

PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) TERHADAP KESEHATAN OTAK

Haikal Oke Wicaksono *¹

Universitas Jember

haikalokewicaksono@gmail.com

Sudarti

Universitas Jember

sudartifkip@unej.ac.id

Yushardi

Universitas Jember

yushardifkip@unej.ac.id

Abstract

Extremely Low Frequency (ELF) electromagnetic waves are produced by several electrical devices (0-300Hz). This causes quite negative effects on human health. The aim of this research is to analyze the effects of ELF exposure on brain health. The method used in this research is a review with valid and relevant sources from several books and journals, with. The search was carried out using keywords related to ELF, exposure, and brain. From several literature results from research showing human brain disorders, measurements carried out for 30-60 minutes at an intensity of 50Hz have no effect on DNA damage. However, research on brain abnormalities in mice was carried out at intensities of 150 μ T, 300 μ T, 450 μ T. Exposure to an ELF field affects the brains of mice (white rats) at the intensity of the radiation, which is characterized by a decrease in brain function. Other studies show that exposure to ELF also causes headaches and dizziness and increases the risk of brain cancer and reproductive problems (but the results of this study are still not conclusive).

Keywords: ELF, Exposure, Brain

Abstrak

Abstrak Gelombang elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) dihasilkan oleh beberapa perangkat listrik (0-300Hz). Ini menyebabkan efek yang cukup negatif bagi kesehatan manusia. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisa efek paparan ELF pada kesehatan otak. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah riviue dengan sumber yang valid dan relevan dari beberapa buku dan jurnal, dengan. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci terkait ELF, paparan, dan otak. Dari beberapa hasil literatur dari penelitian menunjukkan pada kelainan otak manusia , pengukuran yang dilakukan selama 30-60 menit dalam intensitas 50Hz tidak berpengaruh pada kerusakan DNA. Namun pada penelitian kelainan otak mencit dilakukan pada intensitas 150 μ T, 300 μ T, 450 μ T. Paparan medan ELF mempengaruhi pada otak mencit (tikus putih) pada intensitas radiasi tersebut yang ditandai dengan adanya penurunan fungsi otak. Pada penelitian

¹ Korespondensi Penulis.

yang lain menunjukkan paparan ELF juga menyebabkan sakit kepala dan pusing serta meningkatkan risiko kanker otak dan masalah reproduksi (namun hasil penelitian ini masih belum konklusif).

Kata Kunci : ELF, Paparan, Otak.

PENDAHULUAN

Radiasi merupakan suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara (Priatam *et al*, 2021). Paparan radiasi medan elektromagnetik meningkat seiring dengan terus menerus proses kelistrikan sejak abad ke-20, kebutuhan tertinggi teknologi, perubahan tingkah laku sosial, menciptakan makin banyaknya sumber radiasi elektromagnetik (Balmori, 2021). Radiasi elektromagnetik merupakan suatu proses pancaran energi elektromagnetik, dalam gelombang elektromagnetik, dan efek yang diakibatkannya pada suatu materi yang dikenainya. Radiasi elektromagnetik ini bisa berasal dari suatu sumber energi yang tetap, contohnya seperti matahari maupun sumber-sumber cahaya yang lainnya, dan bisa berasal dari suatu partikel bermuatan yang mengalami percepatan. Radiasi elektromagnetik direpresentasikan oleh gelombang elektromagnetik.

Gelombang ini terjadi akibat dari interaksi kedua medan yaitu medan magnetik dan medan listrik. Kedua medan ini bergetar dalam arah yang saling tegak lurus. Medan magnetic dan medan listrik yang membentuk gelombang elektromagnetik merupakan jenis gelombang transversal, yang artinya arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya . Secara umum setiap bentuk radiasi gelombang elektromagnetik dapat berpengaruh pada tubuh manusia. Sel-sel tubuh yang mulai membelah adalah bagian yang paling mudah dipengaruhi oleh radiasi-sebagai contoh.Tubuh yang sebagian besar berupa molekul air, juga mudah mengalami ionisasi oleh radiasi Radiasi gelombang elektromagnetik sangat berpengaruh terhadap tubuh manusia. Proses yang mengakibatkan gelombang elektromagnetik berpengaruh terhadap kesehatan adalah adanya perubahan keseimbangan kadar radikal bebas dalam sistem biologik. Radikal bebas adalah kemungkinan yang paling besar karena radikal bebas dapat diproduksi secara tampak dari hasil sisa proses ionisasi biologis (Crumpton, 2005).

Paparan radiasi gelombang elektromagnetik itu tidak bisa dihindari, karena secara tidak langsung berdampingan dengan manusia. Manusia secara terus menerus terpapar oleh berbagai jenis sumber radiasi elektromagnetik, salah satunya yaitu radiasi medan elektromagnetik *Extremely Low Frequency (ELF)*. gelombang elektromagnetik ELF mempunyai frekuensi yang sangat rendah berkisar antara 0-300Hz. Medan magnetik ELF ini berasal dari berbagai sumber jaringan Listrik, peralatan elektronik dan peralatan medis. Paparan gelombang elektromagnetik secara terus menerus dapat mempengaruhi Kesehatan pada otak.

Otak merupakan bagian yang sangat penting yang ada dalam tubuh yang tujuannya untuk pengendali utama dalam setiap aktivitas yang dilakukan oleh organ-organ di dalam tubuh. Otak dapat mengendalikan perasaan, pikiran bahkan juga dapat mengendalikan gerakan. Dengan adanya otak, semua makhluk hidup dapat menyelesaikan masalah bahkan berfikir. Baik itu otak manusia maupun otak hewan.

Otak manusia memiliki sifat sensitif terhadap paparan akut gelombang elektromagnetik. Ada beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian tentang pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap gelombang otak manusia, dan beberapa peneliti mengungkapkan bahwa radiasi elektromagnetik berpengaruh terhadap otak manusia (Pratomo et al., 2011). Banyak factor yang menjadi penyebab terjadinya kelainan otak pada manusia maupun hewan., misalnya bisa jadi terjadi karena factor keturunan, maupun bisa juga terjadi karena factor radiasi elektromagnetik melalui banyak benda yang memancarkan radiasi elektromagnetik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah riview dengan sumber yang valid dan relevan dari beberapa buku dan jurnal, dengan. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci terkait ELF, paparan, dan otak. Literature searching ini menghasilkan 1.419 artikel kemudian dipilih 20 artikel yang kemudian digunakan untuk dianalisis menggunakan systemic literature review dengan mengumpulkan artikel-artikel yang ada. Dan penelitian ini yang dimaksud adalah mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada , yaitu keadaan gejala menurut apa adanya pada saat penelitian dilakukan. Metode ini digunakan dengan tujuan menyajikan, menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai topik yang dibahas dengan meringkas materi yang telah diterbitkan serta memberikan informasi fakta atau analisis baru dari tinjauan literatur yang relevan kemudian membandingkan hasil tersebut dalam artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Radiasi hadir dalam dua jenis. Pertama, partikel alfa dan beta yang berasal dari unsur radioaktif; kedua, ada gelombang elektromagnetik yang disebut juga foton. Di sini, yang dibahas hanyalah gelombang elektromagnetik sebagai bentuk radiasi.

Banyak daerah membentuk spektrum gelombang elektromagnetik. Saluran listrik dan berbagai peralatan kecil dan besar menghasilkan medan elektromagnetik yang termasuk dalam spektrum gelombang pada frekuensi 60 atau 50 Hz. Radiasi nuklir, yang terdiri dari sinar gamma dan r-x, berada pada titik ekstrim. Gelombang elektromagnetik frekuensi radio (RF) berada di tengah dan bertugas membawa berbagai sinyal seperti siaran radio dan televisi AM dan FM, pita radio, dan lainnya. Alhasil, perangkat komunikasi yang sering digunakan masyarakat (Swamardika, 2009)

Semua radiasi gelombang elektromagnetik secara umum berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia. Area tubuh yang paling rentan terhadap kerusakan radiasi adalah sel-sel yang baru mulai membelah. Radiasi juga dapat dengan mudah mengionisasi tubuh, yang sebagian besar terdiri dari molekul air. Dengan demikian, radiasi elektromagnetik mempunyai dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia (Anies, 2006). Keseimbangan radikal bebas dalam sistem biologis digeser oleh gelombang elektromagnetik, yang berdampak pada kesehatan. Karena radikal bebas sangat reaktif dan mutagenik dalam sel hidup, radikal bebas mempunyai risiko terbesar. (Crumpton, 2005).

Paparan gelombang elektromagnetik yang rendah mempunyai dampak yang akan mengganggu pada kesehatan mulai dari penyakit ringan seperti sakit kepala hingga penyakit berbahaya seperti kanker dan dapat menyebabkan infertilitas (Enny, 2014). Infertilitas adalah keadaan yang ditandai dengan tidak terjadinya kehamilan pada pasangan individu yang secara aktif melakukan hubungan seksual secara teratur tanpa menggunakan pengaman selama satu tahun (Roupa, 2009).

Tikus putih atau mencit juga telah digunakan dalam penelitian tentang efek medan elektromagnetik ELF. Menurut penelitian Masyruroh tahun 2015, paparan medan magnet ELF mempengaruhi kepadatan otak tikus putih. Secara khusus, paparan bidang ELF 150 μT , 300 μT , dan 450 μT memiliki pengaruh terhadap kepadatan otak. Massa jenis otak adalah 1,895 gram untuk medan magnet dengan intensitas 150 μT . Nilai kepadatan otak sedikit menurun menjadi 1,806 gram pada kelompok eksperimen dengan intensitas 300 μT , begitu pula menurun pada kelompok eksperimen dengan intensitas 450 μT .

Studi yang hampir serupa mengenai dampak EM-ELF pada otak tikus juga dilakukan pada tahun 2015 oleh Lai dkk. Temuan tersebut mengungkapkan bahwa paparan ELF-EMF yang berkepanjangan tidak berpengaruh pada perilaku tikus jantan dewasa, termasuk perilaku umum seperti kecemasan, depresi, serta pembelajaran dan memori spasial, selain itu penelitian menunjukkan bahwa paparan ELF-EMF mungkin aman. Kapasitas kognitif tikus dengan masalah memori tidak terpengaruh oleh paparan ELF-EMF. Paparan ELF-EMF tidak berpengaruh pada histologi atau morfologi otak. Para peneliti telah menunjukkan bahwa perilaku tikus jantan dewasa tidak terpengaruh oleh paparan ELF-EMF 50 Hz/100 T selama 24 minggu.

Paparan gelombang 2.856 GHz dan gelombang mikro 1.5 GHz dapat menyebabkan cedera umum pada sistem saraf, termasuk gangguan pada neurotransmitter, sitokin, stres oksidatif, dan respirasi seluler. Data menunjukkan bahwa kerusakan akibat gelombang mikro adalah berkaitan erat dengan mekanisme molekular metabolisme. Penurunan kognitif yang diinduksi gelombang mikro sebagian besar ditentukan oleh kekuatannya daripada frekuensi. Efek cedera juga ditemukan pada kelompok paparan akumulatif (Tan, et.al., 2017). Jumlah dendrit kelompok yang terpapar stresor cahaya lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang tidak

terpapar stresor (kontrol). Ekspresi mTORCI kelompok yang terpapar stresor cahaya lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpapar stresor cahaya (kontrol). Ada pengaruh antara pemberian frekuensi stresor cahaya terhadap jumlah dendrit anak mencit pada kelompok yang dipapar stresor 1 (satu) kali dan 2 (dua) kali sehari yaitu semakin sering paparan stresor akan semakin rendah paparan jumlah dendrit otak anak mencit baru lahir. Ada pengaruh antara pemberian frekuensi stresor cahaya terhadap ekspresi mTORCI di korteks cerebri anak mencit pada kelompok yang dipapar stresor akan semakin tinggi ekspresi mTORCI otak anak mencit baru lahir. Tidak ada hubungan antara jumlah dendrit dengan ekspresi mTORCI antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. (Wijayanti, *et.al.*, 2019).

Ada juga beberapa penelitian yang lain terkait dengan dampak yang terjadi terhadap Kesehatan otak manusia yang terpapar radiasi medan elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) yaitu menunjukkan hubungan antara paparan gelombang elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) dengan efek jangka panjang dan peningkatan resiko sakit kepala dan pusing , serta ada yang menjelaskan pula efek dari paparan gelombang ELF dapat menyebabkan resiko kanker otak, jadi ELF dapat menyebabkan kerusakan pada DNA yang dapat meningkatkan resiko kanker, ELF dapat meningkatkan produksi radikal bebas yang dapat merusak pada sel-sel dan jaringan termasuk DNA, dan juga paparan ELF ini dapat mengganggu pelepasan hormon, seperti melatonin yang dapat berperan dalam perkembangan kanker. Namun meskipun bukti tentang hubungan ELF dan kanker otak masih belum konklusif, namun paparan ELF yang berlebihan dapat berpotensi membahayakan bagi Kesehatan.

KESIMPULAN

Paparan medan elektromagnetik ELF berpengaruh pada kelainan otak yang terjadi pada mencit atau tikus putih pada suatu intensitas radiasi ELF sebesar 150 μ T, 300 μ T, 450 μ T yang ditandai dengan adanya suatu penurunan fungsi otak. Sedangkan pada intensitas yang lebih rendah yaitu seperti 50Hz atau 100 μ T tidak berpengaruh yang signifikan pada perilaku tikus jantan dewasa. Paparan medan elektromagnetik ELF juga berpengaruh pada kesehatan otak manusia, seperti terjadinya sakit kepala dan pusing, serta ada yang menjelaskan pula efek dari paparan gelombang ELF dapat menyebabkan resiko kanker otak dan masalah reproduksi. Namun diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk memahami suatu mekanisme yang pasti terkait dampak yang signifikan efek terjadinya paparan ELF.

DAFTAR PUSTAKA

- Khoiriyah H., M., R., Sudarti. 2022. Resiko Paparan Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Kelainan Otak. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*. 5(2):83-87
- Prasetia D., R., A., Rudiyanto W. 2020. Pengaruh Paparan Gelombang Elektromagnetik Ponsel Terhadap Otak. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*. 8(1):89-95
- Putra E., P., B., C. 2021. Dampak Radiasi Elektromagnetik Telepon Genggam Pada Otak Manusia. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*. 2(1):1-6
- Batubara A., D., et al. Pengaruh Radiasi Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Seluler. *Jurnal of Physics Education*. 2(2): 76-85
- Sulistiyowati A., et al. 2024. Analisis Persentase Limfosit Dan Monosit Mencit Balb/c Setelah Dipapar Medan Elektromagnetik Extremely Low Frequency 500 μ T Dan 1000 μ T. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekes Depkes Bandung*. 16(1):256-266
- Swamardika A., B., I., 2009. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(1):106-109
- Wijayanti, D. P., Hermanto, T. J., dan Widjiati. (2019). Pengaruh Frekuensi Paparan Stensor Cahaya Saat Kebuntingan Terhadap Jumlah Dendrit dan Ekspresi mTORC1otak Mencit (Mus musculus) Baru Lahir.
- Priatam et al, 2021, Analisa radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50WP, *Jurnal Teknik Elektro*, 4(1):48-54
- Wismaya S., Sugianto W. Radiasi medan elektromagnetik pada jangkauan frekuensi sangat rendah (Extremely Low Frequency) di Lingkungan Kmpus Univeritas PGRI Yogyakarta. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*. 8(3):1-6
- Sudirman W. A. 2020. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam Terhadap Perkembangan Sperma. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 9(2):708-712
- Tarigan, T. R. P., Usman, A. G., dan Managam, R. 2013. Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Seluler. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*. 1 (1): 6
- Zymantiene, J., Vida, J., Rasa, Z., Vaidas, O., Ugne, S., Antanas, S., dan Albina, A. (2020). Effect of Electromagnetic Field Exposure on Mouse Brain Morphological and Histopathological Profiling. *Journal of Veterinary Research*, 64 (2020).
- Pratomo, T. A. B., Rizal, A., Septian, R. (2011). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Ponsel Terhadap Gelombang Otak Pada Sampel Pria Dan Wanita Sehat Usia 17-23 Tahun
- Soerjoasmoro, M., A. (2000). Telepon Seluler: Hubungannya Dengan Kanker Otak. *Jurnal Kedokteran Trisakti*. 19(3): 133-41.
- Sumbayak, E., M. (2016). Dampak Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Otak. *Jurnal Kedokteran Meditek*. 22(59)
- Sylvia, S., Teresa, L. W., Anna, S. (2007). Efek Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Spermatozoa Mencit Galur BALB/C. Bandung: Universitas Kristen Maranatha Bandung.
- Veronica, D. (2013). Pengaruh Penggunaan Telepon Seluler Sebagai Media Komunikasi Terhadap Sikap Siswa SMP Negeri 30 Samarinda. *E-Journal Ilmu Komunikasi*. 1(2):375- 388

- Achudume, A., Onibere, B., Aina, F., Tchokossa, P. (2010). Induction of Oxidative Stress in Male Rats Subchronically Exposed to Electromagnetic Fields at Non-Thermal Intensities. *JEMAA*. 2:482-87
- Hussein, S., El-saba, A., Galal M. K. (2016). Biochemical and histological studies on adverse effects of mobile phone radiation on rat ' s brain. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 78:10–19
- Prasetia, A. R. D., Rudiyanto, W., Sari, M. I. (2020). Efek Protektif Penggunaan Antiradiasi Alpha Spin Terhadap Histologi Hipokampus Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Galur Sprague dawley yang Terpapar Gelombang Elektromagnetik Ponsel. *Journal of Health Science and Physiotherapy*. 2(1):88-95
- Wulandari Y, Hartoyo P, Anita F, Purwatiningsih. Analisis Jumlah Kadar Hemoglobin Dan Sel Darah Putih (Leukosit) Pada Mencit (*Mus Musculus*) Sebelum Dan Sesudah Radiasi Gamma Co-60 Dengan Berbagai Variasi Dosis. *J Ilm GIGA*. 2014;17(1):9-18
- Masaenah E, Inawati I, Annisa FR. Aktivitas Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Mencit Jantan (*Mus musculus*). *J Farmamedika (Pharmamedica Journal)*. 2019;4(2):37-47