



Terapi Laser untuk Lesi Hiperpigmentasi

Firly Clarissa Suyanto, Putu Dyah Ayu Saraswati
SMF Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin RSUD Wangaya, Denpasar, Bali, Indonesia

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya teknologi, laser dan *intense pulsed light* (IPL) menjadi pilihan modalitas terapi hiperpigmentasi. Kedalaman penetrasi sinar laser meningkat seiring meningkatnya panjang gelombang. Laser dan IPL dengan panjang gelombang pendek efektif untuk lesi hiperpigmentasi superfisial. Sedangkan lesi hiperpigmentasi dermal dan campuran lebih merespons terhadap laser dengan panjang gelombang yang lebih panjang. Pemilihan parameter laser serta persiapan sebelum dan setelah tindakan yang tepat dapat mengurangi risiko efek samping.

Kata Kunci: Hiperpigmentasi, *intense pulsed light*, laser

ABSTRACT

With the rapid evolution of technology, laser and intense pulsed light (IPL) have become one of the modalities of choice for hyperpigmentation therapy. The depth of laser beam penetration increases with increasing wavelength. Laser and IPL with short wavelength are effective to treat superficial hyperpigmentations. While dermal and mixed type hyperpigmentations have better response towards lasers with longer wavelength. Accurate laser parameter choice and good pre and post procedural preparations reduce the risk of side effects. **Firly Clarissa Suyanto, Putu Dyah Ayu Saraswati. Laser Therapy for Hyperpigmentation**

Keywords: Hyperpigmentation, intense pulsed light, laser



Cermin Dunia Kedokteran is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Laser merupakan singkatan dari *light amplification by emission of radiation*.¹ Cahaya laser bersifat monokromatik, yaitu hanya memiliki satu panjang gelombang tertentu. Sebagian besar laser kedokteran, dan terutama dalam bidang dermatologi, menggunakan panjang gelombang ultraviolet (200 – 400 nm), cahaya tampak (400 – 760 nm), *near-infrared* (760 – 1400 nm), *mid-infrared* (1400 – 3000 nm), dan *infrared* (> 3000 nm).²

Teknologi laser dikembangkan berdasarkan prinsip fototermolisis selektif yang diperkenalkan oleh Anderson dan Parrish pada tahun 1983.³ Istilah tersebut menggambarkan teknik optik digunakan untuk menghancurkan jaringan di daerah target. Sel-sel yang ditarget akan rusak melalui absorpsi energi. Tujuan utama teknik ini adalah memanaskan jaringan target dan menghancurkannya tanpa merusak jaringan di sekitarnya.

Tiga faktor utama untuk mencapai fototermolisis selektif, yaitu a) panjang

gelombang mencapai dan dapat diserap oleh target, b) paparan durasi kurang dari atau sama dengan waktu yang diperlukan target untuk pendinginan, dan c) *fluence* (energi yang disampaikan per unit area) cukup untuk mencapai suhu yang merusak target.⁴

Panjang gelombang sinar laser memengaruhi jarak yang dapat ditempuh dan kemampuan menembus jaringan target. Kedalaman penetrasi sinar laser meningkat seiring meningkatnya panjang gelombang. Penyerapan foton sinar laser bertanggungjawab atas efeknya pada target jaringan. Komponen jaringan yang menyerap cahaya dikenal sebagai kromofor. Kromofor target di kulit termasuk melanin, hemoglobin, dan air. Penyerapan energi oleh kromofor akan menyebabkan konversi energi tersebut menjadi energi panas.⁵ (**Gambar**)

Selain itu, laser harus memberikan energi dengan panjang gelombang tertentu dalam jangka waktu lebih pendek dari waktu relaksasi termal atau *thermal relaxation time* (TRT) kromofor yang ditarget, sehingga

memastikan bahwa cedera kulit non-lesional sekitarnya dijaga seminimal mungkin. Target jaringan memiliki TRT masing-masing, yang didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk target mendingin hingga setengah suhu puncak segera setelah penyinaran laser. Secara umum, benda lebih kecil mendingin lebih cepat dibanding benda lebih besar. TRT melanosom relatif pendek, mulai dari 50 – 500 nanodetik, oleh karena itu, energi yang dihantarkan ke target jaringan (*fluence*) harus cukup tinggi untuk menghancurkan kromofor dalam durasi pulsa (*pulse duration*).^{3,5}

Sejak tahun 1960, dengan ditemukannya modalitas laser, lesi hiperpigmentasi menjadi target utama untuk terapi laser. Laser menghasilkan destruksi selektif terhadap kromofor target, yaitu sel mengandung melanin.^{1,2}

Pembentukan pigmen merupakan proses kompleks. Melanosit dan enzim tirosinase bertanggungjawab atas produksi melanin dan konversi L-dopa menjadi melanin. Melanosom

Alamat Korespondensi email: firlysuyanto@gmail.com



yang mengandung pigmen akan dicerna oleh keratinosit dan melanin yang dihasilkan akan dilepaskan di sel stratum korneum. Selain keratinosit, sel Langerhans, sel mast, dan limfosit juga berperan dalam pembentukan melanin.^{6,7}

Perubahan warna kulit atau hiperpigmentasi sering dijumpai terutama pada populasi dengan tipe kulit Fitzpatrick IV-VI. Perubahan ini disebabkan karena faktor internal ataupun eksternal, seperti perubahan hormon, inflamasi, trauma, akne, dermatitis, obat-obatan, dan paparan sinar matahari.

Lesi hiperpigmentasi diklasifikasikan berdasarkan histologi atau pemeriksaan lampu Woods, dibagi menjadi hiperpigmentasi epidermal, dermal, dan campuran (epidermal-dermal). Manajemen hiperpigmentasi sering memerlukan waktu sangat lama untuk menunjukkan hasil sehingga kepatuhan pasien buruk. Modalitas pertama

meliputi formulasi topikal konvensional seperti *hydroquinone*, *tretinoin*, asam kojik, dan asam glikolat, serta formulasi oral seperti *tranexamic acid*. Pendekatan lini kedua mencakup *chemical peel* dan terapi laser oleh ahli profesional.⁷

Hiperpigmentasi epidermal menunjukkan jumlah melanin berlebih dengan jumlah melanosit normal. Tipe hiperpigmentasi ini paling responsif terhadap terapi topikal. Beberapa lesi mendapatkan hasil lebih baik dengan terapi kombinasi topikal, *chemical peel*, dan laser. Lentigo simpleks dan solar lentigo merupakan indikasi yang sangat bagus untuk terapi laser. Efelid, makula *café au lait*, dan nevus spilus juga dapat diterapi dengan laser, namun sering kambuh.^{6,8}

Hiperpigmentasi dermal disebabkan karena jumlah melanin dermal yang berlebih dan jumlah melanin epidermal normal. Jenis hiperpigmentasi ini memiliki respons kurang

baik terhadap terapi topikal. Pendekatan kombinasi seperti pada hiperpigmentasi epidermal, juga memiliki hasil baik pada hiperpigmentasi dermal. Nevus melanositik baik yang kongenital maupun didapat, serta Nevus Ota dan Nevus Ito berespons baik terhadap laser.^{6,7}

Hiperpigmentasi tipe campuran (epidermal-dermal) ditandai dengan peningkatan jumlah melanin epidermis dan melanofag di dermis. Terapi topikal hanya efektif pada komponen hiperpigmentasi epidermal, sehingga terapi laser dapat digunakan untuk komponen hiperpigmentasi dermal. Komponen rambut Becker's Nevus dapat dihilangkan menggunakan terapi laser. Sedangkan, laser masih menjadi terapi lini kedua melasma dan hiperpigmentasi pasca-inflamasi apabila terapi topikal dan *chemical peel* tidak memuaskan.^{6,8}

LASER UNTUK LESI HIPERPIGMENTASI

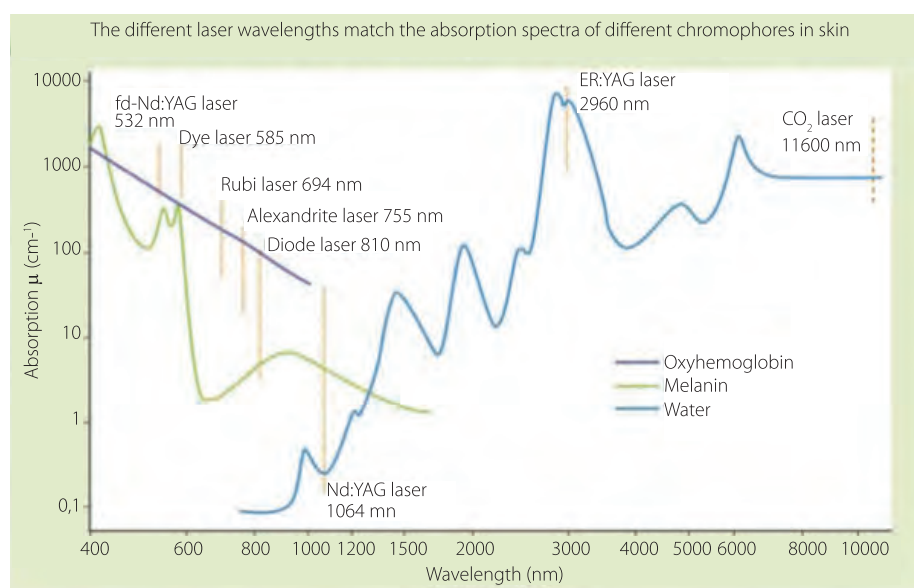
Beberapa sistem laser efektif untuk menghilangkan lesi hiperpigmentasi karena melanin menyerap cahaya dengan spektrum panjang gelombang cukup luas, yaitu 250 hingga 1.200 nm. Pada lesi dermal, target kromofor adalah pigmen melanosom intraseluler. Laser *continuous wave* termasuk laser argon 488/514 nm dan laser KTP (K-titanil fosfat) 532 nm memiliki durasi pulsa yang lebih lama (0,1 ms) daripada *thermal relaxation time* (TRT) melanosom, sehingga meningkatkan risiko jaringan parut karena panas berlebihan. Laser pulsa singkat (nanodetik) dan energi besar seperti laser cahaya hijau (*pulsed-dye* 510 nm dan QS Nd:YAG 532 nm), cahaya merah (QS ruby 694 nm dan QS alexandrite 755 nm), dan laser *near-infrared* (QS Nd:YAG 1.064 nm) sangat efektif untuk menghilangkan lesi hiperpigmentasi secara spesifik tanpa merusak jaringan di sekitarnya. Laser cahaya hijau tidak menembus kulit sedalam laser cahaya merah dan *near-infrared* karena panjang gelombangnya lebih pendek. Oleh karena itu, laser cahaya hijau hanya efektif untuk lesi hiperpigmentasi epidermal.⁴

Laser Continuous Wave (Laser CW, Laser Gelombang Berkelanjutan)

Meskipun laser *Q-switched* sekarang menjadi modalitas utama terapi sebagian besar lesi hiperpigmentasi, laser *continuous wave* (laser CW) jika digunakan dengan benar, dapat efektif. Laser-laser yang termasuk *continuous wave* adalah laser CW argon (488 dan 514 nm),

Tabel 1. Kategori lesi hiperpigmentasi berdasarkan lokasi.³

Kategori	Lesi
Epidermal	Lentigo (Lentigo Simpleks, Solar Lentigo)
	Keratosi Seboroik, Dermatosi Papulosa Nigra
	Efelid
	Makula <i>Café Au Lait</i> , Nevus Spilus
Dermal	Nevus Melanositik Kongenital dan Didapat
	Nevus Ota, Nevus Ito
Campuran (Epidermal-Dermal)	<i>Becker's Nevus</i>
	Melasma
	Hiperpigmentasi Pasca-Inflamasi



Gambar. Berbagai panjang gelombang laser sesuai spektrum absorpsi berbagai kromofor di kulit.⁹



laser CW dye (577 dan 585 nm), laser erbium (2.940 nm), dan CO₂ (10.600 nm). Laser ini hanya dapat menembus superfisial karena panjang gelombangnya yang pendek, sehingga hanya efektif untuk lesi hiperpigmentasi epidermal.

Laser erbium dan CO₂ yang non-selektif terhadap pigmen dapat digunakan untuk menghilangkan pigmen di epidermis karena kemampuan menargetkan H₂O di epidermis. Kerusakan termal non-spesifik menyebabkan kerusakan epidermis dan kerusakan pigmen sebagai peristiwa sekunder; akan diikuti oleh penyembuhan yang akan menimbulkan eritema dan perubahan pigmen serta tekstur kulit.^{2,4} Lesi-lesi superfisial, seperti lentigo dan keratosis seboroik, sensitif terhadap laser *continuous wave*. Lentigo biasanya hilang 50% atau seutuhnya pada sesi pertama. Lesi di wajah lebih responsif terhadap terapi laser dibanding lesi ekstremitas atau trunkus. Hasil terapi lentigo bervariasi tergantung jenis kulit. Pasien dengan kulit terang akan memiliki hasil lebih baik dan komplikasi lebih sedikit. Sedangkan pasien berkulit gelap memiliki risiko hiperpigmentasi lebih tinggi. Penelitian Stern, *et al*, tahun 1994 pada 300 lentigo menggunakan CW argon (0,5-0,9 W, 1 J/cm²) dan CO₂ (ukuran titik 4,5 mm, 0,1 detik, 3-6 W, 3-5 J/cm²) menunjukkan hasil baik hingga sangat baik pada 87% lentigo dengan CW argon dan 84% dengan CO₂.¹⁰

Selain lentigo, laser CO₂ juga berguna untuk tata laksana lesi keratosis seboroik, dermatosis papulosa nigra, dan nevus melanositik kongenital. Pada tahun 1994, Fitzpatrick, *et al*, meneliti 32 pasien keratosis seboroik menggunakan ukuran titik 3-4 mm. Hasilnya adalah 100% lesi mengalami perbaikan seutuhnya dalam 1 sesi, namun cara ini tidak praktis jika lesi banyak.¹⁰ Nevus melanositik kongenital juga berespons baik terhadap laser CO₂. Penelitian Horner (2005) menunjukkan 12 (100%) pasien perbaikan lesi, namun 6 di antaranya mengalami jaringan parut hipertrofik. Risiko ini dapat diminimalisir dengan menghindari penggunaan laser CO₂ pada area dermis tipis atau pada individu yang memiliki risiko jaringan parut hipertrofik.¹¹

Laser Pigmented Lesion Pulsed-Dye (PLDL)

Laser *pigmented lesion pulsed-dye* (PLDL) memancarkan cahaya panjang gelombang 510 nm dan durasi pulsa 300 nanodetik, efektif menarget melanosom superfisial. Laser

ini menggunakan pewarna rhodamin dalam pelarut dan dipompa melalui lampu *flash*.^{3,10}

Lesi-lesi hiperpigmentasi superfisial seperti lentigo dan makula *café au lait* adalah target utama laser ini. Grekin, *et al*, (1993) melakukan penelitian menggunakan PLDL 510 nm (ukuran titik 3 mm, *fluence* 2,5 J/cm²) pada kasus lentigo, 89% pasien mengalami >75% perbaikan lesi di wajah dan tangan setelah 1-4 sesi. Lentigo pada trunkus dan ekstremitas bawah memberikan hasil lebih baik dibanding wajah dan ekstremitas atas.¹²

Alster, *et al*, (1995) melakukan penelitian menggunakan PLDL 510 dengan *fluence* 2-4 J/cm²; 100% pasien mengalami eliminasi lesi total. Seluruh lesi makula *café au lait* yang terkena sinar laser harus dilindungi dengan tabir surya untuk mengurangi aktivitas dari sisa melanosit.¹³

Setelah penyinaran, kulit akan langsung berubah warna menjadi abu-abu. Hampir 50% pasien juga mengalami purpura akibat penyerapan energi laser oleh oksihemoglobin. Krusta halus akan terbentuk di atas area yang terkena laser dan akan mengelupas setelah satu minggu.^{2,3}

Laser Q-switched (QS)

Laser *Q-switched* (QS) menghasilkan *pulse* dalam rentang nanodetik. Laser energi tinggi ini menghantarkan cahaya dengan lebar *pulse* lebih pendek daripada TRT melanosom. Berbagai macam laser QS, seperti laser QS Nd:YAG 532 dan 1.064 nm, ruby 694 nm, dan alexandrite 755 nm, digunakan sebagai terapi lesi hiperpigmentasi epidermal, dermal, ataupun campuran. Efek langsung yang diinginkan pada kulit hiperpigmentasi adalah *immediate whitening*, yang disebabkan ruptur dan pirolisis melanosom, dengan minimal atau tanpa perdarahan *pin-point*.^{4,5}

Laser QS Nd:YAG 532 nm

Laser QS Nd:YAG bekerja pada panjang gelombang 1.064 nm, frekuensinya dapat digandakan menggunakan kristal kalium difosfat, sehingga menghasilkan cahaya hijau tampak dengan panjang gelombang 532 nm. Sebagian besar sistem QS Nd:YAG memiliki durasi pulsa mulai dari 10-20 nanodetik, ukuran titik 1,5-4 mm, dan tingkat repetisi 1-10 Hz. Melanin tidak menyerap panjang gelombang 1.064 nm dengan baik, karena

alasan ini laser QS Nd:YAG 1.064 nm dianggap tidak optimal untuk menghilangkan lesi hiperpigmentasi epidermal. Keunggulan laser ini adalah optimal untuk kelainan hiperpigmentasi yang dalam karena mampu menembus kulit lebih dalam (hingga 5-7 mm). Laser QS Nd:YAG 1.064 nm disarankan untuk pasien dengan kulit lebih gelap karena dapat mengurangi risiko perlukaan epidermis dan perubahan pigmentasi.⁴ Laser QS Nd:YAG 532 nm adalah laser dengan panjang gelombang terpendek yang digunakan untuk menghilangkan kelainan pigmentasi. Melanin memiliki afinitas kuat dengan cahaya hijau 532 nm, sehingga membuat laser QS Nd:YAG 532 nm efektif untuk pigmentasi epidermal. Lesi yang terkena laser ditandai dengan munculnya perdarahan *pin-point* khas dan krusta hemoragik yang bertahan 5-6 hari sebelum mengelupas.²

Lesi-lesi superfisial, seperti lentigo, nevus spilus, makula *café au lait*, dan Becker's nevus, berespons baik terhadap QS Nd:YAG 532 nm. Beberapa lesi memerlukan lebih dari 1 sesi untuk mendapatkan hasil optimal. Suh, *et al*, (2001) meneliti 12 pasien lentigo dan mendapatkan 83% pasien mengalami perbaikan lesi sebesar 51-100% dengan interval sesi 3 bulan (ukuran titik 3 mm, *fluence* 1.1 - 4.4 J/cm²).¹⁴

Lesi nevus spilus memerlukan terapi kombinasi (QS Nd: YAG 532 nm dan QSRL 694 nm) untuk mencapai hasil lebih optimal. Grevelink, *et al*, (1997) meneliti 6 pasien nevus spilus menggunakan QS Nd: YAG 532 nm ukuran titik 3 mm, *fluence* 3,4-5,7 J/cm² dan QSRL 694 nm ukuran titik 4-6,5 mm, *fluence* 5-10 J/cm² dengan jumlah sesi 1-5 dan interval 2 bulan. Hasil yang didapat adalah 100% pasien mengalami perbaikan lesi sebesar 90%-100%. Akan tetapi, nevus spilus sering kambuh karena memiliki konten epidermis dan dermis.¹⁵ Di sisi lain, penggunaan QS Nd: YAG 532 nm dengan parameter ukuran titik 3 mm dan *fluence* 2,8 J/cm² terhadap 1 pasien Becker's nevus menunjukkan perbaikan lesi hanya sebesar 43%.¹⁶

Laser QS Nd:YAG 1064 nm

Laser QS Nd:YAG 1064 nm efektif untuk lesi hiperpigmentasi yang lebih dalam, seperti lesi dermal (nevus Ota) dan lesi campuran (melasma, hiperpigmentasi pasca-inflamasi, Becker's nevus). Tse, *et al*, (1994) meneliti 3



kasus nevus Ota yang diterapi dengan QS Nd: YAG 1064 nm menggunakan ukuran titik 3 mm dan *fluence* 4 J/cm². Ketiga pasien mengalami perbaikan lesi rata-rata sebesar 42%.¹⁶

Cho, *et al*, (2009) meneliti 25 wanita dengan melasma dan tipe kulit Fitzpatrick IV, dengan rata-rata sesi 7 kali dan interval 2 minggu, *fluence* rendah 2,5 J/cm², dan ukuran titik 6 mm. Dua bulan setelah sesi laser terakhir, 7 (28%) pasien mengalami perbaikan lesi sebesar >75%, 11 (44%) pasien dengan perbaikan lesi 51%-75%, dan 3 kasus kambuh.¹⁷ Pada tahun yang sama, Cho, *et al*, juga melakukan penelitian pada 3 kasus hiperpigmentasi pasca-inflamasi, dengan total sesi 5 kali dan interval 1 minggu, *fluence* rendah 1,9-2,6 J/cm², dan ukuran titik 6 mm. Seluruh kasus mengalami perbaikan setelah sesi laser terakhir dan tidak ditemukan perburukan hiperpigmentasi dua bulan setelah sesi terakhir.¹⁸

QS Nd: YAG 1064 nm juga dapat memberikan manfaat pada Becker's nevus walaupun angka keberhasilan kecil. Tse, *et al*, (1994) meneliti 22 kasus Becker's nevus (ukuran titik 3 mm dan *fluence* 10 J/cm²) dengan jumlah sesi 1-3 dan interval 2 bulan. Hanya 9% pasien mengalami perbaikan lesi sebesar 51%-99%.¹⁶

Laser QS Ruby 694 nm

Laser QS Ruby (QSRL) menghasilkan cahaya merah yang terlihat dengan panjang gelombang 694 nm, durasi pulsa 28–50 nanodetik, ukuran titik 5–6,5 mm, dan tingkat repetisi 1 Hz. Panjang gelombang QSRL diserap sangat kuat oleh melanin superficial, sehingga dapat menyebabkan hipopigmentasi dan depigmentasi permanen pada individu berkulit lebih gelap.^{3,19} Sedangkan penyerapan panjang gelombang

QSRL pada hemoglobin sangat minimal. Laser ini efektif menghilangkan hiperpigmentasi superficial, seperti lentigo dan efelid, setelah 1-3 sesi. Sadighha, *et al*, (2008) melakukan penelitian terhadap 89 kasus lentigo dengan QSRL 694 nm, ukuran titik 3 mm, *fluence* 8-16 J/cm², jumlah sesi 1-2, dan interval 4 minggu. Ditemukan 100% pasien mengalami perbaikan lesi total.²⁰ Makula *café au lait*, nevus spilus, dan Becker's nevus juga merespons terhadap QSRL, namun tingkat rekurensinya tinggi. Taylor, *et al*, (1993) mendapatkan lesi nevus spilus kecil (dengan *fluence* 4,5 J/cm²) berkurang setelah 2 sesi dan lesi besar (dengan *fluence* 7,5 J/cm²) berkurang setelah 1 sesi. Namun, repigmentasi muncul kembali setelah 1 tahun.²¹

Selain lesi superficial, QSRL juga menjadi salah satu modalitas pilihan pada hiperpigmentasi dermal, seperti nevus melanositik, nevus Ota, dan nevus Ito.²⁴ Pada tahun 2000, Ueda, *et al*, meneliti 151 pasien dengan nevus Ota yang diterapi dengan parameter ukuran titik 6,5 mm, *fluence* 5 J/cm², jumlah sesi 1-8 kali, dan interval terapi 2 bulan. Sebanyak 81% pasien dengan lesi cokelat (n=22), 69% pasien dengan lesi cokelat-violet (n=42), 80% pasien dengan lesi violet-biru (n=81), dan 67% pasien dengan lesi biru-hijau (n=6) mengalami perbaikan lesi sebesar >75%.²² Sebuah studi lain oleh Kono, *et al*, (2005) menunjukkan kombinasi antara QSRL 694 nm dan *normal mode ruby laser* (NMRL) memberikan hasil baik pada lesi nevus melanositik kongenital dan dengan jaringan parut minimal.²³

Laser QS Alexandrite 755 nm

Laser QS Alexandrite (QSAL) menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang 755 nm, durasi pulsa 50–100 nanodetik, ukuran titik 2–4 mm, dan tingkat repetisi 1–15 Hz. Pada

panjang gelombang ini, kromofor utama adalah melanin, oleh karena itu laser ini terutama digunakan untuk menghilangkan lesi hiperpigmentasi. Karena panjang gelombang yang lebih panjang dibanding QSRL, QSAL dapat menembus lebih dalam untuk menarget lesi yang lebih dalam dan memiliki risiko hipopigmentasi tidak diinginkan yang lebih sedikit.^{2,3}

Pada tahun 2007, Kagami, *et al*, menggunakan QSAL 755 nm untuk terapi nevus Ota dan nevus Ito, dengan perbaikan lesi >50% pada 82,5% pasien. ²⁴ Pada penelitian lain tahun 2000, Chan, *et al*, mengemukakan kombinasi QSAL dengan QS Nd:YAG untuk nevus Ota memberikan luaran yang lebih baik dibanding hanya terapi tunggal.²⁵

Hasil QSAL 755 nm juga memuaskan untuk lesi hiperpigmentasi superficial seperti lentigo dan efelid. Studi Wang, *et al*, (2006) pada 17 pasien lentigo dan 15 pasien efelid (tipe kulit Fitzpatrick III-IV) menunjukkan perbaikan lesi setelah 3 sesi dengan interval sesi 4 minggu. Efek samping adalah hiperpigmentasi pasca-inflamasi pada 8 pasien lentigo dan 1 pasien efelid dan menghilang seluruhnya setelah 3-6 bulan.²⁶

Laser Long-Pulsed

Laser *long-pulsed* dengan durasi *pulse* lebih lama (milidetik) digunakan untuk menarget lesi hiperpigmentasi yang lebih besar seperti nevus melanositik. Laser-laser ini termasuk laser *long-pulsed* ruby 694 nm, alexandrite 755 nm, dioda 810 nm, dan Nd:YAG 532 dan 1.064 nm. Lebar *pulse* milidetik cocok dengan TRT *nested* melanosit.⁴ Pada tahun 2004 hingga 2012, Alshami, *et al*, meneliti 350 pasien nevus melanositik didapat dan tipe kulit Fitzpatrick IV menggunakan laser *long pulsed* Nd: YAG 532 nm. Parameter yang digunakan adalah ukuran titik 2 mm, *fluence* 30-50 J/cm², dan durasi pulsa 20 milidetik. Seluruh nevus memberikan hasil yang baik dalam 1 sesi. Efek samping hiperpigmentasi pasca-inflamasi ditemukan pada 30% pasien. Kekambuhan terjadi pada 25 pasien 2-6 bulan setelah sesi terakhir.²⁶

Intense Pulsed Light (IPL)

IPL adalah sumber cahaya dengan intensitas tinggi yang memancarkan cahaya polikromatik, dengan spektrum panjang gelombang antara cahaya tampak dan *near-infrared* (500–1.300 nm). Untuk mencapai

Tabel 2. Respons berbagai lesi hiperpigmentasi terhadap laser dan *light source*.⁴

	Hiperpigmentasi Epidermal	Hiperpigmentasi Dermal	Hiperpigmentasi Campuran
PLDL 510 nm	+++	+	+
QS Nd:YAG 532 nm	+++	+	+
QS ruby 694 nm	+++	+++	+
QS alexandrite 755 nm	+++	++	+
QS Nd: YAG 1064 nm	++	+++	+
Intense Pulse Light	+++	+	+

+++ : sangat baik; ++ : baik; + : cukup

TINJAUAN PUSTAKA



Tabel 3. Saran selama dan setelah prosedur laser pada individu kulit gelap.²

Panjang Gelombang	Panjang gelombang yang lebih panjang untuk menimalisir absorpsi epidermal
Parameter	Fluence yang lebih rendah dengan durasi pulsa yang lebih panjang
Sesi	Sesi prosedur yang lebih banyak
Pendinginan	Pendinginan dengan kompres es selama dan setelah prosedur untuk mengurangi cedera termal
Perawatan Setelah Prosedur	Corticosteroid topikal selama 3-5 hari setelah prosedur untuk mengurangi efek samping eritema Tabir surya dengan SPF > 50

kromofor yang diinginkan, filter akan memotong pancaran cahaya sesuai dengan panjang gelombang yang dibutuhkan. Oleh karena itu, IPL dapat membangkitkan lebih dari satu kromofor (hemoglobin, melanin, dan H₂O), yang menyebabkan IPL kurang selektif. Selain itu, IPL memiliki durasi pulsa dalam rentang milidetik, menjadikannya pilihan kedua untuk lesi hiperpigmentasi setelah laser Q-switched. IPL terbukti efisien untuk lesi solar lentigo dan efelid.²

Bjerring, *et al*, (2001) meneliti 18 pasien solar lentigo dan diberi terapi IPL sebanyak 1 sesi. Dua bulan setelah sesi, perbaikan lesi diperoleh pada 96% pasien dengan rata-rata pembersihan sebesar 74,2%.²⁷ Wang, *et al*, (2006) meneliti 15 pasien efelid; seluruh pasien mengalami perbaikan lesi setelah 2 sesi dengan interval 4 minggu. Tidak ditemukan efek samping hiperpigmentasi pasca-inflamasi pada penelitian ini.²⁶

LANGKAH-LANGKAH PROSEDUR LASER

Persiapan Pasien

Sebelum memulai tindakan laser, dokter wajib melakukan pemeriksaan fisik dan mendokumentasikan riwayat kesehatan

pasien untuk identifikasi kemungkinan kontraindikasi ataupun tindakan pencegahan untuk meminimalisir efek samping (Tabel 3 dan 4). Pengambilan foto sebelum setiap prosedur laser wajib dilakukan untuk menunjukkan hasil. Hal penting lain adalah pasien harus diberi informasi terkait efek samping, ekspektasi realistis dari setiap tindakan, dan cara rawat luka setelah prosedur. Segala informasi tersebut wajib dibuat tertulis.²

Anestesi topikal tidak selalu diperlukan pada lesi hiperpigmentasi epidermal; jika diperlukan, anestesi dapat diberikan selama 40-60 menit. Kacamata pengaman yang sesuai harus digunakan oleh semua personel di ruang perawatan untuk menghindari cedera retina. Corneal shields juga wajib digunakan saat melakukan laser pada area periorbital; dimasukkan dengan bantuan tetes mata anestesi. Sebelum memulai tindakan laser, wajah harus dibersihkan dari sisa kosmetik.⁴

Alur Prosedur Laser

Laser wajib dikalibrasi sebelum digunakan. Pemegangan *handpiece* harus tegak lurus dengan kulit dengan *plastic cone* bertumpu

pada kulit untuk memastikan sinar laser difokuskan pada area perlakuan. Parameter juga harus disesuaikan dengan jenis lesi dan tipe kulit Fitzpatrick. Lakukan satu hingga dua tes pulsa, apabila tidak ditemukan *immediate whitening* tanpa kerusakan epidermis setelah sinar laser berinteraksi dengan kulit, maka fluence belum adekuat. Pulsa yang diberikan harus tumpang tindih 10% hingga seluruh lesi terkena sinar. Jika fluence yang diberikan terlalu tinggi, dapat tampak pengelupasan epidermis dan perdarahan. Pemberian fluence harus diturunkan pada individu dengan tipe kulit lebih gelap (Fitzpatrick IV-VI).^{2,4}

Pada lesi hiperpigmentasi dermal, mungkin diperlukan penggunaan anestesi topikal atau injeksi lidocaine. Blok saraf regional dapat dipertimbangkan untuk lesi yang lebih dalam seperti Nevus Ota dan Nevus Ito. Ukuran titik yang lebih besar (4–6,5 mm), fluence yang lebih tinggi, dan panjang gelombang yang lebih panjang dibutuhkan untuk mencapai penetrasi yang lebih dalam.⁴

Perawatan Setelah Prosedur Laser

Setelah prosedur laser, foto lesi yang telah diterapi wajib didokumentasi dengan pencahayaan adekuat. Reaksi kulit yang paling umum adalah eritema, edema, rasa tidak nyaman hingga nyeri; efek samping lebih parah seperti luka bakar termal, lepuh, hiperpigmentasi, hipopigmentasi, purpura, jaringan parut, atrofi, dan infeksi jarang terjadi. Efek samping parah biasanya pada pasien berkulit gelap. Hal ini dapat diminimalisir dengan proses pendinginan menggunakan kompres es. Pasien disarankan untuk menghindari paparan sinar matahari berlebih dan menggunakan tabir surya. Corticosteroid topikal dapat diberikan untuk mengurangi

Tabel 4. Kontraindikasi laser.^{2,29,30}

Kontraindikasi	Keterangan
Riwayat keganasan	Efek biostimulasi; laser memicu pertumbuhan sel
Epilepsi	Laser dapat memicu epilepsi, terutama yang memancarkan sinar merah dengan tingkat repetisi 5-10 Hz
Kehamilan	Tidak ada bukti terkait risiko, namun prosedur laser tidak direkomendasikan terkait potensi masalah hukum
Penyakit dermatologi dengan fenomena Koebner (psoriasis, liken planus, vitiligo)	Laser dapat memicu munculnya lesi baru pada pasien dengan ataupun tanpa riwayat penyakit dermatologi dengan fenomena Koebner
Riwayat keloid dan jaringan parut hipertropik	Laser dapat menghambat perbaikan jaringan, sehingga akan menyebabkan jaringan parut hipertropik dan keloid



peradangan. Analgetik dan emolien (petroleum) dapat dipertimbangkan untuk mengurangi nyeri.^{2,4}

SIMPULAN

Laser dan IPL merupakan salah satu modalitas terapi hiperpigmentasi. Laser memiliki sifat monokromatik, sedangkan IPL memancarkan cahaya polikromatik. Secara umum, laser panjang gelombang yang pendek (CW argon 488 dan 514 nm, PLDL

510 nm, dan QS Nd:YAG 532 nm) efektif untuk hiperpigmentasi epidermal, sedangkan laser panjang gelombang yang panjang (QSRL 694 nm, QSAL 755 nm, dan QS Nd: YAG 1064 nm) bekerja lebih baik pada hiperpigmentasi yang lebih dalam. IPL juga terbukti efektif untuk lesi hiperpigmentasi superfisial dengan efek samping minimal, namun dengan jumlah sesi lebih banyak karena spektrum panjang gelombang yang luas.

Efek samping umumnya ringan, yang paling parah biasa muncul pada pasien berkulit gelap (Fitzpatrick IV-VI). Hal ini dapat dihindari dengan pemilihan parameter yang lebih aman (*fluence* rendah, durasi pulsa, dan panjang gelombang yang lebih panjang). Perawatan sebelum dan sesudah laser juga perlu diperhatikan dan dijalankan dengan baik untuk mendapatkan hasil optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kilmer SL, Garden JM. Laser treatment of pigmented lesions and tattoos. *Seminars in Cutaneous Med Surg*. 2000;19(4):232-44.
2. Bonan P, Bruscinò N. Laser and light-based treatments for pigmented lesions. *The PMFA J*. 2018;5(2).
3. Alster TS, Lupton JR. Laser therapy for cutaneous hyperpigmentation and pigmented lesions. *Dermatol Ther*. 2001;14:46-54.
4. Dierickx CC. Laser treatment of pigmented lesions. In: Goldberg DJ, eds. *Laser dermatology*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2005.
5. Carroll L, Humphreys TR. Laser-tissue interactions. *Clin Dermatol* 2006;24:2-7
6. Nieuweboer-Krobotova L. Hyperpigmentation: Type, diagnostics, and targeted treatment options. *JEADV*. 2013;27(1):2-4.
7. Nautiyal A, Wairkar S. Management of hyperpigmentation: Current treatments and emerging therapies. *Pigment Cell Melanoma* 2021;34:1000-14.
8. Passeron T, Genedy R, Salah L, Fusade T, Kosiratna G, Laubach HJ, et al. Laser treatment of hyperpigmented lesions: position statement of the European Society of Laser in Dermatology. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2019;33(6):987-1005. doi: 10.1111/jdv.15497.
9. Ibrahim O, Dover JS. Fundamentals of laser and light-based treatments. In: Kang S, Amagai M, Bruckner AL, eds. *Fitzpatrick's dermatology*. 9th Ed. New York: McGraw-Hill Education; 2019 .p. 3827.
10. Polder KD, Landau JM, Vergilis-Kalner IJ, Goldberg LH, Friedman PM, Bruce S. Laser eradication of pigmented lesions: A review. *Dermatol Surg*. 2011;37:572-95.
11. Horner MB, El-Muttardi NS, Mayou BJ. Treatment of congenital melanocytic naevi with CO2 laser. *Ann Plastic Surg*. 2005;55(3):276-80.
12. Grekin RC, Shelton RM, Geisse JK, Frieden I. 510-nm pigmented lesion dye laser. *J Dermatol Surg Oncol*. 1993;19(4):380-7.
13. Alster TS. Complete elimination of large café-au-lait birthmarks by the 510-nm pulsed dye laser. *Plast Reconstr Surg*. 1995;96(7):1660-4. doi: 10.1097/00006534-199512000-00020.
14. Suh DH, Han KH, Chung JH. The use of Q-switched Nd: YAG laser in the treatment of superficial pigmented lesions in Koreans. *J Dermatol Treat* 2001;12:91-6.
15. Grevelink JM, Gonzalez S, Bonoan R, Vibhagool C, Gonzalez E. Treatment of nevus spilus with the Q-switched ruby laser. *Dermatol Surg*. 1997;23:365-9.
16. Tse Y, Levine VJ, McClain SA, Ashinoff R. The removal of cutaneous pigmented lesions with the Q-switched ruby laser and the Q-switched neodymium:yttrium aluminium garnet laser. A comparative study. *J Dermatol Surg Oncol*. 1994;20:795-800.
17. Cho SB, Kim JS, Kim MJ. Melasma treatment in Korean women using a 1064-nm Q-switched Nd:YAG laser with low pulse energy. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2009;34:847-50.
18. Cho SB, Park S, Kim J, Kim M. Treatment of post-inflammatory hyperpigmentation using 1064-nm Q-switched Nd: YAG laser with low fluence: Report of three cases. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2009;23(10):1206-07.
19. Mokos ZB, Lipozencic J, Ceovic R, Buzina DS, Kostovic K. Laser therapy of pigmented lesions: Pro and contra. *Acta Dermatovenerol Croat* 2010;18(3):185-9.
20. Sadighha A, Saatee S, Muhagheh-Zahed G. Efficacy and adverse effects of Q-switched ruby laser on solar lentigines: A prospective study of 91 patients with Fitzpatrick skin type II, III, and IV. *Dermatol Surg*. 2008;34:1465-8.
21. Taylor Cr, Anderson RR. Treatment of benign pigmented epidermal lesions by Q-switched ruby laser. *Int J Dermatol*. 1993;32(12):908-12.
22. Ueda S, Isoda M, Imayama S. Response of naevus of Ota to Q-switched ruby laser treatment according to lesion colour. *Br J Dermatol*. 2000;142:77-83.
23. Kono T, Ercocen AR. Treatment in congenital melanocytic nevi using the combined (normal-mode plus Q-switched) ruby lasers in Asians. *Ann Plastic Surg*. 2005;54(5):494-501.
24. Kagami S, Asahina A, Watanabe R, Mimura Y, Shirai A, Hattori N, et al. Treatment of 153 Japanese patients with Q-switched alexandrite laser. *Lasers Med Sci*. 2007;22(3):159-63. doi: 10.1007/s10103-006-0436-4.
25. Chan HH, Leung RS, Ying SY, Lai CF, Kono T, Chua JK, et al. A retrospective analysis of complications in the treatment of nevus of Ota with the

TINJAUAN PUSTAKA



- Q-switched alexandrite and Q-switched Nd: YAG lasers. *Dermatol Surg.* 2000;26:1000-6.
26. Wang CC, Sue YM, Yang CH, Chen CK. A comparison of Q-switched alexandrite laser and intense pulsed light for the treatment of freckles and lentigines in Asian persons: A randomized, physician-blinded, split-face comparative trial. *J Am Acad Dermatol.* 2006;54:804-10.
 27. Alshami MA. Long-pulsed 532-nm Nd: YAG laser treatment for small acquired melanocytic nevi in a single session: An 8-year study on 350 Yemeni patients. *J Cosmet Laser Ther.* 2014;16(1):14-20.
 28. Bjerring P, Christiansen K. Intense pulsed light source for treatment of small melanocytic nevi and solar lentigines. *J Cutaneous Laser Ther.* 2001;2(4):177-81.
 29. Navratil L, Kyplova J. Contraindications in noninvasive laser therapy: Truth and fiction. *J Clin Laser Med Surg.* 2002;20(6):341-43.
 30. Alkhafilah A. A case report of vitiligo induced by alexandrite hair removal laser. *Case Rep Dermatol.* 2021;13:521-4.