

Pengaruh Radiasi Smartphone (*Bluetooth On*) Terhadap Perubahan Histologi Organ Hati, Ginjal, Otak dan Testis pada Mencit (*Mus musculus*)

Desrinda Dwi Adinda Putri^{1*}, Lega Pesona Kasih¹, Fitri Chairani¹, Annisa Muthmainnah¹, Shella Anggraeni¹, Tira Sovia Ningsih¹, Tiara Dwi Ananda¹, Sisca Alicia Farma¹, Fadilaturahmah¹, Yusni Atifah¹

¹Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Corresponding author: d-desrinda@gmail.com

ABSTRACT

*This study aims to determine the effects of smartphone radiation (Bluetooth activated) on histological changes in the liver, kidney, brain, and testis of *Mus musculus*. The experiment was conducted over 7 days using a completely randomized design (CRD) with 1 control group and 3 treatment groups. Each treatment group was exposed to Bluetooth radiation for 4, 6, and 8 hours daily. Histological changes were analyzed using hematoxylin-eosin (H&E) staining and observed microscopically. The results showed that the duration of Bluetooth radiation exposure significantly affected the cellular structure of the organs. Degenerative changes and necrosis were observed in liver and kidney tissues, while brain tissues exhibited neural shrinkage. In testis tissue, there was a noticeable decrease in spermatogenesis activity. These findings suggest that prolonged exposure to Bluetooth radiation may lead to histological damage in vital organs. Further research is needed to explore the long-term effects and underlying mechanisms of these changes.*

Key words: *Smartphone radiation, Bluetooth, histological changes, Mus musculus, organ damage*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh radiasi smartphone (*Bluetooth* aktif) terhadap perubahan histologi organ hati, ginjal, otak, dan testis pada *Mus musculus*. Penelitian dilakukan selama 7 hari menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Setiap kelompok perlakuan diberikan paparan radiasi *Bluetooth* selama 4, 6, dan 8 jam setiap hari. Perubahan histologi dianalisis menggunakan pewarnaan hematoksin-eosin (H&E) dan diamati secara mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi paparan radiasi *Bluetooth* berpengaruh signifikan terhadap struktur seluler organ. Perubahan degeneratif dan nekrosis ditemukan pada jaringan hati dan ginjal, sementara jaringan otak menunjukkan penyusutan sel saraf. Pada jaringan testis, terjadi penurunan aktivitas spermatogenesis. Temuan ini menunjukkan bahwa paparan radiasi *Bluetooth* dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kerusakan histologi pada organ vital. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi dampak jangka panjang dan mekanisme yang mendasari perubahan ini.

Kata kunci: *Radiasi smartphone, Bluetooth, perubahan histologi, Mus musculus, kerusakan organ*

PENDAHULUAN

kasi, diketahui memiliki efek samping yang berpotensi mengganggu kesehatan manusia (Putra, 2021). Dampak negatif penggunaan telepon genggam tersebut dapat meningkat seiring dengan bertambahnya pengguna telepon genggam dan lamanya pemakaian telepon genggam per hari yang digunakan. Salah satu dampaknya adalah ketidakseimbangan kadar radikal bebas dalam sistem biologis, yang dapat memicu berbagai gangguan fisiologis (Fitri *et al.*, 2018). Selain itu dampak negatif lainnya yang dapat ditimbulkan dari paparan gelombang elektromagnetik terhadap sistem tubuh antara lain yaitu: sistem darah, sistem reproduksi, sistem saraf, sistem kardiovaskuler, sistem endokrin, psikologis, dan hipersensitivitas.

Radiasi adalah bentuk energi yang sifatnya menyebar tanpa adanya perantara apapun yang menjadi medianya. Energi yang ditimbulkan dari radiasi umumnya berbentuk gelombang. Ketika aliran listrik mengalir melalui jaringan transmisi, medan elektromagnetik akan muncul di sekitar saluran peralatan tersebut. Medan inilah yang kemudian akan menyebar di lingkungan sekitarnya yang kemudian berpotensi menyebabkan gangguan pada kesehatan tubuh (Andika & Shafriani, 2024).

Radiasi gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan kerusakan pada testis, dan mengganggu sintesis hormon testosteron dan spermatogenesis (Yushardi *et al.*, 2022). Testis pada pria mudah terpapar radiasi gelombang elektromagnetik, jika dibandingkan dengan milik wanita yang lebih terlindungi. Jarak penggunaan ponsel berpengaruh terhadap masuknya radiasi gelombang elektromagnetik pada tubuh. Semakin jauh jarak ponsel dari tubuh, maka akan semakin kecil kualitas sinyal elektromagnetik yang dipaparkan.

Bluetooth, sebagai teknologi nirkabel yang umum digunakan, memancarkan radiasi *non-pengion*. Meskipun jenis radiasi ini tidak cukup kuat untuk merusak DNA secara langsung, penelitian menunjukkan bahwa paparan intens dan berulang dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai organ tubuh, termasuk otak, hati, ginjal, dan testis. Selain itu, radiasi dari perangkat *bluetooth* berpotensi mengganggu aktivitas fisiologis sel dengan cara mengubah struktur seluler dan merusak DNA, yang pada akhirnya dapat berdampak pada kesehatan tubuh secara keseluruhan (Abeiasa & Sari, 2020).

Dampak lain yang tidak kalah penting adalah peningkatan stres oksidatif akibat kenaikan *Reactive Oxygen Species* (ROS), yang berkontribusi pada penurunan pergerakan dan vitalitas sel. Hal ini memunculkan kekhawatiran bahwa penggunaan perangkat *bluetooth* secara berkelanjutan dapat memberikan pengaruh buruk terhadap fungsi biologis, terutama bagi pengguna yang sering terpapar dalam jangka panjang. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik dapat mempengaruhi spermatogenesis, yaitu proses pembentukan sperma pada hewan coba. Selain itu, otak sebagai salah satu organ yang paling radiosensitif juga terpengaruh oleh radiasi ini. Bagian otak yang penting, seperti *hippocampus* yang berperan dalam pembentukan memori jangka panjang diketahui rentan terhadap kerusakan akibat paparan radiasi (Inkoom *et al.*, 2015).

Melihat kerusakan jaringan pada hewan dapat dengan menggunakan teknik pembuatan preparat tumbuhan maupun hewan secara mikroskopis yang bertujuan mempermudah pengamatan bagian tumbuhan dan hewan dengan menggunakan mikroskop (Gunawan, 2019). Untuk memperoleh preparat tersebut dapat dibuat dengan beberapa macam metode, salah satu metode membuat preparat adalah metode parafin (Iriani & Yusfiati, 2015). Pembuatan preparat metode parafin melalui beberapa tahapan proses yaitu terdiri dari fiksasi, dehidrasi, penjernihan, infiltrasi, deparafinisasi, pewarnaan, mounting, atau penutupan (Harijati *et al.*, 2017).

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengamati efek radiasi *bluetooth* pada tubuh manusia, studi serupa pada hewan coba, terutama mencit putih (*Mus musculus*), masih terbatas. Penelitian ini menjadi penting mengingat mencit merupakan model hewan percobaan yang sangat umum digunakan dalam penelitian biologi, dengan persentase penggunaannya mencapai 40-80% di berbagai laboratorium. Keunggulan mencit sebagai hewan percobaan meliputi siklus hidup yang relatif pendek, jumlah anak per kelahiran yang banyak, variasi genetik yang tinggi, serta kemudahan dalam penanganannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh paparan radiasi *bluetooth* pada organ-organ penting mencit, yaitu otak, ginjal, hati, dan testis. Pengamatan ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai dampak radiasi elektromagnetik pada tingkat seluler dan jaringan, serta memperluas pemahaman tentang risiko kesehatan yang terkait dengan penggunaan teknologi *bluetooth*.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama Bulan November dan Desember 2024. Pengamatan pemberian radiasi *bluetooth* handphone terhadap mencit selama 7 hari dilakukan di Rumah Hewan sedangkan pembedahan organ mencit dan proses pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kandang mencit standar, Smartphone, Timbangan digital, Alat bedah, Pinset, Mikroskop, *Object glass* dan *cover glass*, *Microtome*, Inkubator, kotak blok *Paraffin*, Gelas ukur, Beaker glass, Tabung reaksi, Pipet, dan Masker.

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian adalah *Mus musculus*, organ mencit: otak, hati, ginjal dan testis, Pakan standar mencit, Kloroform, NaCl 0,9%, Larutan fiksatif, Alkohol bertingkat, *Xylol*, Paraffin padat, Paraffin cair, Aquades, Pewarnaan *Hematoxylin-Eosin*, Latex, *Tissue*/kertas saring, dan Label.

Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 1 kontrol dan 3 perlakuan, dimana setiap kontrol dan perlakuan diberikan 4 kali ulangan.

Kandang mencit tersebut dibagi menjadi beberapa kelompok perlakuan, yaitu:

- Kontrol : Tidak diberi paparan *bluetooth on*
- Perlakuan 1 (P1) : Paparan *bluetooth on* selama 4 jam sehari
- Perlakuan 2 (P2) : Paparan *bluetooth on* selama 6 jam sehari
- Perlakuan 3 (P3) : Paparan *bluetooth on* selama 8 jam sehari

Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah Mencit (*Mus musculus*) berkelamin jantan sebanyak 16 ekor. Sedangkan Sampelnya adalah otak, hati, ginjal dan testis, yang terdiri

dari 1 kontrol dan 3 perlakuan terhadap lamanya waktu pemberian paparan radiasi bluetooth handphone. Seperti: Otak terdapat Otak kontrol, Otak P1, Otak P2, dan Otak P3 begitu juga dengan Hati, Ginjal dan Testis.

Pemaparan

Kandang mencit P1, P2 dan P3 di letakkan hp dengan mode *bluetooth on* sesuai dengan waktu masing masing perlakuan. Pemaparan ini dilakukan selama 7 hari berturut-turut.

Pembedahan Mencit

Mencit terlebih dahulu dimasukkan kedalam *Killing Bottle* yang telah berisi *Kloroform* dan didiamkan selama 5 menit sampai mencit tidak bergerak. Setelah itu dilakukan pembedahan dengan mengambil organ Otak, Hati, Ginjal dan Testis untuk diamati gambaran histologinya. sebelum di fiksasi organ dicuci menggunakan larutan NaCl 0.9%.

Pembuatan Preparat

Menggunakan metode parafin dengan urutan kerja:

1. Pengambilan sampel

Sampel diambil dengan ukuran 1x1 cm kemudian dicuci menggunakan larutan NaCl dengan tujuan membersihkan darah yang menempel pada organ.

2. Fiksasi

Sampel difiksasi menggunakan Formalin selama 24 jam bertujuan untuk mengawetkan serta mencegah terjadinya kerusakan pada jaringan, sampel diletakkan di dalam botol dan diberi label sesuai dengan perlakuan yang akan dibuat sediaan atau preparat.

3. Dehidrasi

Menggunakan alkohol bertingkat mulai dari 70% selama 2 jam, 80% selama 1 jam, 90% selama 1 jam, 96% selama 30 menit, dan 100% selama 30 menit.

Dehidrasi dimulai dari alkohol yang konsentrasinya rendah ke alkohol yang konsentrasi tinggi

4. Penjernihan (*Clearing*)

Penjernihan menggunakan *toluol* selama 5 jam bertujuan untuk mengeluarkan alkohol dari dalam jaringan.

5. Infiltrasi

Merupakan proses persiapan sampel untuk proses embedding cairan *clearing* yang berada di dalam jaringan harus digantikan dengan parafin dengan cara *toluol* dicampur dengan parafin cair pada perbandingan 1:1 selama 30 menit. Setelah itu dimasukkan kedalam *parafin 1*, *paraffin 2* dan *paraffin 3* masing masing 1 jam di dalam oven dengan suhu 60⁰ C.

6. Penanaman (*Embedding*)

Embedding dilakukan menggunakan parafin padat yang telah dicairkan pada suhu 60⁰ C. Sampel dibekukan menggunakan parafin padat pada suhu ruang hingga membeku dan pastikan tidak ada gelembung di sekitar sampel, agar tidak terjadi kesalahan pada saat pemotongan.

7. Pemotongan (*Sectioning*)

Sebelum melakukan pemotongan, persiapkan dahulu mata pisau *microtom*. Blok parafin yang telah didinginkan didalam *softcase* dipasangkan pada penjepit blok *microtom*, atur ketebalan 4-5 μ dan posisi pemotongan yang tepat. Setelah itu lakukan pemotongan dan perhatikan dengan baik sampel yang di potong.

8. Penempelan

Sayatan sampel di dimasukan kedalam air dengan suhu 60⁰ C. Setelah jaringan mengembang ambil jaringan menggunakan kaca objek yang diolesi dengan albumin, kemudian keringkan dengan suhu ruang selama 2 menit dan tutup objek menggunakan kaca penutup.

9. Pewarnaan (*Straining*)

Sebelum pewarnaan dilakukan kaca objek yang berisi sampel dimasukkan ke dalam *xylol*, kemudian alkohol menurun yaitu 96%, 90%, 80%,70%, 60%, 50%,

40%, dan 30% kemudian *aquades* masing masing selama 5 detik. Baru kemudian dilakukan pewarnaan menggunakan *Hematoxylin-Eosin* masing masing selama 7 detik. Selanjutnya dimasukkan kedalam *aquades* dan alkohol meningkat yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 96% dan terakhir *xylol*, masing masing selama 5 detik.


10. *Mounting* dan pengamatan


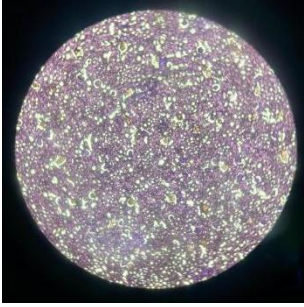
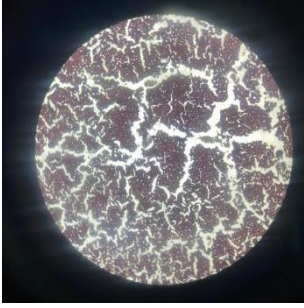
Preparat diberi *gliserin* agar kaca penutup dapat melekat dengan erat pada preparat di kaca objek. Kemudian amati di bawah mikroskop perbandingan antara kontrol, P1, P2 dan P3. Ambil gambar hasil dari mikroskop dan bandingkan hasil yang didapatkan.


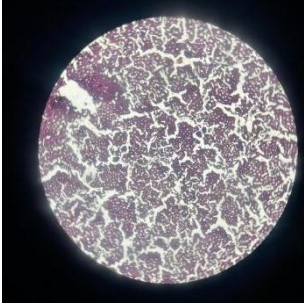
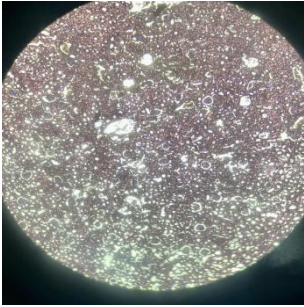
Analisis Data

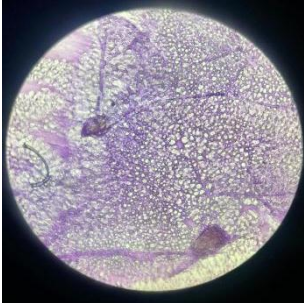
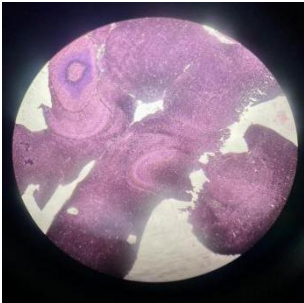
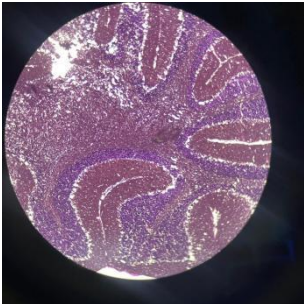
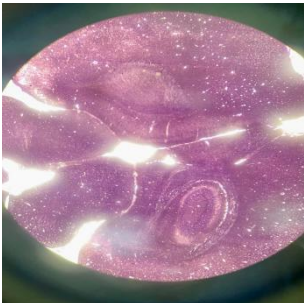
Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan mengamati histopatologi jaringan untuk mengetahui pengaruh paparan *bluetooth on* terhadap hati, ginjal, otak, dan testis pada mencit (*Mus musculus*).

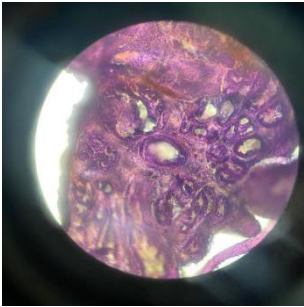
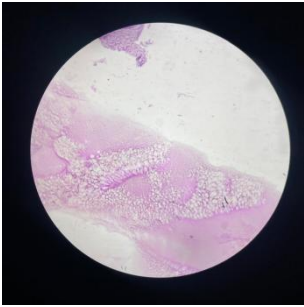
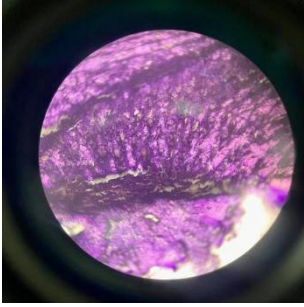
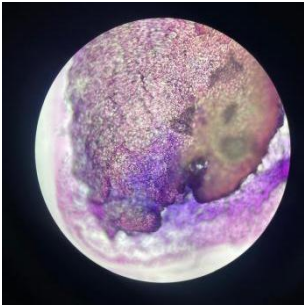
HASIL DAN PEMBAHASAN

No	Organ	Perlakuan (<i>Bluetooth</i>)	Hasil	Keterangan
1.	Hati (Liver)	Kontrol		Hepatosit yang tersusun rapi dan inti sel yang jelas

		Perlakuan 1 (paparan 4 jam)		Menunjukkan tanda-tanda degenerasi seluler ringan, seperti pembesaran hepatosit
		Perlakuan 2 (paparan 6 jam)		Menunjukkan degenerasi yang lebih jelas, disertai vakuolisasi sitoplasma
		Perlakuan 3 (paparan 8 jam)	-	Kegagalan pada proses mikrotom, dimana mengakibatkan parafin pecah dan organ tidak dapat diamati
2.	Ginjal (Kidney)	Kontrol		Struktur ginjal normal tanpa indikasi kerusakan

		Perlakuan 1 (paparan 4 jam)		Edema ringan di sekitar tubulus
		Perlakuan 2 (paparan 6 jam)		Menunjukkan kerusakan tubulus dengan lumen yang melebar
		Perlakuan 3 (paparan 8 jam)		Menunjukkan kerusakan tubulus dengan lumen yang melebar

3.	Otak (Brain)	Kontrol		Neuron yang tersusun normal tanpa adanya tanda-tanda kerusakan
		Perlakuan 1 (paparan 4 jam)		Menunjukkan penyusutan sel saraf ringan
		Perlakuan 2 (paparan 6 jam)		Menunjukkan penyusutan lebih lanjut, dengan neuron yang tampak tidak teratur
		Perlakuan 3 (paparan 8 jam)		Menunjukkan apoptosis neuron yang signifikan serta peningkatan ruang interseluler

4.	Testis	Kontrol		Menunjukkan struktur tubulus seminiferus yang normal, dengan aktivitas spermatogenesis yang optimal.
		Perlakuan 1 (paparan 4 jam)		Menunjukkan penurunan aktivitas spermatogenesis ringan
		Perlakuan 2 (paparan 6 jam)		Menunjukkan penurunan yang lebih signifikan, dengan beberapa tubulus seminiferus yang mengalami degenerasi
		Perlakuan 3 (paparan 8 jam)		Menunjukkan degenerasi total pada tubulus seminiferus, dengan penurunan jumlah

				sel spermatogenik
--	--	--	--	-------------------

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa paparan radiasi *bluetooth* memiliki dampak yang merusak pada struktur histologi beberapa organ vital pada *Mus musculus*. Tingkat kerusakan histologi menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan bertambahnya durasi paparan. Temuan ini memberikan gambaran mendalam tentang bagaimana radiasi elektromagnetik frekuensi rendah, seperti yang dihasilkan oleh *bluetooth*, dapat mempengaruhi integritas seluler pada jaringan tubuh.

Pada jaringan hati dan ginjal, paparan radiasi *bluetooth* terbukti memicu stres oksidatif yang berperan dalam kerusakan metabolisme seluler. Hati dan ginjal, sebagai organ metabolisme utama, sangat rentan terhadap stres oksidatif akibat radiasi. Hal ini ditandai dengan perubahan histologi seperti degenerasi seluler, vakuolisasi, dan nekrosis yang semakin parah dengan peningkatan durasi paparan. Mekanisme utama dari kerusakan ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang diinduksi oleh radiasi elektromagnetik. ROS dikenal sebagai molekul reaktif yang dapat merusak membran sel, protein, dan DNA. Kerusakan pada DNA akibat ROS seringkali memicu apoptosis, yang merupakan salah satu ciri kerusakan yang diamati pada jaringan hati dan ginjal. Penelitian sebelumnya mendukung hasil ini, menunjukkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik mampu menyebabkan akumulasi ROS, mengganggu aktivitas enzim antioksidan, dan memicu disfungsi mitokondria.

Jaringan otak juga menunjukkan kerentanan terhadap paparan radiasi *bluetooth*. Kerusakan pada neuron, seperti penyusutan dan apoptosis, mengindikasikan adanya gangguan pada aktivitas saraf. Salah satu penyebab utama dari kerusakan ini adalah peningkatan suhu lokal pada jaringan otak akibat penyerapan energi radiasi. Suhu tinggi dapat merusak struktur membran neuron, mengubah permeabilitas ion, dan mengganggu fungsi neurotransmitter. Selain itu, stres oksidatif yang diinduksi oleh radiasi juga dapat menyebabkan kerusakan protein pada sinapsis, sehingga mengganggu proses transmisi sinyal saraf. Efek ini tidak hanya berdampak pada morfologi neuron, tetapi juga dapat mempengaruhi fungsi kognitif dan perilaku. Studi sebelumnya telah melaporkan bahwa

paparan radiasi elektromagnetik dapat menyebabkan gangguan fungsi memori dan perilaku akibat perubahan pada struktur otak.

Pada jaringan testis, ditemukan penurunan aktivitas spermatogenesis yang signifikan seiring dengan bertambahnya durasi paparan. Testis, sebagai organ reproduksi, memiliki sensitivitas tinggi terhadap radiasi, terutama karena proses spermatogenesis melibatkan pembelahan sel yang intensif. Radiasi *bluetooth* dapat mengganggu keseimbangan hormonal yang penting untuk mendukung spermatogenesis. Akumulasi ROS pada jaringan testis dapat merusak DNA spermatogenik, mengganggu pembentukan sperma, dan menyebabkan degenerasi tubulus seminiferus. Selain itu, paparan radiasi juga berpotensi mempengaruhi pembuluh darah kecil yang mensuplai oksigen dan nutrisi ke testis, sehingga memperburuk kondisi jaringan. Penurunan jumlah dan kualitas sperma akibat paparan radiasi dapat berdampak signifikan pada fertilitas jangka panjang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa paparan radiasi *bluetooth*, meskipun bersifat non-pengion, dapat menimbulkan dampak biologis yang nyata pada jaringan tubuh. Efek merusak ini terutama dimediasi oleh stres oksidatif yang memicu degenerasi seluler, nekrosis, dan apoptosis. Meskipun durasi paparan dalam penelitian ini relatif singkat, kerusakan yang teramati cukup signifikan untuk menunjukkan potensi bahaya jangka panjang. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi mekanisme molekuler yang mendasari kerusakan ini serta mengkaji dampak paparan radiasi dalam jangka waktu yang lebih panjang pada manusia dan hewan lainnya.

KESIMPULAN

Paparan radiasi smartphone melalui teknologi *bluetooth* selama 7 hari dapat menyebabkan perubahan histologis atau struktur jaringan pada organ hati, ginjal, otak, dan testis pada mencit (*Mus musculus*). Paparan radiasi *bluetooth* dapat menyebabkan degeneratif dan nekrosis jaringan pada organ hati, ginjal, sementara jaringan otak menunjukkan penyusutan sel saraf dan pada jaringan testis terjadi penurunan aktivitas spermatogenesis. Penggunaan perangkat *bluetooth* pada smartphone perlu dilakukan dengan lebih hati-hati karena dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan organ tubuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada Ibu Yusni Athifah, M.Si, dan Ibu Fadilaturahmah, M.Si. atas dukungan yang telah beliau berikan untuk penelitian ini. Bantuan beliau sangat berarti dalam mewujudkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeiasa, M.S., & Sari, E. (2020). Pravalensi Teratozoospermia pada *Rattus Norvegicus* strain wister albino yang diberikan variasi paparan radiasi bluetooth handphone. *Jurnal MSSB : Medisains STIKes Sumatera Barat*, 1(1), 40-47.
- Andika, L.W.G., & Shafriani, N.R. (2024). Paparan Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kualitas Sperma:Tinjauan Literatur Dalam Konteks Pendidikan Kesehatan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(5), 6252-6260.
- Fitri, Y., Rusmikawati, R., Zulfah, S., & Nurbaiti, N. (2018). Asupan natrium dan kalium sebagai faktor penyebab hipertensi pada usia lanjut. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 3(2), 158-163.
- Gunawan, D.L.N. (2019). Kualitas Preparat Organ Tanaman apel (*Malus domestica*) dengan Pewarna Alami ekstrak pinang (*Areca catechu* L.) Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Harijati, N. Samino, S. Indriyani, S. Soewondo, A. (2017). *Mikroteknik Dasar*. UB Press.
- Inkoom, S., Raisakki, M., Perisinakis, K., Maris, T., & Damilakis, J. (2015). Location of radiosensitive organs inside pediatric anthropomorphic phantoms: Data required for dosimetry. *Physica Medica*, 31(8).
- Iriani, D. dan Yusfiati. (2015). *Buku Ajar Mikroteknik*, UR Press.
- Iqlima, N. (2020). Kerusakan Sel Hepar Akibat Paparan Radiasi Elektromagnetik Telepon Seluler. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, 19(1).
- Putra, C.B.P.E. (2021). Dampak Radiasi Elektromagnetik Telepon Genggam Pada Otak Manusia. *IJNHS: Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 2(1), 1-6.
- Yushardi, Y., Sudarti, S., & Hamdi, M.N. (2022). Potensi Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(2), 316-322.