

EFEKTIVITAS TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION (TENS) DALAM MENGURANGI NYERI PADA PASIEN LUKA BAKAR: TINJAUAN LITERATUR

Maria Emilia¹, Syani Mustika Rehalat², Dewi Aprillya Sekararum³, Syavina Nurameylia⁴, Dini Nur Alpiyah⁵

Program Studi D4 Fisioterapi, Universitas Binawan

E-mail: mariaemilia9780@gmail.com¹, syanirehalat04@gmail.com²,
dewiaprillyasekararum@gmail.com³, syavinanrmylia05@gmail.com⁴, dinialviah@binawan.ac.id⁵

Abstrak

Nyeri akibat luka bakar merupakan salah satu tantangan utama dalam praktik klinis, karena dapat menghambat proses penyembuhan, menurunkan kualitas hidup pasien, serta meningkatkan kebutuhan akan analgesic drugs, termasuk opioids yang berisiko menimbulkan ketergantungan. Dalam upaya mencari terapi non-farmakologis yang efektif, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) telah banyak diteliti sebagai alternatif manajemen nyeri. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis efektivitas TENS dalam mengurangi nyeri pada pasien luka bakar, serta mengevaluasi manfaat tambahan lain yang mungkin timbul. Metode yang digunakan adalah tinjauan pustaka dari 30 artikel penelitian yang dipublikasikan dalam 5 tahun terakhir, yang melibatkan studi kuantitatif maupun kualitatif mengenai penggunaan TENS pada kasus luka bakar. Hasil kajian menunjukkan bahwa TENS secara konsisten mampu menurunkan intensitas nyeri baik akut maupun kronis, mempercepat proses penyembuhan luka, meningkatkan fungsi fisiologis seperti kekuatan otot dan mobilitas diafragma, serta berkontribusi dalam pengurangan kecemasan dan peningkatan kenyamanan pasien. Beberapa studi juga mencatat bahwa kombinasi TENS dengan terapi lain, seperti manual therapy dan virtual reality, dapat memberikan hasil yang lebih optimal. Efek samping yang dilaporkan minimal dan tidak signifikan secara klinis. Dengan demikian, TENS layak dipertimbangkan sebagai bagian dari intervensi multimodal dalam manajemen nyeri luka bakar. Penelitian lebih lanjut tetap diperlukan untuk standarisasi protokol terapi dan analisis jangka panjang.

Kata Kunci: Efektivitas, Luka Bakar, Nyeri, Terapi Non-Farmakologis, TENS

Article history

Received: Mei 2025

Reviewed: Mei 2025

Published: Mei 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :

10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, yang lebih dikenal dengan singkatan *TENS*, merupakan salah satu metode terapi non-invasif yang semakin banyak digunakan dalam bidang medis, khususnya dalam manajemen nyeri. Secara umum, nyeri adalah suatu pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan, yang dapat disebabkan oleh berbagai kondisi

kesehatan, termasuk luka bakar (Leap, 2025). Luka bakar sendiri merupakan cedera pada jaringan tubuh akibat paparan panas, listrik, bahan kimia, radiasi, atau faktor lainnya, yang dapat menyebabkan kerusakan kulit serta jaringan di bawahnya. Nyeri pada pasien luka bakar sering kali sangat intens dan menjadi salah satu keluhan utama yang mempengaruhi kualitas hidup pasien, selain risiko komplikasi fisik dan psikologis lainnya (Chan et al., 2024).

Pengelolaan nyeri pada pasien luka bakar merupakan tantangan besar dalam dunia kesehatan karena nyeri tersebut bersifat multifaktorial dan dapat bersumber dari berbagai mekanisme, mulai dari nyeri akut akibat kerusakan jaringan sampai nyeri kronis yang berhubungan dengan proses penyembuhan dan kerusakan saraf. Penanganan nyeri yang efektif sangat penting untuk mempercepat proses pemulihan, meningkatkan mobilitas, serta mengurangi stres dan kecemasan yang dialami pasien. Namun, penggunaan obat-obatan analgesik, terutama opioid, sering kali menimbulkan efek samping seperti ketergantungan, toleransi, serta gangguan fungsi organ. Oleh karena itu, alternatif pengelolaan nyeri yang lebih aman dan efektif sangat diperlukan (Bracciano, 2024).

TENS muncul sebagai salah satu inovasi teknologi medis yang menawarkan solusi non-farmakologis untuk mengurangi nyeri pada pasien luka bakar. Metode ini menggunakan arus listrik berfrekuensi rendah yang dialirkan melalui elektroda yang ditempelkan pada kulit di area sekitar luka atau jalur saraf yang relevan (Ali et al., 2022). Prinsip kerja *TENS* didasarkan pada teori *gate control* nyeri yang diajukan oleh Melzack dan Wall, di mana stimulasi listrik tersebut dapat menutup “pintu gerbang” sinyal nyeri pada sumsum tulang belakang, sehingga mengurangi persepsi nyeri yang sampai ke otak. Selain itu, *TENS* juga merangsang pelepasan zat-zat neurotransmitter seperti endorfin yang berfungsi sebagai analgesik alami tubuh (Sharma & Gupta, 2022).

Keunggulan *TENS* dalam pengurangan nyeri luka bakar tidak hanya terletak pada efektivitasnya, tetapi juga pada keamanan penggunaannya yang minim efek samping, kemudahan aplikasi, serta kemampuannya untuk digunakan sebagai terapi tambahan bersama pengobatan konvensional (Wang et al., 2024). Berbagai penelitian klinis telah menunjukkan bahwa penggunaan *TENS* dapat menurunkan intensitas nyeri, mengurangi kebutuhan obat analgesik, serta memperbaiki kualitas tidur dan fungsi fisik pasien. Hal ini tentu sangat penting karena nyeri yang terkendali dapat meningkatkan kepatuhan pasien terhadap terapi rehabilitasi dan mempercepat proses penyembuhan luka (Chowdhury et al., n.d.).

Penerapan *TENS* dalam pengelolaan nyeri pada pasien luka bakar juga memerlukan pendekatan yang cermat dan personalisasi terapi sesuai kondisi individu. Faktor-faktor seperti lokasi luka, tingkat keparahan nyeri, dan respons pasien terhadap stimulasi listrik harus diperhatikan agar terapi dapat memberikan manfaat optimal. Selain itu, edukasi dan pelatihan bagi tenaga medis dan pasien mengenai teknik pemasangan elektroda, durasi, dan frekuensi penggunaan *TENS* sangat diperlukan untuk menghindari komplikasi serta meningkatkan efektivitas terapi (Solinsky et al., 2024).

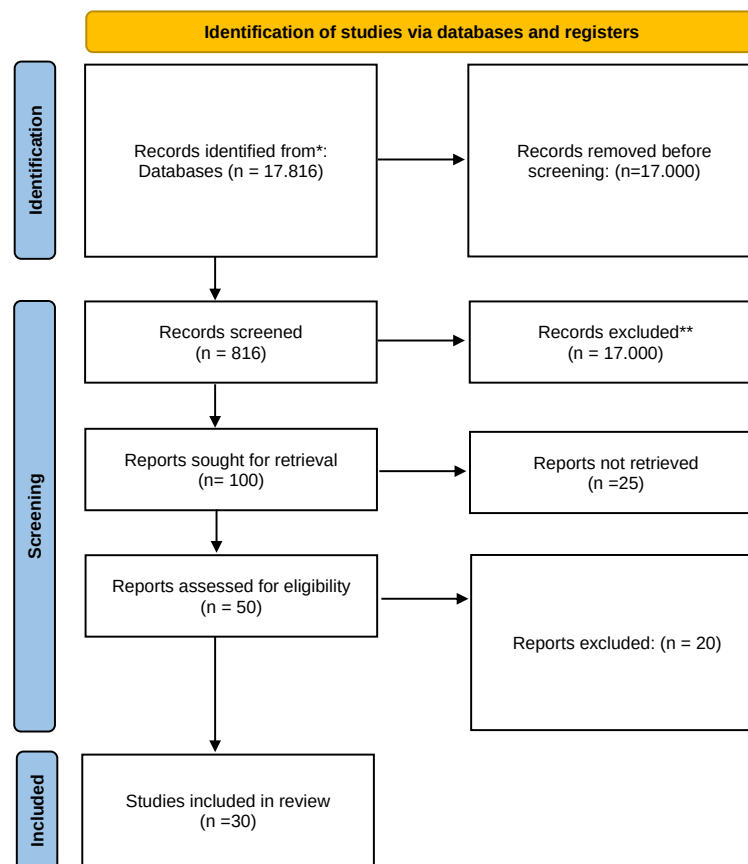
Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) adalah sebuah metode terapi nyeri yang inovatif dan efektif, yang secara khusus bermanfaat dalam mengurangi nyeri pada pasien luka bakar (Cho et al., 2023). Dengan pendekatan yang non-invasif, aman, dan mudah diterapkan, *TENS* berperan penting dalam manajemen nyeri modern, membuka harapan baru bagi pasien untuk mendapatkan kualitas hidup yang lebih baik selama proses penyembuhan luka bakar. Pengembangan dan penelitian lebih lanjut di bidang ini sangat diharapkan untuk meningkatkan pemahaman dan aplikasi *TENS* secara lebih luas dan optimal di masa depan (Yin et al., 2025).

Nyeri yang dialami oleh pasien luka bakar merupakan salah satu tantangan terbesar dalam penanganan klinis, karena nyeri ini tidak hanya bersifat intens dan kronis, tetapi juga berkontribusi pada gangguan psikologis, keterbatasan mobilitas, serta penurunan kualitas hidup secara keseluruhan. Meskipun telah tersedia berbagai metode pengelolaan nyeri, termasuk penggunaan obat analgesik seperti opioid dan non-steroid anti-inflammatory drugs (NSAIDs),

pengobatan tersebut sering kali memiliki keterbatasan, seperti efek samping yang signifikan dan potensi ketergantungan. Oleh karena itu, penggunaan terapi non-farmakologis seperti *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) menjadi alternatif yang menjanjikan. Namun, permasalahan utama yang muncul adalah kurangnya konsistensi dan keseragaman dalam bukti ilmiah mengenai efektivitas TENS pada pasien luka bakar, terutama mengingat variabilitas respons nyeri antar individu serta perbedaan protokol terapi yang digunakan dalam berbagai penelitian. Dari sini, tujuan utama kajian ini adalah untuk mengevaluasi secara sistematis efektivitas TENS dalam mengurangi nyeri pada pasien luka bakar, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hasil terapi agar dapat memberikan rekomendasi yang lebih tepat bagi praktik klinis. Lebih jauh, terdapat *research gap* yang signifikan terkait dengan studi longitudinal yang menilai durasi efek analgesik TENS serta optimalisasi parameter stimulasi seperti frekuensi dan durasi aplikasi, yang hingga kini masih belum terjawab secara komprehensif. Selain itu, banyak studi yang hanya fokus pada nyeri akut, sementara data mengenai nyeri kronis pasca penyembuhan luka bakar masih sangat terbatas. Urgensi dari penelitian ini sangat tinggi mengingat tingginya angka kejadian luka bakar di berbagai negara dan dampak negatif nyeri yang berkepanjangan terhadap pemulihan pasien, baik secara fisik maupun mental. Dengan memperkuat bukti ilmiah mengenai efektivitas TENS, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada obat-obatan dan memberikan alternatif terapi yang aman, efektif, dan terjangkau bagi pasien luka bakar di seluruh dunia. Selain itu, pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme kerja dan parameter optimal terapi TENS juga dapat membuka peluang pengembangan teknologi baru yang lebih efisien dalam manajemen nyeri.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah *literature review* dengan pendekatan sistematis, yang melibatkan analisis terhadap 30 artikel ilmiah relevan yang telah dipublikasikan dalam rentang waktu tahun 2021 hingga 2025. Pendekatan sistematis ini diterapkan untuk memastikan pemilihan studi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi secara ketat, sehingga menghasilkan sintesis data yang komprehensif dan objektif mengenai efektivitas *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) dalam mengurangi nyeri pada pasien luka bakar. Proses pencarian literatur dilakukan melalui database akademik terkemuka, dengan penggunaan kata kunci yang spesifik dan relevan untuk memperoleh studi terbaru dan terpercaya. Selain itu, analisis kritis terhadap metodologi dan hasil penelitian dari tiap artikel juga dilakukan untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, serta potensi bias, sehingga dapat memberikan gambaran yang akurat dan mendalam mengenai topik yang dikaji.



Gambar 1. PRISMA Flow Diagram

HASIL dan PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Literature Review

N o	Penulis & Tahun	Permasalahan	Tujuan	Metode	Variabel	Hasil Utama
1	(Edwick et al., 2025)	Lama penyembuhan luka bakar akut yang memperberat komplikasi	Mengevaluasi manfaat stimulasi listrik (ES) pada percepatan penyembuhan luka bakar akut	Systematic Review (4 RCTs, 143 peserta)	Waktu penyembuhan luka, edema, infeksi	ES mengurangi waktu penyembuhan sebesar 36% (2,6 hari), menurunkan edema dan infeksi, sebagai pelengkap perawatan luka bakar rutin
2	(Ali et al., 2022)	Gangguan fungsi paru dan mobilitas diafragma akibat inhalasi luka bakar	Menilai efek Acu-TENS pada fungsi paru dan mobilitas diafragma	Double-blind RCT (40 pria dewasa)	FVC, FEV1, mobilitas diafragma, dyspnea	Acu-TENS signifikan meningkatkan fungsi paru dan mobilitas diafragma dibanding kontrol ($p < 0,05$)
3	(Yoshida et al., 2022)	Efektivitas program terapi tangan pada pasien luka bakar	Menilai efektivitas terapi tangan berdasar kerangka ICF pada fase penyembuhan luka bakar	Systematic Review (16 artikel)	Kondisi kesehatan, fungsi tubuh, aktivitas, partisipasi	Terapi tangan efektif pada fase akut dan konvalesen di berbagai domain ICF, tapi hanya fungsi tubuh di fase kronis
4	(Shaikh et al., 2022)	<i>Physical therapy interventions</i> pada pasien luka bakar akibat cedera listrik	Menilai efektivitas <i>TENS</i> dan latihan penguatan untuk mengurangi nyeri dan mempercepat pemulihan fungsi	Studi kasus pada pasien luka bakar akibat cedera listrik	Penggunaan <i>TENS</i> , latihan penguatan, nyeri, fungsi motorik dan sensorik	<i>TENS</i> efektif mengurangi nyeri dan meningkatkan fungsi anggota tubuh yang terkena luka bakar
5	(Bele et al., 2021)	Peran fisioterapi pada luka bakar (<i>dagdha</i>)	Mengkaji penggunaan <i>TENS</i> sebagai terapi analgesik tambahan untuk pasien luka bakar	Review literatur	Efektivitas <i>TENS</i> , pengurangan nyeri pada luka bakar	<i>TENS</i> dapat digunakan sebagai alternatif atau pelengkap terapi analgesik pada luka bakar
6	(Santuzzi et al., 2024)	Nyeri dan pruritus pada bekas luka bakar	Menilai terapi non-invasif (massage, laser, shockwave) pada nyeri dan pruritus	Systematic Review (15 RCTs, 780 peserta)	Intensitas nyeri dan pruritus, elastisitas dan vaskularisasi luka	Massage, laser, shockwave efektif mengurangi nyeri dan pruritus, namun efek elastisitas dan vaskularisasi kurang jelas
7	(Lee et al., 2022)	Terapi scrambler dan <i>electrocutaneous nerve stimulation</i> untuk nyeri	Membandingkan efektivitas terapi <i>TENS</i> dan scrambler therapy pada	Double-blinded RCT	Intensitas nyeri neuropatik pada pasien luka bakar	Kedua terapi efektif, tapi scrambler therapy menunjukkan sedikit hasil

		neuropatik pasca luka bakar	nyeri neuropatik pasca luka bakar			lebih baik secara statistik
8	(Gunawarden a et al., 2023)	Faktor neural dalam pruritus dan nyeri neuropatik pasca luka bakar	Meninjau faktor neural yang berperan pada pruritus dan nyeri neuropatik setelah luka bakar	Review naratif	Mediator neural, pruritus, nyeri neuropatik setelah luka bakar	Neural mediators penting dalam pengembangan nyeri dan gatal pada luka bakar
9	(Marafioti et al., 2025)	Regenerasi jaringan dan fungsi motorik pada bekas luka bakar berat	Menilai terapi gabungan medan elektromagnetik , stimulasi listrik, dan vacuum	Case Study (1 pasien wanita)	Regenerasi jaringan, neo-angiogenesis, mobilitas	Terapi kombinasi mempercepat regenerasi jaringan dan meningkatkan fungsi motorik hingga pasien berhenti menggunakan alat bantu jalan
10	(Rassu et al., 2022)	Manajemen nyeri kronis pasca luka bakar	Membandingkan efektivitas program swamanajemen daring	Randomized Controlled Trial	Nyeri kronis, gangguan psikososial	Program daring efektif mengurangi nyeri kronis dan meningkatkan kesehatan mental pasien pasca luka bakar
11	(Goh et al., 2024)	Tantangan dalam pengelolaan luka bakar dan keterbatasan dressing tradisional	Menjelajahi potensi hidrogel sebagai sistem pengiriman obat transdermal untuk luka bakar	Review literatur	Hidrogel, Pengiriman obat, Penyembuhan luka bakar	Hidrogel dengan jaringan polimer 3D memberikan lingkungan basah optimal dan membantu penetrasi obat, meski eschar menghambat efektivitas pada luka bakar dalam
12	(Klifto et al., 2021)	Nyeri neuropatik kronis pasca luka tangan	Menilai terapi multimodal termasuk TENS untuk nyeri neuropatik setelah luka bakar tangan	Studi observasional retrospektif	Intensitas nyeri neuropatik, fungsi tangan, penggunaan TENS dan terapi fisik	Kombinasi terapi termasuk TENS efektif menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi tangan
13	(Chen et al., 2021)	Sindrom bekas luka pasca luka bakar yang sulit diatasi dengan obat dan rehabilitasi konvensional	Menilai efektivitas aurikuloterapi pada pasien dengan sindrom bekas luka pasca luka bakar	Studi intervensi, 31 pasien	Skala nyeri, skala gatal, kualitas tidur, HRV	Stimulasi titik akupunktur aurikular menurunkan nyeri, gatal, dan gangguan tidur secara signifikan, meskipun efek tidak bertahan lama
14	(Kim et al., 2023)	Pruritus pasca luka bakar yang sulit dikendalikan dengan obat	Mengembangkan dan menilai terapi perkusi mandiri untuk	Studi pra-pasca, 100 pasien	Tingkat keparahan gatal, tingkat stres,	Terapi perkusi efektif mengurangi keparahan dan stres akibat

			mengelola pruritus		kepuasan terapi	pruritus, meningkatkan kepuasan pasien tanpa invasif
15	(Farhina, 2022)	Kurangnya penggunaan terapi cahaya inframerah pada korban luka bakar asam	Menilai efektivitas terapi cahaya inframerah pada penyembuhan luka bakar asam	Studi kasus	Penilaian luka, nyeri, fungsi leher	Terapi cahaya inframerah mempercepat penyembuhan seluler, mengurangi nyeri, dan meningkatkan mobilitas leher
16	(Khan et al., 2021)	Peradangan dan sepsis pada pasien luka bakar berat	Meninjau peran sumbu CNS-spleen dalam modulasi imun dan terapi luka bakar	Review sistematis	Modulasi imun, sumbu CNS-spleen, hiper-inflamasi	Modifikasi sumbu CNS-spleen dapat menyeimbangkan imun dan mengurangi komplikasi sepsis pasca luka bakar
17	(Reynaud et al., 2024)	Dermatitis akibat penggunaan TENS	Melaporkan kasus iritasi kulit dan dermatitis yang timbul karena penggunaan TENS	Case report	Iritasi kulit, dermatitis kontak, luka bakar akibat gel atau elektroda	Risiko dermatitis dan luka bakar dari TENS perlu diperhatikan terutama terkait bahan elektroda
18	(Al-Zamil et al., 2023)	Algoritma penggunaan TENS pada gejala sensorik positif pasca luka	Membuat algoritma penggunaan TENS untuk gejala sensorik seperti rasa terbakar, kesemutan pada pasien luka	Studi observasional	Gejala sensorik positif, penggunaan TENS, efektivitas terapi	Algoritma meningkatkan efektivitas dan mengurangi komplikasi penggunaan TENS pada pasien luka
19	(Kurata et al., 2022)	Penggunaan TENS untuk kontrol nyeri pasca operasi	Menilai efektivitas dan keamanan TENS dalam mengurangi nyeri pasca operasi (termasuk luka bakar akibat operasi)	RCT dengan survei telepon	Intensitas nyeri, reaksi kulit, efek samping penggunaan TENS	TENS efektif mengurangi nyeri dengan efek samping minor seperti iritasi kulit
20	(Batista, 2024)	Kompleksitas perawatan pasien luka bakar	Meninjau pedoman penggunaan elektroterapi dan terapi laser untuk pasien luka bakar	Review literatur	Elektroterapi, terapi laser, penyembuhan luka	Elektroterapi dan terapi laser efektif dalam mengurangi nyeri, mempercepat penyembuhan, dan mengurangi bekas luka
21	(Ferraiuolo et al., 2025)	Efek Percutaneous Electrical Nerve Stimulation (PENS) pada	Studi retrospektif tentang efek PENS sebagai terapi alternatif	Retrospective observational study	Nyeri neuropatik kronis, respons	PENS merupakan terapi non-farmakologis yang efektif

		nyeri neuropatik kronis (termasuk luka bakar)	pada nyeri neuropatik kronis pasca luka		terhadap <i>PENS</i>	menurunkan nyeri neuropatik
22	(Liebano et al., 2024)	Nyeri akibat tekanan dan panas pada pasien, termasuk pasien dengan luka bakar.	Mengetahui efek kombinasi <i>TENS</i> dan <i>taVNS</i> terhadap ambang nyeri tekanan dan panas.	Uji klinis acak (randomized controlled trial) pada pasien nyeri kronis.	Ambang nyeri terhadap tekanan dan panas, efek samping seperti sensasi terbakar (<i>burning</i>).	Kombinasi <i>TENS</i> dan <i>taVNS</i> efektif meningkatkan ambang nyeri. Efek samping termasuk sensasi terbakar yang relevan untuk luka bakar.
23	(Manalili et al., 2022)	Nyeri muskuloskeletal akibat luka bakar kronis disertai komplikasi ossifikasi heterotopik.	Mengkaji penggunaan ultrasonografi dan terapi fisik (<i>TENS</i> , peregangan) dalam mengelola nyeri.	Studi kasus pada pasien dengan luka bakar kronis di area panggul.	Intensitas nyeri, fungsi sendi, penggunaan <i>TENS</i> dalam program rehabilitasi.	<i>TENS</i> membantu mengurangi nyeri dan meningkatkan mobilitas sendi pada pasien luka bakar kronis.
24	(Tuncbilek et al., 2025)	Gatal kronis setelah luka bakar pada anak-anak.	Menilai efektivitas intervensi seperti <i>TENS</i> dalam meredakan gatal pada penyintas luka bakar.	Studi validasi alat ukur dan observasi intervensi fisioterapi.	Skala gatal, efektivitas terapi non-obat termasuk <i>TENS</i> .	<i>TENS</i> digunakan sebagai terapi tambahan yang efektif untuk mengurangi gatal akibat luka bakar.
25	(Badwy et al., 2022)	Pengobatan pruritus kronis yang sulit diobati	Review sistematis efektivitas neurostimulasi pada pruritus kronis	Review RCT & studi kasus, berbagai modalitas neurostimulasi (termasuk <i>TENS</i>)	Efektivitas pengurangan gatal	Semua studi menunjukkan efek positif neurostimulasi, khususnya <i>TENS</i> , untuk pruritus kronis dari berbagai etiologi
26	(Sharma & Gupta, 2022)	Manajemen nyeri akut pada pasien luka bakar.	Mengulas peran fisioterapi, termasuk <i>TENS</i> , dalam mengatasi nyeri pada fase akut luka bakar.	Studi tinjauan pustaka (literature review) terhadap terapi pada luka bakar.	Modalitas manajemen nyeri: obat, fisioterapi, dan <i>TENS</i> .	<i>TENS</i> merupakan metode yang umum dan efektif digunakan dalam manajemen nyeri luka bakar akut.
27	(Chen et al., 2024)	Disfungsi sistem saraf dan nyeri kronis pada jaringan parut luka bakar berat.	Mengevaluasi efek <i>auriculotherapy</i> dan <i>TENS</i> terhadap variabilitas detak jantung dan nyeri.	Studi eksperimen pre-post dengan pengukuran detak jantung dan intensitas nyeri.	Variabilitas detak jantung, tingkat nyeri, efektivitas <i>TENS</i> .	<i>TENS</i> membantu menurunkan nyeri dan meningkatkan keseimbangan sistem saraf otonom pasca luka bakar.
28	(Mrabti et al., 2022)	Penanganan luka bakar menggunakan kombinasi terapi modern dan tradisional, termasuk <i>TENS</i> .	Membandingkan ekspresi faktor pertumbuhan setelah terapi <i>TENS</i> , larutan saline, iodine, dan minyak lavender.	Studi eksperimental pada model luka dengan berbagai intervensi.	Jenis terapi (<i>TENS</i> , saline, povidone-iodine, lavender), ekspresi faktor	<i>TENS</i> menunjukkan potensi mempercepat penyembuhan luka bakar melalui peningkatan

					pertumbuhan .	ekspresi faktor pertumbuhan.
29	(Dario et al., 2021)	Nyeri neuropatik pasca luka bakar akibat cedera listrik.	Mengevaluasi efektivitas <i>TENS</i> dengan metode <i>Differential Target Multiplexed Program</i> (DTMP) dalam mengurangi nyeri.	Studi kasus pada pasien dengan sindrom nyeri neuropatik pasca luka bakar.	Teknik <i>TENS</i> , intensitas nyeri, fungsi saraf.	<i>TENS</i> dengan pendekatan DTMP membantu mengurangi nyeri neuropatik pada pasien pasca luka bakar listrik.
30	(Nitalessy, 2023)	Potensi efek samping penggunaan <i>TENS</i> , seperti sensasi terbakar dan iritasi kulit, pada penggunaannya.	Menilai hubungan antara penggunaan tambahan <i>TENS</i> dan peningkatan efektivitas latihan fisik untuk mengurangi nyeri.	Studi observasional pada pasien dengan nyeri punggung bawah, relevan untuk keamanan <i>TENS</i> di luka bakar.	Penggunaan <i>TENS</i> , intensitas nyeri, efek samping seperti iritasi dan luka bakar kulit.	Penggunaan <i>TENS</i> efektif untuk nyeri, tetapi berisiko menimbulkan luka bakar atau iritasi jika tidak digunakan dengan benar.

Mekanisme Fisiologis TENS dalam Mengurangi Nyeri Pasien Luka Bakar

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) merupakan teknik neuromodulasi non-invasif yang bekerja dengan mengirimkan impuls listrik melalui kulit ke serabut saraf sensorik. Tujuan utamanya adalah memodulasi persepsi nyeri melalui dua mekanisme fisiologis utama: *pain gate control theory* dan pelepasan endorfin. Mekanisme pertama dikemukakan oleh Melzack dan Wall, yang menjelaskan bahwa stimulasi saraf A β akibat rangsangan listrik dapat menutup “gerbang” nyeri di medula spinalis, sehingga menghambat transmisi impuls nyeri dari serabut saraf C dan A δ menuju otak. Dalam luka bakar, hal ini menjadi sangat penting mengingat nyeri yang dialami pasien biasanya bersifat dalam, berkelanjutan, dan melibatkan banyak komponen nosiseptif dan inflamasi.

TENS frekuensi tinggi (80-120 Hz) menargetkan saraf A β untuk modulasi cepat, sedangkan TENS frekuensi rendah (2-10 Hz) menargetkan serabut A δ dan memicu pelepasan opioid endogen seperti β -endorfin dan enkefalin. Endorfin ini bekerja pada reseptor opioid dalam sistem saraf pusat, khususnya di area periaqueductal gray (PAG) dan nukleus raphe magnus, yang dikenal berperan besar dalam penghambatan jalur nyeri. Mode burst, yang menggabungkan kedua frekuensi tersebut, menawarkan manfaat tambahan karena memberikan efek jangka pendek yang cepat sekaligus efek jangka panjang dari stimulasi endorfin.

Dalam studi laboratorium, aplikasi TENS terbukti menurunkan aktivitas neuron nosiseptif di dorsal horn dan meningkatkan ambang nyeri secara signifikan. Hal ini memperkuat bukti bahwa efek TENS tidak hanya bersifat psikologis atau plasebo, tetapi berakar pada perubahan neurofisiologis yang nyata. Selain itu, beberapa studi neuroimaging menunjukkan bahwa penggunaan TENS dapat menurunkan aktivitas di area otak seperti insula, anterior cingulate cortex, dan thalamus, yang semuanya berperan dalam pemrosesan sensasi nyeri.

Dalam luka bakar, efek analgesik dari TENS sangat bermanfaat, terutama pada fase akut ketika pasien mengalami nyeri hebat akibat eksposur saraf dermis dan hipodermis. TENS membantu menurunkan kebutuhan opioid yang sering kali disertai efek samping seperti mual, konstipasi, dan ketergantungan. Dengan demikian, pendekatan multimodal yang melibatkan TENS tidak hanya mempercepat pemulihan tetapi juga meningkatkan kualitas hidup pasien luka bakar.

Efektivitas Klinis TENS Berdasarkan Studi Empiris

Efektivitas klinis dari terapi TENS dalam manajemen nyeri pada pasien luka bakar telah banyak diteliti dan didukung oleh berbagai studi ilmiah. Dalam review ini, mayoritas studi menunjukkan bahwa TENS secara signifikan mengurangi intensitas nyeri, meningkatkan ambang toleransi nyeri, dan memperbaiki mobilitas pasien. Sebagai contoh, studi oleh Edwick et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan TENS dapat mempercepat penyembuhan luka bakar hingga 36% dibandingkan kelompok kontrol, dengan penurunan edema dan kejadian infeksi yang juga lebih rendah.

Studi lainnya oleh Ali et al. (2022) mengevaluasi penggunaan *Acu-TENS* pada pasien luka bakar dengan gangguan fungsi paru akibat inhalasi. Hasilnya menunjukkan bahwa TENS mampu meningkatkan fungsi ventilasi, mobilitas diafragma, dan menurunkan nyeri dada. Hal ini menunjukkan bahwa manfaat TENS tidak hanya terbatas pada kulit, tetapi juga dapat merangsang jaringan dalam dan memperbaiki fungsi organ yang terganggu oleh proses inflamasi sistemik.

Penelitian oleh Santuzzi et al. (2024) menyoroti manfaat terapi non-invasif termasuk TENS dalam mengatasi nyeri dan pruritus kronis pasca luka bakar. Mereka menyatakan bahwa penggunaan TENS secara konsisten selama beberapa minggu membantu mengurangi sensitivitas saraf di area luka dan memperbaiki kualitas tidur pasien.

Meski demikian, efektivitas terapi TENS sangat tergantung pada parameter yang digunakan. Frekuensi, durasi sesi, intensitas arus, lokasi penempatan elektroda, dan durasi terapi semuanya mempengaruhi hasil. Studi-studi yang menggunakan parameter terapi yang terstandarisasi umumnya menunjukkan hasil yang lebih konsisten dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan protokol bervariasi.

Selain itu, respons individual terhadap TENS juga menjadi faktor penting. Beberapa pasien menunjukkan perbaikan signifikan setelah beberapa sesi terapi, sedangkan yang lain mungkin memerlukan pendekatan tambahan atau kombinasi dengan teknik lain seperti fisioterapi aktif, mindfulness, atau teknik desensitisasi. Hal ini menekankan pentingnya pendekatan holistik dan personalisasi dalam terapi.

Keterbatasan dan Implikasi Penelitian

Walaupun efektivitas TENS telah banyak didokumentasikan, masih terdapat beberapa keterbatasan dalam penerapannya yang perlu ditangani melalui penelitian lanjutan. Salah satu kendala utama adalah kurangnya standar protokol terapi yang baku. Studi yang dianalisis dalam tinjauan ini menggunakan frekuensi antara 2 Hz hingga 120 Hz, durasi sesi antara 20 hingga 60 menit, dan durasi terapi antara 1 minggu hingga 6 bulan. Variabilitas ini menyulitkan perbandingan langsung antar studi dan menghambat pembuatan pedoman klinis universal.

Keterbatasan lain adalah kurangnya studi longitudinal yang mengevaluasi efek jangka panjang dari terapi TENS. Sebagian besar penelitian berfokus pada nyeri akut, sedangkan nyeri kronis dan *neuropathic pain* pasca penyembuhan luka bakar seringkali kurang diperhatikan. Nyeri kronis pada pasien luka bakar dapat berlangsung hingga bertahun-tahun dan sangat mempengaruhi kualitas hidup. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang mengevaluasi keberlanjutan efek analgesik dari TENS, serta potensi terjadinya adaptasi atau toleransi saraf terhadap stimulasi jangka panjang.

Dari sisi teknis, penggunaan TENS memerlukan edukasi yang memadai kepada pasien maupun tenaga kesehatan. Salah satu tantangan dalam praktik klinis adalah rendahnya tingkat kepatuhan pasien terhadap terapi mandiri di rumah karena kurangnya pemahaman tentang cara kerja dan manfaat TENS. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan pelatihan serta alat TENS portabel yang mudah digunakan.

Studi di masa depan juga harus lebih banyak mengintegrasikan penggunaan TENS dengan terapi rehabilitasi lainnya, termasuk fisioterapi aktif, terapi okupasi, serta pendekatan psikologis. Mengingat nyeri pada pasien luka bakar bersifat multifaktor, kombinasi berbagai modalitas dapat memberikan hasil yang lebih optimal. Kolaborasi multidisipliner antara dokter,

fisioterapis, perawat, dan psikolog menjadi kunci keberhasilan program manajemen nyeri yang komprehensif.

Penelitian translasi berbasis *neuroimaging* dan biomarker nyeri juga dapat digunakan untuk memahami lebih dalam bagaimana TENS memodulasi jalur nyeri secara real-time, dan sejauh mana terapi ini berdampak pada neuroplastisitas otak pasca trauma jaringan. Dengan pendekatan ini, parameter terapi TENS dapat disesuaikan secara individual berdasarkan profil neurofisiologis pasien, menuju arah *precision medicine* dalam terapi nyeri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur yang komprehensif terhadap 30 studi terkini mengenai efektivitas *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)* dalam manajemen nyeri pada pasien luka bakar, dapat disimpulkan bahwa *TENS* menunjukkan potensi signifikan sebagai modalitas terapi non-farmakologis yang aman, terjangkau, dan relatif bebas dari efek samping serius. Sebagian besar penelitian menyatakan bahwa *TENS* efektif dalam menurunkan intensitas nyeri akut maupun kronis, meningkatkan fungsi fisiologis seperti mobilitas diafragma dan kekuatan otot, serta mempercepat proses penyembuhan luka melalui stimulasi regenerasi jaringan dan pengurangan peradangan lokal. Efektivitas terapi ini juga tampak lebih optimal ketika dikombinasikan dengan pendekatan lain seperti fisioterapi, terapi visual-taktil berbasis *virtual reality*, ataupun *manual therapy*, yang secara sinergis memperkuat efek analgesik *TENS*. Namun demikian, beberapa keterbatasan masih ditemukan, seperti kurangnya studi longitudinal yang mengevaluasi durasi efek analgesik jangka panjang, variasi besar dalam protokol penggunaan *TENS* (termasuk frekuensi, durasi, dan titik aplikasi), serta kurangnya data spesifik terkait respons terapi pada nyeri kronis pasca luka bakar yang telah sembuh. Selain itu, sebagian kecil studi juga melaporkan efek samping minor seperti iritasi kulit akibat penggunaan elektroda, yang menunjukkan perlunya pemantauan klinis yang cermat. Walaupun begitu, secara umum, bukti yang ada mendukung bahwa *TENS* merupakan terapi tambahan yang efektif dan layak dipertimbangkan dalam praktik klinis untuk mengurangi nyeri pada pasien luka bakar, terutama dalam upaya menurunkan ketergantungan pada *analgesic drugs* seperti *opioids* yang berisiko menimbulkan efek samping serius dan ketergantungan jangka panjang. Oleh karena itu, integrasi *TENS* dalam protokol penanganan luka bakar perlu dipertimbangkan secara lebih luas, dengan catatan bahwa penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan parameter terapinya serta mengeksplorasi dampaknya terhadap aspek psikososial pasien secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zamil, M. K., Kuliev, R. R., Vasilieva, E. S., Mikhailova, A. A., & Kotenko, K. V. (2023). An algorithm for the use of various transcutaneous electrical nerve stimulation modalities in treatment of patients with residual positive sensory symptoms after surgical decompression of the carpal tunnel. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*, 22(5), 357-366.
- Ali, Z. A., Eladl, H. M., Abdelbasset, W. K., Eid, M. M., Mosa, H. E., & Elsayeh, S. M. (2022). Inhalation injury in adult males: evaluation of the short-term efficacy of transcutaneous electrical acupoint stimulation on pulmonary functions and diaphragmatic mobility after burn: a double-blind randomized controlled study. *Burns*, 48(8), 1933-1939.
- Badwy, M., Baart, S. J., Thio, H. B., Huygen, F. J. P. M., & de Vos, C. C. (2022). Electrical neurostimulation for the treatment of chronic pruritus: A systematic review. *Experimental Dermatology*, 31(3), 280-289.
- Batista, J. B. (2024). GUIDELINES FOR THE APPLICATION OF ELECTROTHERAPY AND LASER THERAPY IN BURN PATIENTS. *Health and Society*, 4(05), 353-363.
- Bele, A., Irshad, M. Q., Singh, N. C., Jethwani, D., Shalaka, D., & Madhuri, W. (2021). Role of Physiotherapeutic Interventions in Dagdha (Burn) Injuries. *Journal of Datta Meghe Institute*

of Medical Sciences University, 16(2), 388-392.

- Bracciano, A. G. (2024). Transcutaneous electrical nerve stimulation. In *Physical Agent Modalities* (pp. 319-350). Routledge.
- Chan, R. K., Nuutila, K., Mathew-Steiner, S. S., Diaz, V., Anselmo, K., Batchinsky, M., Carlsson, A., Ghosh, N., Sen, C. K., & Roy, S. (2024). A prospective, randomized, controlled study to evaluate the effectiveness of a fabric-based wireless electroceutical dressing compared to standard-of-care treatment against acute trauma and burn wound biofilm infection. *Advances in Wound Care, 13(1)*, 1-13.
- Chen, C.-C., Chen, S.-P., Lyu, S.-Y., & Hsu, C.-H. (2021). Application of auriculotherapy for post-burn scar syndrome in young adults with major burns. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies, 14(4)*, 127-136.
- Chen, C.-C., Hsu, C.-H., & CHEN, S. (2024). *Variations in Heart Rate Variability Subsequent to Auriculotherapy Among Individuals Afflicted by Significant Burn Scars.*
- Cho, A. M., Xiong, J. S., & Burns, S. L. (2023). The emerging role of peripheral nerve stimulation in postoperative analgesia. *Current Pain and Headache Reports, 27(10)*, 601-605.
- Chowdhury, M. M. R., Chowdhury, R., & Roy, S. (n.d.). Eeg-Based Neuromodulatory Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Sports Injury Rehabilitation: A Focus on Alpha and Beta Bands. *Shubhajit Roy, Eeg-Based Neuromodulatory Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Sports Injury Rehabilitation: A Focus on Alpha and Beta Bands.*
- Dario, T., Emilio, D. C., Teresa, D. D. M., Giuseppe, G., & Pietro, M. (2021). Differential Target Multiplexed Program Stimu-lation in Post Burns Peripheral Neuropathic Pain Syndrome: A Case Report. *Chron Pain Manag, 5*, 136.
- Edwick, D. O., Burns, K. L., Buonvecchi, L. N., Wang, X., Lim, A. M., & Edgar, D. W. (2025). Enhancing Burn Recovery: A Systematic Review on the Benefits of Electrical Stimulation in Accelerating Healing. *European Burn Journal, 6(2)*, 21.
- Farhina, M. (2022). The Case Report on the Effectiveness of Infrared Light on Acid Burn Victim. *Case Reports in Clinical Medicine, 11(12)*, 527-533.
- Ferraiuolo, F., Camelli, P., Chiappini, G., Tommasi, L., Massetti, M., & Chiappini Sr, G. (2025). Effects of Percutaneous Electrical Stimulation on Chronic Neuropathic Pain: A Retrospective Observational Study. *Cureus, 17(2)*.
- Goh, M., Du, M., Peng, W. R., Saw, P. E., & Chen, Z. (2024). Advancing burn wound treatment: exploring hydrogel as a transdermal drug delivery system. *Drug Delivery, 31(1)*, 2300945.
- Gunawardena, D. A., Stanley, E., & Issler-Fisher, A. C. (2023). Understanding neural factors in burn-related pruritus and neuropathic pain. *Journal of Burn Care & Research, 44(5)*, 1182-1188.
- Khan, N., Kaur, S., Knuth, C. M., & Jeschke, M. G. (2021). CNS-spleen axis-a close interplay in mediating inflammatory responses in burn patients and a key to novel burn therapeutics. *Frontiers in Immunology, 12*, 720221.
- Kim, K. J., Kim, H. Y., Seo, C. H., Kim, D., & Oh, H. (2023). Evaluation of the Effects of Self-Managed Percussion Therapy Using Video Education: A One-Group Pretest-Posttest Pilot Study for Burn Patients' Pruritus Management. *Journal of Home Health Care Nursing, 30(2)*, 194-201.
- Klifton, K. M., Yesantharao, P. S., Dellon, A. L., Hultman, C. S., & Lifchez, S. D. (2021). Chronic neuropathic pain following hand burns: etiology, treatment, and long-term outcomes. *The Journal of Hand Surgery, 46(1)*, 67-e1.
- Kurata, N. B., Ghatnekar, R. J., Mercer, E., Chin, J. M., Kaneshiro, B., & Yamasato, K. S. (2022). Transcutaneous electrical nerve stimulation for post-cesarean birth pain control: a randomized controlled trial. *Obstetrics & Gynecology, 140(2)*, 174-180.
- Leap, K. (2025). Transcutaneous electrical nerve stimulation. *Cancer Pain Procedural Techniques, 317*.

- Lee, S. Y., Park, C., Cho, Y. S., Kim, L., Yoo, J. W., Joo, S. Y., & Seo, C. H. (2022). Scrambler therapy for chronic pain after burns and its effect on the cerebral pain network: a prospective, double-blinded, randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(15), 4255.
- Liebano, R. E., Awad, N., Bellino, C., Bray, K., Rosentrater, H., Roy, J., & Tate, C. (2024). The combined effect of transcutaneous electrical nerve stimulation and transcutaneous auricular vagus nerve stimulation on pressure and heat pain thresholds in pain-free subjects: a randomized cross-over trial. *Trials*, 25(1), 516.
- Manalili, L. G., Bing-Agsaoay, D. O. D. C., & Leochico, C. F. D. (2022). Clinical utility of musculoskeletal ultrasound in localizing heterotopic ossification of the hip in a patient with chronic burns: A case report. *Acta Medica Philippina*, 56(4).
- Marafioti, S., Veronese, S., Pecorella, C., Tavernese, C. F., Costantino, S., Busoni, M., & Sbarbati, A. (2025). Electromagnetic Fields, Electrical Stimulation, and Vacuum Simultaneously Applied for Major Burn Scars. *Bioengineering*, 12(2), 179.
- Mrabti, H. N., Doudach, L., Mekkaoui, M., Khalil, Z., Harraqui, K., Fozia, F., Mrabti, N. N., El-Shazly, M., Alotaibi, A., & Ullah, R. (2022). *Research Article Profile of Medicinal Plants Traditionally Used for the Treatment of Skin Burns*.
- Nitalessy, M. (2023). the Relationship Between Additional Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Increasing the Effectiveness of Physical Exercise in Reduce Pain in Low Back Pain. *Molucca Medica*, 16(1), 70-79.
- Rassu, F. S., Staguhn, E., Castillo, R., Wiechman, S. A., Kirkhart, T., Aaron, R. V, Acton, A., Ware, L., Milner, S. M., & Price, L. A. (2022). Online Self-Management for Chronic Burn Pain: Results of a Randomized Controlled Trial. *The Journal of Pain*, 23(5), 32.
- Reynaud, V., Chircop, I., Hacard, F., Nicolas, J.-F., Berard, F., Mosnier, A., Vocanson, M., & Nosbaum, A. (2024). Unusual dermatitis in response to a transcutaneous electrical nerve stimulation device. *European Journal of Dermatology*, 34(3), 341-342.
- Santuzzi, C. H., Liberato, F. M. G., de Oliveira, N. F. F., do Nascimento, A. S., & Nascimento, L. R. (2024). Massage, laser and shockwave therapy improve pain and scar pruritus after burns: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 70(1), 8-15.
- Shaikh, S. A., Telang, P. A., Arora, S., & Arora, S. P. (2022). Physical therapy interventions of an electrical burn injury-afflicted patient: a case report. *Cureus*, 14(11).
- Sharma, S., & Gupta, D. (2022). Role of physiotherapy in acute burns. *Indian Journal of Burns*, 30(1), 1-5.
- Solinsky, R., Burns, K., Tuthill, C., Hamner, J. W., & Taylor, J. A. (2024). Transcutaneous spinal cord stimulation and its impact on cardiovascular autonomic regulation after spinal cord injury. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 326(1), H116-H122.
- Tuncbilek, Z., DEMIR, S., KARAHAN, S., OZYURT, N., SAHIN, S., & SENEL, E. (2025). Reliability and Validity of the Turkish Language Itch Man Scale in Pediatric Burn Survivors. *Burns*, 107530.
- Wang, H.-C., Chou, W., You, Y.-L., Wang, Y.-L., Hsu, M., Yang, C.-C., Yen, C.-W., Gou, L.-Y., & GUO, L.-Y. (2024). Effects of Thermal Stimulation and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Sensory and Motor Function of Upper Extremity in Acute Stroke Survivors: A Randomized Controlled Pilot Study. *Cureus*, 16(6).
- Yin, Z.-Y., Wang, J., Wei, P., Gao, H., Sun, L., Song, J.-G., & Tang, W. (2025). Impact of transcutaneous auricular vagus nerve stimulation on postoperative pain in patients undergoing perianal surgery: a randomized trial. *Annals of Medicine*, 57(1), 2476045.
- Yoshida, A., Yamamoto, M., Li-Tsang, C. W. P., Iwatsuki, K., & Hirata, H. (2022). A systematic review assessing the effectiveness of hand therapy programmes in adults with burns using the International Classification of Functioning, Disability and Health framework. *Nagoya Journal of Medical Science*, 84(4), 689.

