



Mekanisme Paparan Radiasi Handphone Pada Tubuh Manusia Saat Tidur

Nina Amelia¹, Ana Zuyyina Ulfah², Rista Setiani³, Ayu Sulistiyowati⁴, dan Rif'ati Dina Handayani⁵

Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Abstract

Received: 22 Juni 2023
Revised: 29 Juni 2023
Accepted: 03 Juli 2023

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengedukasi masyarakat mengenai mekanisme paparan radiasi handphone pada tubuh manusia saat tertidur. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang relevan. Studi literatur yang digunakan berupa jurnal dalam rentang waktu 10 tahun dari sekarang, buku, disertasi, prosiding konferensi dan lainnya. Radiasi ponsel dihasilkan oleh sinyal yang dipancarkan oleh ponsel ketika aktif menghubungi menara BTS (Base Transceiver Station). Di ponsel, ada istilah pemancar yang mengubah suara menjadi gelombang sinus yang terus menerus, yang kemudian dikirim melalui antena dan gelombang ini bervariasi di udara. Gelombang inilah yang membawa sinyal untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik yang berbahaya bagi tubuh. Mekanisme paparan gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan yakni apabila terdapat perubahan keseimbangan kadar radikal bebas. Radikal bebas yang dihasilkan oleh ponsel berasal dari pemancar yang mengubah suara menjadi gelombang sinus yang akan berpengaruh terhadap syaraf otak.

Keywords: *Handphone, Radiasi, Tidur*

(*) Corresponding Author: ayuazk21@gmail.com

How to Cite: Amelia N, Ulfah A.Z., Setiani R., Sulistiyowati A., & Handayani R.D. (2023). Mekanisme Paparan Radiasi Handphone Pada Tubuh Manusia Saat Tidur. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8153075>

INTRODUCTION

Di era kehidupan saat ini telah mengalami banyak perubahan, salah satunya dalam sistem teknologi dan informasi yang sudah berkembang semakin modern dan canggih. Kemajuan teknologi memiliki peran besar dalam menyelesaikan berbagai pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan oleh tenaga manusia. Banyak pekerjaan yang menjadi lebih mudah dengan adanya teknologi. Handphone merupakan salah satu bentuk dari kemajuan teknologi. Handphone menjadi barang elektronik yang saat ini sudah banyak digunakan oleh masyarakat dan banyak dimanfaatkan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari (Saputra et al., 2022). Semakin maju perkembangan zaman maka akan semakin modern perkembangan teknologi handphone. Di dalam alat komunikasi handphone terdapat proses saling bertukar pengetahuan, pengalaman, informasi dan lain-lain (Aprilia & Anshor, 2021). Selain manfaat dari adanya handphone sebagai alat komunikasi informasi, handphone juga memiliki dampak negatif yang juga akan merusak kesehatan manusia. Tanpa kita sadari handphone akan memancarkan suatu radiasi, dan dampaknya akan kita rasakan dalam jangka panjang (Nafilla et al., 2023).

Radiasi adalah energi yang bergerak melalui suatu materi dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik (Ariswati, 2017). Radiasi elektromagnetik adalah kombinasi antara medan listrik dan medan magnet yang

bersilasi dalam fase tegak lurus satu sama lain dan tegak lurus terhadap arah rambatan energi (Bhargavi et al., 2013). Sumber radiasi terbagi menjadi dua yakni sumber radiasi alamiah dan sumber buatan. Sumber alamiah radiasi elektromagnetik antara lain matahari, bintang, dan tornado. Terdapat pula sumber buatan radiasi elektromagnetik seperti laser, antena radio, ledakan nuklir, dan handphone (Manarisip et al., 2015).

Handphone berfungsi untuk meneruskan dan menerima sinyal dari substasiun dan sinyal yang menuju substasiun yang letaknya berada di tengah kota. Sinyal paling jernih yang diterima oleh substasiun dari handphone kemudian akan memberikan pesan pada jaringan handphone lokal jarak jauh atau biasa disebut dengan Personal Communication Services (PCS). PCS didesain untuk menjangkau daerah yang luas dengan menyediakan komunikasi via suara dan data. Handphone memiliki pita frekuensi sebesar 800 sampai 3000 MHz (Alfarizi et al., 2021). Para ahli dalam bidang telekomunikasi mengungkapkan bahwa radiasi yang ditimbulkan oleh handphone tidak sepenuhnya berdampak pada gangguan Kesehatan terhadap manusia. Tetapi, banyak pihak yang juga membantah hal tersebut karena pancaran frekuensi radio yang muncul dari handphone (Battung et al., 2013).

Radiasi frekuensi radio menimbulkan kekhawatiran terkait dengan implikasinya terhadap kesehatan manusia. Mengingat bahwa saat ini sepertiga populasi dunia menggunakan handphone untuk kebutuhan komunikasi. Maka dari itu, ditetapkan ambang batas aman radiasi elektromagnetik untuk membatasi kelebihan paparan radiasi (Kesari et al., 2013). Salah satu dampak yang ditimbulkan oleh radiasi adalah gangguan tidur (insomnia) yang disebabkan oleh menurunnya produksi melatonin (Putri & Harliansyah, 2018). Terdapat pula dampak negatif radiasi bagi manusia, seperti penyakit tumor/ kanker otak, Alzheimer, fatigue, dan sakit kepala (Pratama et al., 2021). Selain itu berpengaruh pula pada psikologis manusia seperti stress dan ketidaknyamanan disebabkan oleh paparan radiasi (Tarigan et al., 2013).

Berdasarkan hasil penelitian (Tarigan et al., 2013) mengenai studi tingkat radiasi medan magnet elektromagnetik yang ditimbulkan oleh handphone bahwa besar sebuah kuat medan listrik, medan magnet dan densitas daya yang dihasilkan dari pengukuran oleh handphone merupakan objek dibawah ambang batas aman atas penetapan IRPA dan ICNIRP pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz, sedangkan pada pengukuran SAR menghasilkan radiasi yang ditimbulkan handphone terhadap jaringan sel tubuh berapa di bawah ambang batas aman di USA yaitu 1.6 W/Kg atas penetapan FCC dan CTIA serta di Eropa 2.0 W/Kg atas penetapan ICNIRP. Menurut (Triyono et al., 2020) hasil SAR pada pengukuran 5 handphone menghasilkan radiasi elektromagnetik terhadap anggota tubuh yang paling tinggi yakni pada CFS (cairan otak) dan paling rendah pada blood (darah). Paparan radiasi yang ditimbulkan dalam penggunaan handphone menyebabkan gangguan kesehatan berupa tumor dan kanker pada otak, stress, terganggunya sperma dan berakibat lebih besar lagi (Yushardi et al., 2022).

Paparan radiasi elektromagnetik handphone tidak pernah lepas dari keseharian kita dalam segala aktivitas mengenai paparan radiasi terhadap tubuh terlebih ketika tidur. Artikel ini bertujuan untuk mengedukasi masyarakat mengenai mekanisme paparan radiasi handphone pada tubuh manusia saat tertidur.

METHODS

Dalam penyusunan artikel ini menggunakan metode studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang relevan. Studi literatur yang digunakan berupa jurnal dalam rentang waktu 10 tahun dari sekarang, buku, disertasi, prosiding konferensi dan lainnya. Data diambil dengan membaca, memahami dan membandingkan dari sumber artikel yang relevan. Metode ini meringkas informasi dari berbagai artikel atau jurnal dengan menyajikan ulang disesuaikan dengan permasalahan yang disajikan untuk mendapatkan informasi baru.

RESULTS & DISCUSSION

Salah satu media komunikasi tidak langsung yang sering digunakan masyarakat saat ini adalah handphone. Handphone atau telepon genggam adalah alat komunikasi yang menggunakan gelombang frekuensi tanpa kabel (nirkabel) atau wireless. Handphone sendiri merupakan pengembangan dari telepon yang dapat dioperasikan secara dinamis (Yushardi et al., 2022). Radiasi gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan oleh handphone berpotensi menimbulkan masalah Kesehatan terutama gangguan pada organ tubuh. Radiasi ini juga bersifat karsinogenik secara thermal dan non-thermal. Mekanisme pengaruh gelombang elektromagnetik terhadap Kesehatan yakni terdapat perubahan keseimbangan kadar radikal bebas dalam sistem biologik. Hal ini menyebabkan stress oksidatif yang kemudian dapat berpengaruh terhadap meningkatnya peroksidasi lipid (Fitri et al., 2018).

Peroksidasi lipid secara umum merupakan proses dimana oksidan seperti radikal bebas ataupun non-radikal menyerang lipid. Dimana, lipid itu sendiri mengandung ikatan rangkap karbon-karbon, terutama asam lemak tak jenuh ganda. Apabila tingkat peroksidasi lipid fisiologi atau rendah, maka sel akan merangsang pemeliharaan dan kelangsungan hidup. Kondisi ini disebut kondisi subtoksik. Sebaliknya, apabila tingkat peroksidasi lipid tinggi maka tingkat kerusakan oksidatif akan melebihi kapasitas perbaikan, sehingga menyebabkan kerusakan sel molekuler. Kondisi ini disebut kondisi toksik (Ayala et al., 2014).

Menurut Enny (2015), Handphone atau ponsel memiliki radiasi elektromagnetik yang menyebabkan penurunan kualitas tidur. Hal ini, memiliki dampak terhadap aliran darah ke syaraf-syaraf otot yang menyebabkan tidak bekerja dengan baik. Kondisi ini membuat tubuh merasa lemas, sulit dalam berkonsentrasi, nyeri, dan pusing kepala. Selain itu, radiasi yang ditimbulkan oleh hp dapat merusak syaraf otak dan mengacaukan sistem motoric pada penggunanya sehingga otot seputar otak mengalami penekanan dan kelelahan yang dapat memicu munculnya penyakit Parkinson (Seniari & Dharma, 2020). Sehingga untuk mengatasi bahaya radiasi posel atau handphone ada beberapa tips yang dapat dilakukan yakni:

1. Menonaktifkan speaker
2. Setting ke mode offline
3. Meletakkan handphone di ruang yang luas
4. Menghindari mencharge hp di dekat tubuh

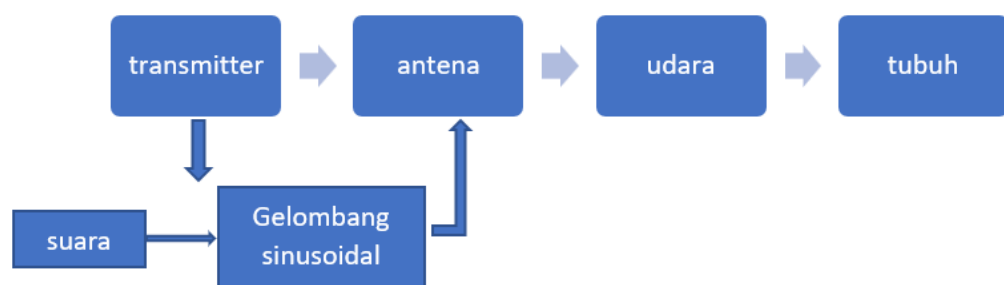
ICNIRP mendefinisikan batas radiasi yang diizinkan sebagai 4,5 watt/m² frekuensi 900MHz. dan 9 watt/m² dengan frekuensi 1800 MHz. dan IEEE

(Institut Insinyur Listrik dan Elektronik) dalam dokumen standar Std. C95.1-2005 juga mendefinisikan level yang sama dengan ICNIRP (Alfarizi et al., 2021). Secara umum, semua radiasi yang diserap tubuh manusia bergantung padanya beberapa hal antara lain:

1. Frekuensi Elektromagnetik dan Panjang Gelombang
2. Polarisasi medan elektromagnetik
3. Jarak antara tubuh dan sumber radiasi elektromagnetik
4. Sifat kelistrikan tubuh sangat bergantung pada kandungan air dalam tubuh. Media dengan konstanta dielektrik menyerap lebih banyak radiasi seperti otak, otot dan jaringan lain dengan kandungan air yang tinggi.

Peralatan komunikasi yang sering digunakan oleh manusia akan meradiasikan gelombang elektromagnetik RF. Terdapat dua jenis radiasi yakni radiasi pengion dan radiasi non-pengion. Radiasi pengion merupakan radiasi dengan energi yang tinggi sehingga mampu menyebabkan elektron terlepas dari atom lalu menghasilkan ion positif dan negative. Radiasi ini dapat menyebabkan kerusakan DNA baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Kerusakan secara langsung dapat terjadi apabila DNA menyerap energi secara langsung. Sedangkan, kerusakan tidak langsung terjadi apabila terdapat interaksi radiasi dengan molekul air dalam sel sehingga menghasilkan spesies oksigen reaktif (Reactive Oxygen Species, ROS) (Darlina et al., 2021). Radiasi non-pengion adalah radiasi yang tidak mengubah ion-ion yang dilalui sehingga tidak menimbulkan efek ionisasi apabila terdapat interaksi dengan materi tertentu (Septiyanti et al., 2020). Radiasi elektromagnetik oleh ponsel termasuk gelombang mikro tergolong jenis radiasi non pengion yang levelnya rendah. Radiasi elektromagnetik tidak berbahaya apabila dalam jumlah kecil. Tetapi, efek negatif akan timbul apabila radiasi terjadi dalam jumlah besar. Apabila dekat dengan otak, radiasi akan mempengaruhi sistem otak dan syaraf pada saat orang menelpon (Prasetia & Rudiyanto, 2020).

Radiasi ponsel dihasilkan oleh sinyal yang dipancarkan oleh ponsel ketika aktif menghubungi menara BTS (Base Transceiver Station). Di ponsel, ada istilah pemancar yang mengubah suara menjadi gelombang sinus yang terus menerus, yang kemudian dikirim melalui antena dan gelombang ini bervariasi di udara. Gelombang inilah yang membawa sinyal untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik yang berbahaya bagi tubuh (Gambar 1).



Gambar 1. Mekanisme Radiasi Handphone Terhadap Tubuh

Sinyal internet dan Wi-Fi berbeda. Kedua sinyal ini memiliki ancaman yang serupa tetapi prosesnya berbeda. Menurut pengamatan Panorama (program stasiun televisi Inggris BBC), di sebuah sekolah dengan lebih dari seribu siswa di Norwich, radiasi yang dipancarkan perangkat Wi-Fi lebih tinggi daripada radiasi yang berasal dari siaran menara ponsel pada umumnya. Pengukuran panorama menunjukkan bahwa kekuatan sinyal Wi-Fi di ruang kelas tiga kali lebih tinggi dari kekuatan radiasi menara BTS. Potensi bahaya radiasi ponsel antara lain kanker, tumor otak, kerusakan sel tubuh dan pengaruhnya terhadap kesuburan manusia, dan lain-lain. Bahayanya bisa terjadi di seluruh bagian tubuh, tergantung intensitas dan lokasi penggunaan ponsel (Winata Prayogo et al., 2013).

Beberapa studi telah melaporkan hubungan antara paparan radiasi handphone dan gangguan tidur. Sebuah penelitian menemukan bahwa penggunaan handphone sebelum tidur akan menyebabkan penurunan kualitas tidur, termasuk waktu tidur yang singkat dan kesulitan tidur (ritme sirkadian) (Tettamanti et al., 2020). Penggunaan handphone pada malam hari dengan keadaan gelap akan memancarkan radiasi sinar biru yang tidak terkontrol, hal itu akan membuat mata terasa perih hingga memerah, penglihatan menjadi kabur dan disertai rasa pusing. Selain itu kebiasaan buruk seperti jarak layar ke mata yang terlalu dekat, main gadget dengan tiduran, hingga menggunakan gadget di tempat gelap dapat menyebabkan cacat mata seperti rabun atau silinder (Fahturosi, 2021). Banyak orang bermain handphone sebelum tidur, padahal menggunakan handphone sebelum tidur menyebabkan kualitas tidur yang buruk dan insomnia. Insomnia adalah kondisi dimana seseorang mengalami kesulitan untuk tidur atau membutuhkan waktu yang lama untuk bisa tidur, bahkan saat tubuh sedang lelah. Hal ini dapat menyebabkan penularan berbagai penyakit hingga gangguan mental (Saputra et al., 2022). Paparan radiasi handphone dapat mempengaruhi ritme sirkadian manusia karena adanya pengaruh pada produksi hormon melatonin. Hormon ini berperan penting dalam siklus tidur dan bangun. Produksi hormon melatonin meningkat pada malam hari ketika cahaya berkurang. Namun, paparan radiasi handphone dapat menghambat produksi melatonin, menyebabkan gangguan ritme sirkadian, sehingga kualitas tidur menurun (Teran et al., 2020). Penurunan kualitas tidur disini adalah tidur yang tidak bisa nyenyak atau tidur yang seharusnya membuat tubuh kembali segar bugar, justru tubuh tetap terasa lelah setelah bangun tidur (Pateras, 2020).

CONCLUSION

Mekanisme paparan gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan yakni apabila terdapat perubahan keseimbangan kadar radikal bebas. Radikal bebas yang dihasilkan oleh ponsel berasal dari pemancar yang mengubah suara menjadi gelombang sinus yang membawa sinyal untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik akan berpengaruh terhadap syaraf otak. Apabila radiasi elektromagnetik telah merusak syaraf otak, maka hal tersebut juga akan mengacaukan sistem motorik. Sehingga, hal tersebut dapat menyebabkan tubuh merasa lemas, sulit dalam berkonsentrasi, nyeri, dan pusing kepala. Radiasi ini berbahaya bagi kesehatan manusia apabila terjadi dalam jumlah besar. Paparan radiasi ponsel dalam jumlah besar juga dapat mempengaruhi produksi hormon melatonin yang memiliki peran penting dalam menjaga siklus tidur dan bangun

tetap teratur. Peningkatan produksi hormon melatonin terjadi ketika malam hari saat cahaya berkurang. Apabila pengguna menyalakan ponsel pada malam hari maka tentunya akan timbul cahaya dari layar ponsel. Cahaya dari layar ponsel ini kemudian menghambat produksi melatonin yang menyebabkan gangguan ritme sirkadian. Hal tersebut akan menyebabkan kualitas tidur menjadi menurun. Akibatnya tidur menjadi tidak nyenyak dan pada saat bangun tidur tubuh tetap terasa lelah.

REFERENCES

- Alfarizi, P., Imansyah, F., Suryadi, D., Yacoub, R. R., & Marpaung, J. (2021). IDENTIFIKASI PENGUKURAN INTENSITAS RADIASI MEDAN ELEKTROMAGNETIK PADA SMARTPHONE DAN TINGKAT BATAS AMAN TERHADAP TUBUH MANUSIA. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*.
- Alfarizi, P., Imansyah, F., Suryadi, D., Yacoub, R. R., & Marpaung, J. (2021). Identifikasi Pengukuran Intensitas Radiasi Medan Elektromagnetik pada Smartphone dan Tingkat Batas Aman Terhadap Tubuh Manusia. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–8.
- Aprilia, E. N., & Anshor, A. S. (2021). Pengaruh Penggunaan Handphone Berbasis Android Terhadap Aktivitas Belajar Siswa di SD Negeri 107826 Pematang Sijonam. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Terpadu (JPPT)*, 03(02), 107–119.
- Ariswati. (2017). *Fisika Kesehatan dalam Keperawatan*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=OUI9DwAAQBAJ>
- Battung, R. O., Rumampuk, J. F., & Supit, W. (2013). HUBUNGAN RADIASI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK TELEPON SELULER TERHADAP FUNGSI PENDENGARAN MAHASISWA ANGKATAN 2009 FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SAM RATULANGI MANADO. *Jurnal E-Biomedik (EBM)*, 1(2). <https://doi.org/10.35790/EBM.V1I2.3256>
- Bhargavi, K., Balachandrudu, K., & Nageswar, P. (2013). Mobile Phone Radiation Effects on Human Health. *International Journal of Computational Engineering Research*, 3(4), 196–203. www.ijceronline.com
- Enny, E. (2015). Efek Samping Penggunaan Ponsel. *Gema Teknologi*, 17(4), 178–183. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i4.8938>
- Fahrturosi, D. (2021). Dampak Kebiasaan Begadang Terhadap Pola Tidur Dan Kesehatan. *Jurnal Sketsa Kesehatan*, 4(2), 1–9.
- Kesari, K. K., Siddiqui, M. H., Meena, R., Verma, H. N., & Kumar, S. (2013). Cell phone radiation exposure on brain and associated biological systems. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51, 187–200.
- Manarisip, M., Rumampuk, J. F., & Pangemanan, D. H. C. (2015). Gambaran gangguan radiasi handphone terhadap kesehatan siswa kelas xi SMK discovery manado. *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik*, 3, 154–159. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JKKT/article/view/9105>
- Nafilla, V. Z., Elizah, N., Anggara, P., Putri, S. S., Mahardika, I. K., & Baktiarso, S. (2023). Persepsi Siswa Terhadap Radiasi Handphone dan Dampaknya Terhadap Disiplin Belajar Ditinjau Dari Ilmu Sains. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(2), 514–519. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7581407>

- Pateras, E. (2020). Blue Light Blocking Ophthalmic Lenses and Their Benefits – A Review. *Journal of Materials Science Research and Reviews*, 5(3), 13–20. <https://journaljmsrr.com/index.php/JMSRR/article/view/30135>
- Pratama, A., Jumingin, J., & Atina, A. (2021). Pengukuran Radiasi Elektromagnetik Telepon Seluler Berdasarkan Tipe Telepon. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.31851/JUPITER.V3I1.6759>
- Putri, I., & Harliansyah, H. (2018). Hubungan Durasi Paparan Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Kadar Melatonin Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.33533/JPM.V12I1.337>
- Saputra, R. D., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2022). RESIKO RADIASI BLUE LIGHT TERHADAP SIKLUS TIDUR DAN PENGARUHNYA PADA MATA MANUSIA. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 190–197. <https://doi.org/10.37478/OPTIKA.V6I2.2215>
- Saputra, R. D., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2022). Resiko Radiasi Blue Light Terhadap Siklus Tidur Dan Pengaruhnya Pada Mata Manusia. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 190–197. <http://e-journal.uniflor.ac.id/index.php/optika/article/view/2215>
- Seniari, N. M., & Dharma, B. W. (2020). Penyuluhan Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik. Prosiding PEPADU 2020 - Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2020 LPPM Universitas Mataram, 2(1), 230–235.
- Tarigan, T. R. P., Gani, U. A., & Rajagukguk, M. (2013). STUDI TINGKAT RADIASI MEDAN ELEKTROMAGNETIK YANG DITIMBULKAN OLEH TELEPON SELULAR. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/1337>
- Teran, E., Yee-Rendon, C. M., Ortega-Salazar, J., De Gracia, P., Garcia-Romo, E., & Woods, R. L. (2020). Evaluation of Two Strategies for Alleviating the Impact on the Circadian Cycle of Smartphone Screens. *Optometry and Vision Science*, 97(3), 207–217. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001485>
- Tettamanti, G., Auvinen, A., Åkerstedt, T., Kojo, K., Ahlbom, A., Heinävaara, S., Elliott, P., Schüz, J., Deltour, I., Kromhout, H., Toledano, M. B., Poulsen, A. H., Johansen, C., Vermeulen, R., Feychting, M., & Hillert, L. (2020). Long-term effect of mobile phone use on sleep quality: Results from the cohort study of mobile phone use and health (COSMOS). *Environment International*, 140(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105687>
- Triyono, E., Nursyahid, A., Subagio, B. B., Anggraeni, D., & Khamami. (2020). Radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler pada manusia. *Journal of Modern African Studies*, 35(17), 2104.
- Winata Prayogo, J., Widyo, P., & Yuwono, A. (2013). PERANCANGAN KAMPANYE IKLAN LAYANAN MASYARAKAT TENTANG BAHAYA RADIASI SINYAL HANDPHONE PADA ANAK REMAJA. *Jurnal DKV Adiwarna*, 1(2), 11. <https://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/view/766>
- Yushardi, Y., Sudarti, S., & Hamdi, M. N. (2022). Potensi Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler Terhadap Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11, 316–322. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i2.759>