aktivitasnya pada malam hari. Perilaku mencit dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor internal seperti seks, perbedaan umur, hormon, kehamilan, dan penyakit; faktor eksternal seperti makanan, minuman, dan lingkungan disekitarnya (Smith dan Mangkoewidjojo, 1998).

Mencit memiliki berat badan yang bervariasi. Berat badan ketika lahir berkisar antara 2-4 gram, berat badan mencit dewasa berkisar antara 20-40

gram untuk mencit jantan dan 25-40 gram untuk mencit betina dewasa. Sebagai hewan pengerat mencit memiliki gigi seri yang kuat dan terbuka. Susunan gigi mencit adalah indicisivus $\frac{1}{2}$, caninus 0/0, premolar 0/0, dan molar 3/3 (Setijono, 1985).

Mencit dapat bertahan hidup selama 1-2 tahun dan dapat juga mencapai umur 3 tahun. Lama bunting 19-21 hari sedangkan umur untuk siap dikawinkan 8 minggu. Perkawinan mencit terjadi pada saat mencit betina mengalami estrus. Satu induk dapat menghasilkan 6-15 ekor anak (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988). Morfologi mencit dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi mencit (*Mus musculus L*) (Medero, 2008).

Penyebaran mencit sangat luas, semua jenis (strain) yang dapat digunakan di laboratorium sebagai hewan percobaan berasal dari mencit liar melalui seleksi (Yuwono dkk, 2002). Mencit liar lebih suka hidup pada suhu lingkungan yang tinggi, tetapi mencit juga dapat hidup terus pada suhu lingkungan yang rendah (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988).

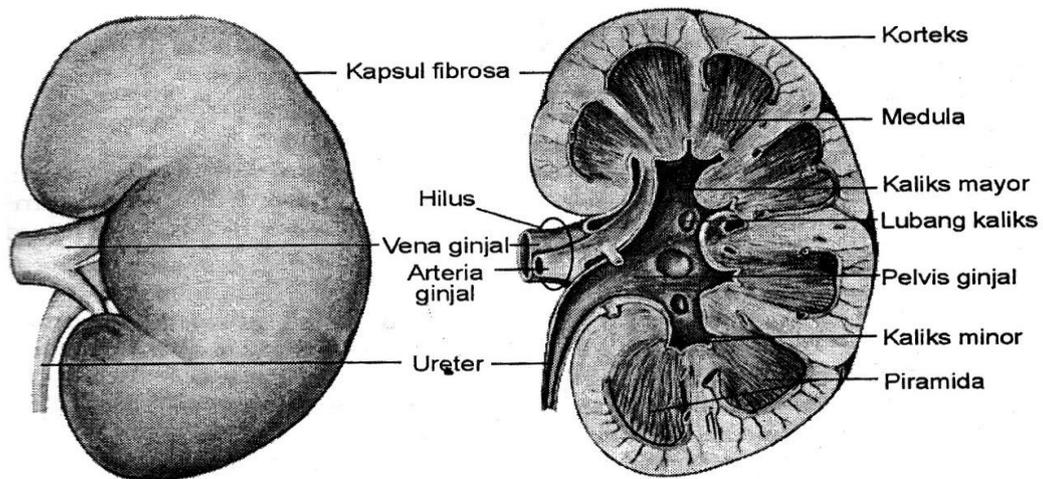
B. Ginjal

1. Morfologi dan Fungsi Ginjal

Ginjal terletak pada dinding posterior abdomen, di sebelah kanan dan kiri tulang belakang yang dibungkus oleh lapisan lemak yang tebal. Struktur halus ginjal terdiri atas banyak nefron yang merupakan satuan-satuan fungsional ginjal, diperkirakan ada 1.000.000 nefron dalam setiap ginjal (Pearce, 2000).

Ginjal tidak dapat membentuk nefron baru. Oleh karena itu, pada trauma ginjal, penyakit ginjal, atau penuaan normal, akan terjadi penurunan jumlah nefron secara bertahap. Penurunan jumlah nefron ini tidak mengancam jiwa karena perubahan adaptif sisa nefron menyebabkan nefron tersebut dapat mengekskresi air, elektrolit, dan produk sisa dalam jumlah yang tepat (Guyton dan Hall, 2007)

Setiap nefron mulai sebagai berkas kapiler (*Badan Malpighi* atau *Glomerulus*) yang erat tertanam dalam ujung atas yang lebar pada uriniferus atau nefron. Dari sini tubulus berjalan sebagian berkelok-kelok dan sebagian lurus. Bagian tubula pertama berkelok-kelok dan dikenal sebagai kelokan pertama atau tubula proximal dan sesudah itu terdapat sebuah simpai (*simpai Henle*). Kemudian tubula itu berkelok-kelok lagi, disebut kelokan kedua atau tubula distal, yang bersambung dengan tubula penampung yang berjalan melintasi korteks dan medula untuk berakhir dipuncak salah satu piramida (Pearce, 2000).



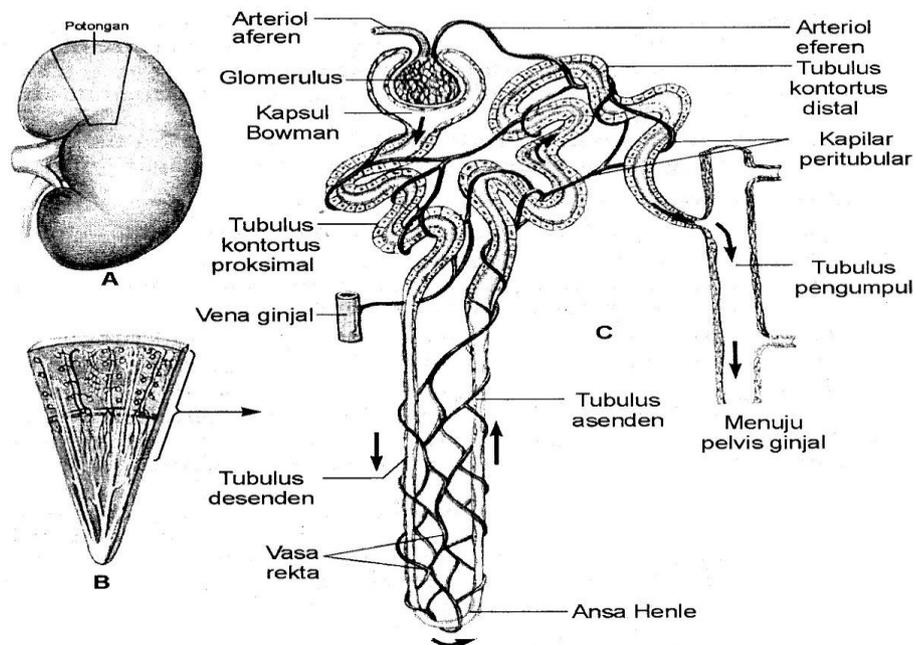
Gambar 2. Struktur ginjal pada mamalia (Sloan, 2003)

Cairan yang menyerupai plasma difiltrasi melalui dinding kapiler glomerulus ke tubulus renalis di ginjal (*filtrasi glomerulus*). Dalam perjalanannya sepanjang tubulus ginjal, volume cairan filtrat akan berkurang dan susunannya berubah akibat proses reabsorpsi tubulus dan proses sekresi tubulus untuk membentuk kemih (urin) yang akan disalurkan ke dalam pelvis renalis . Dengan membandingkan susunan plasma dan urin normal akan diperoleh gambaran besaran serta cara hasil metabolisme dibuang dari plasma (Tabel 1). Air dan elektrolit serta metabolit penting lainnya akan diserap kembali. Susunan urin dapat berubah-ubah dan banyak mekanisme pengaturan yang homeostatis untuk mengurangi atau mencegah perubahan susunan cairan ekstrasel (CES) dengan cara mengubah jumlah air dan zat terlarut tertentu yang diekresi melalui urin. Dari pelvis renalis, urin dialirkan ke *vesika urinaria* (kandung kemih) untuk kemudian dikeluarkan melalui proses berkemih (miksi) (Ganong, 2003).

Tabel 1. Kadar beberapa zat yang penting secara fisiologis dalam urin dan plasma pada manusia menurut Ganong (2003).

ZAT	Kadar Dalam		Ratio U/P
	Urine (U)	Plasma (P)	
Glukosa (mg/dL)	0	100	0
Na ⁺ (meq/L)	90	150	0,6
Ureum (meq/L)	900	15	60
Kreatinin	150	1	150

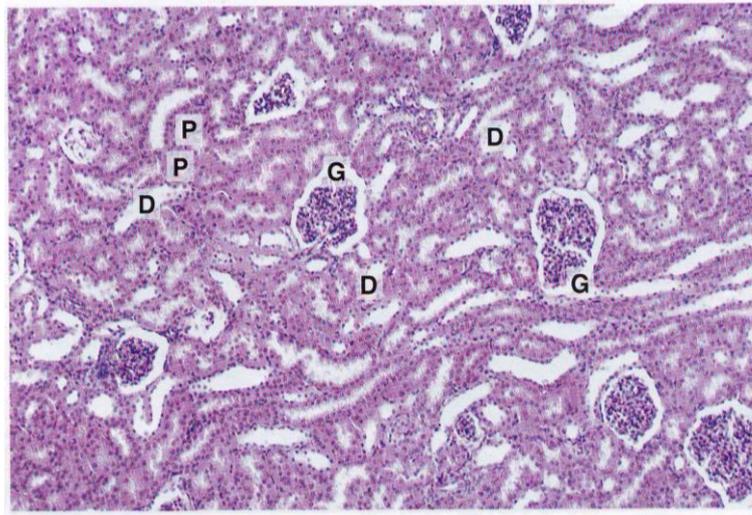
Selain itu ginjal juga berperan sebagai pengaturan keseimbangan air dan elektrolit, pengaturan osmolalitas cairan tubuh dan konsentrasi elektrolit, pengaturan tekanan arteri, pengaturan keseimbangan asam dan basa, sekresi, metabolisme dan ekresi hormon, dan glukoneogenesis (Guyton dan Hall, 2007).



Gambar 3. Hubungan tubulus renal dan pembuluh darah pada ginjal manusia (Sloan, 2003).

2. Histologi Organ Ginjal

Setiap ginjal memiliki sisi medial cekung, yaitu hilus (tempat masuknya syaraf, masuk dan keluarnya pembuluh darah dan pembuluh limfe, serta keluarnya ureter) dan memiliki permukaan lateral yang cembung. Pelvis renalis, yakni ujung atas ureter yang melebar terbagi menjadi dua atau tiga kaliks mayor. Beberapa cabang yang lebih kecil, yaitu kaliks minor yang dimana muncul dari setiap kalis mayor. Ginjal dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu korteks di bagian luar dan medula di bagian dalam (Junqueira, 2007).



Gambar 4. Potongan melintang 400x korteks ginjal, nampak (P) tubulus kontortus proksimal, (D) tubulus kontortus distal, (G) glomerulus (Junqueira, 2007)

a. Korpuskel Renalis

Setiap korpuskel renalis berdiametere sekitar 200 μ m dan terdiri atas seberkas kapiler, yaitu glomerulus yang dimana dikelilingi oleh kapsul epitel berdinding ganda yang disebut kapsula bowman. Lapisan viseral merupakan lapisan dalam kapsula bowman yang menyelubungi kapiler

glomerulus. Lapisan parietal kapsula bowman merupakan lapisan luar yang membentuk batas luar korpuskel renalis. Setiap korpuskel ginjal memiliki kutub vaskular yaitu, tempat masuknya arteriol efferen dan keluarnya arteriol efferen, dan memiliki kutub urinarius, yaitu tempat tubulus kontortus proksimal berasal (Junqueira, 2007).

b. Tubulus Kontortus Proksimal

Tubulus ini lebih panjang dari tubulus kontortus distal dan karenanya tampak banyak di dekat korpuskel ginjal dalam korteks ginjal. Apeks sel memiliki banyak mikrovili dengan panjang kira-kira 1 μ m yang membentuk *brush border* yang mengakibatkan sel-selnya berukuran besar dan setiap potongan melintang dari tubulus proksimal hanya mengandung tiga sampai lima inti bulat. Pada hewan, tubulus kontortus proksimal memiliki lumen lebar dan dikelilingi oleh kapiler partibular. Pada sediaan histologi rutin *brush border* biasanya tidak teratur dan lumen kapiler partibular sangat kecil dan tampak kolaps (Junqueira, 2007).

c. Ansa Henle

Ansa (lenkung) Henle merupakan struktur berbentuk U yang terdiri atas segmen tebal desendens, segmen tipis desendens, segmen tipis ascendens dan segmen tebal ascendens. Ansa Henle menciptakan gradien hipertonic di dalam interstisium medula yang mempengaruhi konsentrasi urin saat mengalir melalui duktus koligentes (Junqueira, 2007).

d. Tubulus Kontortus Distal

Tubulus kontortus distal dilapisi oleh sel epitel kuboid . Tubulus kontortus distal berbeda dari tubulus kontortus proksimal karena tidak memiliki *brush border*, tidak adanya kanalikuli apikal, dan ukuran sel yang lebih kecil. Inti pada tubulus kontortus distal lebih banyak daripada di dinding tubulus kontortus proksimal. Hal ini dikarenakan bentuk sel-sel tubulus distal yang lebih gepeng dan lebih kecil dari sel tubulus kontortus proksimal. Di dalam tubulus kontortus distal terjadi pertukaran ion Na^+ dan ion K^+ yang dimana mekanisme ini mempengaruhi jumlah total garam dan air tubuh. Tubulus distal juga berperan dalam proses sekresi ion hidrogen dan ammonium ke dalam urin tubulus yang aktivitas ini penting untuk mempertahankan keseimbangan asam dan basa dalam darah (Junqueira, 2007).

e. Tubulus dan Duktus Koligentes

Urin mengalir dari tubulus kontortus distal menuju ke tubulus koligentes yang saling bergabung membentuk duktus koligentes yang lebih besar dan lebih lurus. Di medula, duktus koligentes merupakan komponen utama pada mekanisme pemekatan urin (Junqueira, 2007).

3. Kerusakan Ginjal

Adapun jenis-jenis kerusakan ginjal menurut adalah sebagai berikut (Anonim, 2010):

1. Nekrosis kortikalis

Nekrosis kortikalis adalah suatu kematian sel jaringan ginjal yang mengenai beberapa atau seluruh bagian luar ginjal (korteks), tetapi tidak mengenai bagian dalam ginjal (medula). Nekrosis kortikalis terjadi akibat adanya penyumbatan pada arteri kecil yang menuju ke korteks ginjal.

2. Nefritis

Nefritis adalah peradangan ginjal, peradangan ini dapat mengenai daerah pembuluh darah, glomeruli. Nefritis biasanya disebabkan oleh infeksi, seperti yang terjadi pada pielonefritis atau suatu reaksi kekebalan yang keliru melukai ginjal. Tanda-tanda dari nefritis adalah hematuria (darah di dalam air kemih), proteinuria (protein di dalam air kemih).

3. Infark Ginjal

Infark Ginjal adalah kematian pada suatu daerah jaringan ginjal akibat gangguan peredaran yaitu tersumbatnya arteri renalis (arteri utama yang membawa darah ke ginjal). Penyumbatan arteri renalis biasanya disebabkan adanya suatu partikel yang mengembang di dalam aliran darah dan menyumbat arteri (emboli). Emboli dapat berasal dari pembekuan darah di dalam arteri renalis akibat trauma renalis.

4. Glomerulopati

Glomerulopati merupakan peradangan pada glomeruli. Ada 4 jenis glomerulopati:

- Sindroma nefritik akut, timbul secara mendadak dan biasanya cepat sembuh
- Sindroma nefritik progresif, timbul secara mendadak dan segera memburuk
- Sindroma nefrotik, menyebabkan hilangnya sejumlah besar protein dalam air kemih
- Sindroma nefrotik kronik, timbul secara bertahap dan memburuk secara perlahan.

Apabila glomerulus mengalami kerusakan maka zat-zat dari aliran darah tidak dapat disaring secara normal. Protein, darah, sel darah putih dapat melewati glomerulus dan masuk ke dalam air kemih. Peradangan ginjal dapat disebabkan oleh infeksi, suatu reaksi kekebalan yang keliru dan melukai ginjal.

5. Asidosis Tubulus Renalis

Asidosis Tubulus Renalis adalah suatu penyakit dimana tubulus renalis tidak dapat membuang asam dari darah ke dalam air kemih. Pada penyakit ini, tubulus renalis tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan hanya asam yang dibuang ke dalam kemih. Penyakit ini dapat ditimbulkan oleh faktor keturunan, obat-obatan dan keracunan logam berat.

6. Batu Saluran Kemih

Suatu massa seperti batu yang terbentuk di sepanjang saluran kemih dan bisa menyebabkan nyeri, perdarahan penyumbatan aliran kemih atau infeksi.

7. Glikosuria Renalis

Glikosuria Renalis yaitu suatu keadaan dimana gula (glukosa) di buang ke dalam air kemih, meskipun kadar gula di dalam darah adalah normal atau

rendah. Penyebab penyakit ini diakibatkan pada saat darah disaring oleh ginjal, glukosa dibuang bersamaan dengan zat-zat lainnya.

8. Diabetes Insipidus Nefrogenik

Suatu kelainan dimana ginjal menghasilkan sejumlah besar air kemih yang encer karena ginjal gagal memberikan respon terhadap hormon antidiuretik dan tidak mampu memekatkan air seni.

C. Medan Listrik dan Dampaknya Secara Biologis

Kehadiran medan listrik di sekitar kehidupan manusia tidak dapat dirasakan oleh indera manusia, kecuali jika intensitasnya cukup besar dan terasa hanya bagi orang yang hipersensitif saja. Medan listrik termasuk kelompok radiasi non-pengion yang merupakan jenis radiasi yang tidak akan menyebabkan efek ionisasi apabila berinteraksi dengan materi. Radiasi ini relatif tidak berbahaya, berbeda dengan radiasi jenis pengion yang merupakan jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi contohnya, radiasi nuklir atau radiasi sinar *roentgen* (Tribuana, 2000).

Medan Listrik dari suatu sumber listrik berbentuk seperti garis , dimana pada sebuah garis terdapat pangkal dan ujungnya. Pangkalnya berada di sumber listrik/penghantar bertegangan, sedangkan ujungnya berada pada benda-benda di sekitarnya (Tumiran, 1999).

Medan listrik berbeda dengan medan magnet dalam menghasilkan efek terhadap benda-benda di sekitarnya. Medan listrik nilainya akan berubah bila

dalam kondisi terpajan oleh benda yang berada disekitarnya . Sementara itu medan magnet tidak akan berubah nilainya karena mampu menembus benda-benda yang berada di dekat sumber magnet dan mampu menimbulkan induksi sesuai dengan kuat medan yang ditimbulkannya (Tumiran, 1999).

Medan Listrik di bawah jaringan dapat menimbulkan beberapa hal, sebagai berikut (Tribuana, 2000) :

- Menimbulkan suara/bunyi mendesis akibat ionisasi pada permukaan penghantar (konduktor) yang kadang disertai cahaya keunguan,
- Bulu/rambut berdiri pada bagian badan yang terpajan akibat gaya tarik medan listrik yang kecil,
- Kejutan lemah pada sentuhan pertama terhadap benda-benda yang mudah menghantar listrik (seperti atap seng, pagar besi, kawat jemuran dan badan mobil).
- Lampu neon dan test pen dapat menyala tetapi redup, akibat mudahnya gas neon di dalam tabung lampu dan test pen terionisasi.

Pada jaringan transmisi yang bertegangan akan selalu menimbulkan medan listrik. Besar kecilnya medan listrik dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang diterapkan, jarak dari permukaan tanah, dan kontur permukaan bumi (Tumiran, 1999).

Tribuana (2000) menyebutkan, UNEP (*United Nations Environment Programme*) , WHO (*World Health Organization*), dan IRPA (*International Radiation Protection Association*), pada tahun 1987 mengeluarkan suatu

pernyataan mengenai nilai rapat arus induksi terhadap efek-efek biologis yang ditimbulkan akibat pajanan medan listrik dan medan magnet pada frekuensi 50/60HZ terhadap tubuh manusia sebagai berikut : antara 1 dan 10 mA/m² tidak menimbulkan efek biologis yang berarti, antara 10 dan 100 mA/m² menimbulkan efek biologis yang terbukti termasuk efek pada sistem penglihatan dan syaraf, antara 100 dan 1000 mA/m² menimbulkan stimulasi pada jaringan-jaringan yang dapat dirangsang dan ada kemungkinan bahaya terhadap kesehatan, dan di atas 1000 mA/m² dapat menimbulkan ekstrasistole dan fibrasi ventrikular dari jantung (bahaya akut terhadap kesehatan).

Di Indonesia, pengamanan terhadap pengaruh medan listrik 50-60 Hz pada tegangan 115 V, diatur berdasarkan Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/47/MPE/ 1992, dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 2. Pengamanan terhadap pengaruh medan listrik 50-60 Hz pada tegangan 115 V

Peralatan	Medan listrik berjarak 30 cm (kV/m)	Peralatan	Medan Listrik berjarak 30 cm(kV/m)
1.0in">Selimut listrik	0,500	1.0in">Pengering rambut	0,040
Stereo Set	0,180	TV berwarna	0,030
1.0in">Lemari pendingin	0,060	1.0in">Penyedot debu	0,016
1.0in">Setrika listrik	0,060	1.0in">Lampu pijar	0,002

Sumber : Departemen Pertambangan dan Energi (No. 01.P/47/MPE/1992)

Pada penelitian lain menunjukkan efek negative terhadap jaringan tubuh babi (otak dan darah) akibat pemberian pajanan medan listrik pada 1.8 kV/m , dan 1,9 kV/m (Seyhan dkk , 2006). Selain itu medan listrik pada 6kV dan 7kV selama 8 jam/hari (35 hari) berpengaruh terhadap motilitas (%), viabilitas (%) dan morfologi normal (%) spermatozoa tetapi tidak berpengaruh terhadap konsentrasi (jt/mL) spermatozoa mencit jantan (Busman, 2007).