

**PENGARUH PAPARAN CAHAYA BIRU PADA PERANGKAT
DIGITAL TERHADAP KESEHATAN MATA: TINJAUAN
LITERATUR**

***THE IMPACT OF BLUE LIGHT EXPOSURE FROM DIGITAL
DEVICES ON EYE HEALTH: A LITERATURE REVIEW***

Nafiisah^{1*}, Agus Setyawan²

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

²Rumah Sakit Khusus Mata, Purwokerto

ABSTRAK

Paparan cahaya biru dari perangkat digital seperti *smartphone*, tablet, dan komputer telah menjadi perhatian utama dalam kesehatan mata. Cahaya biru, yang memiliki panjang gelombang antara 400-500 nanometer, dapat menembus lebih dalam ke dalam mata dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada retina. Artikel ini meninjau berbagai penelitian yang menilai dampak cahaya biru terhadap kesehatan mata, termasuk risiko terjadinya *computer vision syndrome*, miopia, dan *age-related macular degeneration* (AMD). Meskipun penggunaan lensa *blue-blocking* telah disarankan sebagai langkah pencegahan, efektivitas jangka panjangnya masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Strategi lainnya seperti pengaturan waktu layar dan penggunaan perangkat lunak pengurang cahaya biru juga dianalisis sebagai bagian dari upaya mitigasi dampak negatif cahaya biru. Hasil tinjauan ini menunjukkan bahwa meskipun ada potensi risiko dari paparan cahaya biru, lebih banyak penelitian diperlukan untuk mengembangkan strategi pencegahan yang lebih efektif dan memahami dampak jangka panjangnya terhadap kesehatan mata.

Kata kunci: Age-related macular degeneration, cahaya biru, computer vision syndrome

ABSTRACT

Exposure to blue light from digital devices such as smartphones, tablets, and computers has become a major concern for eye health. Blue light, with wavelengths between 400-500 nanometers, can penetrate deeper into the eye and potentially cause retinal damage. This article reviews various studies assessing the impact of blue light on eye health, including the risks of developing computer vision syndrome, myopia, and age-related macular degeneration (AMD). Although the use of blue-blocking lenses has been suggested as a preventive measure, its long-term effectiveness requires further investigation. Other strategies, such as screen time regulation and the use of blue light-reducing software, are also analyzed as part of efforts to mitigate the negative effects of blue light. The findings from this review indicate that while there is potential risk from blue light exposure, more research is needed to develop more effective preventive strategies and to understand its long-term impact on eye health.

Keywords: Age-related macular degeneration, blue light, computer vision syndrome

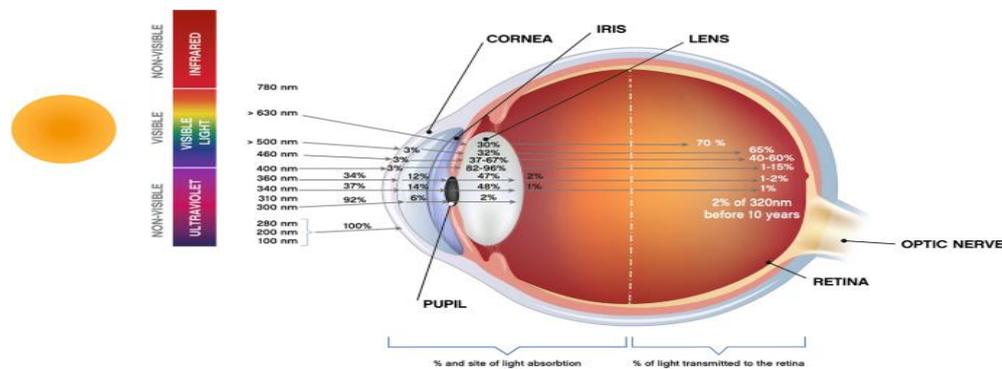
Penulis korespondensi:

Nafiisah,
Departemen Histologi Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman,
Jl. Dr. Gumberg Medika, Purwokerto
Email: dr.nafiisah@unsoed.ac.id

PENDAHULUAN

Cahaya biru adalah bagian dari spektrum cahaya tampak yang memiliki panjang gelombang antara 400 hingga 500 nanometer (nm). Cahaya biru dipancarkan oleh berbagai sumber alami dan buatan. Sumber utama cahaya biru alami adalah matahari. Namun, dalam dekade terakhir, sumber cahaya biru buatan telah meningkat secara signifikan, terutama dengan munculnya perangkat digital seperti *smartphone*, tablet, komputer, dan televisi LED (Cognard-Gregoire *et al.*, 2023).

Perangkat digital ini telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, dengan rata-rata orang menghabiskan lebih dari 6 jam per hari di depan layar. Selain perangkat digital, sumber cahaya buatan lain yang signifikan adalah lampu LED, yang semakin umum digunakan di rumah, kantor, dan ruang publik. Lampu LED menghasilkan cahaya yang lebih efisien dan hemat energi, namun lampu LED memancarkan proporsi cahaya biru yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber cahaya tradisional seperti lampu pijar. Meski teknologi ini memberikan banyak manfaat, paparan berlebihan terhadap cahaya biru dapat menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan, terutama terkait dengan kesehatan mata (Hipólito & Coelho (2023).



Gambar 1. Radiasi Matahari dan Penyaringan Oleh Mata (Cognard-Gregoire *et al.*, 2023)

Seluruh spektrum cahaya matahari (termasuk cahaya biru) atau sumber cahaya buatan apa pun diterima oleh mata, mengirimkan informasi lingkungan ke otak melalui proses visual dan nonvisual melalui retina. Radiasi yang dipancarkan oleh cahaya matahari atau cahaya buatan diserap atau ditransmisikan oleh berbagai jaringan mata (kornea dan lensa) dan media sebelum mencapai retina (Gambar 1) (Cognard-Gregoire *et al.*, 2023). Cahaya biru memiliki energi yang lebih tinggi dibandingkan spektrum cahaya lainnya. Hal ini membuat cahaya tersebut dapat menyebabkan efek merugikan pada kesehatan mata (Cognard-Gregoire *et al.*, 2023). Penelitian Rao *et al.* (2020) menyebutkan bahwa

meskipun cahaya biru dari perangkat digital dan lampu LED tidak sekuat cahaya matahari, durasi paparan yang berkepanjangan dapat menyebabkan stres oksidatif pada retina, yang berkontribusi pada kerusakan sel dan gangguan penglihatan.

Data menunjukkan bahwa anak-anak, remaja, dan orang dewasa muda merupakan kelompok yang paling intensif dalam menggunakan perangkat digital, baik untuk keperluan pendidikan, hiburan, maupun komunikasi. Anak-anak (usia 6-15 tahun) semakin banyak terpapar perangkat digital, terutama sejak pandemi COVID-19 yang mendorong pembelajaran jarak jauh. Lanca dan Saw (2020) menyebutkan bahwa anak-anak yang menghabiskan lebih dari 3 jam per hari di depan layar berisiko mengalami gangguan penglihatan, seperti miopia dan kelelahan mata digital (*digital eye strain/DES*) atau sindrom penglihatan komputer *computer vision syndrome/ CVS*). Anak-anak yang terbiasa menggunakan perangkat digital untuk belajar dan bermain juga menunjukkan kecenderungan peningkatan durasi paparan cahaya biru, yang dapat berdampak jangka panjang pada kesehatan mata. Menurut Global Digital Report tahun 2023, remaja dan dewasa muda (usia 16-24 tahun) merupakan kelompok usia dengan paparan cahaya biru tertinggi. Penggunaan perangkat ini mencakup berbagai aktivitas, mulai dari media sosial, streaming video, hingga bermain game (Kemp, 2023).

Pekerja kantoran yang berusia antara 25-54 tahun juga menunjukkan tingkat penggunaan perangkat digital yang tinggi. Pekerja kantoran sering bekerja di depan komputer selama lebih dari 8 jam sehari, yang menyebabkan paparan cahaya biru terjadi secara terus-menerus selama jam kerja. Penelitian Peter *et al.* (2023) melaporkan bahwa sekitar 70-90% pekerja kantoran mengalami gejala CVS, seperti mata kering, iritasi, dan penglihatan kabur. Kondisi ini diperparah oleh minimnya jeda istirahat dan pengaturan pencahayaan yang tidak memadai di lingkungan kerja.

Populasi lansia (usia 55 tahun ke atas) cenderung menggunakan perangkat digital untuk jangka waktu yang lebih pendek dibandingkan kelompok usia lainnya, namun lansia memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap dampak negatif dari paparan cahaya biru. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya risiko terhadap kondisi seperti degenerasi makula terkait usia atau *age-related macular degeneration* (AMD) sebesar 20-30% dan penurunan fungsi mata secara keseluruhan. Paparan cahaya biru pada populasi ini, meskipun tidak sebanyak pada kelompok usia yang lebih muda, dapat mempercepat kerusakan retina dan memperburuk kondisi mata yang sudah ada (Cougnaud-Gregoire *et al.*, 2023).

Penggunaan perangkat digital dengan pancaran cahaya biru juga merata di kalangan laki-laki dan perempuan, namun terdapat beberapa perbedaan penting dalam pola penggunaannya. Penelitian menunjukkan bahwa laki-laki cenderung lebih sering menggunakan perangkat digital untuk bekerja di bidang teknologi informasi dan keperluan hiburan seperti bermain game dan menonton video, sedangkan perempuan lebih sering menggunakan perangkat digital untuk komunikasi sosial dan belanja daring (Kemp, 2023).

Penelitian lain menunjukkan bahwa ada sedikit perbedaan dalam dampak paparan cahaya biru antara laki-laki dan perempuan. Antemie *et al.* (2023) menyebutkan bahwa meskipun prevalensi CVS tinggi pada kedua jenis kelamin, perempuan cenderung melaporkan gejala yang lebih parah dibandingkan laki-laki. Hal ini mungkin terkait dengan perbedaan dalam kebiasaan penggunaan perangkat digital dan sensitivitas mata terhadap cahaya biru. Perempuan lebih sering mengalami mata kering dibandingkan laki-laki, sebagian karena perubahan hormonal yang terjadi sepanjang hidup mereka, termasuk selama kehamilan, menopause, dan siklus menstruasi. Perubahan hormon ini dapat mempengaruhi produksi dan kualitas air mata, yang mengarah pada gejala mata kering dan penglihatan kabur. Penggunaan kontrasepsi oral dan terapi penggantian hormon juga dapat meningkatkan risiko gejala mata kering pada perempuan. Faktor tambahan termasuk

penggunaan obat-obatan tertentu dan produk kecantikan juga dapat mengiritasi mata dan memperburuk kondisi mata kering (Chohan, 2021).

Perempuan juga dilaporkan lebih sering mengalami mata kering dan penglihatan kabur, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor hormonal yang mempengaruhi produksi air mata dan kesehatan mata. Secara keseluruhan, data penelitian menunjukkan bahwa paparan cahaya biru dari perangkat digital tidak hanya menyebabkan gangguan kesehatan mata tetapi juga berdampak luas pada kualitas hidup. Penurunan kualitas hidup ini disebabkan oleh hilangnya kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari yang memerlukan penglihatan sentral, seperti membaca dan mengemudi sehingga dapat mempengaruhi produktivitas kerja dan kenyamanan harian yang pada akhirnya berdampak pada kesejahteraan psikologis seperti peningkatan tingkat stres, kecemasan, dan bahkan depresi. Dengan meningkatnya ketergantungan pada perangkat digital dalam kehidupan sehari-hari, penting untuk memperhatikan dan mengelola dampak ini untuk menjaga kualitas hidup yang optimal. Sementara itu beberapa intervensi pencegahan gangguan mata telah diusulkan, seperti penggunaan lensa yang menyaring cahaya biru (lensa *blue-blocking*) dan perangkat lunak yang mengurangi emisi cahaya biru, namun efektivitas jangka panjang dari strategi ini masih dipertanyakan (Zhang & Zhao, 2024).

Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengkaji dampak cahaya biru terhadap kesehatan mata, terutama dalam konteks penggunaan perangkat digital yang intensif dan mengeksplorasi strategi pencegahan dan intervensi yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi risiko kesehatan yang terkait dengan paparan cahaya biru.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam studi "Pengaruh Paparan Cahaya Biru pada Perangkat Digital Terhadap Kesehatan Mata: Sebuah Tinjauan Literatur" dilakukan dengan meninjau kembali berbagai pendekatan analisis risiko yang telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Desain penelitian ini berupa tinjauan sistematis terhadap studi-studi terdahulu yang menggunakan analisis risiko dalam mengevaluasi dampak perangkat digital terhadap kesehatan mata. Peneliti melakukan pencarian terstruktur melalui database online seperti PubMed, Scopus, atau Web of Science untuk mengidentifikasi artikel ilmiah yang relevan dengan topik ini. Data dikumpulkan melalui penelaahan mendalam terhadap artikel-artikel tersebut, dengan fokus pada relevansi dan kualitas metodologinya. Artikel yang memenuhi kriteria dianalisis lebih lanjut, dan informasi penting seperti metode analisis risiko yang digunakan, temuan utama, serta kesimpulan akan diekstraksi.

Setelah data terkumpul, analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan berbagai pendekatan analisis risiko yang telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Peneliti mengevaluasi kesamaan dan perbedaan di antara pendekatan-pendekatan tersebut, serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangannya. Hasil analisis ini digunakan untuk menyimpulkan pendekatan analisis risiko yang paling efektif dalam mengkaji bahaya cahaya biru dari perangkat digital terhadap kesehatan mata. Rekomendasi diberikan untuk penggunaan metode analisis risiko yang paling tepat dalam penelitian-penelitian di masa mendatang yang terkait dengan dampak paparan cahaya biru terhadap kesehatan mata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis potensi resiko bahaya cahaya biru pada perangkat digital terhadap kesehatan mata dilakukan pada 4 laporan, sebagai berikut:

1. Munsamy *et al.* (2022): Review ini menganalisis berbagai penelitian yang mengevaluasi dampak cahaya biru dari perangkat digital terhadap kesehatan mata. Ketidaknyamanan penglihatan akibat cahaya biru digital diatasi dengan menggunakan lensa *blue-blocking*. Kesimpulannya menunjukkan bahwa paparan cahaya biru dapat mempengaruhi frekuensi kedipan, titik konvergensi dekat, dan gerakan saccadic, yang semuanya berkontribusi terhadap CVS. Penggunaan lensa *blue-blocking* terbukti dapat mengurangi gejala-gejala ini, tetapi penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menilai efektivitas jangka panjangnya.
2. Hipólito & Coelho (2023): Penelitian ini mengkaji dampak negatif potensial dari paparan cahaya biru yang dipancarkan oleh perangkat digital. Meskipun tidak ada bukti yang cukup untuk menyimpulkan bahwa paparan jangka pendek dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada mata, paparan jangka panjang dan terus-menerus berpotensi menyebabkan kerusakan kumulatif, khususnya pada retina. Penelitian ini menekankan pentingnya melakukan studi lebih lanjut untuk memahami efek jangka panjang dari paparan cahaya biru serta efektivitas intervensi seperti penggunaan lensa *blue-blocking*.
3. Rosenfield (2020): Penelitian ini menyebutkan bahwa CVS adalah kondisi yang sangat umum terjadi di kalangan pengguna perangkat digital dan dapat menyebabkan berbagai gejala mata dan penglihatan. Penelitian ini juga meninjau berbagai intervensi potensial untuk mengurangi gejala CVS, termasuk pengaturan pencahayaan yang lebih baik, penggunaan layar yang lebih ergonomis, istirahat mata secara teratur menggunakan aturan 20-20-20, dan penggunaan air mata buatan. Meskipun beberapa intervensi ini terbukti efektif dalam jangka pendek, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan strategi jangka panjang yang lebih efektif dalam mengelola CVS.
4. Chang *et al.* (2020): Penelitian ini menemukan bahwa mengurangi paparan cahaya biru, terutama di malam hari, memiliki dampak positif yang signifikan terhadap kesehatan mata. Responden yang menggunakan perangkat dengan pengurangan emisi cahaya biru melaporkan gejala CVS berkurang secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi pengurangan cahaya biru efektif dalam mencegah dampak negatif dari penggunaan perangkat digital. Penelitian ini menyarankan bahwa selain lensa *blue-blocking*, penggunaan perangkat lunak atau pengaturan yang mengurangi emisi cahaya biru di perangkat digital merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kesehatan mata.

Empat hasil penelitian yang ada menunjukkan bahwa cahaya biru pada perangkat digital memiliki dampak buruk bagi kesehatan mata. Penelitian Munsamy (2022) mengkonfirmasi bahwa paparan cahaya biru dapat memperburuk gejala CVS, seperti mata kering, penglihatan kabur, dan sakit kepala, terutama bagi individu yang menghabiskan waktu lama di depan layar. Gejala-gejala ini sering dilaporkan oleh pengguna perangkat digital, tetapi penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan seberapa besar peran cahaya biru dibandingkan faktor-faktor lain, seperti ergonomi dan pengaturan pencahayaan. Pada penelitian ini juga disebutkan bahwa paparan cahaya biru digital dapat dikurangi dengan penggunaan kacamata *blue-blocking* dengan cara mengurangi jumlah cahaya biru yang dipancarkan saat melihat layar perangkat elektronik sehingga membantu mengurangi gejala CVS. Namun, masih diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengembangkan strategi manajemen yang lebih efektif dalam upaya pencegahan dampak buruk cahaya biru pada perangkat digital terhadap kesehatan mata.

Hasil penelitian Hipólito & Coelho (2023) menyebutkan bahwa dampak potensial dari paparan cahaya biru yang dipancarkan oleh perangkat digital, seperti *smartphone*,

tablet, dan komputer, terhadap kesehatan mata. Meskipun paparan jangka pendek terhadap cahaya biru tidak menunjukkan risiko signifikan terhadap kesehatan mata, paparan jangka panjang dan terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan kumulatif pada jaringan mata, khususnya retina. Kerusakan ini dapat meningkatkan risiko AMD dan memperburuk gejala CVS. Penelitian ini juga menyebutkan bahwa lensa *blue-blocking* dijelaskan sebagai alat yang dapat mengurangi paparan cahaya biru dengan cara menyaring atau memblokir spektrum cahaya biru yang dipancarkan oleh perangkat digital sebelum mencapai mata pengguna lensa. Dengan memblokir sebagian besar cahaya biru yang berbahaya, lensa ini dapat membantu mengurangi stres oksidatif pada mata, yang merupakan salah satu mekanisme utama yang menyebabkan kerusakan retina dan berkontribusi pada perkembangan AMD. Selain itu, penggunaan lensa *blue-blocking* juga dapat mengurangi efek silau dan meningkatkan kenyamanan penglihatan selama penggunaan perangkat digital yang berkepanjangan. Namun, artikel ini juga menekankan bahwa sementara lensa *blue-blocking* dapat efektif dalam mengurangi gejala jangka pendek, seperti kelelahan mata, masih diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengevaluasi manfaat jangka panjangnya terhadap kesehatan mata secara keseluruhan.

Penelitian Rosenfield (2020) mengidentifikasi berbagai penyebab utama CVS. Penggunaan perangkat digital memerlukan mata untuk fokus pada jarak dekat secara terus-menerus dapat menyebabkan ketegangan pada otot-otot mata, yang pada akhirnya memicu kelelahan mata. Saat menggunakan perangkat digital, frekuensi kedipan mata berkurang secara signifikan, menyebabkan mata menjadi kering dan memicu gejala seperti rasa terbakar dan iritasi. Penurunan kedipan ini terutama disebabkan oleh perhatian penglihatan yang terfokus pada layar. Pengaturan pencahayaan yang buruk, baik dari sumber cahaya eksternal maupun dari layar perangkat, juga memperburuk gejala CVS. Silau dari layar digital meningkatkan kelelahan mata dan menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan.

Rosenfield (2020) menyarankan beberapa intervensi untuk mengurangi gejala CVS, diantaranya adalah pengaturan pencahayaan, karena mengoptimalkan pencahayaan di sekitar area kerja dapat membantu mengurangi silau dan meningkatkan kenyamanan penglihatan. Selain itu, mengadopsi aturan 20-20-20 (beristirahat selama 20 detik dengan melihat objek sejauh 20 kaki setiap 20 menit penggunaan perangkat) dapat membantu mencegah ketegangan mata yang disebabkan oleh fokus penglihatan yang berulang pada layar. Penggunaan air mata buatan juga mempunyai dampak baik bagi individu yang mengalami mata kering. Penggunaan air mata buatan dapat membantu menjaga kelembapan mata dan mengurangi iritasi.

Penelitian Chang *et al.* (2020) merupakan uji coba acak yang dirancang untuk mengukur perubahan gejala kelelahan mata setelah intervensi pengurangan cahaya biru, khususnya di malam hari. Responden yang mengurangi paparan cahaya biru melaporkan penurunan gejala CVS, termasuk mata kering, penglihatan kabur, dan ketidaknyamanan penglihatan. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan cahaya biru tidak hanya bermanfaat untuk tidur tetapi juga membantu dalam mencegah ketegangan mata yang disebabkan oleh penggunaan perangkat digital. Penelitian ini menyarankan bahwa selain lensa *blue-blocking*, penggunaan perangkat lunak pengurang cahaya biru atau pengaturan layar yang disesuaikan dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kesehatan mata. Strategi ini sangat relevan bagi mereka yang sering menggunakan perangkat digital di malam hari atau sebelum tidur.

KESIMPULAN

Dampak buruk cahaya biru perangkat digital pada mata adalah suatu hal yang perlu diperhatikan. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa cahaya biru yang dipancarkan oleh perangkat digital menyebabkan berbagai masalah kesehatan pada mata seperti miopia, CVS dan AMD. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan lensa *blue-blocking* dapat mengurangi risiko bahaya sinar biru, namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi manfaat jangka panjangnya. Pengaturan pencahayaan, aturan 20-20-20 dan penggunaan air mata buatan merupakan beberapa intervensi lain yang disarankan untuk mengurangi dampak buruk akibat cahaya biru perangkat digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Antemie, R. G., Samoilă, O. C., & Clichici, S. V. (2023). Blue Light—Ocular and Systemic Damaging Effects: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(6), 5998.
- Chang, A. M., et al. (2020). Impact of reducing blue light exposure on sleep and eye health: A randomized trial. *Sleep Medicine Reviews*, 49, 101205.
- Chohan, P. K. (2021). Ocular changes during pregnancy. *Optometry in Practice*, 22(4).
- Cougnard-Gregoire, A., Merle, B. M., Aslam, T., Seddon, J. M., Akin, I., Klaver, C. C., et al. (2023). Blue light exposure: ocular hazards and prevention—a narrative review. *Ophthalmology and therapy*, 12(2), 755-788.
- Hipólito, V., & Coelho, J. M. (2023). Blue light and eye damage: a review on the impact of digital device emissions. *Photonics*, 10(5), 560.
- Kemp, S. (2023). *Global Digital Report 2023*. Tersedia pada link: <https://wearesocial.com/id/blog/2023/01/digital-2023/>. Diakses: 18 Agustus 2024.
- Lanca, C., & Saw, S. M. (2020). The association between digital screen time and myopia: A systematic review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 40(2), 216-229.
- Munsamy, A. J., Moodley, M., Khan, Z., Govender, K., Nkwanyana, M., Cele, S., & Radebe, M. (2022). Evidence on the effects of digital blue light on the eye: A scoping review. *African Vision and Eye Health*, 81(1), 9.
- Peter, R. G., Giloyan, A., Harutyunyan, T., & Petrosyan, V. (2023). Computer Vision Syndrome (CVS): the assessment of prevalence and associated risk factors among the students of the American University of Armenia. *Journal of Public Health*, 1-10.
- Rao, R., Nagamani, S. B., & Shetty, R. (2020). Blue light and digital devices: Impact on ocular health and prevention strategies. *Indian Journal of Ophthalmology*, 68(1), 66-70.
- Rosenfield, M. (2020). Computer vision syndrome: A review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 40(2), 216-229.
- Zhang, X., & Zhao, X. (2024). The Impact of Blue Light Exposure on Public Health and Protective Strategies. *Current Research in Medical Sciences*, 3(2), 60-66.