

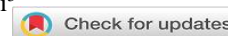
Literature Review

Potensi Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Kesehatan

Potential Effect of Mobile Phone Electromagnetic Wave Radiation on Health

Yushardi Yushardi¹, Sudarti Sudarti², Muhammad Najih Hamdi³

^{1 2 3} Universitas Jember



Article Info	Abstract
Article History: Received 2022-07-20 Accepted 2022-10-10 Published 2022-12-01 Keywords: tubuh manusia; ponsel; radiasi elektromagnetik; <i>human body;</i> <i>cell phone;</i> <i>electromagnetic radiation;</i>	Pendahuluan: Telepon seluler pada saat ini sudah mengalami perkembangan, dengan beragam kemudahan yang dapat dilakukannya. Telepon seluler atau yang dikenal dengan smartphone atau ponsel pintar pada saat ini menghasilkan radiasi gelombang elektromagnetik yang berpengaruh terhadap kesehatan tubuh manusia. Tujuan: Mengetahui pengaruh dari radiasi elektromagnetik telepon seluler terhadap kesehatan otak manusia. Metode: Penelitian menggunakan <i>Literatur Review</i> tipe naratif, dengan menggunakan jurnal dan buku baik nasional maupun internasional. Radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan dari penggunaan telepon seluler terindikasi dapat mempengaruhi beberapa gangguan terhadap kesehatan manusia. Hasil: Indikasi gangguan kesehatan tersebut dapat berupa tumbuhnya tumor dan kanker pada otak, dapat menyebabkan stress, terganggunya sperma, glioma dan juga terganggunya sel darah merah. Gangguan yang disebabkan oleh radiasi elektromagnetik telepon seluler terhadap kesehatan masih menjadi polemik. Kesimpulan: Radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan dari penggunaan telepon seluler berpotensi dapat menyebabkan beberapa gangguan terhadap kesehatan. <i>Introduction: Mobile phones are currently undergoing development, with a variety of conveniences that they can do. Cell phones, or what is known as smartphones or smartphones at this time, produce electromagnetic wave radiation that affects the health of the human body. Purpose: Knowing the effect of mobile phone electromagnetic radiation on human brain health. Method: Research using narrative-type Literature Review, journals, and books nationally and internationally. Electromagnetic radiation from mobile phone use affects several human health disorders. Results: Indications of these health problems can be in the form of tumors and cancer in the brain, which can cause stress, and disruption of sperm, gliomas, and red blood cells. Interference caused by the electromagnetic radiation of mobile phones to health is still a polemic. Conclusion: Electromagnetic radiation from mobile phone use can cause some health disorders.</i>
Corresponding author Email	: Muhammad Najih Hamdi : najihhamdi8@gmail.com

Pendahuluan

Di zaman yang serba canggih saat ini, ketergantungan manusia terhadap teknologi tidak dapat dimungkiri lagi, salah satunya adalah telepon seluler. Telepon seluler sudah menjadi kebutuhan primer manusia yang digunakan dalam membantu pekerjaan, sehingga dapat mengoperasikan banyak hal. Tanpa disadari penggunaan telepon seluler juga berpotensi buruk terhadap kesehatan karena adanya radiasi (Hartina et al., 2014 ; Pratama et al., 2021). Telepon seluler merupakan gelombang radio dengan memiliki dua buah radiasi, yaitu radiasi medan magnet dekat dan radiasi medan magnet dekat. Manusia memiliki *biofield*, *biofield* merupakan medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh beberapa organ tubuh manusia. Radiasi medan magnet telepon seluler dapat merusak *biofield*, sehingga berpotensi mengganggu metabolisme dan fisiologi tubuh (Manarisisip, 2015). Populasi penduduk Indonesia sekitar 261 juta, dan 231 juta penduduk telah menggunakan telepon seluler. Sehingga, Indonesia berada di posisi ke-6 terbanyak dalam pengguna telepon seluler, berdasarkan data dari *The Spectator Index* yang dikutip oleh Supriyadi (2018). Pada tahun 2015, pelanggan telepon genggam sebanyak 338 juta berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik) (Ginting, 2019). Telepon genggam tidak hanya mampu berkomunikasi saja, namun dapat melakukan SMS, mengirim data, mengirim foto dan internet. Potensi dampak buruk dari telepon genggam mungkin tidak disadari (Veronica, 2013). Berdasarkan data BPS (2017), pelanggan telepon genggam di Indonesia tahun 2011 sebanyak 249,8 juta, tahun 2017 sebanyak 435,11 juta pelanggan naik sebesar 49,62 % (Putra, 2020). Penggunaan teknologi komunikasi nirkabel dalam ponsel telah merevolusi telekomunikasi modern dan ponsel telah menjadi sangat populer sehingga jumlahnya melebihi populasi global (Jagetia, 2022). Tubuh manusia menyerap proporsi radiasi tertentu ketika diperkenalkan ke medan elektromagnetik (Seetharaman et al., 2022).

Saat ini pengguna ponsel sangatlah banyak, pengguna harus lebih cermat mengenai efek dari radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia, khususnya bagian kepala di sekitar telinga. Pengguna semakin banyak, ponsel semakin canggih, dan semakin lama penggunaannya dapat berpotensi meningkatkan dampak negatif dari penggunaan ponsel (Sumbayak, E. M. 2017). Pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap otak manusia telah banyak dilakukan penelitian, namun di kalangan peneliti terjadi perdebatan, terutama di negara-negara eropa. Ada yang mengatakan radiasi elektromagnetik berpengaruh terhadap otak manusia, namun ada juga yang mengatakan radiasi elektromagnetik tidak berpengaruh terhadap otak manusia (Sumbayak, E. M. 2017). Berbagai pihak terutama produsen telepon seluler menjamin telepon seluler aman digunakan, namun masih banyak perdebatan dan kontroversi di banyak kalangan. Pakar telekomunikasi yang membenarkan telepon seluler berpengaruh terhadap kesehatan, namun dibantah oleh kalangan lain bahwa telepon seluler aman digunakan (Battung, 2014). Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui efek dari penggunaan *handphone* bagi penggunaannya, seiring dengan mendunianya *handphone* saat ini. Peneliti mengungkapkan efek radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan, yaitu dapat menimbulkan stres bagi tubuh manusia. Stres dapat memicu teraktivasi HPA-axis, kemudian CRH dan AVP akan di sekresi oleh stresor. Korteks adrenal akan distimulasi untuk mensekresi kortisol. Penggunaan ponsel dapat berpotensi menyebabkan timbulnya stress, gangguan tidur dan gejala depresi dewasa muda (Ras et al., 2017). Radiasi elektromagnetik frekuensi radio yang dipancarkan oleh ponsel pintar pada sistem biologis memiliki liputan media yang luas dan keprihatinan publik dalam beberapa tahun terakhir (Hasan et al., 2021).

Paparan dari radiasi elektromagnetik berpotensi dapat berdampak pada perubahan permeabilitas membran sel, komposisi pembentukan darah, pertukaran ion di jaringan syaraf serta perubahan tingkat kanker yang berkaitan pembentukan enzim, jika melampaui batas aman yaitu 10mW/cm². Efek biologis lainnya yaitu mudah mengantuk, sakit kepala, mudah lelah serta mudah marah (Ayu Berlianti et al., 2021). Kebaharuan penelitian ini adalah radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan dari penggunaan telepon seluler berpotensi dapat

menyebabkan beberapa gangguan terhadap kesehatan. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh dari radiasi elektromagnetik telepon seluler terhadap kesehatan otak manusia.

Metode

Dalam penyusunan artikel ini, menggunakan metode studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang relevan. Studi literatur yang dilakukan dengan metode membaca, memahami, dan membandingkan dari berbagai sumber artikel yang relevan. Metode ini berupaya untuk meringkas informasi terkini mengenai topik yang berkembang. Studi literatur menyajikan ulang materi yang telah diterbitkan sebelumnya, dan melaporkan fakta atau analisis baru dengan penulisan ringkasan berupa publikasi terbaik dan paling relevan kemudian mengumpulkannya serta membandingkan hasil yang disajikan dalam artikel.

Hasil Dan Pembahasan

Telepon genggam atau ponsel dalam bahasa Inggris disebut *handphone/mobilephone* merupakan alat komunikasi yang tidak menggunakan kabel statis seperti telepon, dan telepon genggam merupakan pengembangan dari telepon. Telepon genggam sesuai namanya yaitu dapat dioperasikan secara dinamis, karena tidak menggunakan kabel, namun menggunakan gelombang frekuensi tanpa kabel (nirkabel) atau *wireless* (Art., 2017). Ponsel dapat dibagi ke dalam beberapa jenis jika didasarkan pada teknologinya yaitu, Generasi 1 (1G), menggunakan sistem analog dan berupa suara. Generasi 2 (2G), menggunakan digital dan mampu dalam mengirimkan SMS. Generasi 3 (3G), ponsel dapat mentransfer data dengan kecepatan tinggi. Generasi 4 (4G), dapat mentransfer data, suara, video serta multimedia dengan kapasitas besar. Ponsel saat ini sudah mengalami perkembangan karena dapat melakukan aktivitas yang dibutuhkan oleh manusia, serta tersedianya beragam aplikasi yang menarik sehingga ponsel saat ini dikenal dengan *smartphone* (Ginting, 2019). Perkembangan *broadband* 2,5 1998 berakibat pada banyaknya pengguna internet, terdapat laporan bahwa pengguna internet di akhir 2013 adalah 67% lebih dari 2,8 miliar total pengguna. *Broadband* pada abad 21 saat ini menjadi tantangan bagi pemerintah dunia untuk program melek huruf di internet (Word Bank, 2019 ; Adhastian, 2020). Tingkat kesuburan yang menurun harus dikreditkan ke berbagai faktor seperti lingkungan, kesehatan, dan gaya hidup. Infertilitas pria cenderung dipengaruhi oleh paparan panas dan radiasi yang kuat (Negi & Singh, 2021). Manusia lebih lanjut yang mengeksplorasi hormon kelenjar tiroid, morfologi mikroskopis, dan kanker tiroid sangat direkomendasikan untuk penelitian di masa depan (Alkayyali et al., 2021).

Berdasarkan hasil lembaga survei, pada tahun 2016 terdapat 65,2 juta pengguna ponsel, pada tahun 2017 74,9 juta, pada tahun 2018 83,5 juta, dan pada tahun 2019 92 juta, serta masih berpotensi akan bertambah. Berdasarkan informasi dari Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, survei pada 9.588 rumah tangga, usia individu 9-65 tahun di 34 provinsi dengan 1% margin of error estimation tahun 2016, terdapat 72,8% penduduk memiliki ponsel dan terdapat 36% penduduk memiliki akses internet. Beberapa aktivitas internet yaitu membuka sosial media (73,3% dari seluruh pengguna ponsel); mencari informasi barang atau jasa (53,7%); mengirim pesan via instant messaging termasuk chatting (52,7%); mengunduh film, gambar, musik, menonton video, mendengarkan musik (48,2%); mencari informasi layanan pendidikan (47,4%); dan lain sebagainya. Dengan mudahnya melakukan berbagai aktivitas menggunakan ponsel, karena kepraktisan tersebut orang-orang ingin menggunakan dan mempunyai ponsel, sehingga setiap tahun para pengguna ponsel selalu bertambah (Prasetia & Rudiyanto, 2020). *Handphone* merupakan penghasil radiasi elektromagnetik yang sangat potensial, karena menghasilkan foton sangat besar, dan radiasinya melebihi peralatan elektronik maupun jaringan listrik bertegangan tinggi (Siti, 2016 ; Sudirman, 2020). Gelombang elektromagnetik memiliki bentang frekuensi yang luas, sesuai dengan yang dirumuskan Maxwell. Gelombang elektromagnetik termasuk cahaya, gelombang radio dan sinar X, dan yang membedakan secara konsep fisika adalah panjang dan frekuensi gelombangnya (Enny, 2015). Radiasi merupakan penyinaran atau partikel elementer dan energi radiasi dari sumber radiasi ke

medium tujuannya. Radiasi yang dipancarkan ponsel dapat menembus ruang hampa udara, sehingga secara kumulatif dapat berpotensi menyebabkan penyakit seperti tumor otak, kanker otak, *alzheimer*, *fatigue*, dan penyakit ringan berupa sakit kepala dari Divisi Otologi Rumah Sakit Sanglah, menjelaskan radiasi yang ditimbulkan ponsel 215 detik masuk ke sel-sel DNA. Ponsel dapat memancarkan 900 MHz-1.800 MHz yang berpotensi menimbulkan kanker otak dan gangguan kesuburan. Anak-anak dibawah umur 8 tahun tidak diperkenankan dalam menggunakan ponsel karena rentan terhadap radiasi ponsel (Hartina et al., 2014).

Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh ponsel merupakan golongan gelombang yang sama dengan *microwave*, dan termasuk jenis radiasi non-ionisasi tergolong level rendah. Sampai saat ini dari berbagai puluhan kajian, belum dapat dipastikan secara komprehensif gelombang jenis non-iradiasi dapat menimbulkan efek pertumbuhan kanker otak dan rusaknya sel DNA pada jaringan tubuh manusia, namun gelombang jenis ionisasi dapat memicu efek tersebut. Ada bendapat dari suatu jurnal, bahwa radiasi elektromagnetik dalam jumlah kecil tidak berbahaya, kecuali dalam jumlah yang besar akan berbahaya bagi kesehatan tubuh (Sumbayak, E. M. 2017). Tahun 1993, David Perlmutter dokter ahli saraf asal Florida melakukan observasi terhadap pasiennya yang memiliki tumor otak, dia berhipotesis bahwa penyebab dari tumor otak itu tumbuh disebabkan radiasi dari antenna telepon pada lokasi RF. Hipotesis David didasarkan pada hasil studi oleh Stephen Clery dari Virginia Medical College, Richmond, yang membuktikan bahwa radiasi radio frekuensi mengakibatkan proliferasi sel-sel tumor yang dibiak *in vitro* setelah terpajan (Sumbayak, E. M. 2017). Para peneliti Denmark, Finlandia, Norwegia, Swedia, dan Inggris mengungkapkan bahwa penggunaan ponsel selama 10 tahun dapat berpotensi dapat menyebabkan *glioma* dan *acoustic neuroma*. Peneliti dari Israel juga melaporkan penggunaan ponsel dalam jangka yang panjang berpotensi pertumbuhan tumor. Hipotesis tersebut diperkuat dengan hasil studi Dr. Lennart Hardell tahun 2007, penggunaan ponsel yang berdurasi lama dapat terkena *malignant gliomas* dan *acoustic neuromas* tingkat tinggi serta tumor otak pada bagian kepala yang sering terkena radiasi elektromagnetik (Sumbayak, E. M. 2017).

Menggunakan ponsel dapat menyebabkan sakit kepala dan pening jika terlalu bersentuhan dengan kepala, dikarenakan pembuluh darah menyempit sehingga tekanan darah tinggi. Penelitian di Jerman jika menggunakan ponsel selama 35 menit dapat meningkatkan tekanan darah 5-10mmHg. Berdasarkan hasil penelitian, orang yang menggunakan ponsel lebih berpotensi terkena kanker otak dibandingkan orang yang tidak menggunakan. Hal tersebut disebabkan radiasi elektromagnetik menurunkan produksi serotonin dan melantonin pada kelenjar pineal yang berfungsi untuk mencegah tumbuhnya tumor (Sumbayak, E. M. 2017). Ponsel berpotensi dapat menimbulkan penyakit seperti vertigo skala ringan, dan kanker serta infertilitas pada skala berat (Enny, 2015 ; Putra, 2020). Hasil penelitian dari Universitas Lund (Swedia), dengan menggunakan tikus percobaan ditemukan bahwa radiasi menyebabkan perubahan biokimia albumin dalam darah tikus, yang berfungsi mengalirkan aliran darah ke otak. Seorang Professor Leif Salford, menjelaskan bahwa gelombang mikro pada ponsel dapat menimbulkan penyakit *Alzheimer* atau kepikunan lebih dini. Penyakit *Alzheimer* dapat membuat sulit mengingat atau sering lupa serta menurunnya kemampuan berpikir, mirip seperti orang tua yang pikun (Sumbayak, E. M. 2017). Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Hao terhadap tikus percobaan, yaitu efek radiasi gelombang elektromagnetik terhadap sistem pembelajaran dan kemampuan memori neuron hipokampus tikus. Diperoleh hasil bahwa, radiasi elektromagnetik dapat menghambat frekuensi pelepasan neuron regio CA1 hipokampus. Radiasi elektromagnetik merubah snaptik secara global dan berpengaruh terhadap memori dan sistem belajar tikus (Prasetya & Rudiyanto, 2020).

Saat stress respon tubuh yaitu mengeluarkan hormone dari hipotalamus saat terkena radiasi elektromagnetik. Sekresi hormon di hipotalamus meningkat maka kadar hormone glukokortikoid meningkat, sehingga kadar kortisol juga meningkat maka terjadi penurunan kadar HMG KoA Reduktase. Kadar HMG KoA reduktase menurun berpengaruh terhadap penurunan laju sintesis endogen dari kolesterol, sehingga menyebabkan kadar kolesterol menurun dalam

plasma (Fitri et al., 2018). Penelitian yang dilakukan terhadap kelinci dengan menggunakan paparan radiasi ponsel 800 MHz selama 8 jam 12 minggu, diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan diameter pada tubulus seminiferus di minggu ke-12 secara histologis. Penelitian juga dilakukan pada tikus putih dengan paparan elektromagnetik selama 3 jam 3 minggu, diperoleh hasil pada bagian tubulus seminiferus mengalami degenerasi terlihat kosong karena dampak peluruhan sel (Victorya, 2015). Dosimetry perlu menjadi perhatian bagi kesehatan tubuh manusia, karena sebagai pengetahuan seberapa besar penetrasi radio frekuensi (RF) ke dalam tubuh manusia. Batas penetrasi RF perlu diketahui, seperti pada hewan percobaan yang ditandai dengan perubahan perilaku setelah terpapar RF dan kenaikan melebihi suhu badan hewan. Perubahan terjadi jika terpapar radiasi dengan Specific Absorption Rate (SAR) 1 - 4 watt/kg atau dapat lebih tinggi (1 watt/Kg pada binatang percobaan dalam keadaan suhu, kelembaban, dan aliran udara yang berbeda, sedangkan 4 watt/kg pada lingkungan yang normal) (Prasetia & Rudiyanto, 2020).

Nilai SAR (watt/kg) merupakan batas aman dari maksimal jumlah paparan radiasi gelombang elektromagnetik dari ponsel atas 1 kilogram dari jaringan tubuh pada saat ponsel digunakan. Setiap jaringan tubuh memiliki perbedaan besarnya jumlah SAR, yang bergantung pada perubahan medan listrik dan konduktivitas. Untuk menghasilkan SAR 1 watt/kg pada frekuensi 900 MHz dibutuhkan nilai medan listrik sekitar 30 V/m, dan untuk 1.800 MHz dibutuhkan 25 V/m (Prasetia & Rudiyanto, 2020). Hipersensitivitas (*electrical sensitivity*) merupakan salah satu gangguan fisiologis akibat dampak radiasi gelombang elektromagnetik, yang ditandai dengan gejala neurologis yaitu gangguan otak dan sistem saraf serta sensitivitas terhadap elektromagnetik. Beberapa gejala dari *electrical sensitivity* yaitu sakit kepala, keletihan, susah tidur. Terdapat gejala lain yaitu berdebar-debar, mual, otot-otot terasa sakit, telinga berdenging, kejang otot, gangguan kejiwaan serta gangguan konsentrasi, hal tersebut terjadi karena melebihi batas paparan yang seharusnya (Wijaya et al., 2019). Meningkatnya penggunaan ponsel membuat pengguna harus lebih memperhatikan efek samping penggunaan ponsel terhadap kesehatan manusia. pria yang membawa ponsel di saku celana dapat menurunkan produktivitas sperma hingga 70% dan lebih buruk lagi sperma yang dihasilkan tidak akan mampu, membuahi sampai tidak subur karena telah rusak oleh radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh ponsel (Sudirman, 2020). Pengguna ponsel perlu mengetahui cara menggunakan ponsel. Pengguna harus memperhatikan tingkat radiasi yang disebabkan oleh ponsel, sehingga pengaruh radiasi elektromagnetik terhadap kesehatan dapat diperkecil bagi pengguna ponsel (Seniari & Dharma, S, 2021). Umumnya anak-anak menghabiskan waktu bermain dan mencoba hal-hal baru. Tak jarang mereka bermain dan memuaskan rasa penasarannya melalui gadget, karena gadget merupakan alat yang menarik, anak-anak harus tetap lebih banyak menghabiskan waktu bermain dengan teman sebaya (Novitasari, 2019).

Radiasi gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan kerusakan pada testis, dan mengganggu sintesis hormon testoteron dan spermatogenesis. Testis pada pria mudah terpapar radiasi gelombang elektromagnetik, jika dibandingkan dengan milik wanita yang lebih terlindungi. Gelombang radiasi elektromagnetik pada manusia berpengaruh pada motilitas dan morfologi sperma manusia yang dapat mengakibatkan infertilitas. Jarak penggunaan ponsel berpengaruh terhadap masuknya radiasi gelombang elektromagnetik pada tubuh. Ketika ponsel dekat dengan tubuh, maka radiasi sinyal dapat mempengaruhi tubuh manusia. Jarak ponsel semakin jauh dari kepala maka kualitas sinyal yang dipaparkan ke kepala akan semakin kecil (Malik, 2020). Gelombang elektromagnetik yang di hasilkan peralatan elektronik dapat merubah arah vektor, memperbesar atau memperkecil vektor aktifitas metabolisme makhluk hidup. Apabila vektor gelombang elektromagnetik melebihi ambang batas, dalam jangka waktu lama dan berkelanjutan, maka metabolisme makhluk hidup terganggu (Seniari & Dharma, S, 2021). Untuk itu masyarakat perlu di beri pengetahuan dan pemahaman praktis tentang bahaya radiasi gelombang elektromagnetik. Melalui memberi penyuluhan, diskusi, tanya jawab dan saling sharing pengalaman, bersamaan dengan acara arisan ibu-ibu. Hasilnya, masyarakat menjadi lebih paham, memiliki pengetahuan tentang bahaya radiasi gelombang elektromagnetik, dan mengetahui cara meminimalisir dampak negatifnya.

Simpulan Dan Saran

Radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan dari penggunaan telepon seluler berpotensi dapat menyebabkan beberapa gangguan terhadap kesehatan. Gangguan kesehatan tersebut dapat berupa tumbuhnya tumor dan kanker pada otak, dapat menyebabkan stress, terganggunya sperma, glioma dan juga terganggunya sel darah merah. Intensitas paparan radiasi elektromagnetik yang tinggi dari telepon seluler tentunya akan berakibat lebih besar lagi. Menggunakan telepon seluler perlu dibatasi dalam jangka tertentu, untuk menjaga kesehatan tubuh dari beberapa potensi yang kemungkinan dapat berakibat buruk bagi kesehatan tubuh.

Daftar Rujukan

- Adhastian, P. (2020). Teknologi Jaringan 5G Untuk Jaringan Masa Depan Menjadi Kebutuhan Manusia. *Teknologi : Jurnal Ilmiah Dan Teknologi*, 2(2), 129.
<https://doi.org/10.32493/teknologi.v2i2.7901>
- Alkayyali, T., Ochuba, O., Srivastava, K., Sandhu, J. K., Joseph, C., Ruo, S. W., Jain, A., Waqar, A., & Poudel, S. (2021). An Exploration of the Effects of Radiofrequency Radiation Emitted by Mobile Phones and Extremely Low Frequency Radiation on Thyroid Hormones and Thyroid Gland Histopathology. *Cureus*, 13(8), e17329.
<https://doi.org/10.7759/cureus.17329>
- Art., G. Y. (2017). Mobile Phone: Sejarah, Tuntutan Kebutuhan Komunikasi, Hingga Prestise. *Alhadharah*, 15(30), 1. <https://doi.org/10.18592/alhadharah.v15i30.1222>
- Ayu Berlianti, N., Hayati, N., Af'idah, N., Manasikana, O. A., & Wijayadi, A. W. (2021). Sosialisasi Resiko Paparan Radiasi Gelombang Elektromagnetik yang dihasilkan oleh Smartphone terhadap Pertumbuhan Otak Anak. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 6(2), 663–670. <https://doi.org/10.21067/jpm.v6i2.5399>
- Battung, R. O. (2014). Hubungan Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Fungsi Pendengaran Mahasiswa Angkatan 2009 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal E-Biomedik*, 1(2), 1047–1052.
<https://doi.org/10.35790/ebm.1.2.2013.3256>
- Enny, E. (2015). Efek Samping Penggunaan Ponsel. *Gema Teknologi*, 17(4), 178–183.
<https://doi.org/10.14710/gt.v17i4.8938>
- Ginting, M. D. (2019). Penggunaan Telepon Genggam Pada Masyarakat Perbatasan (Survei Pada Kecamatan Tanjung Beringin, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara). *Jurnal PIKOM (Penelitian Komunikasi Dan Pembangunan)*, 20(1), 58.
<https://doi.org/10.31346/jpikom.v20i1.1906>
- Hartina, Iswadi, & Said L, M. (2014). Pengukuran intensitas radiasi yang dipancarkan oleh handphone dan pengaruhnya terhadap kesehatan. *Teknosains*, 8(1), 109–120.
<https://doi.org/10.24252/teknosains.v8i1.109>
- Hasan, I., Amin, T., Alam, M. R., & 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), 2933–2942.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.028>
- Jagetia, G. C. (2022). Genotoxic effects of electromagnetic field radiations from mobile phones. *Environmental Research*, 212, 113321. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113321>
- Malik, J. A. (2020). *Effects of Electromagnetic Radiation of Mobile Phones on the Human Brain*. January, 97–120. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2521-0.ch006>
- Manarisip, M. (2015). Gambaran Gangguan Radiasi Handphone Terhadap Kesehatan Siswa Kelas Xi Smk Discovery Manado. *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik*, 3(3), 154–159. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JKKT/article/view/9105>
- Negi, P., & Singh, R. (2021). Association between reproductive health and nonionizing radiation

- exposure. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 40(1), 92–102.
<https://doi.org/10.1080/15368378.2021.1874973>
- Novitasari, N. (2019). Strategi pendampingan orang tua terhadap intensitas penggunaan gadget pada anak. *Al-Hikmah: Indonesian Journal of Early Childhood Islamic Education*, 3(2), 167–188. <https://doi.org/10.35896/ijecie.v3i2.77>
- Fitri, A. (2018). *Pengaruh Lama Paparan Radiasi Medan Malondialdehid Dan Kadar Kolesterol Pada Tikus (Rattus Norvegicus) Strain Wistar Albino*. 7(Supplement 2), 26–29.
<https://doi.org/10.25077/jka.v7i0.821>
- Prasetya, A. R. D., & Rudyanto, W. (2020). Pengaruh Paparan Gelombang Elektromagnetik Ponsel Terhadap Otak. In *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia* (Vol. 8, Issue 1, pp. 89–95). <https://doi.org/10.53366/jimki.v8i1.43>
- Pratama, A., Jumingin, J., & Atina, A. (2021). Pengukuran Radiasi Elektromagnetik Telepon Seluler Berdasarkan Tipe Telepon. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 3(1), 19. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i1.6759>
- Putra, C. B. P. E. (2020). Dampak Radiasi Elektromagnetik Telepon Genggam pada Otak Manusia. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 1(1), 49–54.
<http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/IJNHS/article/view/263>
- Ras, T., Tarigan, P., Gani, U. A., Rajagukguk, M., Dan, M., Program, D., & Elektro, S. T. (2013). *Studi Tingkat Radiasi Medan Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Oleh Telepon Selular*. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/1337>
- Seetharaman, R., Tharun, M., Gayathri, S., Mole, S. S. S., & Anandan, K. (2022). Analysis of specific absorption rate and heat transfer in human head due to mobile phones. *Materials Today: Proceedings*, 51, 2365–2374. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.582>
- Seniari, N. M., & Dharma. S, B. W. (2021). Penyuluhan Cara Mengurangi Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik Pada Kesehatan Di Kelurahan Pagutan Barat Mataram. *Jurnal Bakti Nusa*, 2(1), 32–38. <https://doi.org/10.29303/baktinusa.v2i1.19>
- Sumbayak, E. M. (2017). Dampak Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Otak. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 22(59). Retrieved from
<http://ejournal.ukrida.ac.id/ojs/index.php/Meditek/article/view/1275>
- Sudirman, A. W. (2020). Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Genggam Terhadap Perkembangan Sperma. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), 708–712. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.385>
- Victorya, R. M. (2015). Effect of Handphone Electromagnetic Wave Exposure on Seminiferous Tubules. *J Majority*, 4(3), 96–100.
<https://joke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/557>
- Wijaya, N. H., Kartika, W., & Utari, A. R. D. (2019). Deteksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Dari Peralatan Medis Dan Elektronik Di Rumah Sakit. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 6(2), 102–106. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v6i2.1393>