

Analisis Pencegahan Paparan Radiasi Sinar Ultraviolet oleh Matahari Menggunakan *Sunscreen* untuk *Skin Barrier*

Muhammad Muhiyidin Firdaus¹, Sudarti², Yushardi³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember

e-mail: didindidin062@gmail.com

Abstrak

Indonesia menjadi negara yang mempunyai 80% radiasi sinar ultraviolet karena termasuk ke dalam negara tropis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis proses pencegahan radiasi sinar ultraviolet matahari menggunakan *sunscreen*. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah studi literatur yang mengambil referensi dari 20 jurnal. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan *sunscreen* dapat memberikan perlindungan ekstra terhadap kulit terluar yaitu epidermis. Kesimpulan yang dapat diambil dari studi literatur ini adalah penggunaan *sunscreen* dapat mengatasi hingga 75% paparan sinar ultraviolet A dan sinar ultraviolet B.

Kata kunci: *Sinar Ultraviolet, Tabir Surya, Kulit*

Abstract

Indonesia is a country that has 80% ultraviolet radiation because it is a tropical country. The aim of this research is to find out how effective the use of sunscreen is in protecting the skin barrier from ultraviolet radiation. The method used in this article is a literature study which takes references from 20 journals. The results of this research are that the use of sunscreen can provide extra protection to the outermost skin, namely the epidermis. The conclusion that can be drawn from this literature study is that the use of sunscreen can overcome up to 80% of exposure to ultraviolet A and ultraviolet B rays.

Keywords : *Ultraviolet Radiation, Sunscreen, Skin*

PENDAHULUAN

Gelombang termasuk ke dalam salah satu cabang dari ilmu fisika yang membahas mengenai mekanika gelombang dan cara dari sebuah gelombang itu dapat merambat. Jika berdasarkan arah rambatannya, gelombang terbagi menjadi dua yaitu gelombang longitudinal dan gelombang transversal. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang merambat dengan arah rambatan yang selalu sama dalam satu garis lurus, artinya gelombang longitudinal tidak mengalami perubahan yang signifikan mengenai arah perambatannya. Kemudian gelombang transversal adalah gelombang yang memiliki arah

rambat saling tegak lurus, arah yang saling tegak lurus. Dengan kata lain, gelombang transversal akan selalu memiliki arah rambat yang mengarah pada arah getarannya dengan ciri khas partikelnya selalu bergerak secara tegak lurus terhadap arah rambatannya. Gelombang longitudinal sangat banyak jenisnya, salah satu yang paling umum yaitu gelombang suara. Gelombang suara yang berasal dari getaran suatu benda sehingga dapat menimbulkan bunyi dan kemudian di transmisikan ke gendang telinga yang pada akhirnya dapat di dengar oleh telinga kita. Gelombang transversal yang seringkali disebutkan yaitu gelombang elektromagnetik. Dimana gelombang elektromagnetik adalah salah satu jenis gelombang transversal yang sangat familiar bagi orang. Karena gelombang elektromagnetik sendiri seringkali digunakan dalam teknologi-teknologi yang berkaitan dengan medan magnet (B) dan medan listrik (E).

Gelombang elektromagnetik memiliki spektrum yang terbagi menjadi tujuh spektrum, ketujuh spektrum ini memiliki Panjang gelombang dan besar frekuensi yang berbeda-beda. Salah satu kelompok dari spektrum gelombang elektromagnetik yaitu sinar UV. Sinar UV termasuk ke dalam bagian dari gelombang elektromagnetik yang memiliki Panjang gelombang berkisar antara 100-400 nm. Sinar UV didapatkan dari matahari, lampu UV ataupun yang lainnya. Dengan kata lain, sinar uv dapat diciptakan dengan lampu yang memiliki Panjang gelombang sesuai dengan kriteria dari sinar UV. Sinar UV yang berasal dari matahari mampu menjangkau bumi yang biasa disebut dengan radiasi matahari. Radiasi matahari timbul karena adanya pancaran dari matahari itu sendiri yang kemudian memancar menuju bumi melewati atmosfer yang ada pada lapisan paling luar dari bumi. Sinar UV memiliki banyak dampak bagi perkembangan teknologi, baik itu dampak positif maupun dampak negatif.

Dampak yang diakibatkan dari sinar UV sangat berbagai macam. Salah satunya adalah munculnya berkas-berkas merah pada kulit yang diakibatkan oleh radiasi sinar UV pada kulit-kulit yang sensitive. Kulit yang sensitive tersebut diakibatkan adanya skin barrier yang kurang kuat atau masih tipis. Sehingga rentan terjadinya kemunculan jerawat ataupun bitnik-bintik merah pada kulit. Pada era globalisasi ini, ada banyak sekali efek-efek yang ditimbulkan dari globalisasi tersebut. Salah satunya adalah efek rumah kaca yang menyebabkan penipisan lapisan ozon akibat pemanasan globalisasi yang kian menyebar. Efek rumah kaca sudah mulai terjadi lagi semenjak setelah covid-19. Pandemi covid-19 mampu membuat efek rumah kaca semakin berkurang dan terjadinya penebalan lapisan ozon karena tidak adanya sistem industry yang beroperasi, tidak ada polusi udara dan lain sebagainya. Namun, setelah di berlakunya sistem normalisasi yang mana seluruh kegiatan-kegiatan manusia pada umumnya mulai Kembali beroperasi sehingga menyebabkan kembalinya terjadi penipisan lapisan ozon. Oleh karenanya, penipisan lapisan ozon tersebut sangat berdampak buruk pada bumi. Radiasi yang ditimbulkan dari matahari semakin menjadi-jadi hingga dapat menyebabkan kanker kulit apabila terlalu lama dibawah sinar matahari tanpa adanya pengaman untuk mengamankan skin barrier. Jadi, untuk mempertahankan skin barrier yang menjaga kulit kita perlu diperlukan sunscreen. Skin barrier adalah lapisan terluar dari kulit yang menjaga dan mempertahankan keadaan kulit bagian lebih dalam lagi. Dengan adanya sunscreen, maka skin barrier mendapatkan lapisan

lagi. Apabila skin barrier terlalu lama terpapar matahari maka akan menyebabkan terjadinya penipisan dan membuat skin barrier menjadi hilang sehingga tidak ada pelindung kulit lagi.

Kulit memiliki lapisan-lapisan tertentu yang ada pada setiap kulit manusia. Yang membedakannya adalah skin barrier yang berbeda-beda dari setiap kulit manusia. Skin barrier terletak pada bagian epidermis yang mana lapisan epidermis adalah lapisan paling luar dari lapisan kulit yang memiliki fungsi agar melindungi kulit dari radiasi sinar ultraviolet, polusi hingga infeksi. Ketika skin barrier seseorang masih baik, maka kulitnya tidak sensitive artinya tidak mudah terkena jerawat ataupun bintik-bintik merah. Namun apabila skin barrier sudah rusak, maka kulitnya akan sangat sensitive sehingga membuat mudah rusak seperti berjerawat. Radiasi sinar ultraviolet merupakan salah satu penyebab rusaknya skin barrier. Apabila kulit terlalu sering terpapar radiasi matahari secara langsung maka, seiring berjalannya waktu akan mengurangi Kesehatan dari skin barrier kita. Sehingga skin barrier akan rusak dan berdampak pada kulit asli kita tanpa adanya pelindung lagi. Hal tersebut dapat diperparah ketika kulit tetap terpapar radiasi sinar ultraviolet secara langsung sehingga menyebabkan terjadinya kanker kulit hingga kanker kulit. Jadi, dengan adanya skin barrier akan dapat melindungi kulit terluar kita dalam lapisan epidermis dari bahaya radiasi sinar ultraviolet yang dihasilkan dari matahari

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode studi literatur dengan cara mencari 20 jurnal yang berkaitan dengan gelombang elektromagnetik serta relevan dengan judul artikel. Metode studi literatur ini sangat membantu mahasiswa yang sedang menempuh semester awal seperti semester 1 hingga semester 4, karena mempermudah pencarian informasi dan dapat melakukan studi banding juga setiap jurnalnya serta dapat mencari kemutakhiran dari setiap informasi yang didapat. Studi literatur yang diterapkan akan mencari artikel-artikel yang paling mendekati dengan pokok bahasan yang akan diambil dengan syarat artikel harus terbit 5 tahun terakhir. Dengan adanya syarat tersebut, akan memperkuat informasi yang didapat karena keterbaruannya cukup terbilang masih mengikuti. Studi literatur merupakan salah satu metode yang sering dipergunakan oleh mahasiswa yang sedang belajar atau mencari tahu cara membuat artikel yang baik dan benar. Studi literatur ini juga termasuk sebuah pelatihan yang dilakukan oleh mahasiswa agar dapat review jurnal dengan baik agar ketika menghadapi tugas ataupun penelitian yang sesungguhnya dalam semester-semester kedepannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik memiliki artian sebagai gelombang yang memiliki arah tegak lurus terhadap arah rambatnya, arah-arah yang tegak lurus tersebut yaitu arah medan magnet dan juga arah medan listriknya. Jadi, definisi dari gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang arahnya tegak lurus terhadap arah rambatannya. Hampir sama seperti gelombang Cahaya, gelombang elektromagnetik juga memiliki spektrum-spektrum klasifikasinya. Spektrum-spektrum yang ada dalam gelombang elektromagnetik diantaranya, gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, Cahaya tampak, sinar ultraviolet, sinar X

dan sinar gamma. Spektrum-spektrum gelombang elektromagnetik memiliki sifat gelombang pada umumnya, yaitu memiliki besar frekuensi (f) dan Panjang gelombangnya (λ). Pada spektrum gelombang elektromagnetik juga memiliki Panjang gelombang dan frekuensi pada setiap spektrum-spektrumnya dengan besar yang berbeda-beda juga. Jika dilihat dari Panjang gelombang yang paling Panjang pada spektrum gelombang elektromagnetik adalah gelombang radio dan spektrum gelombang elektromagnetik yang memiliki Panjang gelombang paling pendek yaitu sinar gamma. Begitupun sebaliknya, ketika diurutkan dari frekuensi yang paling besar pada spektrum gelombang elektromagnetik adalah sinar gamma dan spektrum gelombang elektromagnetik yang paling kecil adalah gelombang radio. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa gelombang elektromagnetik tersusun oleh medan magnet dan medan Listrik. Jadi, setiap gelombang elektromagnetik akan memiliki medan magnet dan medan listriknya yang bergerak tegak lurus terhadap arah lintasannya atau arah rambatannya.

PENGERTIAN SINAR UV

Sinar ultraviolet (UV) termasuk ke dalam bagian radiasi gelombang elektromagnetik yang memiliki Panjang gelombang berkisar antara 100 nm hingga 400 nm. Dinamakan sinar ultraviolet karena letak sinar ultraviolet tepat setelah Cahaya tampak warna ungu. Oleh karena itu, sinar ultraviolet sedikit berwarna ke ungu-unguan. Secara garis besar, sinar ultraviolet dihasilkan oleh matahari. Namun, seiring dengan berkembangnya teknologi sinar ultraviolet dapat diciptakan tanpa menggunakan sinar matahari dengan Panjang gelombang yang berbeda. Karena sinar ultraviolet berasal dari matahari, maka sinar ultraviolet yang terpancar akan melewati lapisan ozon yang ada pada lapisan paling luar dari bumi.

Kandungan Sinar UV

Sinar ultraviolet dipancarkan dari matahari menuju bumi dengan melewati lapisan atmosfer bumi, ada beberapa macam sinar UV yang tidak dapat menembus atmosfer tapi ada juga sinar UV yang dapat menembus atmosfer. Sinar UV terbagi menjadi tiga jenis diantaranya sinar UV A, sinar UV B dan sinar UV C. Ketiga jenis sinar UV tersebut memiliki sifat dan Panjang gelombang yang berbeda. Sinar UV A memiliki Panjang gelombang 315-400 nm yang merupakan sinar UV dengan Panjang gelombang yang paling Panjang. Kemudian sinar UV B memiliki Panjang gelombang 260-325 nm. Dan sinar UV yang terakhir yaitu sinar UV C dengan Panjang gelombang paling pendek yaitu 100-280 nm. Jika dilihat dari Panjang gelombangnya terlihat bahwa sinar UV C adalah sinar yang tidak dapat menembus atmosfer bumi. Faktanya benar, sinar UV C tidak dapat menembus atmosfer bumi karena Panjang gelombang paling pendek diantaran sinar ultraviolet yang lainnya.

Dampak Radiasi Sinar UV

Seperti yang sudah diketahui sebelumnya, bahwa sinar ultraviolet memiliki beberapa jenis dengan tingkatan keberbahayaan yang berbeda-beda. Sinar UV A adalah sinar yang sangat mudah untuk menembus lapisan ozon yang ada di luar bumi, namun dampak atau efek yang diberikan tidak begitu parah dibandingkan sinar UV yang lainnya. Sinar UV A memiliki dampak positif dan juga dampak negative, dampak positifnya adalah merangsang pembentukan vitamin D dalam Kesehatan tulang manusia dan otot tubuh. Namun, karena

sinar UV A memiliki Panjang gelombang (λ) yang paling Panjang maka efek radiasi yang diberikan juga lebih besar karena kandungan-kandungan yang ada dalam sinar UV A akan memberikan dampak yang lebih besar seperti adanya penggosongan area kulit ataupun yang lainnya. Begitupun dengan sinar UV B, sinar yang dapat menembus lapisan atmosfer juga. Akan tetapi, persentase radiasi yang diberikan oleh sinar UV B tidak sebesar sinar UV A. Karena Panjang gelombang dari sinar UV B masih lebih pendek dibandingkan dengan sinar UV A. Namun, dampak yang diberikan oleh sinar UV B akan lebih besar dibandingkan sinar UV B. Seperti munculnya bintik-bintik merah yang membuat gatal dan iritasi kulit apabila terpapar radiasi terlalu lama. Kemudian sinar UV C adalah sinar yang paling berbahaya dibandingkan yang lainnya, untungnya sinar UV C tidak dapat menembus lapisan ozon atau atmosfer karena Panjang gelombangnya yang sangat pendek. Namun dampak yang diberikan sangat besar karena frekuensi dari sinar UV C sangat besar. Hal tersebut dapat dibuktikan dalam rumus Panjang gelombang (λ) yang ditulis secara matematis :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

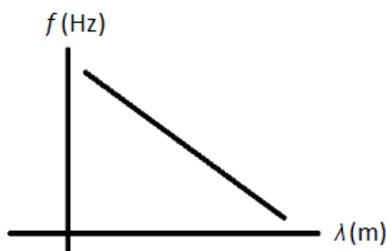
Dengan :

λ = Panjang gelombang (m)

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

f = Frekuensi (Hertz)

Berdasarkan persamaan diatas maka akan diperoleh grafik hubungan antara Panjang gelombang (λ) dengan frekuensi yaitu :



Dari grafik diatas diperoleh bahwa apabila frekuensinya naik maka Panjang gelombangnya turun, sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa hubungan antara Panjang gelombang dengan frekuensi yaitu berbanding terbalik. Maka apabila semakin besar Panjang gelombangnya maka semakin kecil frekuensinya. Begitupun pada sinar UV, sinar UV C memiliki Panjang gelombang yang paling pendek sehingga sinar UV C memiliki frekuensi yang paling besar diantara ketiga sinar UV. Sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa sinar UV C akan dapat menembus lapisan ozon ketika tebal dari lapisan ozon mulai menipis dikarenakan adanya globalisasi atau efek rumah kaca. Jika bumi sudah tidak memiliki lapisan ozon, maka radiasi dari sinar UV C akan dapat menembus bumi dan itu sangat berbahaya. Dampak yang diberikan akan sangat parah seperti munculnya kanker kulit, katarak dan lain sebagainya.

Pengertian Sunscreen

Sunscreen adalah salah satu jenis perawatan kulit yang berfungsi untuk melindungi kulit dari paparan radiasi sinar ultraviolet. Sunscreen atau biasa dikenal dengan tabir surya memiliki tingkatan-tingkatan yang berbeda-beda. Dimana setiap tingkatan memiliki ketahanan untuk membendung sinar ultraviolet yang masuk menuju kulit. Sunscreen menjadi hal yang wajib untuk menjaga penuaan dini atau keriput yang disebabkan oleh radiasi sinar matahari. Sunscreen tidak hanya digunakan sebagai pelindung ketika hendak pergi ke Pantai, akan tetapi sunscreen bisa dijadikan rutinitas setiap pagi untuk membantu mengurangi resiko radiasi yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet dapat memancarkan radiasi yang menembus jendela atau kaca sehingga penting adanya penggunaan sunscreen secara rutin. Sunscreen terbagi menjadi banyak sekali jenis dan tekstur seperti *lotion*, semprotan, *gel*, dan *foam*. Sunscreen juga memiliki banyak jenis mulai dari *physical sunscreen*, *chemical sunscreen*, dan *hybrid sunscreen*. Berdasarkan ketiga jenis sunscreen diatas mampu mengakibatkan dampak yang berbeda-beda dalam mengatasi atau mencegah radiasi sinar ultraviolet. Penggunaan sunscreen merupakan landasan awal serta pondasi utama untuk memiliki kulit yang bersih dan awet muda. Seperti yang sudah diketahui Indonesia termasuk negara tropis yang memiliki cuaca yang cenderung panas sehingga resiko radiasi sinar UV akan semakin besar dengan indeks UV dan resiko-resiko yang diakibatkannya. Penuaan dini pada kulit yang dialami oleh Sebagian orang 80% diakibatkan oleh paparan radiasi sinar UV. Sehingga penggunaan sunscreen sangat membantu perawatan kulit yang selanjutnya.

Kandungan dan Standar Sunscreen Yang Baik

Dalam pengertian sunscreen yaitu salah satu jenis perawatan kulit yang membantu melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet oleh matahari. Lantas bagaimana cara kerja sunscreen sehingga dapat melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet dan apa kandungan yang dimiliki oleh sunscreen? Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, jenis sunscreen terbagi menjadi tiga jenis yaitu *chemical sunscreen*, *physical sunscreen* dan *hybrid sunscreen*. Setiap jenis sunscreen memiliki bahan serta karakteristik yang berbeda-beda. *Chemical sunscreen* memiliki bahan penyusunnya yaitu berupa unsur kimia seperti *oxybenzone* dan *aminobenzoic acid* yang pada dasarnya memang dua bahan kimia tersebut memiliki fungsi untuk melindungi kulit dari radiasi sinar ultraviolet. Cara kerja *chemical sunscreen* untuk melindungi kulit adalah membuat lapisan baru yang dikhususkan untuk menyaring sinar ultraviolet yang menyentuh permukaan kulit dan menyoroti kulit agar sinar ultraviolet tidak dapat menembus bagian terdalam dari kulit (dermis). Setiap jenis sunscreen memiliki efek samping yang berbeda-beda seperti pada *chemical sunscreen* ini yang membuat kulit menjadi berjerawat dan *chemical sunscreen* cenderung tidak bisa melindungi kulit secara maksimal karena mudah meresap ke dalam kulit sehingga tidak dalam jangka waktu yang lama *protection barrier* sudah menghilang. Kemudian *physical sunscreen*, yang memiliki sebutan lain yaitu *sunblock*. Karena *physical sunscreen* tersusun dari mineral seperti *titanium dioxide* dan *zinc dioxide*. Sehingga dapat memantulkan sinar ultraviolet yang menyentuh kulit, karena adanya bahan yang terbuat dari mineral tersebut. Cara kerja dari *physical sunscreen* yaitu apabila ada sinar ultraviolet yang datang menuju kulit maka akan

memantulkan sinar ultraviolet tersebut karena *physical sunscreen* membuat lapisan pelindung yang membuat efek pemantulan Kembali. Akan tetapi, efek yang diberikan juga cukup beresiko seperti tidak mudah menyerap serta tidak cocok untuk kulit yang berminyak dikarenakan *physical sunscreen* membuat kulit berminyak. Jenis sunscreen yang terakhir yaitu *hybrid sunscreen*, merupakan perpaduan antara dua jenis sunscreen yang sebelumnya yakni *chemical sunscreen* dan *physical sunscreen*. Karena perpaduan ini maka, *hybrid sunscreen* dinilai sangat efektif dalam melindungi kulit dari radiasi sinar ultraviolet. Karena memiliki kandungan *non-comodogenic* maka akan memberikan UV *protection* yang maksimal sepanjang hari. Untuk menentukan bahwa sunscreen ini adalah sunscreen yang paling baik maka perlu adanya tolak ukur yang berupa standar. Standar sunscreen yang baik adalah sunscreen yang memiliki bahan berupa mineral dan kimia dan mampu memberikan efek samping yang tidak memperparah kondisi wajah serta memberikan perlindungan yang maksimal pada kulit.

Pencegahan Radiasi

Sinar uv yang berasal dari matahari dapat memancarkan radiasi yang memberikan dampak terhadap kulit ataupun mata. Kulit yang terpapar sinar uv dari matahari akan menyebabkan kulit menjadi kurang sehat dan penipisan *skin barrier* pada lapisan terluar kulit yaitu epidermis. Sehingga perlu adanya pencegahan khusus yang dilakukan untuk meningkatkan ketahanan *skin barrier* yang melindungi kulit. Hingga saat ini, perlindungan yang paling cocok yaitu sunscreen atau tabir surya.

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah sunscreen dapat membantu melindungi skin barrier yaitu lapisan terluar dari kulit dari paparan radiasi sinar ultraviolet A dan sinar ultraviolet B yang sampai ke bumi dengan efektivitas 75% terhadap seluruh penggunaan sunscreen secara merata dan rutin. Sebaiknya disertakan sumber dari setiap bahasan-bahasan yang diambil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen selaku koresponden yang membantu saya dalam penulisan artikel ini, membimbing dan memberikan saran kepada saya untuk kesempurnaan artikel ini. Dan saya juga berterimakasih kepada seluruh tinjauan pustaka yang saya ambil telah memberikan materi yang relevan dengan artikel saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, D. A., Fazirah, C., Syahfitri, L., Fadilla, M., & Anggraini, R. (2023). Pengaruh radiasi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh telepon seluler. *Al-Irsyad Journal*.
- Berlianti, N. A., Hayati, N., Afâ, 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.

- Imansyah, F., Arsyad, I., & Gani, U. A. (2023). Sosialisasi Permasalahan Dampak Radiasi Gelombang Elektromagnetik Menara Telekomunikasi Di Permukiman Masyarakat. *Jurnal Abdi Insani*, 10(3), 1436-1452.
- Intania, F., & Sudarti, S. (2021). Analisis Kemampuan Multirepresentasi (Verbal dan Matematis) Mahasiswa Fisika Tentang Konsep Spektrum Gelombang Elektromagnetik. *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 21-27.
- Iqlima, M. N. (2020). Kerusakan sel hepar akibat paparan radiasi elektromagnetik telepon seluler. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan-Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, 19(1), 40-45.
- Iswardani, F. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis studi literatur pemanfaatan gelombang elektromagnetik (elf) bagi industri pertanian. *Jurnal Sains Riset*, 13(1), 15-21.
- Jumingin, J., Atina, A., Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas Pgrri Palembang. *Journal Online Of Physics*, 7(2), 48-53.
- Lala, M. D. T., & Sari, D. R. (2023). Perbandingan Gambaran Histologis Lapisan Piramidalis Area Ca1 Hipokampus Mus Musculus yang Dipapar Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler 3G.
- Maula, M. I. (2022). Analisis Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika terhadap Sinar Inframerah sebagai Gelombang Elektromagnetik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 7(3), 198-203.
- Monita, D., Hakim, L., & Manik, J. W. (2022). Bimbingan Bahaya Radiasi Gelombang Elektromagnetik Dan Blue Light Dari Gadget Di Sma 10 Palangka Raya. *E-Amal: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 609-612.
- Pramudita, A. D., Rahmawati, E., Ilmi, L. H., Amatullah, S., & Damayanti, Z. (2023). Analisis Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Pemahaman Konsep Gelombang Elektromagnetik Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), 105-113.
- Putra, C. B. P. E. (2021). Dampak Radiasi Elektromagnetik Telepon Genggam pada Otak Manusia. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 2(1), 1-6.
- Sari, D. K., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis pengaruh gelombang elektromagnetik cahaya tampak pada proses fotosintesis tanaman hydrilia. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(10), 31-40.
- Sari, A. S. D., Prastyaningtias, S. D., & Khurniyati, M. I. (2023). Pendampingan dan penyuluhan pencegahan bahaya radiasi akibat paparan gelombang elektromagnetik frekuensi rendah (handphone) di mi darul muta'allimin. *Baktimu: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(4), 153-160.
- Setiawati, F. I., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis revolusi komunikasi terkini dalam penerapan teknologi 5g pada jaringan seluler berbasis gelombang elektromagnetik. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(10), 1-10.
- Sidauruk, J., Simamora, D., Tarigan, L., & Pasaribu, N. E. (2023). Edukasi masyarakat tentang dampak radiasi gelombang elektromagnetik terhadap kesehatan manusia di

- desa sembahe kabupaten deli serdang. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(6), 12845-12851.
- Utami, R. D. S., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Pemanfaatan Gelombang Elektromagnetik pada WX Radar System untuk Menghindari Loss off Aircraft Control. *Journal of Creative Student Research*, 1(6), 384-394.
- Wulandari, F. P., Nur, A. A., Gafira, C. E., & Aritonang, S. (2024). Review Jurnal: Nanokomposit Sebagai Penyerap Gelombang Elektromagnetik Untuk Radar Absorbent Material. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 7(1).
- Yolanda, S., Sandi, E., & Djatmiko, W. (2021). Modul Pembelajaran Penggunaan Software CST Microwave Studio untuk Mata Kuliah Teknik Antena dan Propagasi Gelombang Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika (JVOTE)*, 4(2), 26-33.
- 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.