

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, *Blue light* telah menarik perhatian sebagai metode terapi potensial dalam perawatan kulit, khususnya dalam manajemen psoriasis. *Blue light* terbukti memiliki efek antiinflamasi dan mampu menghambat proliferasi sel keratinosit yang berlebihan, yang merupakan salah satu ciri khas psoriasis (Magni et al., 2022). Studi awal menunjukkan bahwa sinar biru efektif mengurangi gejala psoriasis dengan risiko efek samping yang lebih rendah dibandingkan sinar UV. Namun, terdapat kekhawatiran mengenai dampak jangka panjang sinar biru, terutama terkait percepatan penuaan kulit (photoaging) dan peningkatan stres oksidatif akibat pembentukan Reactive Oxygen Species (ROS). (Nakashima et al., 2017)

Photoaging, atau penuaan dini yang disebabkan oleh paparan cahaya, merupakan proses biologis yang dapat dipercepat oleh ROS. Pada pasien psoriasis, kondisi kulit yang sudah mengalami inflamasi dapat memperburuk dampak ROS, sehingga mempercepat degradasi kolagen dan elastin pada kulit, menyebabkan kerutan dan perubahan tekstur kulit. Stres oksidatif ini bisa berdampak pada kesehatan kulit secara keseluruhan, termasuk pada elastisitas, dan tekstur kulit pasien psoriasis.

Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengevaluasi bukti-bukti yang ada mengenai efek jangka panjang terapi *Blue light* pada pasien psoriasis, dengan penekanan pada risiko photoaging. Selain itu, tinjauan ini juga akan mengidentifikasi celah pengetahuan dalam literatur dan merumuskan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian di atas, saya tertarik untuk melakukan tinjauan lebih dalam mengenai literatur terkait dan mengevaluasi secara sistematis bukti-bukti yang ada, dan merumuskan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut. Secara khusus, tinjauan ini akan fokus pada hubungan antara terapi *Blue light* dengan risiko photoaging pada pasien psoriasis tetapi selain pada pasien psoriasis tetapi juga menggunakan pasien sehat sebagai perbandingan apakah munculnya tanda photoaging berhubungan dengan *Blue light* atau tidak. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan keamanan dan efektivitas terapi *Blue light* dalam praktik klinis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana potensi *Blue light* dalam mengurangi gejala psoriasis pada pasien dan apakah penggunaan *Blue light* dalam terapi ini dapat meningkatkan stres oksidatif (ROS) yang akan mempercepat proses photoaging pada kulit.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Tujuan dari literatur review ini adalah untuk mengkaji penelitian yang ada mengenai penggunaan *Blue light* dalam terapi kulit, termasuk manfaat dan risikonya, serta implikasinya terhadap kesehatan kulit secara keseluruhan.

1.3.2 Tujuan khusus

- 1 Menganalisis efektivitas *Blue light* dalam mengurangi gejala psoriasis pada pasien salah satunya dengan menggunakan indikator seperti Psoriasis Area and Severity Index (PASI) sebagai indikator.
- 2 Mengidentifikasi apakah pengaruh paparan *Blue light* terhadap *photoaging* melalui mekanisme peningkatan stres oksidatif (ROS) pada kulit ataukah adanya mekanisme lain yang menyebabkan *photoaging*.
- 3 Menilai dampak penggunaan *Blue light* dalam terapi psoriasis terhadap percepatan proses *photoaging* pada kulit baik dengan melihat munculnya bukti fisik seperti kerutan ataupun hiperpigmentasi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Praktis

1. Memberikan informasi kepada praktisi kesehatan mengenai potensi *Blue light* sebagai alternatif terapi psoriasis yang lebih aman dengan risiko efek samping yang minim.
2. mengevaluasi secara kritis bukti yang ada bagi pengembangan panduan atau protokol klinis penggunaan *Blue light* untuk pasien psoriasis, termasuk aspek dosis dan durasi paparan yang optimal.
3. Membantu pasien psoriasis memahami risiko dan manfaat dari terapi *Blue light*, sehingga mereka dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam manajemen kondisi kulitnya.
4. Menjadi dasar teori terapi alternatif berbasis *Blue light* kepada pasien psoriasis yang mungkin tidak cocok dengan terapi lain, seperti terapi biologis yang lebih mahal atau berisiko efek samping lebih tinggi.

1.4.2 Manfaat Teoritis

Tujuan Teoritis dari penelitian ini mencakup pemahaman lebih mendalam tentang keseimbangan antara manfaat dan risiko paparan *Blue*

light pada kulit, dengan fokus pada potensi perbaikan psoriasis di satu sisi dan peningkatan risiko photoaging dan ROS di sisi lain.

1. Bagi peneliti yakni sebagai tambahan ilmu, kompetensi dan pengalaman berharga dalam menentukan penelitian pada umumnya.
2. Menambah pemahaman ilmiah mengenai peran *Blue light* dalam pengobatan psoriasis dan pengaruhnya terhadap stres oksidatif (ROS) serta penuaan kulit (photoaging).
3. Menyediakan landasan ilmiah bagi studi lanjutan terkait terapi berbasis cahaya, terutama dalam konteks pengobatan penyakit kulit yang melibatkan peradangan kronis.
4. Berkontribusi pada literatur tentang efek jangka panjang paparan *Blue light* pada kulit, khususnya pada pasien dengan kondisi kulit yang sensitif atau mengalami inflamasi.
5. Validasi atau pembaharuan konsep-konsep yang telah ada dalam peran *Blue light* dalam pengobatan psoriasis dan pengaruhnya terhadap stres oksidatif. Hasil penelitian dapat memberikan konfirmasi atau perbaikan terhadap teori-teori atau konsep-konsep yang telah ada sebelumnya.

1.5 Sumber studi Pustaka

Sumber literatur yang digunakan dalam rencana penelitian ini mayoritas berasal dari jurnal penelitian online yang menyediakan akses gratis ke artikel-artikel dalam format PDF maupun dalam bentuk artikel online, seperti Pubmed, Proquest, Google Scholar, Science Direct, Elsevier (SCOPUS), dan sumber relevan lainnya yang dapat diakses secara terbuka dan tidak berbayar.

Penelitian ini tidak membatasi tanggal publikasi literatur, selama sumber-sumber tersebut tetap relevan dengan topik yang sedang diteliti. Meskipun demikian, untuk memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam penelitian ini tetap mutakhir dan sesuai dengan perkembangan terbaru di bidangnya, literatur yang digunakan lebih mengutamakan hasil-hasil penelitian yang dipublikasikan dalam 15 tahun terakhir. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam mengenai topik penelitian dengan merujuk pada sumber yang paling terkini dan relevan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang tersebut.

Selain dari itu Bahasa yang digunakan dalam literatur penelitian dibatasi dalam Bahasa Indonesia dan Inggris untuk menghindari kesalahan dalam menerjemahkan isi dari literatur yang digunakan. Namun, dalam kasus yang sangat terbatas, literatur dalam bahasa lain dapat dipertimbangkan jika tidak ditemukan sumber yang setara dalam bahasa Indonesia atau Inggris.

1.6 Metode penelusuran

Metode penelusuran literatur dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengumpulkan berbagai sumber studi pustaka yang sesuai dengan kata kunci dan topik penelitian yang akan dibahas yang mencakup "*Blue light*", "psoriasis", "photoaging", "Stress oksidatif". Proses ini melibatkan pencarian literatur dari berbagai database akademik yang terpercaya, seperti Pubmed, NCBI, Google Scholar, dan sumber database lain yang mungkin ditemukan selama proses pencarian literatur yang dapat menjadi database yang relevan selain itu Artikel yang diperoleh akan diseleksi berdasarkan tahun publikasi (2009-sekarang), jenis studi (eksperimental, case study (prospective dan retrospective)), bahasa (Indonesia dan Inggris).

Kemudian selanjutnya adalah menyusun informasi yang ditemukan dalam bentuk tabel untuk memudahkan sintesis dan perbandingan antar artikel. Tabel ini digunakan untuk menyoroti temuan-temuan penting serta kesamaan dan perbedaan yang terdapat dalam masing-masing literatur. Setelah itu, dilakukan tinjauan mendalam terhadap literatur tersebut, menganalisis berbagai aspek yang berkaitan dengan topik penelitian terhadap pemahaman topik yang sedang diteliti. Proses ini diakhiri dengan menyusun kesimpulan yang didasarkan pada hasil analisis yang menyeluruh, untuk memberikan gambaran yang jelas tentang keadaan penelitian yang ada.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit

Kulit merupakan organ terbesar dalam tubuh, sekaligus merupakan organ yang menutupi seluruh permukaan tubuh manusia. Kulit memiliki 3 lapisan yaitu lapisan epidermis, dermis, dan hipodermis, yang memiliki struktur dan fungsi anatomi yang berbeda. Struktur kulit terdiri dari jaringan rumit yang berfungsi sebagai penghalang awal tubuh terhadap patogen, sinar ultraviolet (UV), bahan kimia, dan cedera mekanis. Organ ini juga mengatur suhu dan jumlah air yang dilepaskan ke lingkungan. (Yousef et al., 2024)

Ketebalan kulit bervariasi menurut wilayah tubuh dan dipengaruhi oleh ketebalan lapisan epidermis dan dermal. Kulit tak berbulu di telapak tangan dan telapak kaki adalah yang paling tebal karena adanya stratum lucidum, lapisan tambahan di epidermis. Daerah yang tidak memiliki lapisan tambahan ini dianggap kulit tipis. Dari daerah-daerah ini, punggung memiliki kulit paling tebal karena memiliki epidermis yang tebal. Fungsi penghalang kulit membuatnya rentan terhadap berbagai kondisi inflamasi dan infeksi. Selain itu, penyembuhan luka, perubahan sensorik, dan kosmetik merupakan masalah bedah yang signifikan. (Yousef et al., 2024)

2.1.1 Lapisan Epidermis

Sel-sel yang terdapat di lapisan epidermis meliputi keratinosit, melanosit, dan sel Langerhans dan Merkel. Sel yang jumlahnya paling banyak sendiri adalah sel keratinosit, yang berasal dari lapisan basal. Sel-sel ini menghasilkan keratin dan lipid yang penting untuk membentuk penghalang air pada epidermis. Keratinosit juga berkontribusi terhadap regulasi kalsium dengan memungkinkan penyerapan sinar UVB di kulit, yang penting untuk aktivasi vitamin D. Melanosit berasal dari sel-sel kista saraf dan terutama mensintesis melanin, komponen pigmen kulit utama. Sel-sel ini ditemukan di antara sel-sel stratum basale. Sinar UVB merangsang sekresi melanin, melindungi terhadap paparan radiasi UV lebih lanjut dan bertindak sebagai *Sunscreen* bawaan. (Yousef et al., 2024)

2.1.2 Lapisan Dermis

Setelah lapisan epidermis terdapat lapisan dermis yang mana lapisan dermis sendiri adalah lapisan jaringan ikat asal mesenkim yang terletak jauh di dalam epidermis dan superfisial terhadap lapisan lemak subkutan. Komposisi dari lapisan dermis didominasi oleh sel berserat, terdiri dari kolagen dan juga serat elastis. (Brown & Krishnamurthy, 2022)

Kolagen merupakan komponen utama pada lapisan dermis. Kolagen yang terdapat di dermis sendiri ada 2 yaitu , kolagen tipe I dan tipe III. Selain dari kolagen terdapat pula sel lain yang terdapat pada di lapisan

dermis yaitu serat elastis. Serat elastis juga memainkan peran struktural yang penting dalam dermis. Serat elastis tersusun atas mikrofibril elastin dan fibrilin. Berbeda dengan kolagen, konfigurasi biokimia elastin memungkinkan serat meregang. (Brown & Krishnamurthy, 2022) Penuaan dan paparan sinar matahari kronis dapat melemahkan dermis. Paparan radiasi dari Cahaya matahari kronis, dapat mengakibatkan kerusakan pada serat elastis. Histologi menunjukkan degenerasi basofilik serat elastis di dermis. Pengurangan jaringan ikat pada penuaan menyebabkan dermis tidak dapat mendukung pembuluh darahnya. Akibatnya, trauma ringan dapat menyebabkan ekstrasvasi darah. Manifestasi serupa dapat terlihat pada pengguna glukokortikoid kronis. (Brown & Krishnamurthy, 2022)

2.2 Spektrum Cahaya

Cahaya secara umum adalah bentuk energi pancaran yang dapat terlihat dan diterima oleh reseptor Cahaya dimata , dapat merujuk pada sumber penerangan, seperti sinar matahari atau sumber buatan seperti lampu atau benda yang bersifat luminer (Slaney, 2016). Secara umum yang disepakati untuk spektrum tampak CIE (Central International Education) mendefinisikan radiasi tampak sebagai setiap radiasi optik yang mampu menimbulkan sensasi visual secara langsung. Definisi CIE menambahkan catatan berikut bahwa 'Tidak ada batasan pasti untuk rentang spektral radiasi tampak karena bergantung pada jumlah daya radiasi yang mencapai retina dan respons pengamat. Batas bawah umumnya diambil antara 360 dan 400 nm dan batas atas antara 760 dan 830 nm'. (Slaney, 2016)

Selain dari spektrum Cahaya tampak ada pula bentuk Cahaya yang tidak dapat dilihat secara langsung baik yang dibawah 400 nm seperti sinar infrared dan yang diatas 700 nm yaitu ultraviolet sinar gamma dan Sinar X. Cahaya di wilayah spektrum infrared adalah dirasakan sebagai panas dan digunakan dalam pemanas ruangan dan panel surya. Cahaya di wilayah ultraviolet (UV) ada banyak kegunaan penting. Pada awal abad kesembilan belas, itu disebut "*Chemical light*" karena ditemukan Cahaya, Spektrum Elektromagnetik, bahwa radiasi UV dapat menyebabkan perubahan kimia. (Zwinkels, 2021)). Kulit tubuh kita memerlukan paparan sinar UV dengan panjang gelombang 280–315 nm (UVB) agar dapat merangsang produksi Vitamin D. Namun paparan sinar UVB yang terlalu banyak dapat menyebabkan kanker kulit, sehingga penting untuk mencari tahu penyebabnya. tingkat paparan optimal. (Zwinkels, 2021)

Sinar-X memiliki frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan radiasi UV dan dapat menembus kulit dan jaringan lunak, namun tidak mudah menembus tulang atau logam. Jenis emr ini digunakan untuk menghasilkan foto tulang dalam diagnostik medis untuk memeriksa kerusakan seperti patah tulang. Sebaliknya, frekuensi radiasi gamma lebih tembus dan dapat menghancurkan ikatan kimia melalui interaksi dengan elektron atom penyusunnya atau mengganggu ikatan DNA, sehingga mencegah pembelahan sel. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk membunuh mikroorganisme di seluruh bahan. (Zwinkels, 2021)

Wavelength Range (nm)	Frequency Range (s ⁻¹)	Description
<0.1 nm	10 ²⁰ –10 ²³	Gamma rays
0.1–10 nm	10 ¹⁷ –10 ²⁰	X-rays
10–400 nm	10 ¹⁵ –10 ¹⁷	Ultraviolet
400–700 nm	10 ¹⁴ –10 ¹⁵	Visible
700 nm to 1 mm	10 ¹¹ –10 ¹⁴	Infrared
1 mm to 1 cm	10 ¹⁰ –10 ¹¹	Microwaves
1 cm to 100 km	10 ³ –10 ¹⁰	Radio waves
100–1,000 km	10 ² –10 ³	Audio frequency

TABEL 1 Daftar Spektrum cahaya beserta frekuensinya

2.2.1 Blue light

Blue light memancarkan cahaya tampak dengan panjang gelombang antara 400 hingga 500 nm. Sumber utama *Blue light* adalah sinar matahari, namun layar digital, dioda pemancar cahaya (LED), dan lampu neon dapat menjadi sumber utama mengingat penggunaannya yang cukup sering digunakan akhir akhir ini (Coats et al., 2021a)

Blue light dapat berbahaya dan bermanfaat bagi kulit, bergantung pada intensitas dan panjang gelombangnya. Informasi keamanan jangka pendek lebih mudah didapat dari studi klinis; namun, efek biologis dari paparan berulang dan/atau jangka panjang belum sepenuhnya dipahami. (Coats et al., 2021a)

2.3. Psoriasis

2.3.1 Definisi dan etiologi psoriasis

Psoriasis adalah kondisi peradangan dan proliferasi kronis pada kulit. Kondisi ini ditandai dengan plak eritematosa yang ditutupi sisik keperakan, terutama di permukaan ekstensor, kulit kepala, dan daerah lumbosacral (Nair & Badri, 2023). Penyebab dari psoriasis sendiri bersifat multifaktorial Selain disebabkan oleh genetik, faktor risiko yang memicu psoriasis meliputi trauma, infeksi, obat-obatan, faktor metabolik, stres, alkohol, merokok, dan sinar matahari. Obat-obatan yang dapat memperburuk psoriasis meliputi antimalaria, beta-blocker, bupropion, calcium channel blocker, kaptopril, fluoxetine, gliburida, granulocyte colony-stimulating factor, interferon, interleukin, obat penurun lipid, litium, penisilin, dan terbinafine (Badri et al., 2023)

Psoriasis disebabkan oleh perubahan sel yang saling terkait pada kulit. Perubahan ini meliputi hiperplasia keratinosit, perubahan fungsi sel T, dan angiogenesis, dengan sel T pembantu memainkan peran penting dalam perkembangan penyakit. Disregulasi aktivitas sel T merangsang proliferasi keratinosit, yang mengakibatkan plak tebal, hiperplasia epidermis, dan parakeratosis. Selain itu, kegagalan sel epidermis untuk

mengeluarkan lipid menyebabkan kulit bersisik dan mengelupas, yang merupakan ciri khas psoriasis (Nair & Badri, 2023)

Peran stres oksidatif dan spesies oksigen reaktif (ROS) dalam patogenesis psoriasis telah diketahui dengan baik, yang berkontribusi terhadap peradangan kulit dan disfungsi seluler. Peningkatan ekspresi faktor pertumbuhan seperti faktor pertumbuhan mirip insulin-1 (IGF-1) dan faktor pertumbuhan epidermal (EGF) juga berperan penting dalam proliferasi keratinosit. Lebih jauh, banyak lokus kerentanan psoriasis (PSORS1-12) telah diidentifikasi melalui studi keterkaitan, dan alel HLA-Cw6 sangat terkait dengan psoriasis dini. Bersama-sama, mekanisme molekuler ini mendorong manifestasi klinis psoriasis, menjadikannya interaksi kompleks dari disregulasi imun, kecenderungan genetik, dan faktor lingkungan. (Badri et al., 2023)

2.3.2 Tanda dan gejala psoriasis

Gejala umum psoriasis meliputi munculnya bercak merah berbatas tegas yang tertutup oleh sisik tebal, berwarna keperakan. Rasa gatal dan nyeri pada plak psoriasis sering kali menjadi keluhan utama bagi penderitanya. Selain itu, terdapat berbagai variasi bentuk dan pola psoriasis yang berbeda yang dapat dipengaruhi oleh faktor usia, lingkungan, dan kondisi kesehatan penderita. Beberapa jenis psoriasis yang umum ditemui meliputi psoriasis vulgaris atau plak psoriasis, guttate psoriasis, psoriasis pustular, dan psoriasis fleksural (Baker, 1971)

Psoriasis vulgaris adalah bentuk paling umum yang ditandai dengan plak besar dan tebal yang sering kali muncul di batang tubuh dan ekstremitas. Jenis ini biasanya ditemukan pada orang dewasa. Di sisi lain, guttate psoriasis sering kali muncul pada anak-anak dan remaja, ditandai oleh bercak kecil berbentuk tetesan yang menyebar di seluruh tubuh. Bentuk ini biasanya muncul setelah infeksi saluran pernapasan atas, khususnya yang disebabkan oleh bakteri streptokokus. Dalam banyak kasus, guttate psoriasis dapat sembuh dengan sendirinya dalam beberapa bulan, tetapi pada beberapa pasien, kondisi ini bisa berkembang menjadi psoriasis kronis (Baker, 1971)

Pada orang tua, psoriasis sering muncul pada area lipatan kulit atau fleksura, seperti ketiak, lipatan bawah payudara, dan area anogenital. Psoriasis jenis ini dikenal sebagai psoriasis fleksural dan sering kali tidak memiliki sisik yang khas, melainkan muncul sebagai plak merah yang licin dan berkilau. Plak ini rentan terhadap infeksi jamur atau bakteri karena letaknya di area yang cenderung lembap. Psoriasis fleksural lebih sering ditemukan pada wanita pascamenopause dan pria lanjut usia (Baker, 1971).

Selain itu, psoriasis juga dapat muncul dalam bentuk pustular, yang ditandai dengan munculnya pustula atau lepuhan kecil berisi nanah. Psoriasis pustular dapat terbatas di telapak tangan dan kaki atau, dalam kasus yang lebih parah, menyebar ke seluruh tubuh yang dikenal sebagai

psoriasis pustular generalisata. Pada kasus yang jarang, psoriasis ini dapat menjadi kondisi yang serius dengan gejala sistemik seperti demam, mual, dan rasa lelah yang parah ((Baker, 1971)

Psoriasis juga dapat mempengaruhi kuku, menyebabkan perubahan seperti pitting (lubang kecil di permukaan kuku), onikolisis (lepasnya kuku dari dasar kuku), dan penebalan subungual. Perubahan pada kuku ini sering kali menjadi salah satu tanda awal psoriasis pada pasien yang juga mengalami arthritis psoriatik. Arthritis psoriatik adalah kondisi di mana psoriasis berhubungan dengan peradangan pada sendi, biasanya menyebabkan pembengkakan dan rasa sakit pada sendi, serta deformitas pada beberapa kasus (Baker, 1971)

2.3.3 Tatalaksana psoriasis

Psoriasis tidak dapat disembuhkan, tetapi tersedia berbagai pilihan pengobatan yang efektif. Terapi topikal adalah standar utama untuk psoriasis ringan hingga sedang dan dapat dimulai di tingkat perawatan primer. Jika terapi topikal kurang efektif atau tidak praktis karena luasnya area yang terkena, pasien dapat dirujuk ke dokter spesialis kulit untuk mempertimbangkan terapi sistemik dengan tambahan topikal. (Kim et al., 2017)

- A.Tatalaksana farmakologi

Terapi topikal untuk psoriasis terutama melibatkan kortikosteroid dan analog vitamin D3, yang sering digunakan sendiri atau dalam kombinasi. Kortikosteroid merupakan terapi utama untuk psoriasis ringan, memberikan kontrol gejala yang cepat, dengan berbagai formulasi dan kekuatan yang tersedia; namun, penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan efek samping seperti perubahan kulit dan supresi adrenal. Analog vitamin D3, seperti calcipotriol, efektif mengurangi gejala dengan memodulasi aktivitas keratinosit dan umumnya aman, dengan efek samping ringan seperti dermatitis iritan. (Kim et al., 2017)

Acitretin efektif sebagai terapi tambahan, tetapi teratogenik, sementara metotreksat dan siklosporin menawarkan efikasi tinggi meski berisiko efek samping seperti hepatotoksitas atau nefrotoksitas. Terapi biologik, seperti infliximab dan adalimumab, sangat efektif untuk kasus berat, dengan profil keamanan yang baik meski biayanya tinggi. Pemilihan terapi bergantung pada kebutuhan klinis, preferensi pasien, dan pertimbangan risiko-manfaat. (Kim et al., 2017)

- B.Terapi Fototerapi

Fototerapi, perawatan yang melibatkan paparan cahaya, telah menjadi pendekatan umum untuk psoriasis sedang hingga berat, Jenis utama fototerapi yang digunakan untuk mengobati psoriasis meliputi *narrowband* dan *wideband* UVB, dan PUVA (psoralen dan UVA). (Armstrong & Read, 2020)

UVB narrowband umumnya lebih disukai daripada UVB wideband karena lebih efektif dan memiliki risiko kanker kulit yang lebih rendah. Cara kerja UVB pita sempit adalah dengan menghambat sintesis DNA dalam sel kulit, mengurangi peradangan dan proliferasi sel. (Armstrong & Read, 2020)

Terapi PUVA melibatkan penggunaan obat fotosensitizer (psoralen) yang diberikan secara oral atau topikal sebelum iradiasi UVA. Psoralen digunakan untuk menyisipkan diri ke dalam DNA untuk menekan sintesis DNA. Meskipun pengobatan dengan PUVA oral memiliki efektivitas yang lebih tinggi daripada UVB, namun jarang digunakan karena risiko kanker kulit jangka panjang. Efek samping lainnya termasuk gangguan pencernaan, terbakar, gatal, pertumbuhan rambut berlebihan, dan penuaan kulit. (Armstrong & Read, 2020)

Selain itu ada pula penelitian mengenai *Blue light* menunjukkan bahwa pengobatan menggunakan *Blue light* efektif dalam mengurangi keparahan plak psoriasis. Yang lebih terlihat pada area kulit yang terkena Cahaya intensitas tinggi. Meskipun demikian, secara keseluruhan, baik pada intensitas yang tinggi maupun rendah. Dari segi keamanan, pengobatan ini tergolong aman. Hanya ada sedikit kasus hiperpigmentasi ringan yang dilaporkan. ((Pfaff, Liebmann, Born, Merk, & von Felbert, 2015)

2.4. Stress oksidatif

Stres oksidatif adalah fenomena yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara produksi dan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam sel dan jaringan serta kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasi produk reaktif tersebut. ROS dapat memainkan, dan pada kenyataannya memang demikian, beberapa peran fisiologis (yaitu, sinyal sel), dan biasanya dihasilkan sebagai produk sampingan dari metabolisme oksigen; Meskipun demikian, pemicu stres lingkungan seperti sinar UV yang menyebabkan ketidakseimbangan yang menyebabkan kerusakan sel dan jaringan (stres oksidatif). Stres oksidatif pada kulit berperan besar dalam proses penuaan. Hal ini berlaku untuk penuaan intrinsik dan terlebih lagi untuk penuaan ekstrinsik. Meskipun hasilnya sangat berbeda pada dermis dan epidermis, penuaan ekstrinsik sebagian besar disebabkan oleh stres oksidatif yang disebabkan oleh radiasi UV. ((Rinnerthaler et al., 2015)

Terdapat pula penelitian yang menunjukkan bahwa paparan *Blue light* dengan intensitas tinggi telah terbukti menghambat secara signifikan proliferasi dan migrasi fibroblast kulit manusia. Mekanisme di balik fenomena ini melibatkan peningkatan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) yang diinduksi oleh cahaya. ROS yang berlebihan dapat merusak komponen seluler seperti DNA, protein, dan lipid, mengganggu siklus sel, dan menghambat migrasi sel. Temuan ini mengindikasikan potensi paparan *Blue light* dalam memicu penuaan kulit prematur. ((Mamalis et al., 2015)

2.5. Penuaan Kulit

Penuaan merupakan suatu fenomena yang terjadi secara natural berupa terbentuknya lipatan dan kerutan pada kulit yang terjadi akibat hilangnya massa tubuh, hidrasi yang buruk, disintegrasi sambungan dermis dan epidermis. Proses penuaan kulit melibatkan banyak perubahan yang terjadi karena kombinasi faktor endogen (mutasi gen, metabolisme sel, dan faktor hormonal) dan faktor eksogen (U.V, polutan, bahan kimia, dan toxin). Penuaan kulit terjadi karena berbagai mekanisme seperti glikasi, radikal bebas, siklus sel, dan mekanisme seluler dan molekuler penuaan kulit. Kulit yang terkena sinar matahari lambat laun menyebabkan kulit kendur. Hal ini menyebabkan hilangnya fibril dan kolagen tipe VII (Kol-7) yang menghambat ikatan antara epidermis dan dermis yang menyebabkan kulit menua secara ekstrinsik (Chaudhary et al., 2020)

Secara umum, ada empat jenis penuaan kulit yang terjadi yang meliputi penuaan intrinsik dan ditandai dengan kulit pucat, lebih kering, kurang elastis dengan kerutan halus dan terjadi di dalam jaringan itu sendiri melalui pengurangan lapisan dermal. sel mast, fibroblas, produksi kolagen (Gbr.11) dan penuaan ekstrinsik yang dapat disebabkan karena paparan sinar matahari yang ekstrim (photoaging) dan berbagai faktor eksogen seperti pengaruh pro-oksidan dan antioksidan pada pergantian sel melalui neuro -pengubah respon biologis imun-endokrin yang mempengaruhi terutama pada wajah dan leher. Yang ketiga adalah photo-aging yang disebabkan oleh sinar matahari yang sebagian besar terdiri dari sinar inframerah (52-55%), sinar tampak (44%) dan sinar UV 3% yang berbahaya bagi kulit dan diserap seluruhnya oleh lapisan ozon. Penuaan hormonal disebabkan oleh penurunan sintesis kolagen, ketebalan kulit, hidrasi kulit dan fungsi penghalang epidermis. (Chaudhary et al., 2020)

2.5.1 Photoaging

Photoaging pada kulit terutama bergantung pada derajat radiasi ultraviolet (UVR) dan jumlah melanin di kulit (fototipe kulit). Selain kerusakan DNA langsung atau tidak langsung, UVR mengaktifkan reseptor permukaan sel keratinosit dan fibroblas di kulit, yang menyebabkan kerusakan kolagen dalam matriks ekstraseluler dan terhentinya sintesis kolagen baru. Dihipotesiskan bahwa kerusakan kolagen dermal diikuti oleh perbaikan tidak sempurna yang mengakibatkan berkurangnya integritas struktural kulit, pembentukan bekas luka matahari, dan akhirnya atrofi dan kerutan kulit yang terlihat secara klinis. Banyak penelitian menegaskan bahwa paparan akut pada kulit manusia terhadap UVR menyebabkan oksidasi biomolekul seluler yang dapat dicegah dengan pengobatan antioksidan sebelumnya dan menipisnya antioksidan endogen (Pandel et al., 2015)

Tidak seperti penuaan yang terjadi secara kronologis, yang ditentukan oleh kecenderungan fisiologis individu, photoaging terutama bergantung pada tingkat paparan sinar matahari dan jumlah melanin di kulit. Individu yang memiliki riwayat paparan sinar matahari intensif, tinggal

di wilayah geografis yang cerah, dan memiliki kulit cerah akan mengalami paparan radiasi ultraviolet (UVR) dalam jumlah terbesar pada kulit dan akibatnya photoaging yang parah . Tanda-tanda klinis photoaging termasuk keriput, pigmentasi berbintik-bintik (hipo atau hiperpigmentasi), kulit kasar. Area kulit yang terpapar sinar matahari, seperti wajah, leher, dada bagian atas, tangan, dan lengan bawah, merupakan tempat di mana perubahan ini paling sering terjadi . Penuaan kulit kronologis, sebaliknya, ditandai dengan kelemahan dan kerutan halus namun tidak terkait dengan peningkatan/penurunan pigmentasi atau kerutan dalam yang merupakan ciri khas photoaging (Pandel et al., 2015)

2.6. Perbedaan Sinar UV dan *Blue light*

Blue light memiliki panjang gelombang antara 400-500 nm dan termasuk dalam spektrum cahaya tampak (*visible light*). *Blue light* sering kali berasal dari perangkat elektronik seperti ponsel, computer, televisi, dan juga matahari langsung sedangkan sinar *Ultraviolet* (UV) Terdiri dari dua jenis utama yang mempengaruhi kulit, yakni UVA (315-400 nm) dan UVB (280-315 nm). UV tidak terlihat oleh mata manusia dan sumber utamanya adalah sinar matahari. (Zwinkels, 2021)

UVB berinteraksi dengan sel epidermis, sedangkan UVA mencapai lapisan dermis dari kulit sedangkan cahaya tampak seperti *Blue light* bekerja lebih dalam di dermis, tetapi pada saat yang sama lebih dangkal daripada radiasi inframerah. Penetrasi maksimum *Blue light* adalah 0,07–1 mm . efek *Blue light* bergantung pada kromofor yang berbeda (fotoakseptor). Fotoakseptor utama dan terpenting adalah opsin, flavin, porfirin, dan protein nitrosasi (misalnya, S-nitro-albimin) *Blue light* juga dapat mempengaruhi fungsi mitokondria melalui sitokrom C oksidase. ((Sadowska et al., 2021)