Prosiding SEMNASBIO 8 2024
Universitas Negeri Padang
ISSN:2809-8447

Pengaruh Radiasi Smartphone Dalam Kondisi Bluetooth On Terhadap Histologi Hati, Ginjal, Otak, dan Testis Mencit Jantan

Anisa Syahrul Rahmi[1], Astrid[1], Febby Andesla Febrian[1], Melani Domisofa[1], Windy Pizo Ladufi[1], Yesiska Yulita[1*,] Sisca Alicia Farma[1], Fadilaturahmah[1], Yusni Atifah[1]

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

*Corresponding author : yesiskayulita@gmail.com

ABSTRACT

Smartphone is a wireless communication tool that is increasingly becoming a primary need in everyday life that emits radiation that is harmful to the body. Exposure to radiation with Bluetooth on mode can cause oxidative stress, causing damage to organs including the liver, kidneys, testes and brain. The purpose of this study was to see the effect of smartphone radiation on the histology of the liver, kidneys, brain and testes of male mice. This method uses an experimental research type with a histology preparation technique using the paraffin method with a sample of 4 male mice given 3 different treatments. The control group was only given standard food and drink, For treatment 1 was given radiation exposure for 4 hours, treatment 2 radiation exposure for 6 hours and treatment 3 was given radiation exposure for 8 hours per day. The treatment was carried out for 7 days, then the mice were dissected to take the liver, testes, brain, and kidneys, then histopathological examination of the organs was carried out. The results of histological studies showed significant changes in the structure of the organs tested. The liver that was high experienced damage to the liver with 6 hours of exposure was marked by pale cytoplasm and large and irregular cell size. For the kidney organ which was the highest in 8-hour exposure damage, the tubular cell nucleus experienced deviations and showed signs of degeneration. In the brain organ, which was high in 8-hour radiation, the cells looked larger and irregular. While in the testes 8 hours showed the highest radiation indicated by several nuclei that appeared broken or fragmented. Exposure to cellphone radiation in Bluetooth mode on causes damage to the liver, kidneys, testes and brain organs

Keywords : Effect of radiation, Histology,Male mice

ABSTRAK

Smartphone merupakan merupakan alat komunikasi nirkabel yang semakin menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari yang memancarkan radiasi yang berbahaya bagi tubuh. Paparan radiasi dengan mode Bluetooth on itu dapat menyebabkan stres oksidatif sehingga menyebabkan kerusakan organ tubuh termasuk organ hati, ginjal, testis dan otak .Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh radiais smartphone terhadap histologi hati, ginjal, otak dan testis mencit Jantan. Metode ini menggunakan Jenis penelitian eksperimen dengan teknik pembuata pembuatan preparat histologi metode paraffin dengan sampel 4 ekor mencit Jantan yang diberi 3 perlakuan yang berbeda. Kelompok kontrol hanya diberi pakan dan minum standa,Untuk perlakuan 1 diberi paparan radiasi selama 4 jam,perlakuan 2 paparan radiasi selama 6 jam dan perlakuan 3 diberi paparan radiasi selama 8 jam perhari.Perlakuan dilakukan selama 7 hari,selanjutnya mencit dibedah untuk diambil organ hati ,testis,otak,dan ginjal,lalu dilakukan pemeriksaan histopatologi organ.Hasil penelitian histologis menunjukkan perubahan signifikan pada struktur organ yang diuji.Hati yang tinggi mengalami

kerusakan pada hati dengan paparan 6 jam ditandai dengan sitoplasma yang pucat dan ukuran sel yang besar dan tidak teratur.Untuk organ ginjal yang paling tinggi pada kerusakan paparan 8 jam inti sel tubular mengalami simpangan dan menunjukkan tanda-tanda degenerasi. Pada organ otak itu yang tinggi pada radiasi 8 jam ditandai sel terlihat lebih besar dan tidak teratur. Sedangkan pada testis 8 jam menunjukkan paling tinggi radiasi ditandi dengan beberapa inti yang tampak pecah atau terfragmentasi. Paparan radiasi ponsel mode on blutooth menyebabkan kerusakan organ hati, ginjal, testis dan organ otak

Kata kunci : Pengaruh radiasi,Histologi ,Mencit Jantan.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di era globalisasi saat ini memang tidak dapat dihindari, salah satunya adalah penggunaan telepon seluler. Jumlah pengguna telepon seluler telah mencapai angka lima miliar pada tahun 2017 dan diperkirakan meningkat menjadi 5,9 miliar pada tahun 2025, setara dengan 71% populasi manusia di dunia (GSMA, 2018). Telepon menjadi aspek dasar dalam kehidupan yang tidak dapat diabaikan kegunaannya, khususnya untuk

berkomunikasi (CDPH, 2017). Telepon seluler sendiri merupakan salah satu bentuk pemanfaatan dari gelombang elektromagnetik. Disamping manfaatnya yang begitu besar, radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat mempengaruhi tubuh terutama sel-sel tubuh yang mudah membelah.

Komponen tubuh sebagian besar adalah molekul air, sehingga mudah mengalami ionisasi oleh radiasi. Radiasi merupakan energi yang bergerak dalam bentuk gelombang atau partikel berkecepatan tinggi. 6 Radiasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu partikel alpha dan beta yang berasal dari pertikel radioaktif dan gelombang elektromagnetik (Swarmadika,2019). Penggunaan ponsel dapat mengakibatkan orang mempunyai ketergantungan yang tinggi akan alat tersebut dan ketagihan itu menyebabkan orang berlama-lama saat menggunakan ponsel. Akan tetapi hal yang perlu diketahui adalah ponsel memiliki paparan gelombang elektromagnetik yang berbahaya bagi tubuh (Friedman et al., 2007). Penggunaan telepon seluler yang semakin meningkat membuat pengguna harus lebih fokus pada efek samping penggunaan ponsel tersebut (Haq, 2017).

Pada kenyataannya banyak peneliti yang mengungkap pengaruh radiasi ponsel terhadap kesehatan manusia menerangkan bahwa seseorang yang banyak terkena

radiasi ponsel cepat atau lambat, dapat menyebabkan efek detrimental pada otak, bahkan ada yang berpendapat bahwa penggunaan ponsel secara terus menerus selama 5-18 tahun atau lebih berisiko lebih tinggi terkena leukemia atau kanker pankreas juga dapat menyebabkan penurunan produksi sperma sampai 80% (Sutyarso,2010). Meskipun tingkat radiasi yang dihasilkan oleh perangkat Bluetooth sangat rendah dan jauh di bawah batas aman yang ditetapkan oleh organisasi kesehatan seperti WHO dan FCC, ada beberapa kekhawatiran tentang dampak jangka panjang paparan radiasi elektromagnetik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik yang rendah dari perangkat Bluetooth tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia. Namun, penelitian jangka panjang belum menunjukkan dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia (Srinivas,2023).

Paparan radiasi pada smartphone dengan mode blutooth on terbilang rendah tetapi memiliki efek terhadap beberapa organ tubuh seperti hati, ginjal, testis, otak serta organ lainnya pada tubuh. Paparan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan hepar secara akut maupun kronik dapat menyebabkan kerusakan hepar dan perubahan histopatologi sel hepar yang berlebihan (Sahin,2018). Paparan radiasi yang terbentuk ikut terbawa di dalam darah, menyebabkan peningkatan laju aliran darah. Tingginya aliran darah dapat mengganggu kerja ginjal dalam proses filtrasi dan

reabsorpsi darah (Verdiansah,2019). Ginjal adalah organ ekskresi yang memiliki banyak peran penting pada manusia. Kerusakan pada organ ginjal dapat mengakibatkan banyak komplikasi penyakit, diantaranya penyakit kardiovaskular, sistem endokrin dan metabolisme, dan sistem saraf pusat (Bello et al., 2017). Diantara mekanisme penyebab kerusakan ginjal adalah stres oksidatif, salah satunya akibat radiasi gelombang elektromagnetik (Ragy, 2015).

Beberapa penelitian sebelumnya dapat membuktikan bahwa tiap manusia merasakan efek yaitu bertambahnya gejala sakit kepala, temperatur bagian kepala dan tekanan darah meningkat sejak mereka memulai untuk menggunakan ponsel. Dalam penelitian Hussein et al. (2016), terdapat perubahan pada otak tikus pada saat diberi paparan radiasi ponsel selama 2 jam/hari selama 3 bulan. Penelitian sebelumnya juga mengamati peran paparan gelombang elektromagnetik handphone dapat

menyebabkan gangguan motilitas, morfologi, viabilitas sperma dan perubahan gambaran histologi testis (Agarwal et al., 2008). Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan maka semakin banyak penelitia-penelitian yang dilakukan dalam rangka memberikan jawaban terhadap kekhawatiran masyarakat mengenai dampak yang ditimbulkan oleh paparan radiasi oleh smartphone maka dari itu kami melakukan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk melihat pengaruh paparan radiasi smartphone mode blutooth on terhadap histologi hati, otak, ginjal dan testis pada mencit jantan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Eksperimen yang dilaksanakan pada bulan November- Desember 2024 di Laboratorium fisiologi hewan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh radiasi smartphon terhadap histologi hati, ginjal, otak, dan testis mencit jantan serta mengetahui pengaruh lama waktu paparan radiasi terhadap histologi hati, ginjal, otak dan testis mencit jantan. Dengan rancangan penelitian yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 kontrol, 3 perlakuan masing-masing 1 ulangan, yang terdiri dari: 1). Kontrol, 2). Organ hati, testis, otak, dan ginjal paparan bluetooth 4 jam, 3). Organ hati, testis, otak, dan ginjal paparan bluetooth 6 jam, dan 4). Organ hati, testis, otak, dan ginjal paparan bluetooth 8 jam.

Persiapan Hewan Uji dan Perlakuan

Mencit yang digunakan harus diaklimasi terlebih dahulu selama satu minggu di dalam kandang dan diberi makan berupa pelet atau beras serta minum air. Selanjutnya mencit dipindahkan ke dalam liter box yang berbeda per perlakuan dan diberi label sesuai perlakuan yakni mencit kontrol, mencit dengan paparan bluetooth selama 4 jam, mencit dengan paparan bluetooth selama 6 jam, mencit dengan paparan bluetooth selama 8 jam. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit jantan. Pengamatan dilakukan selama satu minggu.

Pembedahan dan Fiksasi

Mencit (*Mus musculus*) dimasukkan ke dalam keliling botol yang di dlam nya berisi kapas yang sudah dibasahi dengan kloroform dan ditutup rapat, diamkan selama 5-10 menit sampe mencit tidak bergerak lagi, Setelah itu letakkan mencit sudah mati di atas papan bedah dengan posisi terlentang dan bagian tangan serta kaki nya sudah ditahan dengan jarum, lalu bedah mencit di area abdomen ke area kranial, fokuskan ke daerah organ yang mau diambil, mengambil testis, hati, otak, ginjal mencit menggunakan pinset, Masukkan organ ke dalam petri yang sudah beri NACL, Selanjutnya organ dimasukan ke larutan fiksatif (1-2menit), lalu pindahkan ke botol vial berisi larutan formalin selama 24 jam atau semalaman.

Proses Washing dan Dehidrasi

Larutan formalin yang digunakan sebelum nya dikeluarkan, lalu masukkan alkohol 70 % ke dalam botol vial berisi organ selama 30 menit dengan pergantian alkohol 70 % (4x30 menit), selanjutnya pergantiaan alkohol 80% (2x30 menit), lalu pergantiaan alkohol 90% (2x30 menit) pergantiaan alkohol 96 % (1x30 menit), setelah itu dehidrasi dengan alkohol absolut (30 menit) dan pindahakan ke botol vial yang beri tuolol selama 5 jam.

Embedding dan Pemotongan

Melipat kertas kelender berbentuk kotak kecil berbentuk kubus, tuang parafin yang sudah dicairkan kedalam balok atau kertas kalender yang sudah dilipat bentuk kubus, lalu dimasukkan kedalam ruang pendingin sampai parafin membeku, setelah itu panaskan spatula di lampu spiritus lettakan parafin di sisi panas nya, teteskan parafin di balok kayu , dan panaskan sedikit permukaan bawah parafin, lalu tempelkan parafin ke balok kayu kecil dengan mengatur posisi parafin, lalu masukan ke dalam showcase selama beberapa jam. Selanjutnya balok parafin di mikrotom dengan cara memutar gagang parafin searah jarum jam dan diputar konstan hingga didapatkan pita parafin. Ambil kaca preparat yang ditetesi almbumin, lalu tempelkan pita parafi dikaca preparat, dan beri aquades dikaca preparat, pindahkan ke hot late untuk mengeringkan, setelah itu keluarkan dari hot plate dan diberi label.

Pewarnaan

Celupkan kaca preparat yg sudah berisi organ kedalam xylol, alkohol 96%, alkohol 90%, alkohol 80%, alkohol 70%, alkohol 60%, alkohol 50%, alkohol 40%, dan alkohol 30% masing-masing selama 5 detik. Setelah itu masukkan kedalam pewarna hematoxylin selama 7 detik dan pewarna eosin selama 7 detik, selanjutnya masukan ke dalam alkohol bertingkat mulai dari alkohol 30 %, alkohol 40%, alkohol 50%, alkohol 60%, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 90% dan alkohol 96% dan xylol masing-masing selama 5 detik.

Mounting

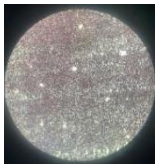
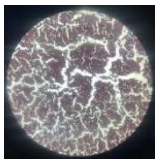
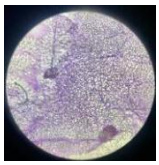
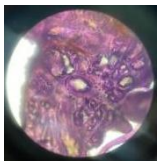
Mengambil preparat yang sudah di warnai, teteskan kutek bening pada preparat secukupnya dan tutup dengan kaca penutup, lalu diletakan di pengering kutek 3 menit, dan preparat siap diamati di mikroskop.

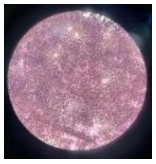
Analisis Data

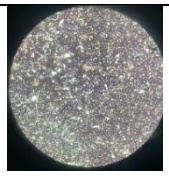
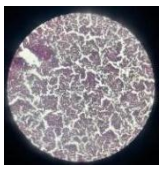
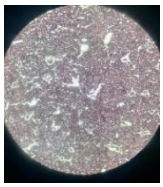
Analisis data dilakukan dengan melihat perbandingan antara histologi preparat organ hati, ginjal, otak dan testis mencit jantan yang telah terpapar radiasi smartphone mode blutooth on dengan histologi organ hati, ginjal, otak dan testis mencit jantan yang tidak terpapar radiasi smartphone mode blutooth on (normal).

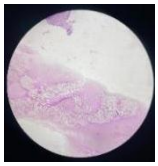
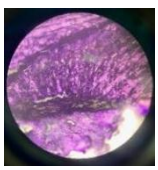
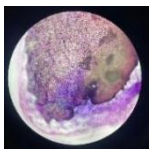
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil perlakuan kontrol

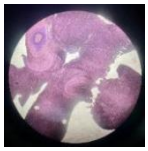
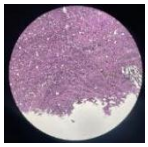
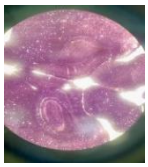
No.	Gambar	Keterangan
1.	Hati Kontrol 	Ukuran rata-rata sel tidak terlalu besar atau kecil Warna sitoplasma cukup merata
2.	Ginjal Kontrol 	Ukuran sel tidak terlalu besar dan tubulusnya normal
3.	Otak Kontrol 	Jumlah sel masih banyak ukuran sel tidak terlalu besar
4.	Testis Kontrol 	Ukuran sel tidak terlalu besar dan tidak ada jarak serta jumlah spermatozoa yang normal

No.	Gambar	Keterangan
1.	Hati 6 Jam	Sedikit mengalami pembesaran pada vena central. sel hepatosit mulai menunjukkan tanda-tanda nekrosis dengan inti yang berkerut
2.	Hati 8 Jam 	Mengalami pembesaran pada vena central nekrosis pada sel hepatosit

No.	Gambar	Keterangan
1.	Ginjal 4 Jam 	Kapsula bowman sudah mulai melebar dan tubulus mulai menyempit
2.	Ginjal 6 Jam 	Kapsula bowman sedikit melebar dan tubulus sedikit menyempit
3.	Ginjal 8 jam 	Kapsula bowman melebar dan tubulus menyempit

No.	Gambar	Keterangan
1.	Testis 4 Jam 	Tubulus seminiferus dan epitel germinal yang tampak sebagai lapisan sel yang berlapis. Serta tampak banyak lumen.
2.	Testis 6 Jam 	Bagian yang terlihat yaitu spermatogonia dan lumen
3.	Testis 8 Jam 	Sulit membedakan organ yang terlihat pada gambar

ISSN:2809-8447

No.	Gambar	Keterangan
1.	Otak 4 Jam 	Terlihat sel dengan nukleus yang mulai lisis
2.	Otak 6 Jam 	Terlihat sel dengan nukleus yang mulai lisis
3.	Otak 8 jam 	Terlihat sel dengan nukleus yang sudah lisis

Pembahasan

Dari hasil pengamatan organ kontrol mencit jantan, pada organ hati dalam kondisi normal tidak terlalu besar ataupun kecil menunjukkan bahwa sel hati dalam kondisi sehat dan sitoplasma sel hati terwarnai merata menunjukkan bahwa sel-sel hati memiliki fungsi metabolisme yang baik. Kemudian organ ginjal ukuran sel ginjal normal, tidak terlalu besar menandakan sel ginjal dalam kondisi baik dan proses penyaringan serta pembuangan zat sisa berjalan normal. Tubulus ginjal merupakan bagian penting dalam proses penyaringan dan pembuangan zat sisa dari tubuh. Selanjutnya pada organ otak juga masih terjaga dan tidak mengalami kerusakan atau kematian sel, selain itu sel- sel otak tidak mengalami kerusakan atau kematian. Yang terakhir ada organ testis, yang sel-selnya dalam kondisi normal, tidak terlalu besar menunjukkan bahwa sel testis dalam kondisi sehat, jarak antar sel testis dan jumlah spermatozoid normal menunjukkan proses pembentukan sperma berlangsung optimal.

Selanjutnya pada perlakuan organ ginjal dengan paparan bluetooth selama 4 jam menunjukkan kapsula bowman sudah mulai melebar dan tubulus mulai menyempit, hal ini menandakan adanya respon awal dari ginjal terhadap paparan bluetooth yang menyebabkan kerusakan ringan pada sel-sel ginjal, sehingga terjadi perubahan morfologi pada struktur ginjal. Pada paparan selama 6 jam menunjukkan bahwa kapsula bowman sedikit melebar dan tubulus sedikit menyempit, hal ini menunjukkan bahwa kerusakan pada ginjal masih berlangsung, namun belum terlalu signifikan.

Pada paparan 8 jam kapsula bowman melebar dan tubulus menyempit, kondisi ini mengindikasikan kerusakan yang semakin parah pada ginjal, menunjukkan bahwa paparan bluetooth dalam jangka waktu lebih lama menyebabkan kerusakan yang lebih signifikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa organ yang mengalami kerusakan tinggi itu pada paparan radiasi selama 8 jam disebabkan oleh kerusakan pada sel-sel glomerulus, mengakibatkan peningkatan tekanan dalam glomerulus dan penumpukan cairan. Tubulus ginjal mengalami penyempitan akibat atrofi sel epitel tubulus yang disebabkan oleh kerusakan radiasi. Lalu pada perlakuan organ hati dengan paparan bluetooth selama 6 jam dan 8 jam menunjukkan organ hati yang paling berdampak kerusakan terdapat pada paparan 8 jam dengan ditandai vena sentralis mengalami peningkatan diameter akibat penumpukan darah dan reaksi inflamasi di sekitarnya sebagai indikator respon terhadap kerusakan jaringan. Sel hepatosit mulai menunjukkan tanda-tanda nekrosis, kemungkinan karena stres oksidatif akibat paparan radiasi.

Nekrosis ini merupakan hasil dari stres oksidatif yang disebabkan oleh paparan radiasi, di mana spesies oksigen reaktif (ROS) meningkat dan menyebabkan kerusakan pada struktur sel. Kemudian pada perlakuan organ testis dengan paparan bluetooth selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam menunjukkan perbedaan struktur jaringan. Pada paparan 4 jam tubulus seminiferus terlihat jelas dengan epitel germinal yang tampak sebagai lapisan sel berlapis-lapis di dalamnya, hal ini mengindikasikan proses spermatogenesis sedang berlangsung. Sementara keberadaan lumen yang banyak menunjukkan adanya aktivitas sekresi dan pergerakan sel-sel germinal dalam tubulus seminiferus.

Pada paparan 6 jam, terlihat spermatogonia masih berlangsung, begitupun dengan lumen yang juga aktivitas sekresi dan pergerakan sel-sel germinal masih berjalan, meski struktur spermatogonia dan lumen mulai kurang jelas dibandingkan dengan 4 jam. Pada paparan 8 jam jaringan sulit dibedakan, menandakan kerusakan lebih lanjut akibat waktu, faktor lingkungan, atau pengawetan yang tidak optimal. Semakin lama waktu berlalu, semakin sulit mengenali struktur jaringan karena degradasi. Yang terakhir pada perlakuan organ otak dengan paparan bluetooth selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Organ otak yang mengalami kerusakan parah pada paparan 8 jam ditandai karioreksis, di mana inti sel pecah menjadi beberapa bagian atau fragmen. Proses ini terjadi akibat kerusakan DNA dan stres oksidatif yang disebabkan oleh radiasi yang dapat menyebabkan apoptosis pada sel glia, yang ditandai dengan perubahan bentuk sel, seperti pembengkakan atau penyusutan ukuran sel.

Berdasarkan pengamatan terhadap organ kontrol mencit jantan yang meliputi hati, ginjal, otak, dan testis, dapat disimpulkan bahwa organ-organ ini berada dalam kondisi normal tanpa indikasi kerusakan struktural maupun fungsional. Pada organ hati, kondisi normal ditandai dengan ukuran yang proporsional dan sitoplasma yang terwarnai merata, mencerminkan fungsi metabolisme yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa hepatosit mampu menjalankan perannya dalam detoksifikasi dan metabolisme dengan optimal. Ginjal juga menunjukkan kondisi normal dengan ukuran sel ginjal yang sesuai, kapsula Bowman yang tidak melebar, dan tubulus yang tidak mengalami penyempitan, menandakan proses filtrasi dan ekskresi zat sisa berjalan dengan baik. Organ otak juga tidak menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau kematian sel, sementara sel-sel testis tampak sehat dengan jarak antar sel yang normal, mendukung proses spermatogenesis yang optimal.

Paparan bluetooth menyebabkan kerusakan organ yang meningkat seiring durasi paparan. Pada ginjal, paparan 4-8 jam menyebabkan pelebaran kapsula Bowman dan penyempitan tubulus, menunjukkan kerusakan glomerulus dan atrofi epitel tubulus. Pada hati, paparan 6-8 jam memicu pelebaran vena sentralis, inflamasi, dan nekrosis hepatosit akibat stres oksidatif. Pada testis, kerusakan struktur tubulus seminiferus terlihat pada paparan 8 jam, menghambat spermatogenesis. Otak mengalami karioreksis dan apoptosis sel glia pada paparan 8 jam, mengganggu struktur dan fungsi jaringan otak.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan radiasi bluetooth dapat menyebabkan perubahan morfologi dan kerusakan struktural yang signifikan pada organ mencit jantan, terutama pada paparan yang lebih lama. Dampak ini disebabkan oleh akumulasi stres oksidatif yang memicu kerusakan selular, nekrosis, atau apoptosis, sehingga mengganggu fungsi fisiologis organ. Temuan ini memberikan wawasan penting mengenai potensi bahaya paparan radiasi dalam jangka waktu lama terhadap kesehatan organ-organ vital.

KESIMPULAN

Paparan radiasi bluetooth dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada organ-organ vital mencit jantan. Kerusakan ini meningkat seiring durasi paparan, terutama pada ginjal, hati, otak dan testis. Stres oksidatif dan kerusakan DNA menjadi penyebab utama kerusakan selular dan nekrosis. Paparan tersebut menyebabkan pelebaran kapsula Bowman dan penyempitan tubulus ginjal, pelebaran vena sentralis dan nekrosis hepatosit pada hati, kerusakan struktur tubulus seminiferus pada testis serta karioreksis dan apoptosis sel glia pada otak. Oleh karena itu, penting untuk membatasi paparan radiasi bluetooth terutama dalam jangka waktu lama.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Jianbo L. 2008. Effect of Cell Phone Usage on Semen Analysis in Men Attending Infertility Clinic: An Observational Study. Fertility and Sterility, 89(1):124–128.

CDPH. (2017). How to Reduce Exposure to Radiofrequency Energy from Cell Phones.Retrievedfrommedia.s3.amazonaws.com/files/cell-phone-guidance 1513219841.pdf.

Haq I. (2017). Gsm technology: architecture, security, and future challenges. International Journal of Science Engineering and Advance Technology, 5(1):1–6.

Şahin E, Güzel D, Açıkgöz Ş, Tufan N. Effects of Acute and Chronic Exposure to 900 Mhz Electromagnetic Field on the Rat Liver Microarchitecture. Proceedings. 2018;2(25):1585. doi:10.3390/proceedings225158.

Srinivas M, Gayathri P, G V, Sharma J. A REVIEW ON POSITIVE AND NEGATIVE IMPACTS OF BLUETOOTH ENABLED DEVICES.Int J Sci Dev Res. 2023; Volume 8(Issue 5):330–7.

Sutyarso 2010. Hubungan antara Lama Menggunakan Ponsel dengan Jumlah dan Kualitas Spermatozoa pada Laki-laki Fertil. Maj. Kedokt. Indon. 60 (3): 119- 125.

Swamardika IBA. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia (Suatu Kajian Pustaka). Teknol elektro. 2009;8(1):1–4.

Verdiansah. (2016). Pemeriksaan Fungsi Ginjal. 43(2), 148–154.