

FOTOTERAPI PADA PASIEN GERIATRI: APAKAH BERBEDA DENGAN PASIEN DEWASA?

Shannaz Nadia Yusharyahya¹, Rizky Lendl Prayogo^{2*}

¹Departemen Dermatologi dan Venereologi

FK Universitas Indonesia/RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta

²Departemen Dermatologi dan Venereologi RS Siloam TB Simatupang, Jakarta

ABSTRAK

Peningkatan usia harapan hidup sebagai indikator kesuksesan pembangunan menyebabkan peningkatan populasi geriatri. Peningkatan populasi tersebut memberikan tantangan khusus dalam bidang kesehatan. Kerentanan pasien geriatri membuat pemberi pelayanan kesehatan perlu mempertimbangkan pilihan terapi yang aman. Fototerapi adalah salah satu modalitas terapi yang memanfaatkan efek biologis radiasi ultraviolet terhadap sistem imun dan sel kulit sehingga dapat mengobati berbagai penyakit kulit. Fototerapi dapat berdiri sendiri (ultraviolet A dan B) atau dikombinasikan dengan psoralen yang dikenal dengan istilah fotokemoterapi (PUVA). Aplikasi fototerapi pada pasien geriatri membutuhkan pertimbangan khusus yang membedakannya dengan pasien dewasa: perbedaan struktur dan fisiologi kulit, kemampuan fotoadaptasi, serta penurunan kemampuan fisik dan fungsi kognitif. Meskipun diindikasikan untuk penyakit kulit yang sama dengan pasien dewasa, perlu dilakukan penyesuaian dan follow-up ketat. Beberapa strategi juga perlu diterapkan untuk memastikan fototerapi dapat dilakukan. Hingga saat ini belum ada panduan khusus dalam memberikan fototerapi pada pasien geriatri. Dosis awal yang lebih rendah dan kenaikan yang lebih lambat dapat mencegah kejadian efek samping. Berdasarkan hasil beberapa penelitian sebelumnya, fototerapi bersifat efektif dan aman dalam mengobati berbagai penyakit kulit pada pasien geriatri.

Kata kunci: fototerapi, ultraviolet, geriatri, lanjut usia

PHOTOTHERAPY IN GERIATRIC PATIENTS: ANY DIFFERENCE FROM ADULTS?

ABSTRACT

The global rise in life expectancy as an indicator of the development goal leads to a proportionate increase in geriatric population. This condition poses a specific challenge to our healthcare system. Considering the geriatric patients' vulnerability, healthcare provider has to provide highly effective and safe therapeutic options. Phototherapy is a treatment modality utilizing the biological effect of the ultraviolet radiation to the immune system and skin cells. It is proven to improve many skin diseases. Phototherapy can be applied on its own (ultraviolet A and B) or in combination with psoralen (PUVA), which is known as photochemotherapy. The application in geriatric patients requires special considerations: differences in skin structures and physiology, photoadaptation, physical and cognitive impairments. Despite the similar indications in adults, proper adjustments and follow-up must be applied. Several strategical plans are needed to ensure that phototherapy is an accessible therapeutic option. Currently, there are no well-established phototherapy guidelines for geriatric patients. A lower starting dose, combined with a slow incremental rate, may prevent the occurrence of adverse events. Previous studies have shown that phototherapy is considered as an effective and safe procedure to improve many skin diseases in geriatric patients.

*Korespondensi:

Jl. R.A. Kartini No. 8
RT 010 RW 004
Kel. Cilandak Barat, Kec.
Cilandak, Kota Jakarta Selatan,
DKI Jakarta 12430
Tel: +6281284419991
Email: rlendlprayogo@gmail.com

Keywords: phototherapy, ultraviolet, geriatric, elderly

PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) memprediksi jumlah populasi manusia berusia di atas 60 tahun meningkat 122%, dari 900 juta pada 2015 menjadi 2 milyar pada 2050.¹ Hal tersebut mencerminkan semakin tingginya usia harapan hidup, yang merupakan salah satu indikator keberhasilan pembangunan di bidang kesehatan. Indonesia mengalami peningkatan usia harapan hidup dari 68,6 tahun pada 2004 menjadi 70,8 tahun pada 2015. Angka tersebut diproyeksi akan terus meningkat menjadi 72,2 tahun pada 2030-2035.² Dengan bertambahnya populasi tersebut, maka bertambah pula penyakit kulit yang umum ditemukan pada pasien geriatri. Penyakit kulit yang diketahui prevalensinya meningkat seiring usia adalah pruritus, xerosis, dermatitis seboroik, eksim/dermatitis lain, tinea, infeksi bakteri dan virus, pemfigoid bulosa, herpes zoster, kerusakan kulit akibat matahari, serta lesi kulit jinak dan prekanker. Kerentanan pasien geriatri membuat pelayanan kesehatan perlu mempertimbangkan pilihan terapi yang aman. Hingga saat ini, fototerapi dianggap sebagai salah satu modalitas terapi yang aman untuk mengobati berbagai penyakit kulit. Perbedaan struktur dan fisiologi kulit pasien geriatri, kemampuan fotoadaptasi, serta penurunan kemampuan fisik dan fungsi kognitif berkontribusi terhadap pertimbangan khusus dalam melakukan fototerapi pada pasien geriatri.³ Tinjauan pustaka ini dibuat untuk membahas fototerapi pada populasi khusus tersebut, yaitu geriatri, dan hal-hal yang membedakannya dengan dewasa.

PRINSIP DASAR DAN MEKANISME FOTOTERAPI

Fototerapi adalah penggunaan radiasi UV dan sinar tampak untuk tujuan terapi. Radiasi UV merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik. Bagian dari spektrum elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata kita dikenal sebagai sinar tampak dengan panjang gelombang yang bervariasi antara 400 nm (violet) dan 700 nm (merah).⁴ Berdasarkan panjang gelombangnya, radiasi UV dibagi menjadi UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm), dan UVC (100-290 nm). Radiasi UVA kemudian dibagi lagi menjadi UVA1 (340-400 nm) dan UVA2 (320-340 nm). Kombinasi UVA dengan fotokemoterapi psoralen dikenal dengan istilah PUVA. Seluruh panjang gelombang UVB dikenal juga dengan istilah *broadband UVB* (BB-UVB). Spektrum UVB dengan panjang gelombang 308-313 nm dikenal dengan istilah *narrowband-UVB* (NB-UVB).⁵

Panjang gelombang yang berbeda menghasilkan kedalaman penetrasi dan kemampuan interaksi dengan sekumpulan molekul yang berbeda pula. Sebagian besar radiasi UVB diabsorpsi di epidermis dan dermis bagian atas. Energi yang dihasilkan panjang gelombang tersebut mampu menyebabkan kerusakan DNA. Hasil samping kerusakan DNA, antara lain *pyrimidine dimers* dan 6,4-

pyrimidine-pyrimidone, berperan penting dalam efikasi dan toksisitas UVB. Radiasi UVB juga menyebabkan perubahan fotokimia dari *trans-uroporphyrin* menjadi bentuk *cis*-nya. *Uroporphyrin* merupakan produk pemecahan histidin dan tersedia di stratum korneum dalam jumlah besar. *Cis-uroporphyrin* adalah mediator immunosupresi dan dapat mempengaruhi produksi vitamin D. Target radiasi UVB yang ketiga adalah asam amino triptofan. Radiasi UVB mengubah triptofan menjadi 6-formylindolyl[3,2-b]carbazole, yang berikatan dengan reseptor intraseluler *aryl hydrocarbon hydroxylase* yang kemudian memicu rangkaian reaksi yang mengaktifkan jalur transduksi sinyal (*signal transduction pathway*). Salah satu jalur tersebut mengekspresikan siklooksigenase-2, sebuah enzim yang dibutuhkan untuk sintesis prostaglandin E2. Paparan radiasi UVB juga menghasilkan berbagai zat perantara oksigen reaktif (*reactive oxygen intermediates*) yang menyebabkan kerusakan DNA, peroksidasi lipid, aktivasi jalur transduksi sinyal, dan stimulasi produksi sitokin. Panjang gelombang UVB yang diketahui paling efektif mengobati psoriasis adalah 313 nm. Radiasi UVB dengan panjang gelombang di bawah 300 nm berisiko lebih tinggi menyebabkan eritema dan kanker kulit nonmelanoma. Berdasarkan hal tersebut, alat baru dikembangkan agar mampu menghasilkan radiasi UVB dengan panjang gelombang 308-313 nm yang dikenal sebagai NB-UVB.⁵

Radiasi UVA memiliki panjang gelombang yang lebih besar dan mampu menembus dermis bagian tengah hingga bawah. Hal tersebut menyebabkan UVA lebih efektif daripada UVB untuk mengobati kelainan kulit yang letaknya lebih dalam. Meskipun tidak seefektif UVB, radiasi UVA juga dapat merusak DNA yang ditandai dengan terbentuknya hasil samping berupa *pyrimidine dimers*. Sebagian besar efek biologik UVA dihasilkan dari pembentukan *reactive oxygen intermediates*. Oksidan yang dihasilkan tersebut mampu merusak DNA, lipid, protein, dan organel. Pelepasan oksidan tersebut juga berkaitan dengan penuaan kulit akibat matahari dan kanker kulit. Studi pada hewan menunjukkan hal yang menarik, yaitu paparan UVA1 memiliki sifat immunoprotektif yang diperantarai melalui produksi *heme-oxygenase-1*. Zat tersebut bersifat antioksidan dan memiliki efek antiinflamasi sehingga mengurangi kerusakan yang disebabkan UVB.⁵

Pada fotokemoterapi, psoralen berperan sebagai *photosensitizer* yang diaktivasi oleh radiasi UVA. PUVA dapat penetrasi hingga dermis bagian tengah. Efek fotokimia utama yang dihasilkan adalah kerusakan DNA, namun melalui mekanisme yang berbeda dengan yang dihasilkan oleh UVB atau UVA tanpa psoralen. Psoralen memiliki dua ikatan ganda yang dapat mengabsorpsi UVA. Saat terpapar UVA, zat tersebut mampu berinteraksi dengan untai heliks ganda DNA. Pada saat bersamaan, energi yang dihasilkan oleh foton diserap. Terdapat bukti yang menunjukkan bahwa fotokemoterapi juga meningkatkan produksi *reactive oxygen intermediates* berupa *singlet*

oxygen. Mekanisme tersebut diduga berperan dalam induksi enzim siklooksigenase dan aktivasi jalur asam arakhidonat.⁵

RESPONS KULIT PASIEN GERIATRI TERHADAP FOTOTERAPI

Perbedaan struktur dan fisiologi kulit pasien geriatri menghasilkan respons yang berbeda dengan pasien dewasa setelah pajanan radiasi UV. Pendataran *dermoepidermal junction (DEJ)* pada pasien geriatri meningkatkan risiko terbentuknya lepuh sebagai reaksi pajanan radiasi UV. Gangguan respons imun dapat menjadi pemicu terjadinya reaktivasi virus herpes simpleks dan perkembangan kanker kulit. Gangguan penyembuhan luka memperlambat penyembuhan jika terjadi insiden kulit terbakar. Perlu diingat bahwa kulit pasien geriatri lebih permeabel terhadap berbagai zat kimia sehingga mempengaruhi absorpsi psoralen topikal.³

Fotoadaptasi (fenomena berkurangnya respons kulit akibat radiasi UV dengan dosis ekuivalen pada kunjungan berikutnya) terjadi akibat melanogenesis dan penebalan epidermis. Proses tersebut terganggu pada pasien geriatri karena terjadi penurunan jumlah melanosit dan *epidermal turnover*. Perbedaan tersebut tidak hanya mempengaruhi dosis awal fototerapi, namun juga kenaikan dosis per kunjungan untuk mencegah terjadinya reaksi fototoksik.³

Studi yang dilakukan oleh Gloor dan Scheretzke menunjukkan bahwa eritema yang disebabkan UVB menetap lebih lama pada pasien geriatri dan tampak lebih jelas pada jam ke-48, yang normalnya memuncak pada jam ke-24. Berdasarkan hasil tersebut, mereka menyarankan agar penarikan dosis dilakukan dengan lebih berhati-hati.⁶ Beberapa pusat pelayanan menyarankan bahwa fototerapi dimulai dengan dosis 50% DEM pada pasien geriatri, tidak dengan dosis 70% DEM seperti halnya pada pasien dewasa.³

INDIKASI FOTOTERAPI PADA PASIEN GERIATRI

Fototerapi merupakan pilihan terapi ideal bagi pasien geriatri dengan berbagai penyakit kulit yang telah gagal dengan terapi topikal, rentan terhadap efek samping atrofi kulit akibat penggunaan kortikosteroid topikal, atau berisiko mengalami efek samping obat sistemik.⁷ Mengingat efek samping yang minimal jika dilakukan dengan hati-hati, hingga saat ini sepengetahuan penulis belum ada ke-pustakaan yang membedakan indikasi fototerapi pada pasien dewasa dengan pasien geriatri. Oleh karena itu, penjelasan di bawah ini dapat diaplikasikan baik pada pasien dewasa maupun geriatri. Indikasi fototerapi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Indikasi fototerapi

Penyakit kulit	Jenis fototerapi			<i>Targeted phototherapy**</i>
	NB-UVB	PUVA	UVA-1	
Psoriasis	++	++		++
Vitiligo	++	+		++
Dermatitis atopik	++ (kronik)	+	+ (<i>acute flare</i>)	
Morfea, skleroderma, skleredema, GVHD sklerodermoid	+	+	++	
Mikosis fungoides (stadium IA, IB, IIA)	++	++	+	
Prurigo nodularis	++	++		
<i>Polymorphous light eruption*</i>	++	+		
Urtikaria solaris	+	+	+	
++ UVA saja				
Pruritus uremik, pruritus kolestasis	++			
	++ BB-UVB			
Mastositosis kutan		++	++	
Liken planus generalisata	++	+		
Granuloma anulare generalisata		+	++	

BB: *broadband*

GVHD: *graft-versus-host disease*

NB: *narrowband*

PUVA: *psoralen plus ultraviolet A*

Dikutip dari kepustakaan nomor ⁸ sesuai aslinya

***Targeted phototherapy*: Modalitas fototerapi dengan sinar yang dihasilkan ditargetkan pada kulit yang mengalami kelainan saja, sehingga kulit sehat terhindar dari efek samping yang mungkin timbul akibat fototerapi konvensional.⁹

UV: ultraviolet

++: sering digunakan

+: lebih jarang digunakan

*: pencegahan penyakit

HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN DALAM MEMBERIKAN FOTOTERAPI PADA PASIEN GERIATRI

Keterbatasan fisik, logistik, dan psikologis perlu dipertimbangkan sebelum memberikan fototerapi pada pasien geriatri. Kemampuan untuk masuk dan berdiri secara stabil dalam kamar fototerapi merupakan prasyarat penting, yang sering kali terganggu pada pasien geriatri. Mengingat fototerapi dilakukan beberapa kali dalam seminggu, perlu dipertimbangkan apakah terdapat hambatan transportasi. Penggunaan sarana transportasi umum dapat menjadi kendala bagi pasien yang mengalami gangguan kognitif. Sebagai tambahan, depresi dan kecemasan yang umum dialami pasien geriatri dapat menyulitkan mereka dalam mengakses pelayanan kesehatan.⁷ Beberapa strategi yang dapat digunakan untuk memastikan fototerapi dapat dilakukan pada pasien geriatri antara lain: memperlama waktu kunjungan; memastikan pasien datang ditemani kerabatnya; mengurangi frekuensi terapi (NBUVB dua kali seminggu, PUVA *bath* tiga kali dalam dua minggu, PUVA sistemik satu kali seminggu); mempertimbangkan PUVA *bath* dibandingkan PUVA sistemik karena psoralen oral dapat berinteraksi dengan warfarin dan fenitoin, serta penggunaannya harus diperhatikan pada pasien dengan gangguan hati; bila pasien tetap membutuhkan PUVA sistemik, penggunaan 5-metoksipsooralen lebih dianjurkan karena 8-metoksipsooralen menyebabkan mual dan memiliki sifat fototoksik yang lebih poten; mempermudah akses menuju ruangan fototerapi, misalnya dengan penggunaan *hand rails* (pegangan tangan) dan landasan yang landai; melakukan pengawasan jangka panjang untuk pasien yang mendapatkan fototerapi dalam jumlah kumulatif melebihi yang dianjurkan, mengembangkan pelayanan fototerapi di rumah (*home phototherapy services*).³

Setiap selesai fototerapi, emolien perlu diaplikasikan dalam jumlah banyak karena kulit menjadi lebih kering dan kaku.⁷ Hal yang perlu diperhatikan lainnya adalah konsumsi obat-obatan yang memiliki efek fotosensitisasi. Berbagai obat tersebut dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Berbagai obat yang memiliki efek fotosensitisasi

Golongan	Nama obat
OAINS*	Naproxen, diklofenak, ketoprofen
Antimikroba	Doksisisiklin dan golongan tetrasiklin lainnya, siprofloksasin, sulfonamid, griseofulvin
Antihipertensi, antiaritmia	Amiodaron, atenolol, nifedipin, kaptopril
Diuretik	Amilorid, tiazid, furosemid
Antidepresan	Amisriptilin, doxepin
Retinoid	Asitretin, isotretinoin

*OAINS: obat antiinflamasi nonsteroid

Dikutip dari kepustakaan nomor ³ sesuai aslinya

PENELITIAN FOTOTERAPI PADA PASIEN GERIATRI

Widodo dkk. menyatakan bahwa rerata DEM pasien geriatri pada saat 24 dan 48 jam setelah penyinaran lebih tinggi dibandingkan pasien dewasa (702 mJ/cm² vs. 554 mJ/cm² dan 836 mJ/cm² vs. 606 mJ/cm²). Perbedaan bermakna hanya didapatkan pada 48 jam dengan nilai $p=0,026$.¹⁰ Pasien geriatri mengalami perubahan respons kulit, antara lain penurunan sintesis dan sekresi mediator inflamasi, penurunan kadar lipid terutama seramid yang berperan dalam transduksi sinyal, penurunan vaskularisasi kulit dan vasoaktivitas arteriol dermis. Hal tersebut menyebabkan penurunan respons pembuluh darah kulit dan eritema yang ditimbulkan setelah pajanan UV.¹¹⁻¹³ Pasien geriatri juga mengalami penurunan kadar prostaglandin dan histamin.¹¹ Seluruh perbedaan respons eritema tersebut menjelaskan alasan temuan dosis rerata DEM pasien geriatri yang lebih tinggi dibandingkan dewasa. Memperhatikan perhitungan statistik yang menunjukkan hasil tidak bermakna pada 24 jam, dosis awal fototerapi tidak perlu dibedakan antara pasien geriatri dan dewasa.¹⁰

Powell dkk. menganalisis 31 pasien geriatri dengan berbagai penyakit kulit yang secara kumulatif melakukan 739 sesi fototerapi (88% NBUVB dan 12% sisanya PUVA sistemik/*bath*/tangan dan kaki. Berbagai penyakit kulit yang diterapi antara lain psoriasis, eksim, prurigo nodularis, pruritus, penyakit Grover, dan lain-lain (skleromiksedema, *polymorphous light eruption [PMLE]*, granuloma anulare, dan eritroderma). Kejadian efek samping akut sebanyak 1,89% (13 episode eritema ringan dan satu eritema sedang), semuanya terjadi pada pasien yang mendapatkan NB-UVB. Tidak terjadi efek samping berat berupa eritema yang nyeri atau lepuh. Dua pasien berhenti melakukan fototerapi karena menjalani transplantasi hati dan mengalami kesulitan pergi ke rumah sakit. Dari semua subjek yang menyelesaikan target fototerapinya, 84% mengalami perbaikan kulit hingga bebas/hampir bebas lesi atau respons perbaikan sedang. Terdapat dua pasien yang berespons minimal dan dua pasien yang mengalami perburukan (satu pasien dengan PMLE dan satu lainnya dengan psoriasis). Dari seluruh pasien geriatri dengan psoriasis yang menjalani fototerapi NB-UVB, 91% di antaranya bebas/hampir bebas lesi setelah rerata 30 sesi fototerapi. Berdasarkan hasil tersebut, Powell menyimpulkan bahwa fototerapi dapat ditoleransi dengan baik, aman, dan efektif untuk pasien geriatri.³

Bulur dkk. melakukan studi retrospektif terhadap 95 pasien geriatri yang mendapatkan fototerapi atas indikasi mikosis fungoides (28 pasien), psoriasis vulgaris (25 pasien), psoriasis palmoplantar (12 pasien), pruritus generalisata (12 pasien), dan penyakit kulit lainnya (18 pasien). Dari seluruh pasien tersebut, 64,2% pasien mendapatkan NB-UVB, 21,1% mendapatkan PUVA oral, dan

14,7% sisanya mendapatkan PUVA topikal. Respons komplit tercapai pada 76,9-85,7% pasien mikosis fungoides dan 73,71-100% pasien psoriasis vulgaris yang mendapatkan NB-UVB dan PUVA. Seluruh pasien dengan pruritus generalisata diterapi dengan NB-UVB dan 80% di antaranya mengalami perbaikan bermakna. Eritema hanya ditemukan sebanyak 0,43% per sesi terapi NB-UVB dan 0,46% per sesi terapi PUVA. Studi tersebut menunjukkan bahwa fototerapi aman dan efektif untuk mengobati berbagai penyakit kulit pada pasien geriatri. Untuk menghindari efek samping yang tidak diinginkan, kenaikan dosis dapat dilakukan secara perlahan dan *follow-up* ketat.¹⁴

Yusharyahya dkk. mengamati efektivitas dan keamanan fototerapi NB-UVB pada 35 pasien geriatri yang terdiri atas 21 (61,7%) pasien psoriasis, 9 (26,5%) pasien vitiligo, dan 5 (14,7%) pasien dengan penyakit kulit lainnya. *Psoriasis Area Severity Index* (PASI) 75% dicapai oleh 52,4% pasien psoriasis dengan median 22 sesi dan dosis kumulatif 26,6 J/cm². Repigmentasi inisial tampak pada 100% pasien vitiligo setelah median 6 sesi dan dosis kumulatif 1,5 J/cm². Efek samping eritema ditemukan pada 10 (47,6%) pasien, dengan tingkat insidensi 1,48% per sesi fototerapi. Eritema berat hanya dialami oleh satu pasien vitiligo yang membutuhkan penundaan sesi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fototerapi merupakan salah satu modalitas terapi yang aman dan cukup efektif untuk pasien geriatri dengan berbagai penyakit kulit menggunakan dosis serta frekuensi yang serupa dengan pasien dewasa.¹⁵

PENUTUP

Fototerapi bersifat aman dan efektif untuk mengobati berbagai penyakit kulit pada pasien geriatri. Terdapat beberapa keadaan yang membedakannya dengan pasien dewasa: struktur dan fisiologi kulit, kemampuan fotoadaptasi, serta penurunan kemampuan fisik dan fungsi kognitif. Perbedaan tersebut menyebabkan perbedaan respons kulit setelah terpajan radiasi UV saat fototerapi dan membutuhkan *follow-up* yang ketat. Hingga saat ini belum ada panduan khusus dalam melakukan prosedur fototerapi pada pasien geriatri. Dosis awal yang lebih rendah dan kenaikan yang lebih lambat dapat mencegah kejadian efek samping.

DAFTAR PUSTAKA

- WHO. 10 facts on ageing and health: WHO; 2017 [Tersedia dari: <https://www.who.int/features/factfiles/ageing/en/>].
- Kemenkes. Situasi lanjut usia (lansia) di Indonesia. Dalam: Indonesia KR, penyunting. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI; 2016. h. 1-10.
- Powell JB, Gach JE. Phototherapy in the elderly. Clin Exp Dermatol. 2015;40(6):605-10.
- Singer S, Berneburg M. Phototherapy. J Dtsch Dermatol Ges. 2018;16(9):1120-9.
- Jaleel T, Pollack BP, Elmets CA. Phototherapy. Dalam: Kang S, Amagai M, Bruckner AL, Enk AH, Margolis DJ, McMichael AJ, dkk., penyunting. Fitzpatrick's Dermatology 2. Edisi ke-9. New York: McGraw Hill; 2019. h. 3635-63.
- Gloor M, Scherrotzke A. Age dependence of ultraviolet light-induced erythema following narrow-band UVB exposure. Photodermatol Photoimmunol Photomed. 2002;18(3):121-6.
- Koo J, Nakamura M. Phototherapy for the elderly population. Dalam: Koo J, Nakamura M, penyunting. Clinical cases in phototherapy. San Francisco: Springer; 2017. h. 145-8.
- Lim HW, Sipla-archa N, Amadi U, Menter A, Voorhees ASV, Lebwohl M. Phototherapy in dermatology: A call for action. J Am Acad Dermatol. 2015;72(6):1078-80.
- Mysore V, Shashikumar BM. Targeted phototherapy. Indian J Dermatol Venereol Leprol. 2016;82:1-6.
- Widodo AA, Jacoeb TNA, Novianto E. Perbedaan dosis eritema minimal (DEM) pada tipe kulit Fitzpatrick IV dengan pajanan *narrowband ultraviolet B* (NB-UVB) antara dewasa dan lanjut usia. Jakarta: Universitas Indonesia; 2017.
- Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI. Functional and physiological characteristics of the aging skin. Aging Clin Exp Res. 2008;20:195-200.
- Gilchrist BA, Yaar M. Aging of skin. Dalam: Goldsmith LA, Katz SI, Gilchrist BA, Paller AS, Leffell DJ, Wolff K, penyunting. Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine. Edisi ke-8. New York: McGraw Hill; 2012. h. 1213-26.
- Reich A, Medrek K. Effects of narrowband UVB (311 nm) irradiation on epidermal cells. Int J Mol Sci. 2013;14:8456-66.
- Bulur I, Aksu AE, Saracoglu ZN, Erdogan HK, Karapinar T. The efficacy and safety of phototherapy in geriatric patients: a retrospective study. An Bras Dermatol. 2018;93(1):33-8.
- Yusharyahya SN, Legiawati L, Astriningrum R, Chandrakesuma V. The efficacy and safety of narrowband ultraviolet B phototherapy in geriatric patients: A retrospective study. J Indian Acad Geriatr. 2019;15:59-65.