

TINJAUAN PUSTAKA

Pengaruh Paparan Cahaya Biru terhadap Penuaan Kulit dan Upaya Pencegahannya

Dennely Yulisa¹, Regina Regina², William William^{3,4}

1. Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta; 2. Departemen Dermatologi dan Venereologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta; 3. Program Studi Andrologi, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya; 4. Departemen Biologi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

Korespondensi: Regina; Departemen Dermatologi dan Venereologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya; Email : regina@atmajaya.ac.id; Hp: +6282164250557

Abstrak

Penuaan merupakan sebuah proses yang akan dialami individu seiring bertambahnya usia. Penyebab penuaan yang mungkin masih belum disadari adalah penuaan yang disebabkan paparan cahaya biru. Hal ini menjadi sebuah isu yang menarik berkaitan dengan meningkatnya penggunaan perangkat elektronik di berbagai kalangan usia. Cahaya biru memiliki efek merugikan pada homeostasis kulit, yaitu meningkatkan produksi ROS, mediator inflamasi, dan menyebabkan kerusakan DNA, sehingga tubuh mengupayakan efek antiproliferatif seperti menginduksi aktivasi melanogenesis, mengurangi produksi kolagen, mengubah aktivitas metalloproteinase, yang menyebabkan photoaging dan hiperpigmentasi. Meningkatnya kesadaran akan efek cahaya biru pada tubuh menyebabkan munculnya berbagai produk yang menyatakan dapat memberikan perlindungan terhadap cahaya biru. Beberapa upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan fotoproteksi, menggunakan tabir surya yang mengandung zinc oxide dan titanium dioxide. Berbagai bahan kosmetik, antioksidan dan vitamin juga diduga dapat memberikan efek proteksi terhadap cahaya biru. Upaya pencegahan terhadap cahaya biru sampai saat ini masih terus berkembang dan membutuhkan penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: cahaya biru; penuaan kulit; pencegahan penuaan

Abstract

Skin aging is a process that will be experienced by every human. One of the causes of aging that might have not been realized is blue light exposure. Increasing usage of electronic devices in all age groups makes this issue more interesting. Blue light exposure leads to skin homeostatic disruption such as increasing ROS production, inflammatory mediator, and DNA damage, thus our body strives to protect itself by generating antiproliferative effects such as inducing melanogenesis activity, decreasing collagen production, changing the activity of metalloproteinase that caused photoaging and hyperpigmentation. Various products claimed to be protective against blue light might indicate the rise of blue light awareness. Prevention against blue light could be done by using sunblock containing zinc oxide and titanium dioxide. Some cosmetics, antioxidants, and vitamins are also claimed to be protective against blue light. Until now, blue light prevention is still under research and continue to develop.

Keywords: blue light, skin aging, prevention of aging

PENDAHULUAN

Penuaan pada kulit merupakan proses yang akan terjadi seiring bertambahnya usia. Pada tahun 2050 diperkirakan jumlah penduduk lanjut usia akan mencapai tiga kali lipat dibandingkan tahun 2015, sehingga penting untuk meningkatkan perhatian pada penduduk lanjut usia.^{1,2} Kulit yang sehat menjadi lambang kesejahteraan dan persepsi sehat sehingga strategi pencegahan penuaan berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir.³

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi yang semakin pesat menyebabkan semakin meningkatnya penggunaan gawai pada berbagai kalangan usia. Berdasarkan data dari Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO) pada tahun 2014, tingkat penggunaan gawai di Indonesia sangat tinggi, dengan persentase 98%. Angka ini terdiri dari anak-anak dan orang dewasa yang mengetahui cara penggunaan internet, di mana 79.5% dari kelompok tersebut merupakan pengguna internet aktif.⁴ Selain dapat menyebabkan adiksi dan gangguan mental, penggunaan gawai juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Penuaan pada kulit dapat terjadi akibat cahaya biru pada gawai.⁵ Cahaya tampak memiliki panjang gelombang 400-700nm, dapat menyebabkan kerusakan akibat radikal bebas, kerusakan DNA, imunosupresi dan photoaging.⁶ Cahaya biru merupakan salah satu bagian dari cahaya tampak dan dapat bersumber dari gawai.

Kekhawatiran terhadap efek cahaya biru dibuktikan dengan meningkatnya upaya proteksi terhadap cahaya tersebut dan produk perawatan kulit terkait cahaya biru yang meningkat sekitar 170% pada tahun 2020 dan akan

terus bertambah.⁷ Berdasarkan sebuah penelitian di Hangzhou pada tahun 2020, ditemukan bahwa kebanyakan penduduk tidak mengetahui dampak bahaya dari cahaya biru dan proteksi terhadapnya.⁸ Dengan meningkatnya penggunaan gawai, perlu disadari bahwa paparan cahaya tampak dari gawai dapat mempercepat penuaan pada kulit sehingga penting untuk mengurangi durasi penggunaan gawai dan mencegah penuaan akibat penggunaan gawai. Berdasarkan fenomena/fakta tersebut, penulis akan membahas mekanisme penuaan pada kulit akibat cahaya biru dan cara mencegahnya.

METODE

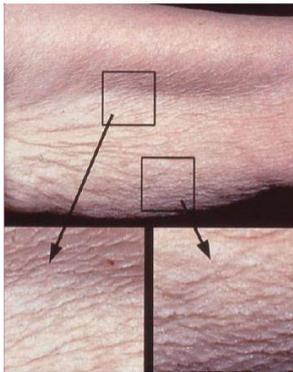
Tinjauan Pustaka.

PEMBAHASAN

Berdasarkan penyebabnya, penuaan pada kulit dibagi menjadi penuaan intrinsik dan ekstrinsik. Penuaan intrinsik dan ekstrinsik memiliki perbedaan manifestasi klinis dan gambaran histologi.⁹ Berikut ini akan dibahas lebih dalam mengenai klasifikasi tersebut.

Penuaan Intrinsik

Penuaan intrinsik merupakan perubahan fisiologis yang tidak dapat dihindari yang dipengaruhi oleh faktor hormonal dan genetik. Perubahan yang terjadi di antaranya berkurangnya produksi kolagen, menurunnya aliran darah, jumlah lipid berkurang, dan hilangnya rete ridges. Hal ini menyebabkan kulit tampak kering, pucat dengan keriput halus, elastisitasnya berkurang, dan terganggunya kemampuan untuk regenerasi.⁹ Gambar 1 adalah contoh gambaran penuaan kulit intrinsik.



Gambar 1. Gambaran penuaan intrinsik pada lengan atas bagian dalam. Karakteristik kulit keriput halus, tampak kulit kendur dan berkantung.⁹

Penuaan Ekstrinsik

Penuaan ekstrinsik merupakan perubahan struktur dan fungsi yang disebabkan oleh faktor lingkungan seperti merokok, diet, trauma, polusi udara, dan radiasi sinar ultra violet (UV). Perubahan struktur dan fungsi akibat sinar UV disebut juga dengan photoaging. Gambaran klinis penuaan ekstrinsik paling sering disebabkan oleh radiasi sinar UV, di antaranya adalah keriput yang dalam, kulit kendur, kasar, meningkatnya kerapuhan, telangiectasis multipel, kulit tampak lebih gelap, serta munculnya bercak hiperpigmentasi.⁹ Gambar 2 menunjukkan gambaran penuaan kulit secara ekstrinsik.



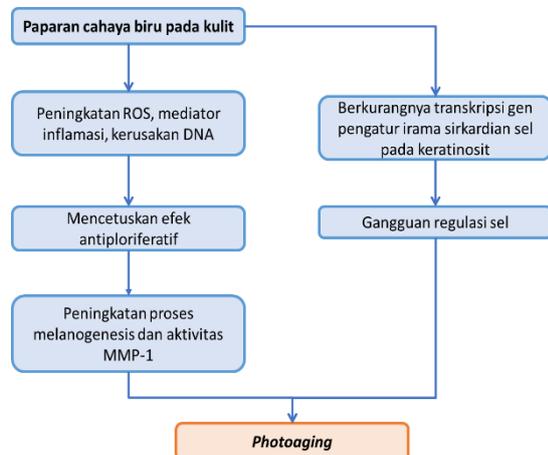
Gambar 2. *Photoaging* pada wajah. Gambaran keriput yang dalam, makula

kecoklatan diskret, kulit tampak belang, kehilangan translusensi dan elastisitas, telangiectasis, kering dan tampak pudar.⁹
Photoaging

Photoaging dapat disebabkan oleh paparan sinar UV, infrared, dan cahaya tampak. Radiasi UV yang mencapai permukaan bumi terdiri dari 95% UVA (320-400 nm) dan 5% UVB (280-320 nm) yang sama-sama berkontribusi pada penuaan kulit. Perbedaannya adalah sinar UVB mencapai lapisan epidermis dan dermis atas yang menyebabkan kerusakan DNA langsung, inflamasi dan immunosupresi, sedangkan sinar UVA dapat melakukan penetrasi dalam hingga lapisan dermis bawah sehingga menyebabkan dampak penuaan yang lebih besar pada kulit. Kerusakan akibat sinar UV menyebabkan gangguan sintesis dan degradasi kolagen serta produksi materi elastotik pada kulit. Tergantikannya elastin dengan materi elastotik (seperti degradasi serat elastin, tropoelastin, fibrillin) yang berlokasi dekat dengan dermal-epidermal junction dikenal juga dengan solar elastosis. Mutasi DNA mitokondria juga terjadi pada photoaging sehingga menyebabkan berkurangnya fungsi mitokondria dan terbentuknya reactive oxygen species (ROS).⁹

Selain sinar UV, terdapat juga spektrum cahaya tampak (400-700nm) pada sinar matahari yang dapat berkontribusi pada penuaan kulit dan melakukan penetrasi hingga hipodermis (kedalaman 0.7-1 mm).¹⁰ Cahaya tampak menghasilkan ROS pada kulit dan menginduksi pembentukan oksidasi pada basis DNA. Selain itu, paparan cahaya tampak dapat menyebabkan meningkatnya produksi sitokin proinflamasi dan matrix metalloproteinase (MMP)-1.⁹ Mekanisme terjadinya penuaan

akibat paparan cahaya biru dirangkum pada Gambar 3.



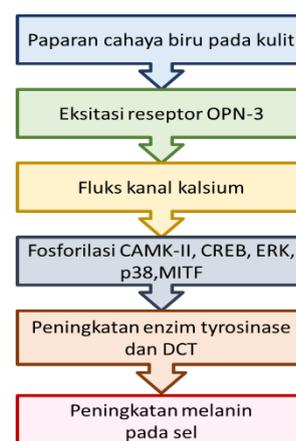
Gambar 3. Mekanisme Penuaan

Mekanisme terjadinya penuaan akibat paparan cahaya biru pada kulit.^{9,10}

Cahaya tampak terbagi menjadi beberapa kategori berdasarkan emisi panjang gelombangnya, yaitu cahaya biru (400-495 nm), hijau (495-565 nm), kuning (565-590 nm), dan merah (590-700 nm). Penyinaran cahaya merah meningkatkan pertumbuhan sel, sintesis procollagen I dan homeostasis kulit. Cahaya biru menyebabkan efek anti-proliferasi dan stress oksidatif, mengganggu permeabilitas sawar epidermis, dan hiperpigmentasi. Cahaya hijau dan merah dianggap kurang toksik dan kurang merusak dibandingkan cahaya biru.¹¹

Cahaya biru memiliki efek merugikan pada homeostasis kulit, yaitu meningkatkan produksi ROS, mediator inflamasi, dan menyebabkan kerusakan DNA, sehingga tubuh mengupayakan efek antiproliferasi seperti menginduksi aktivasi melanogenesis, mengurangi produksi kolagen, mengubah aktivitas metalloproteinase, yang menyebabkan photoaging dan hiperpigmentasi. Mekanisme terjadinya melanogenesis diduga berkaitan dengan peranan opsin,

yaitu reseptor G protein-coupled yang sensitif terhadap cahaya. Opsin-3 (OPN3) merupakan reseptor membran yang terdapat pada otak, liver, dan ginjal. Peran OPN-3 pada kulit masih belum dapat diketahui, diduga memiliki absorpsi kuat terhadap spektrum cahaya tampak dengan panjang gelombang yang lebih rendah serta berperan langsung pada melanosit untuk menstimulasi melanogenesis.¹² Reseptor opsin dieksitasi oleh cahaya biru, kemudian terjadi stimulasi kanal potensial reseptor transien yang menyebabkan keluarnya kalsium dan menyebabkan fosforilasi calcium/calmodulin-dependent protein kinase-II (CAMKII), cAMP response element-binding (CREB), extracellular signal-regulated kinase (ERK), p38, dan melanocyte inducing transcription factor (MITF) sehingga terjadi peningkatan enzim tirosinase dan dopachrome tautomerase (DCT) serta meningkatnya melanin pada sel.^{6,7,10,12,13} Pada sebuah penelitian, didapatkan hiperpigmentasi akibat fotooksidasi 3 jam setelah paparan cahaya biru.¹¹ Mekanisme terjadinya melanogenesis akibat paparan cahaya biru dirangkum pada Gambar 4



Gambar 4. Mekanisme terjadinya melanogenesis akibat paparan cahaya biru pada kulit.^{6,7,10,12,13}

Mekanisme lain yang berpotensi menyebabkan penuaan adalah aktivasi flavin dan flavoprotein yang diduga meningkatkan pembentukan ROS. Terdapat beberapa molekul yang dapat menyerap cahaya atau disebut juga dengan kromofor (fotoakseptor). Kromofor pada kulit di antaranya adalah asam nukleat endogen, asam amino aromatik, asam urokanat, triptofan, tirosin, NADPH, kofaktor NADH, sitokrom, riboflavin, porfirin, triptofan, melanin, prekursor melanin, protoporfirin IX, bilirubin, hemoglobin, beta karoten, atau molekul air. Fotoakseptor yang paling penting adalah opsin, flavin, porfirin dan protein nitrosisasi.¹⁰ Toksisitas cahaya biru bergantung pada dosis dan panjang gelombang. Cahaya biru memiliki jangkauan panjang gelombang antara 400 hingga 495 nm. Semakin pendek panjang gelombangnya, tingkat energi yang dimiliki semakin tinggi.¹⁴ Panjang gelombang antara 400 dan 450 nm menghasilkan tingkat ROS tertinggi.¹⁵ Menurut Dong et al, cahaya biru dengan panjang gelombang 410 nm menyebabkan berkurangnya transkripsi gen yang mengatur irama sirkadian sel pada keratinosit. Hal ini menyebabkan gangguan ritme sirkadian pada sel sehingga terjadi gangguan regenerasi dan perbaikan sel. Jumlah gen tersebut berkurang setelah 3 jam terpapar cahaya biru. Selain itu, cahaya biru juga diduga dapat menghancurkan karotenoid dermal sehingga meningkatkan jumlah radikal bebas terutama ROS pada kulit.¹⁰

Cahaya biru dapat berasal dari berbagai sumber selain sinar matahari, seperti light emitted diodes (LED) pada layar perangkat elektronik (telepon seluler, komputer, laptop, TV, dan lampu neon) yang saat ini meningkat penggunaannya.^{6,7} Paparan yang berkepanjangan terhadap perangkat elektronik ditambah dengan

paparan sinar matahari dan meningkatnya paparan cahaya artifisial pada malam hari dapat merugikan kulit.⁶

Perbedaan tipe kulit menurut Fitzpatrick diduga mengalami perbedaan reaksi terhadap cahaya biru. Pada kulit yang lebih gelap (tipe Fitzpatrick III-VI) lebih banyak jumlah molekul protein yang terpapar cahaya dibandingkan tipe kulit yang lebih terang.¹³ Penelitian klinis menunjukkan cahaya tampak menyebabkan eritema pada tipe kulit lebih gelap. Hal ini disebabkan ekspresi melanin yang lebih banyak untuk menyerap cahaya tampak, menyebabkan vasodilatasi dan panas. Cahaya tampak juga menyebabkan penggelapan pigmen secara langsung, tanning, dan pigmentasi pada tipe kulit Fitzpatrick IV-VI, tapi tidak pada tipe kulit I.¹⁵ Pada tipe kulit yang lebih terang (tipe Fitzpatrick I-III), cahaya tampak berkontribusi terhadap terjadinya photoaging, namun sebuah studi menunjukkan bahwa penggunaan layar komputer selama 8 jam per hari dalam 5 hari dengan jarak 20 cm tidak memperburuk lesi melasma.^{7,13}

Jika dibandingkan dengan sinar matahari, cahaya biru yang dipancarkan dari perangkat elektronik tidak lebih besar.⁷ Paparan singkat terhadap cahaya perangkat elektronik dapat meningkatkan ROS yang dapat menyebabkan penuaan.¹⁶ Pada praktek dermatologi, cahaya biru memiliki efek anti-inflamasi dan antiproliferasi sehingga memiliki efek menguntungkan bagi penyakit inflamasi kronis, misalnya psoriasis vulgaris, dermatitis atopi dan eksim.¹⁰ Paparan yang singkat dapat meningkatkan pembentukan ROS, namun tidak menyebabkan kerusakan DNA atau photoaging prematur sehingga penggunaannya pada praktik dermatologi tergolong aman.¹⁷

Pencegahan Penuaan pada Kulit

Pencegahan terhadap penuaan kulit dapat dilakukan dengan melakukan perawatan kulit harian, menggunakan agen topikal atau sistemik, prosedur invasif, menghindari faktor eksogen, memperbaiki kebiasaan dan gaya hidup.³ Perlindungan terhadap faktor eksogen dilakukan dengan fotoproteksi seperti menggunakan topi bertepi lebar, pakaian fotoprotektif, kacamata hitam, tabir surya spektrum luas berwarna dengan sun protecting factor (SPF) ≥ 30 pada area yang terekspos.¹⁴

Saat ini dibutuhkan penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai tabir surya karena kebanyakan tabir surya yang disetujui Food and Drug Administration (FDA) tidak melindungi secara adekuat terhadap cahaya tampak. Kandungan seperti zinc oxide dan titanium dioxide dapat menangkal cahaya tampak ketika memiliki tingkat pigmentasi tertentu dan tidak dimikronisasi.^{15,18-20} Fotoproteksi dan penggunaan tabir surya harian terbukti dapat mencegah photoaging dan diduga berperan mengembalikan penuaan ekstrinsik. Pada studi tersebut, 32 subjek diminta untuk menggunakan tabir surya SPF 30 selama 52 minggu, ditemukan pada akhir studi tampak perbaikan tekstur kulit, tingkat kecerahan dan pigmentasi kulit.¹⁸

Beberapa bahan kosmetik yang menyatakan dapat memberikan efek proteksi terhadap cahaya biru di antaranya berasal dari bahan alami dan sintetis. Bahan alami dapat berasal dari laut dan tanaman. Ekstrak alga air tawar *Scenedesmus rubescens* dilaporkan dapat mencegah terjadinya hiperpigmentasi akibat cahaya biru²⁰, kemerahan, stres oksidatif, dan karbonilasi protein serta menyokong sintesis kolagen. Ekstrak rumput laut cokelat *Zonaria tournefortii* juga dilaporkan dapat memberikan

perlindungan terhadap hiperpigmentasi dan ROS. Contoh bahan yang berasal dari tanaman adalah ekstrak buah *Vaccinium vitis-idaea* yang merupakan sel punca *lingonberry* yang mengandung kadar polifenol yang tinggi sehingga memiliki aktivitas antioksidan. Ekstrak akar ginseng *Withania somnifera* diketahui dapat membantu fibroblas melawan efek berbahaya dari cahaya tampak. Tanaman lainnya seperti *butterfly ginger*, beras, biji kakao, akar dan biji wortel, dan bunga *marigold* juga populer sebagai bahan kosmetik yang melindungi dari cahaya biru.¹⁹

Antioksidan diduga memiliki peran dalam pencegahan terjadinya oksidasi akibat cahaya biru baik sebelum maupun sesudah pajanan. Bahan yang mengandung antioksidan berasal dari sayur-sayuran dan buah-buahan yang mengandung pigmen karotenoid (karoten, lutein, zeaxanthin dan likopen). Bahan tersebut dapat diaplikasikan secara topikal maupun diperoleh melalui diet. Contoh bahan pigmen karotenoid adalah sayur-sayuran berwarna hijau gelap, merah, kuning dan oranye seperti wortel dan bayam. Sebuah penelitian mengenai pemberian suplementasi oral lutein dan zeaxanthin menghasilkan kulit yang lebih cerah akibat aktivitas antioksidan dan fotoprotektif. Lutein juga dapat digunakan pada formulasi kosmetik yang berasal dari bunga marigold.¹⁹

Vitamin yang memiliki efek antioksidan di antaranya adalah vitamin B3, C, dan E. Vitamin B3 efektif mencegah hiperpigmentasi akibat penuaan.²⁰ Vitamin C dan E dapat memberikan perlindungan terhadap UV-A dan cahaya biru. Bahan lainnya yang dapat memberikan efek perlindungan terhadap cahaya biru dengan mengurangi sintesis MMP-1 adalah Ekstrak *Pseudoalteromonas Ferment* dan *Physalis*

Alkekengi. *Calcium sodium borosilicate* pada kadar 5% dalam sebuah formulasi dapat melindungi dari cahaya biru dan meningkatkan SPF. Agen penghambur sinar UV yang baru yaitu *cerium oxide* dapat melindungi dari sinar UV dan cahaya biru serta memberikan hasil formulasi yang transparan.¹⁹

SIMPULAN

Penuaan pada kulit salah satunya dapat disebabkan oleh paparan cahaya biru yang dapat berasal dari sinar matahari maupun perangkat elektronik. Efek merugikan yang ditimbulkan oleh cahaya biru yaitu meningkatkan produksi ROS, mediator inflamasi, dan menyebabkan kerusakan DNA, sehingga tubuh mengupayakan efek antiproliferatif seperti menginduksi aktivasi melanogenesis, mengurangi produksi kolagen, mengubah aktivitas metalloproteinase, yang menyebabkan photoaging dan hiperpigmentasi.

Upaya pencegahan terhadap penuaan dapat dilakukan dengan melakukan

perawatan kulit harian, menggunakan agen topikal atau sistemik, prosedur invasif, menghindari faktor eksogen, memperbaiki kebiasaan dan gaya hidup. Perlindungan terhadap faktor eksogen dilakukan dengan fotoproteksi seperti menggunakan topi bertepi lebar, pakaian fotoprotektif, kacamata hitam, tabir surya spektrum luas berwarna dengan sun protecting factor (SPF) ≥ 30 pada area yang terekspos. Kandungan seperti zinc oxide dan titanium dioxide dapat menangkal cahaya tampak. Beberapa bahan kosmetik dan antioksidan dilaporkan dapat melindungi terhadap cahaya biru diantaranya berasal dari bahan alami dan sintesis.

DUKUNGAN FINANSIAL

Tidak ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak ada.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mahbubur, Rashid SM, Mawah J, Banik E, Akter Y, Deen JI, Jahan A, et al. Prevalence and Impact of the Use of Electronic Gadgets on the Health of Children in Secondary Schools in Bangladesh: A cross-sectional study. *Heal Sci Rep*. 2021;4:1–9.
2. Jaul E, Barron J. Age-Related Diseases and Clinical and Public Health Implications for the 85 Years Old and Over Population. *Front Public Heal*. 2017;5:1–7.
3. Zouboulis CC, Ganceviciene R, Liakou AI, Theodoridis A, Elewa R, Makrantonaki E. Aesthetic Aspects of Skin Aging, Prevention, and Local Treatment. *Clin Dermatol*. 2019;37(4):365–72.
4. Nirwana, Mappapoleonro AM, Chairunnisa. The Effect of Gadget Toward Early Childhood Speaking Ability. *IJECES*. 2018;2:85–90.
5. Croft J. Blue Light From Cell Phones and Other Devices Could Be Causing Wrinkles [Internet]. *Medscape2*. 2022. Available from: <https://www.medscape.com/viewarticle/980187?src=>
6. Portillo M, Mataix M, Alonso-Juarranz M, Lorrio S, Villalba M, Rodríguez-Luna A. The Aqueous Extract of *Polypodium Leucotomos*(Fernblock®)Regulates

- Opsin 3 and Prevents Photooxidation of Melanin Precursors on Skin Cells Exposed to Blue Light Emitted from Digital Devices. *MDPI*. 2021;10:1–16.
7. Coats JG, Maktabi B, Abou-Dahech MS, Baki G. Blue Light Protection, Part I—Effects of Blue Light on the Skin. *J Cosmet Dermatol*. 2020;1:1–4.
 8. Shen Q, Xu L, Jiang Y, Zheng R, Zhang Y. Survey and statistical analysis of Hangzhou citizens' awareness of harmful blue light and consciousness of protection against blue light. *J Phys Conf Ser*. 2020;1616(1):1–6.
 9. Kang S, Amagai M, Bruckner AL, ENK AH, Margolis DJ, McMichael AJ, et al. *Fitzpatrick's dermatology*. 9th ed. McGraw-Hill Education; 2019.
 10. Sadowska M, Narbutt J, Lesiak A. Blue Light in Dermatology. *MDPI*. 2021;11:1–13.
 11. Lorrio S, Rodríguez-Luna A, Delgado-Wicke P, Mascaraque M, Gallego M, Pérez-Davó A, et al. Protective effect of the Aqueous extract of *Deschampsia antarctica* (EDAFENCE®) on skin cells against blue light emitted from digital devices. *Int J Med*. 2020;21:1–13.
 12. Regazzetti C, Sormani L, Debayle D, Bernerd F, Tulic MK, Donatis GM De, et al. Melanocytes sense blue light and regulate pigmentation through Opsin-3. *J Invest Dermatol*. 2018;138(1):171–8.
 13. Pourang A, Tisack A, Ezekwe N, Torres AE, Kohli I, Hamzavi IH, et al. Effects of Visible Light on Mechanisms of Skin Photoaging. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2021;38:191–6.
 14. Giannos SA, Kraft ER, Lyons LJ, Gupta PK. Spectral evaluation of eyeglass blocking efficiency of ultraviolet/high-energy visible blue light for ocular protection. *Optom Vis Sci*. 2019;96(7):513–22.
 15. Farris PK, Valacchi G. Ultraviolet light protection: is it really enough? *Antioxidants*. 2022;11:1–20.
 16. N. A, Gh. M, S. Z, M. F, R. MSA. Can Light Emitted from Smartphone Screens and Taking Selfies Cause Premature Aging and Wrinkles? *J Biomed Phys Eng*. 2018;8:447–52.
 17. Austin E, Huang A, Adar T, Wang E, Jagdeo J. Electronic Device Generated Light Increases Reactive Oxygen Species in Human Fibroblasts. *Lasers Surg Med*. 2018;50:1–7.
 18. Guan LL, Lim HW, Mohammad TF. Sunscreens and Photoaging: A Review of Current Literature. *Am J Clin Dermatol*. 2021;22:819–28.
 19. Coats JG, Maktabi B, Abou-Dahech MS, Baki G. Blue light protection, part II—Ingredients and performance testing methods. *J Cosmet Dermatol*. 2020;0:1–6.
 20. Campiche R, Curpen SJ, Lutchmanen-Kolanthan V, Gougeon S, Cherel M, Laurent G, et al. Pigmentation effects of blue light irradiation on skin and how to protect against them. *Int J Cosmet Sci*. 2020;42:399–406.