

TERAPI LASER UNTUK SKAR HIPERTROFIK DAN KELOID

Ritchie Santoso¹, Yuli Kurniawati², Sarah Diba³, Rusmawardiana⁴, Nopriyati⁵
Universitas Sriwijaya^{1,2,3,4,5}
Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Moh. Hoesin, Palembang^{1,2,3,4,5}
rstef.md@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan terapi laser pada pasien skar hipertorfik dan keloid berdasarkan karakteristik skar. Metode yang digunakan adalah tinjauan sistematis dengan menggunakan data dari Pubmed, Cochrane Library, Clinicaltrials.gov, dan Mendeley mulai tahun 1994 sampai Juli 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 28 artikel penelitian yang terdiri dari 3 penelitian retrospektif, 5 *randomized controlled trial* (RCT), dan 20 penelitian prospektif yang diikutsertakan dalam tinjauan sistematis. Studi ini mengevaluasi sebanyak 11 penelitian *pulse dye laser* (PDL) 585nm, 2 penelitian PDL 595nm, 3 penelitian Nd:Yag 1064 nm, 3 penelitian Er:Yag 1550nm, 3 penelitian Er:Yag 2940nm, dan 6 penelitian laser CO2 fraksional 10.600nm. Simpulan, *pulse dye laser* 585 nm memiliki rerata keberhasilan terapi terbaik secara umum. Laser fraksional CO2 10.600nm, Er:YAG 2940 nm, dan Nd:YAG 1064nm menunjukkan respons terapi terbaik untuk mengurangi eritema, pigmentasi, ketinggian, dan konsistensi skar. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menilai keberhasilan terapi.

Kata Kunci: Keloid, Laser, Skar Hipertropik, Tinjauan Sistematis.

ABSTRACT

This study aim to evaluate the success rate of laser therapy in hypertrophic, and keloid scar patients based on scar characteristics. The research method used is systematic review using data from Pubmed, Cochrane Library, Clinicaltrials.gov, and Mendeley from 1994 to July 2022. The results found a total of 28 studies, consisting of 3 retrospective studies, 5 randomized controlled trials (RCT), and 20 prospective studies included in the review. This research evaluated 11 585nm pulse dye laser (PDL) studies, 2 595nm PDL studies, 3 1064 nm Nd:Yag studies, 3 1550nm Er:Yag studies, 3 2940nm Er:Yag studies, and 6 10,600nm fractional CO2 laser studies. In conclusion, the 585 nm pulse dye laser showed the best overall therapeutic success rate. Fractional CO2 10,600nm, Er:YAG 2940nm, and Nd:YAG 1064nm lasers showed the best therapeutic response for reducing erythema, pigmentation, height, and scar consistency. Further research is needed to assess the success rate of therapy.

Keyword: Keloid, Laser, Hypertrophic scar, Systematic Review

PENDAHULUAN

Skar hipertrofik dan keloid adalah manifestasi klinis penyembuhan luka abnormal (Wang et al., 2020). Proses penyembuhan luka terjadi melalui proses hemostasis, inflamasi, proliferasi, dan remodeling jaringan (Tripathi et al., 2020). Skar hipertrofik ditandai dengan lesi eritematosa meninggi, pruritus, dengan ukuran tidak melampaui batas luka. Skar hipertrofik terbentuk dalam beberapa minggu hingga bulan setelah luka

dan dapat terjadi penyembuhan spontan dalam 1-2 tahun. Keloid merupakan tumor, dapat berwarna eritematosa atau sewarna kulit dengan ukuran melampaui batas luka. Keloid secara umum dapat timbul dalam 1 tahun setelah luka dan bertahan hingga 24 tahun, dan dapat tidak disertai penyembuhan spontan (Sahib et al., 2020). Insiden skar hipertrofik dan keloid di seluruh dunia sebesar 4,6% hingga 16% populasi. Predileksi skar hipertrofik dan keloid adalah daerah kulit yang mengalami peregangan kulit terus menerus (Limandjaja et al., 2021).

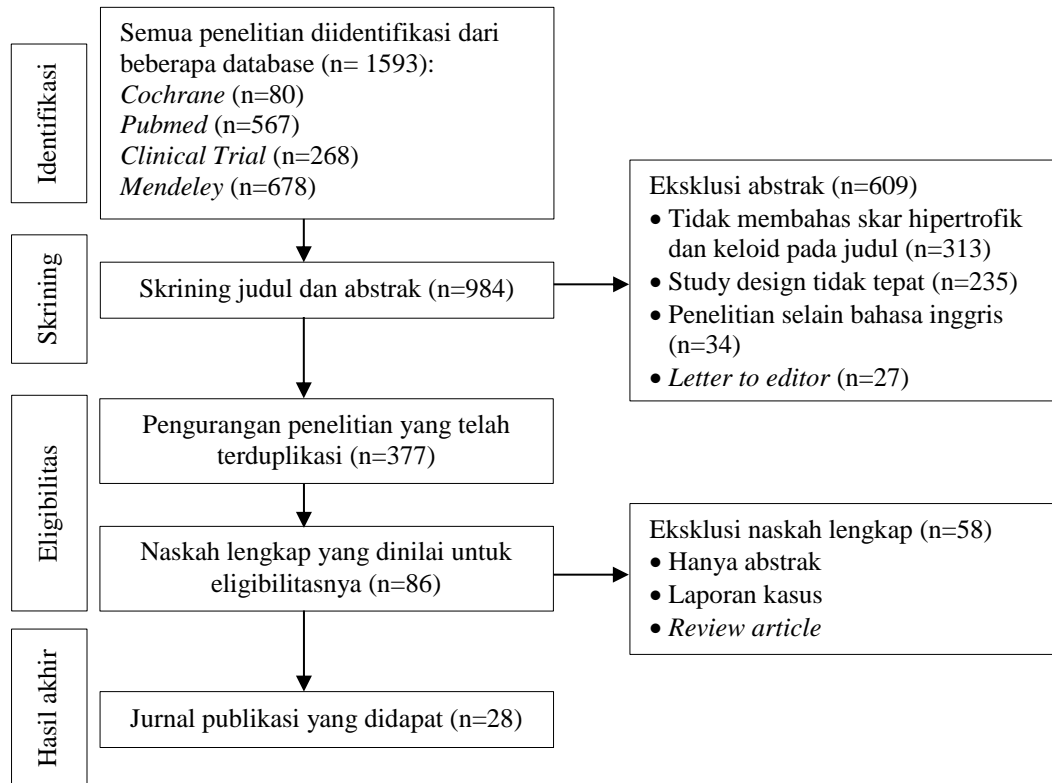
Berbagai modalitas terapi untuk mengatasi skar hipertrofik dan keloid antara lain adalah injeksi kortikosteroid intralesi, tindakan bedah eksisi, bedah beku, hingga laser. Berbagai modalitas memiliki tingkat keberhasilan yang beragam, namun kejadian rekurensi, terutama keloid, masih tetap tinggi (Lemperle et al., 2020). Tindakan laser merupakan salah satu terapi yang menjanjikan untuk perbaikan skar dengan tingkat nyeri lebih rendah dan hasil estetika yang baik (Tawaranurak et al., 2022). Jenis laser yang telah digunakan antara lain untuk mengatasi keloid antara lain *pulse dye* laser (PDL), neodmium yttrium aluminum garnet (Nd:YAG), carbon dioxide (CO₂), dan fractional (Barone et al., 2021; Oosterhoff et al., 2021).

Berbagai pilihan terapi perlu dipertimbangkan guna memberikan hasil yang terbaik untuk perbaikan klinis pada pasien dengan keloid atau skar hipertrofik. Saat ini, belum ditemukan adanya literatur yang menganalisis berbagai pilihan terapi laser tersebut dalam rentang waktu studi selama 30 tahun. Berdasarkan latar belakang tersebut, tinjauan sistematik ini dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan terapi laser pada pasien skar hipertrofik dan keloid berdasarkan karakteristik skar sehingga dapat menjadi pertimbangan pemilihan terapi.

METODE PENELITIAN

Pencarian data dilakukan secara komprehensif yang menilai terapi laser pada skar hipertrofik dan keloid dengan kata kunci "*Hypertrophic scar*" AND "*Keloid*" AND "*Laser treatment*" OR "*Laser therapy*" dan sinonimnya mulai tahun 1994 hingga Juli 2022 dari beberapa database elektronik termasuk *Pubmed Central*, *Cochrane Database Pusat*, *ClinicalTrials.gov*, dan *Mendeley*. Kriteria inklusi penelitian ini adalah semua penelitian yang menggunakan laser untuk terapi skar hipertrofik dan keloid berupa serial kasus dengan lebih dari 5 kasus, studi kohort prospektif dan retrospektif, studi kasus kontrol, dan uji klinis. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah penelitian yang tidak melaporkan terapi laser pada skar hipertrofik dan keloid dan desain penelitian seperti artikel *review*, meta-analisis, abstrak, laporan kasus (serial kasus dengan kasus kurang dari 5) dan editorial. Luaran primer adalah tingkat keberhasilan terapi, sedangkan luaran sekunder adalah karakteristik skar seperti eritema, pigmentasi, tinggi skar, dan konsistensi skar

Pencarian jurnal publikasi dari *cochrane*, *pubmed*, *clinical trial gov*, dan *Mendeley* didapatkan total 1593 penelitian. Proses pemindaian abstrak dan judul didapatkan melalui 984 penelitian, mengeksklusi 609 penelitian yang tidak sesuai. Hasil akhir didapat melalui seleksi dan pemindaian secara full text article yaitu 28 penelitian terdiri dari 3 retrospektif, 5 *randomized controlled trial* (RCT), dan 20 prospektif (Gambar, 1). Seluruh studi yang terpilih diekstraksi meliputi data desain penelitian, data publikasi, jumlah pasien, usia rerata, jenis kelamin, jenis serta usia skar, penyebab, lokasi, dan tipe Fitzpatrick. Selain itu dilakukan ekstraksi data yang membahas keberhasilan dari tindakan laser, jumlah tindakan serta pemantauan setelah tindakan, *vancouver scar scale* (VSS) dan *patient and observer scar assessment scale* (POSAS), serta kondisi skar sebelum dan sesudah dilakukan tindakan (eritema, pigmentasi, tinggi lesi, dan konsistensi skar) melalui beberapa *tool* seperti *dial caliper*, *ultrasonography*, *cutometer*, *spectrometer*, dan *0-3 scale*.



Gambar 1.
Diagram Alur Prisma

HASIL PENELITIAN

Tabel 1.
Systematic Review

Identitas Jurnal	Metode penelitian	Hasil penelitian
<i>Pulse Dye Laser (PDL) 585 nm</i>		
Alster T.S. (1994). Improvement of Erythematous and Hypertrophic Scars by the 585-nm Flashlamp-pumped Pulsed Dye Laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian menemukan penurunan tinggi dan <i>pliability</i> sebesar 61% pasca terapi.
Alster T.S., Williams C.M. (1995). Treatment of keloid sternotomy scars with 585 nm flashlamp-pumped pulsed-dye laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan perbaikan gejala eritema dari 20,6 menjadi 14,9 pada pemeriksaan <i>spectrometer</i> , perubahan tinggi skar dari 3,62 mm menjadi 1,37 mm dan perbaikan <i>pliabilitas</i> dari 2,84 menjadi 1,34 (dalam skala 0-4).
Alster T.S., McMeekin T.O. (1996). Improvement of facial acne scars by the 585 nm flashlamp-pumped pulsed dye laser	<i>Prospective Study</i>	Ditemukan efektifitas perbaikan klinis sebesar 67,5% dalam 6 minggu pasca laser pertama dan perbaikan 72,5% pada 8 pasien yang mendapatkan laser kedua.
Alster T.S. (2003). Laser Scar Revision: Comparison Study of 585-nm Pulsed Dye Laser with and Without Intralesional Corticosteroids	<i>Prospective Study</i>	Penelitian menemukan penurunan <i>pliability score</i> dalam skala 0-4 dari 2,8 menjadi 1,4 pasca terapi.
Chan H.H., Wong D.S., Ho W.S., Lam L.K., Wei W. (2004). The Use of Pulsed Dye Laser for the Prevention	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan penurunan skor eritema dari 5,68 menjadi 4,8 (evaluasi dengan spektrofotometer), penurunan

and Treatment of Hypertrophic Scars in Chinese Persons		tinggi skar dari 3,54 menjadi 3,20 (evaluasi dengan USG) dan perubahan skor pliabilitas dari 0,23 menjadi 0,33 (evaluasi dengan cutometer).
Goldman M.P., Fitzpatrick R.E. (1995). Laser Treatment of Scars	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini melaporkan efektivitas perbaikan klinis sebesar 75% pada subjek.
Kuo Y.R., Jeng S.F., Wang F.S., Chen T.H., Huang H.C., Chang P.R., Yang K.D. (2004). Flashlamp pulsed dye laser (PDL) suppression of keloid proliferation through down-regulation of TGF- β 1 expression and extracellular matrix expression	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini melaporkan keberhasilan klinis sebesar 86.7% berupa regresi keloid lebih dari 50%. Penelitian juga melaporkan perbaikan klinis sebanding dengan jumlah aplikasi laser yang dilakukan.
Manuskiatti W., Fitzpatrick R.E., Goldman M.P. (2001). Energy density and numbers of treatment affect response of keloidal and hypertrophic sternotomy scars to the 585-nm flashlamp-pumped pulsed-dye laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian menemukan keberhasilan terapi sebesar 76,7%. Penurunan skar eritema dari 6,9 menjadi 6,2 pasca perlakuan (penilaian dengan calorimeter) dan penurunan tinggi skar (penilaian dengan VSS) dari 3,1 menjadi 2,2
Manuskiatti W., Fitzpatrick P.E. (2002). Treatment Response of Keloidal and Hypertrophic Sternotomy Scars: Comparison Among Intralesional Corticosteroid, 5-Fluorouracil, and 585-nm Flashlamp-Pumped Pulsed-Dye Laser Treatments	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini melaporkan keberhasilan terapi secara umum sebesar 80%. Pada pemeriksaan colorimeter ditemukan penurunan skor dari 6,5 menjadi 6,2; perbaikan tinggi lesi dari 1,62 menjadi 1,04 dan perbaikan skor pliabilitas dari 2,9 menjadi 2,1 (penilaian dengan VSS).
Omrarifard M., Rasti M. (2007). Comparing the effects of conventional method, pulse dye laser and erbium laser for the treatment of hypertrophic scars in Iranian patients	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Pada kelompok pasien yang mendapatkan terapi PDL ditemukan angka keberhasilan terapi mencapai 70% dengan perubahan skor eritema dari 2,3 menjadi 1,1 (evaluasi dengan VSS) dan perubahan ketinggian skar dari 2,16 menjadi 1,32 (evaluasi dengan VSS).
Paquet P., Hermanns J.F., Pierard G.E. (2001). Effect of the 585 nm Flashlamp-Pumped Pulsed Dye Laser for the Treatment of Keloids	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan perbaikan klinis pada pemeriksaan spektrofotometer berupa perubahan eritema dari 60 menjadi 52,5 dan pigmentasi dari -17 menjadi -19.
Pulse Dye Laser (PDL) 595nm		
Manuskiatti W., Wanitphakdeedecha R., Fitzpatrick R.E. (2007). Effect of Pulse Width of a 595-nm Flashlamp-Pumped Pulsed Dye Laser on the Treatment Response of Keloidal and Hypertrophic Sternotomy Scars	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini melaporkan perbaikan klinis berupa perubahan skor eritema pada pemeriksaan spektrofotometer dari 15,9 menjadi 14,1 dan perubahan tinggi lesi dari 2,6 menjadi 2,1 pada pemeriksaan dial caliper.
Yang Q., Ma Y., Zhu R., Huang G., Guan M., Avram M.M., Lu Z. (2012). The effect of flashlamp pulsed dye laser on the expression of connective tissue growth factor in keloids	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Penelitian ini menemukan efektivitas terapi sebesar 44%. Terjadi penurunan skor VSS dari 7,59 menjadi 4,11. Selain itu, ditemukan pula perbaikan skor POSAS baik skor P dari 38,2 menjadi 25,1 dan skor O dari 28,7 menjadi 16,4
Nd:Yag 1064 nm, long pulsed		
Kumar K., Kapoor B.S., Rai P., Shulda H.S. (2000). In-situ irradiation of keloid scars with Nd:YAG laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan bahwa sebanyak 10 dari 17 pasien (58,8%) mengalami bebas keloid pasca terapi laser tunggal.
Ramadan H., Saber M., Salah M., Samy N. (2021). The effectiveness of	<i>Prospective Study</i>	Penelitian menemukan perbaikan klinis ditandai dengan penurunan skor VSS dari

long Pulsed Nd:YAG Laser alone for treatment of keloids and hypertrophic scars versus its combination with bleomycin		11,05 menjadi 4,95. Perbaikan klinis juga ditemukan di semua komponen penilaian VSS yakni perbaikan eritema dari 2,25 menjadi 0,5, perbaikan pigmentasi dari 0,9 menjadi 0,8, penurunan tinggi lesi dari 1,95 menjadi 1,1, dan perbaikan pliabilitas dari 3,8 menjadi 1,25.
Rossi A., Lu R., Frey M.K., Kubota T., Smith L.A., Perez M. (2013). The use of the 300 microsecond 1064 nm Nd:YAG laser in the treatment of keloids	<i>Retrospective study</i>	Pada kelompok pasien yang mendapatkan laser Nd:Yag ditemukan efektivitas perbaikan klinis sebesar 36%.
Er:Yag 1550 nm, fractional nonablative		
Gokalp H. (2017). Evaluation of nonablative fractional laser treatment in scar reduction	<i>Retrospective study</i>	Penelitian ini melaporkan efektivitas perbaikan klinis sebesar 25% pada subjek penelitian.
Lin J.Y., Warger W.C., Izikson L., Anderson R.R., Tannous Z. (2011). A prospective, randomized controlled trial on the efficacy of fractional photothermolysis on scar remodeling	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Penelitian menemukan adanya efektivitas perbaikan klinis pada 25% subjek. Subjek melaporkan perbaikan klinis yang secara subjektif lebih baik pada yang menerima laser Er:Yag <i>low density</i> . Secara umum ditemukan perbaikan skor eritma dari 2,2 menjadi 1,2 dan skor pigmentasi dari 1,5 menjadi 0,93 dalam skala 0-3
Niwa A.B.M., Mello A.P.F., Torezan L.A., Osorio N. (2009). Fractional Photothermolysis for the Treatment of Hypertrophic Scars: Clinical Experience of Eight Cases	<i>Retrospective study</i>	Penelitian ini menemukan bahwa terjadi efektivitas perbaikan klinis pada 37,5% subjek yang diberikan perlakuan.
Er:Yag 2940 nm, fractional nonablative and pulsed		
Choi J.E., Oh G.N., Kim J.Y., Seo S.H., Ahn H.H., Kye Y.C. (2014). Ablative fractional laser treatment for hypertrophic scars: comparison between Er:YAG and CO2 fractional lasers	<i>Prospective Study</i>	Penelitian menemukan bahwa keberhasilan terapi sebesar 25% dengan penurunan <i>Vancouver scar scale</i> dari 6,38 menjadi 4,69; perubahan skor eritema dari 2,4 menjadi 1,15 dan tinggi skar dari 2,8 menjadi 1,39
Kwon S.D., Kye Y.C. (2000). Treatment of scars with a pulsed Er:YAG laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan bahwa angka keberhasilan terapi laser Er:Yag pada skar hipertrofik adalah 75%
Wagner J.A., Paasch U., Bodendorf M., Simon J.C., Grunewald S. (2011). Treatment of keloids and hypertrophic scars with the triple-mode Er:YAG laser: A pilot study	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Penelitian menemukan bahwa terjadi perbaikan klinis ditandai dengan penurunan VSS dari 4,4 menjadi 1,2; penurunan skor eritema dari 1,6 menjadi 0,4 (dalam skor 0-3 S), skor tinggi lesi dari 1,2 menjadi 0,2 (dalam skor 0-3 S) dan perubahan pliabilitas dari 1,6 menjadi 0,6 (dalam skor 0-3 S).
Laser CO₂ 10600 nm, fractional		
Makboul M., Makboul R., Abdelhafez A.H.K., Hassan S.S., Youssif S.M. (2014). Evaluation of the effect of fractional CO ₂ laser on histopathological picture and TGF-β1 expression in hypertrophic scar	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan perbaikan klinis ditandai dengan perubahan skor VSS dari 7,75 menjadi 5,28
Lei Y., Li S.F., Yu Y.L., Tan J., Gold M.H. (2017). Clinical efficacy of utilizing Ultrapulse CO ₂ combined with fractional CO ₂ laser for the treatment of hypertrophic scars in Asians—A prospective clinical evaluation.	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan bahwa terjadi perbaikan klinis pada pasien bila dibandingkan dengan sebelum perlakuan ditandai dengan penurunan skor VSS dari 9,35 menjadi 3,12 pada pemantauan terakhir.

Tawfic S.O., El-Tawdy A., Shalaby S., Foad A., Shaker O., Syaed S.S., Metwally D. (2020). Evaluation of Fractional CO ₂ Versus Long Pulsed Nd:YAG Lasers in Treatment of Hypertrophic Scars and Keloids: A Randomized Clinical Trial	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Penelitian ini melaporkan keberhasilan terapi sebesar 51% pada subjek yang mendapatkan laser CO ₂
Poetschke J., Dornseifer U., Clementoni M.T., Reinholz M., Schwaiger H., Steckmeier S., Ruzicka T., Gauglitz G.G. (2017). Ultrapulsed fractional ablative carbon dioxide laser treatment of hypertrophic burn scars: evaluation of an in-patient controlled, standardized treatment approach.	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan perbaikan klinis ditandai dengan penurunan skor VSS dari 6,8 menjadi 2,2 dan komponen VSS (eritema: dari 1,1 menjadi 0,1; pigmentasi: dari 1,2 menjadi 0,3; tinggi lesi dari 1,3 menjadi 0,5; dan pliabilitas dari 3,2 menjadi 1,3). Penelitian ini juga menemukan perbaikan skor POSAS baik skor P (dari 35,2 menjadi 26) dan skor O (dari 23,6 menjadi 13,3).
Qu L., Liu A., Zhou L., He C., Grossman P.H., Moy R.I., Mi Q.S., Ozog D. (2012). Clinical and molecular effects on mature burn scars after treatment with a fractional CO ₂ laser	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini melaporkan perbaikan klinis yang ditandai dengan penurunan skor VSS dari 8,6 menjadi 5. Selain itu, penelitian ini juga melaporkan perbaikan skor POSAS yakni penurunan skor P dari 41,2 menjadi 24,1 dan skor O dari 33,8 menjadi 19,4
Żądkowski T., Nachulewicz P., Mazgaj M., Wozniak M., Cielecki C., Wieczorek A.P., Ben-Skowronek I. (2016). A new CO ₂ laser technique for the treatment of pediatric hypertrophic burn scars: An observational study	<i>Prospective Study</i>	Penelitian ini menemukan perbaikan klinis ditandai dengan perbaikan skor VSS dari 7,17 menjadi 3,26. Perbaikan juga ditemukan pada semua komponen VSS yakni eritema (dari 0,57 menjadi 0,17), pigmentasi (dari 2,32 menjadi 1,56), tinggi lesi (dari 1,82 menjadi 1), dan pliabilitas (dari 2 menjadi 1.06)

Berdasarkan Tabel 1, total populasi adalah 779 subjek, dengan perempuan 60% lebih banyak dibanding laki-laki, rentang usia 27-53 tahun. Etiologi skar hipertrofik dan keloid yang terbanyak pada penelitian adalah akibat trauma dan pembedahan, selain itu akne dan luka bakar. Penelitian dengan PDL 585nm diterima hasil berupa rata-rata angka keberhasilan 75% dengan 22% perbaikan eritema, 12% perburukan pigmentasi, pengurangan tinggi lesi 37%, dan perbaikan konsistensi skar 41%. Pada penelitian yang menggunakan laser PDL 595nm dilaporkan rerata angka keberhasilan 44% disertai perbaikan eritema 11% dan pengurangan tinggi lesi 19%. Pada penelitian yang menggunakan laser Nd:Yag 1064 nm, *long pulsed* ditemukan rerata angka keberhasilan 47,4% disertai perbaikan eritema 77%, pigmentasi 11%, pengurangan tinggi lesi 43%, dan perbaikan konsistensi skar 67%. Pada penelitian yang menggunakan laser Er:Yag 1550 nm, *fractional nonablative* dilaporkan rerata angka keberhasilan 29,1% disertai perbaikan eritema 45% dan pigmentasi 38%. Sedangkan pada penelitian yang menggunakan laser Er:Yag 2940 nm, *fraction nonablative and pulsed* dilaporkan rerata angka keberhasilan 50% disertai perbaikan eritema 63%, pengurangan tinggi lesi 66% dan perbaikan konsistensi skar 62%. Dari 6 penelitian dengan laser CO₂ ditemukan rerata angka keberhasilan 51% disertai perbaikan eritema 80%, pigmentasi 54%, pengurangan tinggi lesi 54%, dan perbaikan konsistensi skar 53%.

PEMBAHASAN

Penyembuhan luka merupakan proses yang kompleks, terdiri dari 3 fase yaitu fase inflamasi, proliferasi, dan *remodeling* (Limandjaja et al., 2021). Interaksi dari fase tersebut menghasilkan sintesis kolagen untuk penyembuhan luka. Skar hipertrofik dan

keloid merupakan abnormalitas penyembuhan luka akibat gangguan keseimbangan deposisi dan degradasi protein matriks ekstraselular, serta hipervaskularisasi (Tripathi et al., 2020). Keduanya memiliki dampak negatif psikososial pasien akibat gangguan estetika dan fungsi sehingga menurunkan kualitas hidup pasien (Grabowski et al., 2020).

Prevalensi keloid tinggi pada populasi Afrika, Afrika-Amerika, Spanyol, dan Asia dengan insiden berkisar 4-16% (Elsaie, 2021). Insiden skar hipertrofik lebih tinggi dibanding keloid, namun belum terdapat data epidemiologi skar hipertrofik. Insiden skar hipertrofik hanya didapatkan berkisar 40%-70% pasca bedah dan hingga 91% pasca luka bakar. Prevalensi skar hipertrofik dan keloid sama antara laki-laki dan perempuan. Pada tinjauan sistematis ini ditemukan bahwa keloid dan skar hipertrofik lebih banyak ditemukan pada perempuan dibanding laki-laki (60% berbanding 40%). Temuan ini berbeda dengan dengan temuan pada populasi di China yang menemukan bahwa skar hipertrofik lebih banyak ditemukan pada pria dibanding wanita (Liu et al., 2023). Sebuah sistematis review oleh Elsaie menyimpulkan bahwa tidak ada predominasi jenis kelamin tertentu pada kasus skar hipertrofik atau keloid (Elsaie, 2021).

Strategi terbaik dalam terapi skar hipertrofik dan keloid adalah pencegahan. Pencegahan skar hipertrofik dan keloid dengan menghindari faktor risiko yaitu mengurangi inflamasi memanjang yang menimbulkan abnormalitas proses penyembuhan luka. Terapi skar hipertrofik dan keloid mengacu pada aspek patogenesis, mulai dari fase inflamasi hingga *remodelling* pada proses penyembuhan luka. Beragam modalitas tersedia sebagai terapi skar hipertrofik dan keloid, namun hingga saat ini belum terdapat standar baku emas (Nischwitz et al., 2020). Tindakan laser merupakan salah satu cara mengobati skar hipertrofik dan keloid (Oosterhoff et al., 2021). Jenis laser yang semakin beragam memerlukan adanya panduan klinis pada penatalaksanaan skar hipertrofik dan keloid. Pada tinjauan sistematis, laser CO₂ fraksional disarankan digunakan untuk semua karakteristik skar, sedangkan laser Er YAG 2940nm disarankan untuk perbaikan eritema, ketebalan, dan konsistensi skar. Laser Nd YAG 1064nm lebih disarankan untuk perbaikan eritema dan memiliki hasil moderat dalam perbaikan konsistensi skar. *Pulse dye laser* (PDL) 585nm memiliki hasil moderat untuk perbaikan eritema, ketebalan, dan konsistensi skar.

Berdasarkan karakteristik skar, laser fraksional CO₂ 10600, Er:YAG 2940 nm dan Nd YAG 1064nm menunjukkan hasil lebih baik untuk mengurangi kondisi eritema pada skar hipertrofik dan keloid. Penelitian Manuskitatti dkk tahun 2001, *Pulse dye laser* (PDL) memiliki target spesifik berupa oksihemoglobin sehingga dapat mengurangi eritema pada skar hipertrofik dan keloid (Nischwitz et al., 2020).

Pulse dye laser (PDL) bekerja mendestruksi pembuluh darah kecil pada kulit sehingga mengurangi asupan oksigen dan terjadi hipoksemia jaringan (Nischwitz et al., 2020). PDL terutama dimanfaatkan untuk skar eritematosa untuk mengurangi pertumbuhan skar. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Deng et al., ditemukan bahwa walaupun tidak terjadi penurunan ketebalan skar pada kelompok yang mendapatkan terapi PDL, tidak terjadi peningkatan ukuran sebagaimana yang terjadi pada kelompok kontrol (Deng et al., 2021). Pada tinjauan sistematis, eritema juga berkurang dengan PDL 585nm dengan rerata empat sampai lima sesi. Laser fraksional CO₂ 10600 nm menunjukkan efek pengurangan pigmentasi terbaik dibanding laser lain. Studi menemukan bahwa penggunaan laser CO₂ menunjukkan hasil pengurangan pigmentasi secara signifikan. Pada tinjauan sistematis, terjadi pengurangan pigmentasi sebesar 38% dilihat dari perhitungan karakteristik skar. Tinggi skar atau ketebalan pada skar hipertrofik dan keloid sangat berkurang pada semua kelompok penelitian, dengan laser Er:YAG 2940nm dan laser fraksional CO₂ menunjukkan pengurangan terbaik. Berbagai alat digunakan untuk mengukur tinggi skar, yaitu skala 0–3, *dial caliper*, dan

ultrasonografi. Konsistensi skar hipertrofik dan keloid menjadi lebih lunak pada sebagian besar kelompok penelitian, dengan laser Er:YAG 2940nm, CO₂ 10.600 nm. *Vancouver scar scale* (VSS), skala 0-3, skala 0-4 dan *cutometer* digunakan untuk mengukur konsistensi skar.

Laser Nd:YAG 1064 nm *long pulsed* bekerja cukup baik mengurangi eritema dan konsistensi skar. Laser Nd:YAG memiliki daya absorpsi terhadap oksihemoglobin dan mengurangi vaskularisasi sehingga menurunkan kadar sitokin atau faktor pertumbuhan jaringan, kemudian meningkatkan deposisi kolagen (Ogawa, 2020). Penelitian menemukan bahwa laser Nd:YAG 1064nm *long pulsed* kurang efektif pada skar hipertrofik dan keloid di lokasi tubuh yang mengalami peregangan terus menerus (Ogawa, 2020). Penelitian Ramadan dkk tahun 2021 menggunakan Nd:Yag 1064 nm terdapat 45% rekurensi dalam 6 bulan (Ramadan et al., 2021). Pada tinjauan sistematik ini lokasi skar hipertrofik dan keloid terdapat pada wajah, tubuh, ekstremitas, dan daun telinga sehingga rerata keberhasilan terapi hanya mencapai 47%.

Laser Er:Yag 1550nm memiliki hasil cukup baik mengurangi eritema dan pigmentasi walaupun tidak sebaik laser lain. Laser Er:Yag 1550nm ditemukan secara signifikan mengurangi eritema dan pigmentasi pada skar hipertrofik dan keloid. Laser Er:YAG 1550nm bekerja serupa dengan laser ablatif *fractional*. Laser Er:YAG bekerja dengan menarget pada molekul air yang menyebabkan perubahan jaringan secara local, termasuk diantaranya remodeling kolagen, peningkatan faktor pertumbuhan fibroblast dan penurunan TGF- β (Betarbet & Blalock, 2020).

Laser ablatif CO₂ 10.600 nm *fractional* memiliki hasil yang baik untuk mengurangi eritema, pigmentasi, ketebalan, dan konsistensi pada skar hipertrofik dan keloid. Penggunaan laser Er:YAG 2940nm ditemukan dapat mengurangi eritema, ketebalan dan perbaikan konsistensi skar hipertrofik dan keloid namun tidak memperbaiki pigmentasi yang terjadi. Pada tinjauan sistematik, laser Er:Yag 2940nm disarankan untuk mengurangi eritema, tinggi dan konsistensi skar. Laser ablatif CO₂ 10.600 nm *fractional* dan Er:YAG 2940 nm bekerja dengan menghancurkan area kecil pada kulit dengan energi panas sehingga terbentuk *microthermal zone* (MTZ) (Betarbet & Blalock, 2020).

Perbedaan utama antara laser CO₂ dan laser Er:YAG adalah kecepatan koagulasi dan hemostasis, laser CO₂ 10 kali lebih efektif. Laser ablatif *fractional* terbukti menyebabkan penurunan pada prokolagen tipe I dan III, matriks *metalloproteinase* (MMP)-1, TGF- β dan ekspresi miRNA yang berperan pada pembentukan skar hipertrofik dan keloid (Clementoni & Azzopardi, 2020). Penggunaan laser ablatif *fractional* dapat membentuk MAZ, berperan sebagai *laser assisted drug delivery* (LADD) untuk meningkatkan potensi penetrasi agen topical (Truong et al., 2022). Penelitian terbaru menunjukkan efektivitas terapi kombinasi menggunakan laser dan triamsinolon lebih baik dibanding monoterapi untuk terapi skar hipertrofik dan keloid (Wang et al., 2020)

Pada tinjauan ini kami tidak melakukan meta analisis antara modalitas terapi tidak dapat dilakukan karena heterogenitas yang besar baik jenis laser, karakteristik pasien, dan alat ukur yang digunakan. Respons terapi memiliki hasil bervariasi akibat perbedaan waktu pemantauan. Tinjauan sistematik ini bertujuan untuk mengevaluasi efek karakteristik skar tertentu, tetapi tidak semua data terlampir di dalam penelitian. Sebagian besar penelitian dalam tinjauan sistematik menilai skar hanya memanfaatkan perbaikan klinis subjektif secara keseluruhan menggunakan kategori perbaikan 0-25%, 26-50%, 51-75%, dan 76-100%.

SIMPULAN

Penelitian ini menemukan sebanyak 28 penelitian yang membahas penggunaan

laser pada skar hipertrofik dan keloid. Sebagai simpulan, *Pulse Dye laser* (PDL) 585 nm memiliki hasil rerata keberhasilan terapi terbesar secara umum sebagai tatalaksana skar hipertrofik dan keloid. Laser fraksional CO₂ 10.600 nm, laser Er:YAG 2940 nm, dan Nd:YAG 1064nm menghasilkan perbaikan terbesar di semua karakteristik skar(eritema, pigmentasi, ketebalan dan konsistensi).

SARAN

Penelitian RCT, studi prospektif, karakteristik tentang skar hipertrofik dan keloid lanjutan diperlukan untuk mengkonfirmasi penelitian ini. Tinjauan sistematik ini merekomendasikan pengukuran subjektif berupa VSS dan POSAS. Pengukuran objektif, direkomendasikan *spectrometer* untuk mengukur eritema dan pigmentasi, ketinggian/ketebalan dengan *dial caliper* dan *cutometer* untuk konsistensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Barone, N., Safran, T., Vorstenbosch, J., Davison, P. G., Cugno, S., & Murphy, A. M. (2021). Current Advances in Hypertrophic Scar and Keloid Management. *Seminars in Plastic Surgery*, 35(3), 145–152. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731461>
- Betarbet, U., & Blalock, T. W. (2020). Keloids: A Review of Etiology, Prevention, and Treatment. *The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 13(2), 33–43. <https://jcadonline.com/keloids-scars-treatment-review/>
- Clementoni, M. T., & Azzopardi, E. (2020). Minimally Invasive Technologies for Treatment of HTS and Keloids: Fractional Laser. In *Textbook on Scar Management* (pp. 279–285). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44766-3_33
- Deng, H., Tan, T., Luo, G., Tan, J., & Li-Tsang, C. W. P. (2021). Vascularity and Thickness Changes in Immature Hypertrophic Scars Treated with a Pulsed Dye Laser. *Lasers in Surgery and Medicine*, 53(7), 914–921. <https://doi.org/10.1002/lsm.23366>
- Elsaie, M. L. (2021). Update on Management of Keloid and Hypertrophic Scars: A systemic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(9), 2729–2738. <https://doi.org/10.1111/jocd.14310>
- Grabowski, G., Pacana, M. J., & Chen, E. (2020). Keloid and Hypertrophic Scar Formation, Prevention, and Management: Standard Review of Abnormal Scarring in Orthopaedic Surgery. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 28(10), e408–e414. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00690>
- Lemperle, G., Schierle, J., Kitoga, K. E., Kassem-Trautmann, K., Sachs, C., & Dimmler, A. (2020). Keloids: Which Types Can Be Excised without Risk of Recurrence? A New Clinical Classification. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 8(3), e2582. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000002582>
- Limandjaja, G. C., Niessen, F. B., Scheper, R. J., & Gibbs, S. (2021). Hypertrophic Scars and Keloids: Overview of the Evidence and Practical Guide for Differentiating between These Abnormal scars. *Experimental Dermatology*, 30(1), 146–161. <https://doi.org/10.1111/exd.14121>
- Liu, A.-H., Sun, X.-L., Liu, D.-Z., Xu, F., Feng, S.-J., Zhang, S.-Y., Li, L.-Z., Zhou, J.-L., Wang, Y.-T., Zhang, L., Lin, X., Gao, S.-B., Yue, X., Liu, X.-M., Jin, G.-H., & Xu, B. (2023). Epidemiological and Clinical Features of Hypertrophic Scar and Keloid in Chinese College Students: A University-Based Cross-Sectional Survey. *Heliyon*, 9(4), e15345. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15345>
- Nischwitz, S. P., Lumenta, D. B., Spindel, S., & Kamolz, L.-P. (2020). Minimally Invasive Technologies for Treatment of HTS and Keloids: Pulsed-Dye Laser. In *Textbook on Scar Management* (pp. 263–269). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44766-3_31
- Ogawa, R. (2020). Long-Pulsed 1064 nm Nd:YAG Laser Treatment for Keloids and Hypertrophic Scars. In *Textbook on Scar Management* (pp. 271–278). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44766-3_32
- Oosterhoff, T. C. H., Beekman, V. K., van der List, J. P., & Niessen, F. B. (2021). Laser Treatment of Specific Scar Characteristics in Hypertrophic Scars and Keloid: A

- Systematic Review. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 74(1), 48–64. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.08.108>
- Ramadan, H., Saber, M., Salah, M., & Samy, N. (2021). The Effectiveness of Long Pulsed Nd:YAG Laser Alone for Treatment of Keloids and Hypertrophic Scars versus Its Combination with Bleomycin. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(12), 3899–3906. <https://doi.org/10.1111/jocd.14509>
- Sahib, N. H., Al-hattab, M. K., Ahmed Fakhry, F., & Jara Atiyah, I. (2020). The Role of Fractional CO₂ Laser in Treatment of Keloid and Hypertrophic Scar used Alone and in Combination with Intralesional Steroids. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14(3), 1576–1581. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v14i3.10638>
- Tawaranurak, N., Pliensiri, P., & Tawaranurak, K. (2022). Combination of Fractional Carbon Dioxide Laser and Topical Triamcinolone vs Intralesional Triamcinolone for Keloid Treatment: A Randomised Clinical Trial. *International Wound Journal*, 19(7), 1729–1735. <https://doi.org/10.1111/iwj.13775>
- Tripathi, S., Soni, K., Agrawal, P., Gour, V., Mondal, R., & Soni, V. (2020). Hypertrophic Scars and Keloids: a Review and Current Treatment Modalities. *Biomedical Dermatology*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s41702-020-00063-8>
- Truong, K., Prasadha, I., & Wain, T. (2022). A Systematic Review of Randomised Controlled Trials Investigating Laser Assisted Drug Delivery for The Treatment of Keloid and Hypertrophic Scars. *Lasers in Medical Science*, 37(1), 47–59. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03296-z>
- Wang, J., Wu, J., Xu, M., Gao, Q., Chen, B., Wang, F., & Song, H. (2020). Combination Therapy of Refractory Keloid with Ultrapulse Fractional Carbon Dioxide (CO₂) Laser and Topical Triamcinolone in Asians--Long-Term Prevention of Keloid Recurrence. *Dermatologic Therapy*, 33(6). <https://doi.org/10.1111/dth.14359>