

Pengaruh Radiasi *Smartphone* dalam Mode Pesawat (*Airplane Mode*) pada Histologi Ginjal Mencit Jantan (*Mus musculus*)

Alya Hamdah^{1*}, Azzahra Noor Firantia¹, Bella Nur Qamarania¹, Fadila Aulia¹,
Yusni Atifaha¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang,
Sumatera Barat

*Corresponding author: hamdahalya965@gmail.com

ABSTRACT

*It is inevitable that communication technologies such as cellular phones or mobile phones (HP) are advancing and developing rapidly. There are concerns about the dangers of electromagnetic radiation emitted by smartphones, even in airplane mode. Although airplane mode significantly reduces the signal transmission activity of smartphones, some components of the device still emit low-intensity electromagnetic radiation that can affect the biomagnetic system of smartphones. This electromagnetic radiation is suspected to affect the biological tissues of the human body, especially sensitive organs such as the kidneys. Long-term exposure to radiation can alter the shape and function of the kidney, which is an important organ for regulating electrolytes and excretion of waste. The purpose of this study was to determine how smartphone radiation in airplane mode affects the kidney histology of mice (*Mus musculus*). This study utilized male mice as experimental subjects. Four treatment groups consisted of mice: control group (no exposure), group 1 (radiation exposure for 4 hours), group 2 (radiation exposure for 6 hours), and group 3 (radiation exposure for 8 hours). After treatment, renal histology preparations were made by paraffin method to see if there were any changes in histology. The results showed that the histology structures of the kidneys of the four treatment groups were not significantly different. These results indicate that smartphone radiation in airplane mode for up to 8 hours does not change the histology of the kidneys of mice. The assumption supported by this study is that the radiation released by smartphones during airplane mode has an energy level that is too low to affect the structure of kidney tissue.*

Keywords : *electromagnetic radiation, smartphone, kidney histology, mice (*Mus musculus*)*

ABSTRAK

Tidak dapat dihindari bahwa teknologi komunikasi seperti telepon seluler atau *handphone* (HP) semakin maju dan berkembang pesat. Ada kekhawatiran tentang bahaya radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh *smartphone* walaupun dalam mode pesawat. Meskipun mode pesawat secara signifikan mengurangi aktivitas transmisi sinyal *smartphone*, beberapa komponen perangkat tetap memancarkan radiasi elektromagnetik dalam intensitas rendah yang dapat memengaruhi sistem biomagnetik *smartphone*. Radiasi elektromagnetik ini diduga memengaruhi jaringan biologis tubuh manusia, terutama organ yang sensitif seperti ginjal. Paparan radiasi jangka panjang dapat mengubah bentuk dan fungsi ginjal, yang merupakan organ penting untuk mengatur elektrolit dan ekskresi limbah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana radiasi *smartphone* dalam mode pesawat mempengaruhi histologi ginjal mencit (*Mus musculus*). Studi ini memanfaatkan mencit jantan sebagai subjek eksperimen. Empat kelompok perlakuan terdiri dari mencit: kelompok kontrol (tanpa paparan), kelompok 1 (paparan radiasi selama 4 jam), kelompok 2 (paparan radiasi selama 6 jam), dan kelompok 3 (paparan radiasi selama 8 jam). Setelah perlakuan, preparat histologi ginjal dibuat dengan metode parafin untuk melihat apakah ada perubahan pada histologi. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa struktur histologi ginjal dari keempat kelompok perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa radiasi *smartphone* dalam mode pesawat hingga 8 jam tidak mengubah histologi ginjal mencit. Asumsi yang didukung oleh penelitian ini adalah bahwa radiasi yang dilepaskan oleh *smartphone* selama mode pesawat memiliki tingkat energi yang terlalu rendah untuk memengaruhi struktur jaringan ginjal.

Kata kunci :radiasi elektromagnetik, smartphone, histologi ginjal, mencit

PENDAHULUAN

Salah satu teknologi komunikasi yang paling banyak digunakan di dunia adalah ponsel. Semua orang dari segala usia menggunakan ponsel, mulai dari anak kecil hingga orang tua. Semakin canggih ponsel, semakin besar kecenderungan orang untuk menggunakannya di dunia yang sudah mengglobal ini. Pada kenyataannya, bukan hal yang aneh jika orang menggunakan ponsel mereka hanya untuk *fashion*. Telepon seluler adalah jenis perangkat yang menggunakan gelombang elektromagnetik (Iqlima, 2020). Ponsel dapat menimbulkan radiasi baik secara langsung (dari suhu ponsel sendiri) maupun tidak langsung (melalui pancaran gelombang elektromagnetik). Namun, karena interaksi penggunaan yang tinggi dan banyaknya ponsel aktif yang digunakan atau berada di sekitar pengguna, radiasi dapat berdampak negatif pada kesehatan (Sumbayak *et.al*, 2021).

Saat ini, ponsel yang banyak dijual memiliki frekuensi 450 MHz dan 900 MHz. Namun, perusahaan pengelola jasa telepon seluler belakangan ini banyak menggunakan frekuensi yang jauh lebih tinggi, yaitu 1800 MHz. Seperti radio, ponsel mengubah suara menjadi gelombang elektro-magnetik. Kekuatan pancaran gelombang dan penempatan ponsel di tubuh akan mengubah sel-sel tubuh hingga berkembang abnormal dan mungkin menjadi sel kanker. Sebuah penelitian di Finlandia menunjukkan bahwa radiasi elektromagnetik yang serupa dengan radiasi ponsel selama satu jam dapat mengubah produksi sel (Husain & Makiyah, 2012).

Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh *smartphone*, termasuk dalam mode pesawat, menimbulkan kekhawatiran mengenai dampaknya terhadap kesehatan manusia dan hewan. Meskipun mode pesawat secara signifikan menurunkan aktivitas transmisi sinyal pada *smartphone*, beberapa bagian perangkat tetap memancarkan radiasi elektromagnetik dalam intensitas rendah yang dapat berdampak pada sistem biologis

magnetik dari *smartphone* diduga memiliki pengaruh terhadap jaringan biologis pada tubuh makhluk hidup, terutama pada organ yang sensitif seperti ginjal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik dapat memicu stres oksidatif, yang mengakibatkan kerusakan pada struktur seluler dan jaringan dalam berbagai organ (Moustafa *et al.*, 2015).

Penelitian pada model hewan, seperti mencit, menunjukkan bahwa paparan radiasi RF-EMF dapat memengaruhi struktur histologis organ-organ penting. Ginjal merupakan organ vital dalam regulasi elektrolit dan ekskresi limbah, juga berpotensi mengalami perubahan struktural dan fungsi akibat paparan radiasi jangka panjang (Bektas *et.al.*, 2020). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana radiasi *smartphone* dalam mode pesawat mempengaruhi histologi ginjal mencit (*Mus musculus*).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November-Desember 2024 di Laboratorium Fisiologi Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

1. Prosedur Penelitian

A. Pemberian perlakuan pada hewan uji

Menyiapkan kandang serta makan dan minum untuk hewan uji, serta meletakkan hewan uji kedalam kandang. Pemberian perlakuan pada hewan uji dilakukan dalam kurun waktu 1 minggu dari tanggal 11 November – 18 November 2024. Untuk perlakuan pada mencit jantan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Terdapat 4 mencit jantan yang dimana terdapat kelompok kontrol (K), Perlakuan 1 (P1), Perlakuan 2 (P2), dan Perlakuan 3 (P3)
2. Untuk kontrol tidak diberikan perlakuan apapun yang dimana fungsinya sebagai pembanding bagi kelompok perlakuan (P1-P3).

3. Perlakuan 1 (P1) diberikan perlakuan dengan meletakkan smartphone dalam mode pesawat selama 4 jam/hari dalam waktu 1 minggu
4. Perlakuan 2 (P2) diberikan perlakuan dengan meletakkan smartphone dalam mode pesawat selama 6 jam/hari dalam waktu 1 minggu
5. Perlakuan 3 (P3) diberikan perlakuan dengan meletakkan smartphone dalam mode pesawat selama 8 jam/hari dalam waktu 1 minggu

B. Pembedahan hewan uji

Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membedah hewan uji, melakukan pembiusan pada hewan uji, setelah terbius dengan sempurna melakukan operasi dan pengambilan organ hati, ginjal, otak dan testis, memotong jaringan tubuh di dalam cairan fisiologis (NaCl 0,9%) untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil, memasukkan potongan-potongan jaringan tersebut kedalam *vial tube* yang telah diberi keterangan dan larutan fiksasi, menyimpannya ditempat yang sesuai hingga proses selanjutnya.

C. Pembuatan preparat

Pembuatan preparat dilakukan secara permanen agar preparat dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Pembuatan preparat ini menggunakan metode parafin yaitu membuat preparat dengan menanamkan jaringan ke dalam parafin. Dari penjelasan tersebut berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan preparat menggunakan metode parafin

1. Fiksasi

Fiksasi bertujuan untuk mengeraskan dan mengawetkan jaringan terutama jaringan lunak agar memudahkan dalam pembuatan irisan tipis pada jaringan. Larutan formalin dapat

mengawetkan organ dalam waktu yang lama. Fiksasi dapat dilakukan dengan larutan formalin dengan merendam jaringan selama minimal 24 jam.

2. Dehidrasi

Setelah melakukan fiksasi langkah selanjutnya yaitu dehidrasi. Tujuan dilakukannya dehidrasi yaitu untuk menarik air dari dalam jaringan yang sudah difiksasi dan sekaligus mencuci jaringan yang keras dan rapuh. Sebelum masuk ketahapan dehidrasi jaringan dicuci dulu menggunakan larutan alkohol 70% selama 2 jam. Selanjutnya, dehidrasi dapat dilakukan dengan alkohol bertingkat yaitu alkohol 70%, 80%, 90%, 95%, dan 100% dengan kurun waktu sebagai berikut :

- Alkohol 70% : 2 jam
- Alkohol 80% : 1 jam
- Alkohol 90% : 1 jam
- Alkohol 96% : 30 menit
- Alkohol *absolute* : 30 menit

3. Penjernihan (*Clearing*)

Untuk menghilangkan sisa-sisa larutan dehidrasi dilakukan proses penjernihan (*clearing*). *Clearing* dilakukan agar menjernihkan jaringan dari berbagai komponen biokimia yang dapat mengganggu pewarnaan sediaan. Penjernihan dilakukan dengan menggunakan larutan toluol dengan cara yaitu jaringan yang sudah dikeluarkan dari cairan dehidrasi dimasukkan kedalam toluol selama 2-5 jam.

4. Infiltrasi

Infiltrasi jaringan merupakan tahap yang dilakukan setelah proses *clearing*. Pada tahap ini, parafin dimasukkan ke dalam pori-pori jaringan sehingga blok parafin yang terbentuk dapat dipotong dengan mudah dan menghasilkan irisan yang baik. Proses pencampuran antara zat penjernih (*clearing agent*) dan parafin berlangsung selama 30

menit. Selanjutnya, jaringan dimasukkan ke dalam parafin murni I, parafin murni II, dan parafin murni III, masing-masing selama 60 menit. Pemindahan jaringan dari parafin murni I, II, dan III bertujuan untuk memastikan jaringan berada dalam lingkungan parafin yang benar-benar murni dan menghindari sisa-sisa zat penjernih yang dapat tertinggal. Sisa zat tersebut dapat menyebabkan jaringan menjadi lebih lunak, sehingga menyulitkan proses pemotongan.

5. Embedding

Proses penanaman jaringan dengan cara menuangkan parafin cair ke dalam cetakan, kemudian memasukkan organ ke dalam parafin yang sudah disiapkan. Setelah itu, biarkan parafin mengeras dan membeku sebelum dipotong menggunakan mikrotom. Selama proses ini, blok parafin harus bebas dari gelembung udara.

6. Pemotongan (*Sectioning*)

Pemotongan merupakan langkah dari blok parafin yang berisi jaringan/organ yang kemudian dipotong dengan menggunakan alat mikrotom dengan ketebalan 5 μm . Hasil sayatan blok parafin berbentuk lembaran-lembaran tipis yang mudah patah, karena itu dalam pengambilan lembaran parafin harus hati-hati karena lembaran tipis akan membantu ketepatan dalam analisa. Tahap selanjutnya sayatan parafin jaringan dimasukkan ke dalam *waterbath* berisi aquades dengan mencapai suhu titik cair parafin yakni $\pm 55^{\circ}\text{C}$.

7. Deparafinisasi

Deparafinisasi merupakan suatu tahapan pertama sebelum dilakukan proses pewarnaan yang biasanya menggunakan xylol dan berfungsi untuk melunturkan parafin dan membersihkan kotoran yang masih menempel pada jaringan maupun objek glass agar sediaan dapat dibaca dengan baik. Caranya dengan merendam gelas objek yang berisi irisan jaringan kedalam xylol selama 5-10 detik.

8. Pewarnaan (*Staining*)

Proses pewarnaan merupakan tahap lanjutan dari deparafinisasi. Setelah melalui xylol saat proses deparafinisasi sebaiknya preparat dikeringkan menggunakan tisu. Hal dilakukan agar saat dicelupkan objek glass kedalam alkohol, alkohol tidak berubah menjadi jenuh. Berikut langkah-langkah pewarnaan menggunakan H&E :

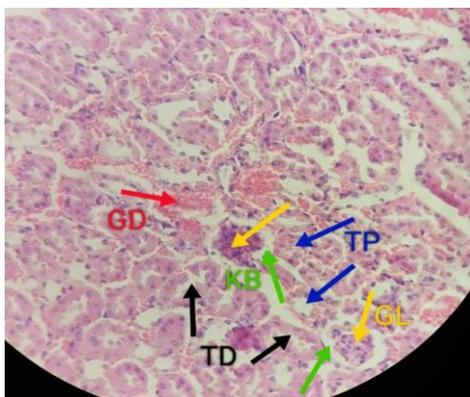
- Merendam preparat dengan alkohol bertingkat turun yaitu alkohol 96%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, dan 30% selama 5 detik
 - Merendam kedalam *Aquadest* selama 5 detik
 - Pewarna Hematoxylin selama 5-10 detik
 - Pewarna Eosin selama 5-10 detik
 - Aquades selama 5 detik
 - Alkohol bertingkat naik 96%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30% selama 5 detik
 - Xylol selama 5 detik
9. Penutupan (*Mounting*)

Setelah proses pewarnaan kemudian dilanjutkan dengan proses penutupan gelas objek dengan menggunakan entelan, ditutup dengan cover glass dan dibiarkan hingga kering. Sediaan histologi yang telah dibuat kemudian disimpan ke dalam kotak preparat sebelum dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop.

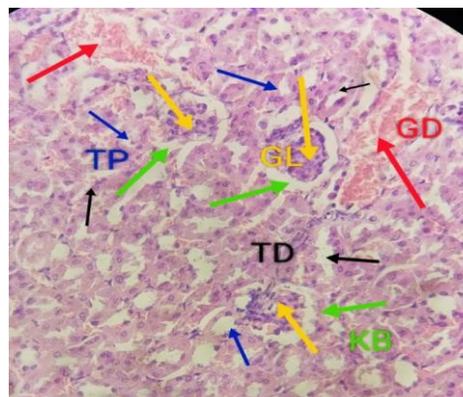
D. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan melakukan pengamatan pada preparat histologi hati, ginjal, otak dan testis pada mencit jantan yang diberi perlakuan mode pesawat dan membandingkannya dengan histologi hati, ginjal, otak dan testis pada mencit jantan yang normal. Data disajikan dalam bentuk gambar.

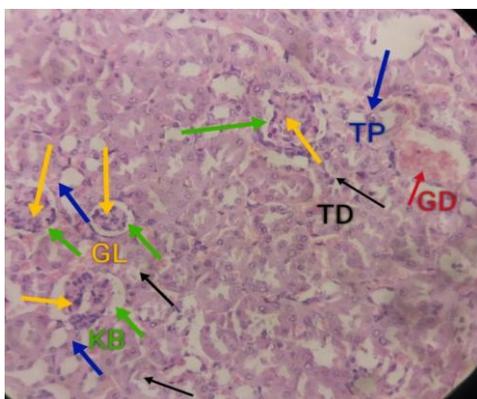
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



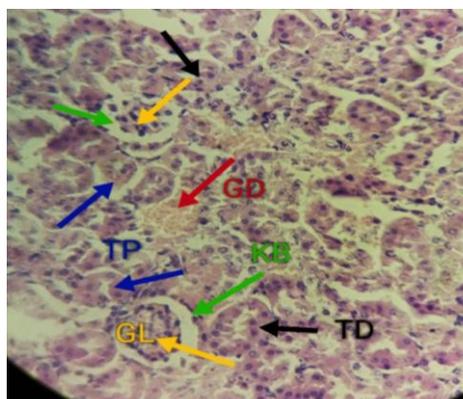
Gambar 1. kontrol ginjal (M : 40x)



Gambar 2. perlakuan 1 ginjal (M : 40x)



Gambar 3. perlakuan 2 ginjal (M : 40x)



Gambar 4. perlakuan 3 ginjal (M : 40x)

Keterangan : KB (Kapsul Bowman) : Hijau; GD (Gumpalan Darah) : Merah; GL (Glomerulus) : Kuning; TP (Tubulus Proximal) : Biru; TD (Tubulus Distal) : Hitam

Ginjal adalah organ ekskresi yang melakukan banyak hal penting untuk tubuh. Hal yang dikhawatirkan saat ini tentang paparan radiasi elektromagnetik pada ponsel yang biasanya tersimpan di saku dekat dengan organ urinaria, yaitu ginjal. Radiasi elektromagnetik ponsel yang dapat diabsorpsi oleh ginjal adalah 900 MHz (Hasan *et al.*, 2021). Dalam studi melaporkan atrofi glomerulus, dilatasi ruang kapsula bowman, pembesaran dan penyempitan glomerulus (Pradana *et al.*, 2023). Namun, saat menggunakan mode pesawat paparan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan sangatlah kecil atau hampir tidak ada sehingga diketahui dapat mengurangi paparan radiasi elektromagnetik pada tubuh.

Berdasarkan hasil pengamatan pada histologi ginjal mencit jantan terhadap pengaruh radiasi *smartphone* dalam mode pesawat, ditemukan bahwa pada keempat kelompok (kontrol dan perlakuan) yang diberikan paparan radiasi dengan durasi waktu yang berbeda tidak ditemukan perbedaan yang signifikan. Pada struktur kapsul bowman dan tubulus proksimal terlihat jelas dan memiliki lumen yang normal. Struktur tubulus proksimal tetap terlihat baik tanpa tanda-tanda degenerasi atau penyumbatan. Kapsul bowman tampak jelas dengan bentuk yang teratur dan tidak mengalami perubahan. Struktur glomerulus pada kontrol dan perlakuan tetap utuh yang berarti tidak ditemukan indikasi adanya kerusakan glomerulus seperti pembesaran abnormal. Glomerulus berperan penting dalam proses filtrasi (penyaring) darah (Zulfi *et al.*, 2013). Konsistensi struktur glomerulus pada semua kelompok perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak menyebabkan perubahan histologi yang signifikan pada mencit. Struktur tubulus distal juga tidak menunjukkan perubahan morfologi yang berarti. Pada tubulus proksimal dan tubulus distal untuk kelompok kontrol dan perlakuan, lumen terlihat jelas dan tidak ada indikasi penyempitan atau kerusakan pada dinding tubulus. Tubulus proksimal bertanggung jawab dalam proses reabsorpsi zat-zat penting (Irawan, 2020). Tidak adanya perubahan pada tubulus proksimal menunjukkan bahwa perlakuan tidak memengaruhi proses reabsorpsi di ginjal. Tubulus distal berperan dalam reabsorpsi elektrolit dan pengaturan keseimbangan air (Zulfi *et al.*, 2013). Stabilitas struktur tubulus distal di seluruh gambar mengindikasikan bahwa perlakuan tidak memengaruhi aktivitas reabsorpsi.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa pada histologi ginjal mencit jantan yang diberikan radiasi *smartphone* dalam mode pesawat, menunjukkan pada keempat kelompok (kontrol dan perlakuan) yang diberikan paparan radiasi dengan durasi waktu yang berbeda, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Bektas, H., Yildirim, K., Uzun, H. and Yildirim, S., 2020. Liver histology alterations in mice exposed to radiofrequency electromagnetic fields. *Journal of Histology*, 45(2), pp.109-115.

- Hasan, I., Amin, T., Alam, M.R. and Islam, M.R., 2021. Hematobiochemical and histopathological alterations of kidney and testis due to exposure of 4G cell phone radiation in mice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5), pp.2933-2942.
- Husain, M. and Makiyah, S.N.N., 2012. Pengaruh pajanan gelombang telepon seluler terhadap struktur histologi limpa pada mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 20(3), pp.167-173.
- Iqlima, M.N., 2020. Kerusakan sel hepar akibat paparan radiasi elektromagnetik telepon seluler. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, 19(1), pp.40-45.
- Irawan, P.A. and ST, S., 2020. Pemeriksaan Fungsi Ginjal. *Poltekkes Kemenkes Bengkulu*.
- Moustafa, Y.M., El-Khadragy, M.F., El-Shenawy, S.M., El-Missiry, M.A. and Mohamed, H.E., 2015. Effects of electromagnetic radiation emitted from mobile phones on the histological structure of some rat organs. *Journal of Experimental Biology and Medicine*, 240(2), pp.72-80.
- Pradana, A.F., Salsabila, A.N., Sari, D.R., Setiawati, R. and Susanto, J., 2023. Perbandingan Gambaran Histologis Ginjal Mencit (*Mus Musculus*) yang Dipapar Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler 3G dan 4G. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 5(2), pp.713-720.
- Sumbayak, E.M., 2021. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Sebelum dan Selama Kehamilan terhadap Struktur Mikroskopik Kulit Tikus (*Rattus norvegicus*). *Majalah Kedokteran Andalas*, 44(7), pp.427-435.
- Zulfi, Z., Ilyas, S. and Hutahaean, S., 2013. Pengaruh pemberian vitamin C dan E terhadap gambaran histologis ginjal mencit (*Mus musculus L.*) yang dipajankan monosodium glutamat (MSG). *Saintia Biologi*, 1(3), pp.1-6.