

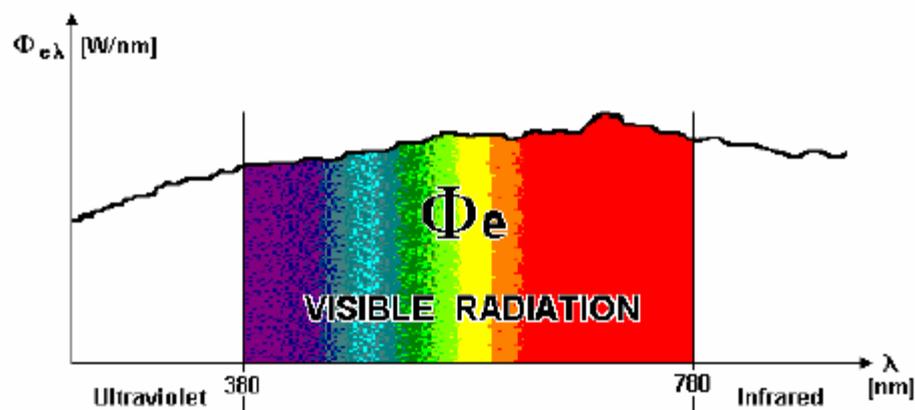
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gelombang Elektromagnetik dan Masalahnya

Secara umum sistem peralatan elektronik, elektrik dan elektromekanik jumlahnya semakin lama semakin meningkat, terutama peralatan-peralatan yang menggunakan sistem digital modern seperti, *Terrestrial Trunket Radio*, *Global System for Mobile Communication (GSM)*, *Personal Computer*, *Digital Pager*, radio genggam, telepon celluler dan peralatan *Wireless*, peralatan kedokteran elektronik, peralatan rumah tangga, lampu penerangan dan lain sebagainya, dimana peralatan tersebut membangkitkan gelombang elektromagnetik (Sulistyanto,2002).

Menurut Ahmad (1987) gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terbentuk dari usikan medan magnetik dan medan listrik. Kedua medan ini bergetar dalam arah yang saling tegak lurus. Medan magnetik dan medan listrik pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal, yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Jika kita gambarkan arah getar dan arah rambatnya adalah sebagai berikut: Bila suatu berkas foton atau gelombang elektromagnetik dilewatkan dalam suatu benda, berkas tersebut akan berinteraksi dengan atom-atom penyusun benda sehingga intensitas foton akan diserap oleh benda tersebut.

Cahaya nampak, seperti yang dapat dilihat pada spektrum elektromagnetik pada Gambar 1 yang menunjukkan adanya gelombang sempit diantara cahaya *ultraviolet* (UV) dan energi inframerah (panas). Gelombang cahaya tersebut mampu merangsang retina mata, yang menghasilkan sensasi penglihatan yang disebut pandangan. Oleh karena itu, penglihatan memerlukan mata yang berfungsi dan cahaya yang nampak (UNEP, 2005).



Gambar 1. Radiasi elektromagnetik yang tampak(UNEP, 2005)

Spektrum gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa daerah. Pada spektrum gelombang dengan frekuensi 60 atau 50 Hz terdapat medan elektromagnetik yang dibangkitkan oleh saluran daya listrik dan beberapa peralatan besar maupun kecil. Pada ujung atas terdapat radiasi nuklir yang terdiri dari sinar gamma dan sinar-X. Ditengah-tengah terdapat frekuensi radio (RF) gelombang elektromagnetik yang membawa apa saja dari radio AM dan FM dan siaran televisi, *band* radio dan lainnya. Oleh karena itu peralatan komunikasi yang sering digunakan oleh manusia akan meradiasikan atau membocorkan gelombang elektromagnetik RF. Gelombang elektromagnetik energi sangat tinggi, seperti sinar UV atau sinar-X, disebut juga radiasi

ionisasi karena mereka mengionisasi molekul pada jalur yang dilalui.

Pemaparan gelombang yang tidak terkendali dari radiasi ionisasi dalam jumlah besar diketahui sebagai penyebab penyakit dan bahkan kematian pada manusia. Efek biologis gelombang elektromagnetik RF non-ionisasi tidak diketahui dengan baik pada saat ini, walaupun telah dilakukan beberapa penelitian. Belum ditemukan bukti bahwa pemaparan terhadap gelombang elektromagnetik frekuensi rendah dari saluran transmisi akan menyebabkan beberapa penyakit (Sulistyanto,2009).

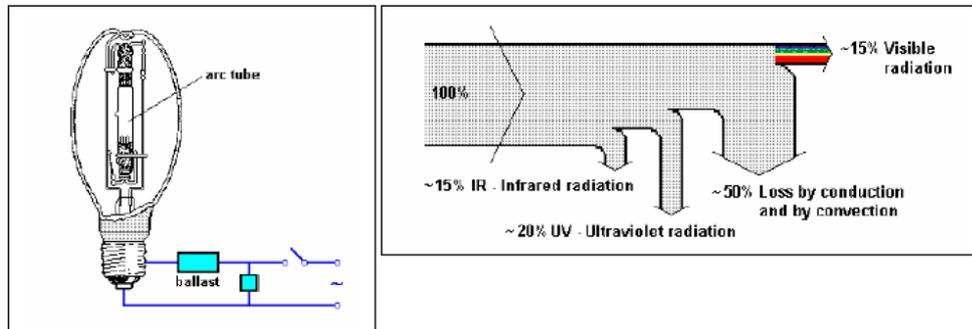
Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan medium. Gelombang radio, sinyal televisi, sinar radar, cahaya tak terlihat, sinar-X, dan sinar gamma merupakan contoh-contoh gelombang elektromagnetik. Tingkat paparan gelombang elektromagnetik dari berbagai frekuensi berubah secara signifikan sejalan dengan perkembangan teknologi yang menimbulkan kekhawatiran bahwa paparan dari gelombang elektromagnetik ini dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan fisik manusia. Banyak kalangan mengklaim bahwa gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh alat-alat listrik dapat mengganggu kesehatan pengguna dan orang-orang yang berdiri di sekitarnya. Anggapan ini dibenarkan oleh para ahli bidang telekomunikasi, namun tidak sedikit pula bantahan-bantahan oleh beberapa pihak yang menyangkal sebaliknya (Sulistyanto, 2009).

B. Lampu Merkuri

Lampu merkuri memiliki efikasiterendah dari keluarga HID (*High intensity Discharge*), penurunan lumen yang cepat, dan indeks perubahan warna yang rendah. Tabung pemancar diisi dengan gas merkuri dan argon murni, sedangkan di bagian dalam dilapisi serbuk fluorezen (fosfor). Fungsi serbuk fluorezen adalah untuk merubah radiasi ultra violet menjadi cahaya tampak. Tabung pemancar tertutup di dalam bola lampu yang berada diluarnya yang diisi dengan nitrogen. Radiasi yang dipancarkan lampu merkuri antarlain sinar UV dan inframerah dapat dilihat pada Gambar 2 (UNEP, 2005).

Lampu merkuri *blended* merupakan kombinasi lampu pijar dengan lampu merkuri *fluoresen*. Lampu pijar menghasilkan warna kekuningan sedangkan yang dihasilkan lampu merkuri *fluoresen* cahayanya dominan ultra violet. Filamen tungsten dihubungkan seri dengan salah satu elektroda utama yang berfungsi untuk membatasi arus saat lampu bekerja. Dengan demikian lampu merkuri *blended* ini tidak memerlukan balas lagi di luar filamen tungsten. Di samping sebagai pembatas arus, juga berfungsi untuk menghasilkan cahaya dominan infra merah. Filamen ini akan menyerap sebagian panas yang dihasilkan lampu, sehingga berakibat mengurangi efikasi lampu dan rentang usia pemakaian. Oleh karena itu efikasinya hanya antara 12 sampai 25 lumen/watt, sedangkan rentang usianya sampai dengan 6.000 jam menyala. Penggunaan lampu ini merupakan alternatif pengganti lampu pijar untuk penerangan industri dan komersil dengan efikasi dan

rentang usia pemakaian yang lebih tinggi, sehingga biaya pemasangan awal yang lebih rendah (Siswono, 2008).



Gambar 2. Lampu merkuri dan diagram alir energinya (UNEP,2005).

C. Mencit (*Mus musculus L.*)

Menurut Arrington (1972) mencit termasuk ke dalam famili Muridae. Mencit hidup di berbagai daerah mulai dari iklim dingin, sedang maupun panas dan dapat hidup dalam kandang atau hidup bebas sebagai hewan liar. Mencit liar lebih suka suhu lingkungan yang tinggi namun dapat beradaptasi dengan baik pada suhu yang rendah. Rambut mencit liar berwarna abu-abu dan warna perut sedikit lebih pucat, mata berwarna hitam, dan kulit berpigmen. Morfologi mencit dapat dilihat pada Gambar 3.

Menurut Arrington (1972) berikut adalah klasifikasi mencit :

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Sub-Phylum : Vertebrata
Class : Mamalia
Ordo : Rodentia
Family : Muridae
Genus : *Mus*
Species : *Mus musculus* L.



Gambar 3. Morfologi mencit (Davis, 2009).

Berdasarkan sifat genetiknya terdapat tiga macam mencit (Malole dan Pramono, 1989):

1. *Random breed mice* yaitu mencit yang dikawinkan secara acak dengan mencit yang tidak ada hubungan keturunan.
2. *Inbreed mice* yaitu mencit hasil perkawinan antar saudara sebanyak lebih dari 20 turunan.

3. *F1-Hybrid* yaitu mencit hasil perkawinan antara dua galur yang inbreed.

Smith dan Mangkoewidjojo (1988) menyatakan bahwa setelah dibudidayakan dan diseleksi selama puluhan tahun, sekarang mencit memiliki warna bulu dan galur dengan bobot badan yang bervariasi. Menurut Malole dan Pramono (1989) berdasarkan lingkungan hidupnya mencit dibagi dalam empat kategori:

- 1) Mencit bebas hama yaitu mencit yang bebas dari mikroorganisme yang dapat dideteksi.
- 2) Mencit yang hanya mengandung mikroorganisme tertentu.
- 3) Mencit yang bebas mikroorganisme patogen tertentu, dan
- 4) Mencit biasa yaitu mencit yang dipelihara tanpa perlakuan khusus.

Mencit merupakan hewan yang paling banyak digunakan sebagai hewan model laboratorium dengan kisaran penggunaan antara 40-80%. Mencit banyak digunakan sebagai hewan laboratorium (khususnya digunakan dalam penelitian biologi), karena memiliki keunggulan-keunggulan seperti siklus hidup relatif pendek, jumlah anak perkelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, serta sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip hewan lain, seperti sapi, kambing, domba, dan babi. Menurut Malole dan Pramono (1989) berbagai keunggulan mencit seperti: cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya tinggi dan sifat anatomis dan fisiologisnya terkarakterisasi dengan baik. Mencit merupakan hewan mamalia yang mempunyai peranan penting bagi manusia untuk tujuan ilmiah karena memiliki daya adaptasi baik. Mencit memiliki beberapa

keunggulan antara lain penanganan dan pemeliharaan yang mudah karena tubuhnya kecil, sehat dan bersih, kemampuan reproduksi tinggi dengan masa kebuntingan singkat, serta memiliki karakteristik produksi dan reproduksi yang mirip dengan mamalia lainnya (Malole dan Pramono, 1989).

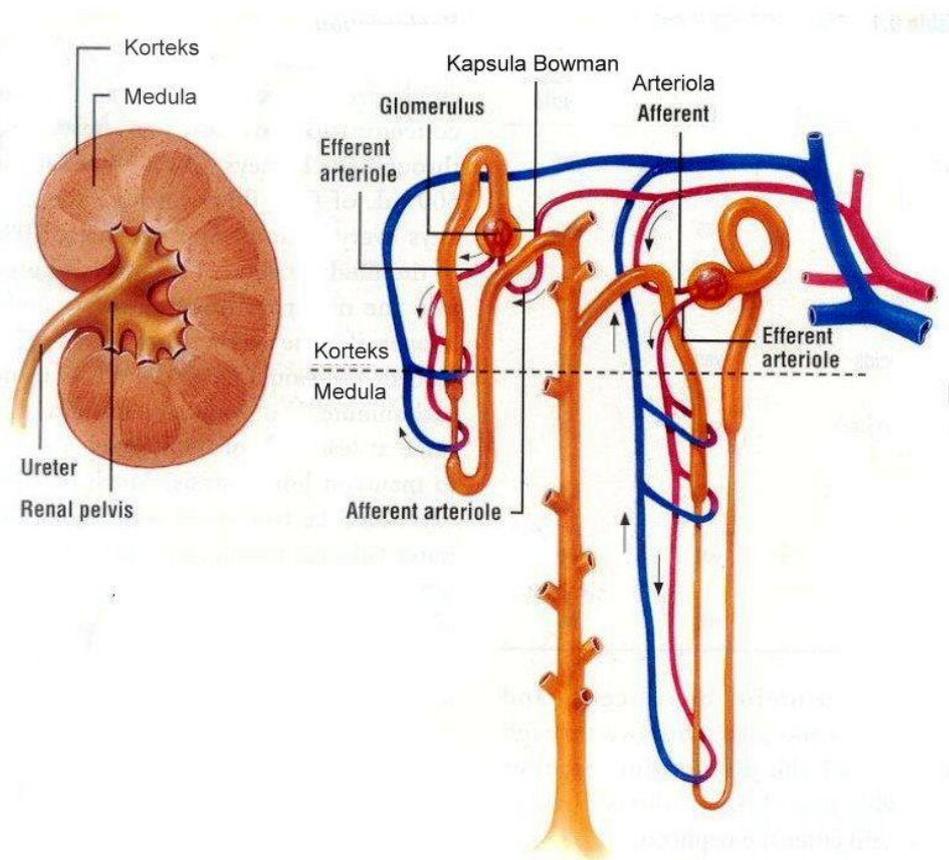
D. Ginjal

1. Struktur dan Fungsi Ginjal

Mamalia merupakan suatu organ yang kompleks baik anatomi maupun fungsinya. Ukuran ginjal pada berbagai spesies ditentukan oleh jumlah nefron yang dimilikinya. Perubahan-perubahan pada ginjal dapat terjadi di dalam glomeruli, tubuli, jaringan interstisial dan pada pembuluh darah glomeruli lihat Gambar 4. Perubahan yang degenerasi pada tubuli yang sering terlihat adalah degenerasi granuler, degenerasi perlemakan, dan nekrosis sel-sel tubulus (Gunawijaya, 1994).

Salah satu fungsi ginjal yang pokok adalah mengsekresi atau mengeluarkan zat-zat yang sudah tidak berguna. Selain itu ginjal juga berperan dalam homeostasis tubuh. Menurut Ganong (1979) peranan ginjal homeostasis merupakan gabungan dari tiga proses, yaitu :

- (1) Filtrasi plasma darah oleh glomerulus.
- (2) Absorpsi kembali zat-zat yang masih berguna oleh tubulus.
- (3) sekresi zat-zat oleh tubulus dari darah ke dalam lumen tubulus.



Gambar 4. Struktur ginjal mamalia (Kusumo, 2007).

Ginjal juga mengatur pH, konsentrasi ion mineral, dan komposisi air dalam darah. Selain itu, ginjal juga mempertahankan pH plasma darah pada kisaran 7,4 melalui pertukaran ion hidronium (H_3O^+) dan hidroksil (OH^-). Akibatnya, urine yang dihasilkan dapat bersifat asam pada pH 5 atau alkalis pada pH 8 (Taslim, 2008).

2. Struktur Histologi Ginjal

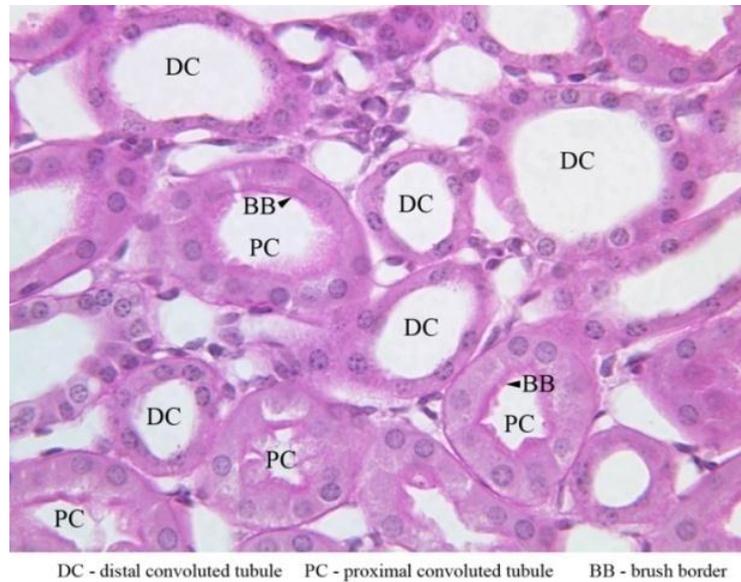
Secara anatomis ginjal terbagi menjadi 2 bagian yaitu korteks dan medulla ginjal. Di dalam korteks terdapat berjuta-juta nefron, dimana setiap ginjal terdiri atas 1-4 juta nefron, sedangkan di dalam medulla banyak terdapat

duktuli ginjal. Nefron adalah unit fungsional terkecil dari ginjal yang terdiri atas tubulus kontortus proksimalis, korpuskulus renal, tubulus kontortus distalis, segmen tipis, dan tebal ansa Henle, serta tubulus kolagens. Darah yang membawa sisa-sisa hasil metabolisme tubuh difiltrasi di dalam glomeruli kemudian ditubuli ginjal, beberapa zat yang masih diperlukan tubuh mengalami reabsorpsi dan zat-zat hasil sisa metabolisme mengalami sekresi bersama air membentuk urine. Setiap hari tidak kurang 180 liter cairan tubuh difiltrasi di glomerulus dan menghasilkan urin 1-2 liter. Urin yang terbentuk di dalam nefron disalurkan melalui piramida ke sistem pelvikalises ginjal untuk kemudian disalurkan ke dalam ureter (Purnomo, 2009).

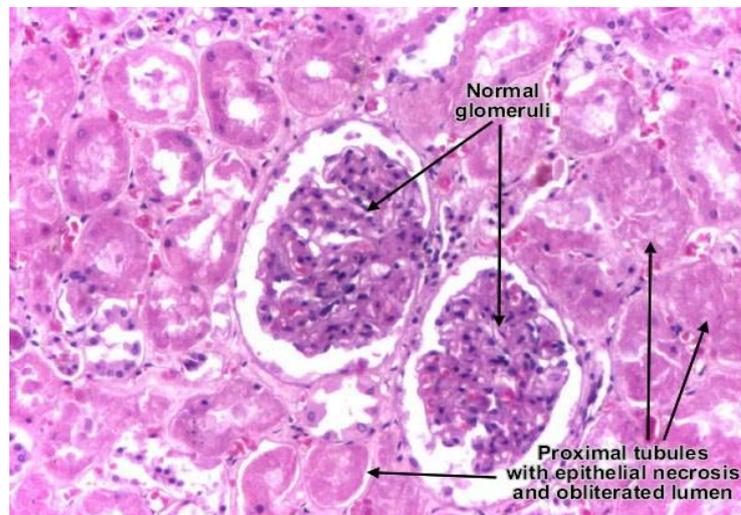
a) Tubulus kontortus proksimal

Tubulus kontortus proksimal kebanyakan terdapat di bagian korteks ginjal. Mukosa tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel-sel epitel kubus selapis, *brush border* yang menghadap lumen dibentuk oleh mikrovili (Gambar 5). Sel epitel tubulus kontortus proksimal berfungsi untuk reabsorpsi. Tubulus proksimal merupakan bagian yang paling banyak mengalami kerusakan pada kasus nefrotoksik. Hal ini terjadi karena adanya akumulasi bahan-bahan toksik pada segmen ini, karakter tubulus proksimal yang memiliki epitel yang lemah dan mudah bocor. Perbedaan transport segmental dari sitokrom P-450 dan konjugat sistein β -lyase juga turut berperan dalam meningkatkan kelemahan tubulus proksimal. Menurut Sukandar (1997) kerusakan tubulus proksimal secara morfologi ditandai dengan sitoplasma yang keruh,

pembengkakan sel-sel tubulus proksimal sehingga lumennya menyempit bahkan menghilang (Gambar 6).



Gambar 5. Mikrofotografi tubulus ginjal (Anonim, 2007).
Keterangan: DC : Tubulus distal, BB : *Bursh border*,
PC : Tubulus proksimal



Gambar 6. Nekrosis pada tubulus proksimal menciit (Riezakirah, 2011).

b) Glomerulus

Glomerulus merupakan anyaman pembuluh darah kapiler, yang merupakan cabang dari arteriolen aferen. Setelah memasuki badan ginjal

(korpus ginjal) korpuskula renalis, arteriol aferen biasanya bercabang menjadi 2-5 cabang utama yang masing-masing bercabang lagi menjadi jala-jala kapiler. Glomerulus diatur oleh arteriol eferen (Eroschenko, 2003).

c) Tubulus Kontortus Distal

Tubulus kontortus distal lebih pendek dan tidak begitu berkelok dibandingkan dengan tubulus kontortus proksimal. Sel-sel tubulus kontortus distal secara aktif mereabsorpsi ion-ion Na^+ dari filtrat glomerular dan dimasukkan ke dalam interstisium. Aktivitas reabsorpsi ini berlangsung bersamaan dengan ekskresi ion H^+ atau K^+ ke dalam filtrat atau urin tubular. Reabsorpsi Na^+ di tubuli diatur oleh hormon aldosteron yang disekresi korteks adrenal. Sebagai respon terhadap hormon ini, sel-sel tubulus kontortus distal secara aktif mengabsorpsi Na^+ dari filtrat. Fungsi tubuli distal merupakan fungsi vital untuk mempertahankan keseimbangan asam-basa yang sesuai pada cairan tubuh (Eroschenko, 2003).