Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Early Pain and Functional Recovery Following Endoscopic Lumbar Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review

Ni Putu Ayu Sanchita Ardyani* **& Atiella Denisa Puriarta Lazuara**
Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

Article History
Received : August 03th, 2026
Revised : October 08th, 2026
Accepted : October 15th, 2026

*Corresponding Author: **Ni Putu Ayu Sanchita Ardyani**, Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia; Email: ayusanchitaardyani@gmail.com

Abstract: Lumbar disc herniation (LDH) is a common cause of low back and radicular pain that may require surgery when conservative treatment fails. This systematic review evaluated early postoperative pain and functional outcomes following endoscopic lumbar discectomy (ELD) compared with conventional discectomy or other surgical approaches. The review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 guidelines. PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Springer Nature, and Scopus were searched for English-language studies published between August 31, 2016, and August 31, 2026. Eligible studies involved adults with primary LDH undergoing transforaminal ELD and assessed pain and/or function using the Visual Analog Scale (VAS) or Oswestry Disability Index (ODI) within three months after surgery. Risk of bias was assessed using the Cochrane Risk of Bias 2 tool. Owing to clinical and methodological heterogeneity, findings were synthesized narratively. Five randomized controlled trials involving 1,720 participants were included. All reported early improvements in pain and/or function, although between-group differences varied. Some trials found greater early functional improvement with ELD, particularly in ODI, whereas others reported outcomes comparable to conventional discectomy. All trials raised some concerns regarding risk of bias. ELD was associated with early postoperative improvement; however, its superiority over conventional discectomy remains inconclusive. Further multicenter randomized trials using standardized outcome measures and follow-up protocols are warranted.

Keywords: Endoscopic lumbar discectomy; Functional recovery; Lumbar disc herniation; Transforaminal endoscopic discectomy; Postoperative pain; Systematic review.

Pendahuluan

Lumbar disc herniation (LDH) merupakan salah satu penyebab utama nyeri radikuler akibat kompresi akar saraf dan menjadi indikasi tersering tindakan dekompresi pada bedah tulang belakang (Jitpakdee *et al*., 2023). Meskipun sebagian besar pasien menunjukkan perbaikan melalui terapi konservatif, sebagian lainnya tetap mengalami nyeri persisten atau defisit neurologis yang memerlukan intervensi bedah (Bratescu *et al*., 2026; Costa *et al*., 2024). Selain menurunkan kualitas hidup, LDH juga memberikan dampak ekonomi yang besar akibat tingginya biaya pelayanan kesehatan dan hilangnya produktivitas kerja (Bratescu *et al*., 2026).

Endoscopic lumbar discectomy (ELD) sebagai salah satu teknik yang semakin banyak diterapkan dalam tata laksana LDH (Kapetanakis *et al*., 2025). Dibandingkan mikrodisektomi konvensional, ELD memungkinkan dekompresi saraf melalui insisi yang lebih kecil dengan trauma jaringan lunak yang minimal, sehingga dikaitkan dengan nyeri pascaoperasi yang lebih rendah, lama rawat inap yang lebih singkat, serta pemulihan yang lebih cepat tanpa mengurangi efektivitas klinis jangka panjang (Cai *et al*.,

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

2025; Kandeel *et al*., 2024; Li *et al*., 2022; Patel *et al*., 2025).

Sejalan dengan berkembangnya konsep *value-based healthcare*, keberhasilan tindakan bedah tidak lagi hanya dinilai dari keberhasilan teknis atau luaran jangka panjang, tetapi juga dari kemampuan pasien mencapai *early postoperative recovery*, terutama perbaikan nyeri dan fungsi pada minggu-minggu awal setelah operasi (Charron *et al*., 2025). Pada penelitian bedah tulang belakang, luaran tersebut dapat dievaluasi menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS) dan *Oswestry Disability Index* (ODI) sebagai *patient-reported outcome measures* yang telah tervalidasi (Beighley *et al*., 2022; Young *et al*., 2021).

Meskipun demikian, sebagian besar *systematic review* yang telah dipublikasikan masih berfokus pada efektivitas prosedur secara keseluruhan, perbandingan teknik operasi, angka komplikasi, serta luaran klinis jangka menengah hingga panjang (Ali *et al*., 2023; Young *et al*., 2021). Bukti mengenai pemulihan pada periode awal pascaoperasi masih tersebar di berbagai penelitian primer dengan waktu evaluasi yang bervariasi. Dalam *systematic review* ini, pemulihan awal (*early postoperative recovery*) didefinisikan secara operasional sebagai luaran yang dinilai hingga 3 bulan setelah operasi.

Periode ini penting secara klinis karena mencerminkan fase awal pemulihan pasien setelah tindakan dekompresi, ketika perubahan intensitas nyeri dan kemampuan fungsional mulai dapat dievaluasi secara langsung. Penilaian *Visual Analog Scale* (VAS) dan *Oswestry Disability Index* (ODI) pada periode tersebut memungkinkan evaluasi yang lebih terarah terhadap perubahan nyeri dan keterbatasan fungsi setelah operasi. Oleh karena itu, *systematic review* ini bertujuan untuk mensintesis bukti mengenai *early postoperative recovery* setelah *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* dibandingkan dengan *microdiscectomy* atau *open discectomy* pada pasien dewasa dengan *lumbar disc herniation*, dengan fokus pada *outcome* nyeri dan fungsi yang dinilai hingga 3 bulan setelah operasi.

Bahan dan Metode

Desain Stui

Penelitian ini merupakan *systematic review* yang bertujuan mengidentifikasi, menilai secara kritis, dan menyintesis bukti ilmiah mengenai *early postoperative recovery* setelah *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* pada pasien dengan *lumbar disc herniation*. Penyusunan dan pelaporan *systematic review* mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 (Page *et al*., 2021). Proses tinjauan meliputi perumusan pertanyaan berdasarkan PICO, penetapan kriteria kelayakan, penelusuran literatur secara sistematis, seleksi studi, ekstraksi data, penilaian risiko bias, dan sintesis hasil.

Strategi Pencarian

Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis pada empat basis data elektronik, yaitu PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Springer Nature, dan Scopus. Strategi pencarian dikembangkan berdasarkan tiga konsep utama, yaitu herniasi diskus lumbal, *transforaminal endoscopic discectomy*, dan desain *randomized controlled trial* (RCT). Istilah sinonim dan variasi terminologi yang relevan digabungkan menggunakan operator Boolean OR, sedangkan konsep pencarian utama digabungkan menggunakan operator AND. Pencarian dibatasi pada artikel berbahasa Inggris yang diterbitkan pada periode 31 Agustus 2016 hingga 31 Agustus 2026. Strategi pencarian disesuaikan dengan karakteristik masing-masing basis data.

Kriteria Eligibilitas

Kriteria inklusi ditetapkan berdasarkan framework PICO (*Population*, *Intervention*, *Comparator*, dan *Outcome*) pada tabel 1. Studi diikutsertakan apabila melibatkan pasien dewasa dengan LDH primer yang memiliki indikasi pembedahan, mengevaluasi teknik ELD yang terdefinisi dengan jelas, menggunakan salah satu *comparator* yang telah ditetapkan, dan melaporkan VAS dan/atau ODI dalam ≤3 bulan setelah operasi. Studi dengan LDH rekuren tanpa data LDH primer yang dapat dipisahkan, usia <18 tahun, desain non-RCT, *comparator* yang tidak sesuai, tidak melaporkan VAS/ODI pada periode awal, publikasi duplikat, serta artikel di

luar batas bahasa dan periode publikasi dikeluarkan. Ketersediaan *full text* tidak menjadi alasan eksklusi secara langsung, upaya memperoleh artikel dilakukan melalui akses perpustakaan/institusi, *interlibrary loan*, atau menghubungi penulis.

Tabel 1. Kerangka PICO penelitian

Komponen	Definisi
Population (P)	Pasien dewasa (≥18 tahun) dengan herniasi diskus lumbal primer (LDH) yang didiagnosis secara klinis dan/atau radiologis serta memiliki indikasi untuk menjalani disektomi. LDH dapat berup *single-level* maupun *multilevel*.
Intervention (I)	Disektomi lumbal endoskopik (ELD), terutama *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* (TELD), termasuk PTED, TED, atau PELD apabila pendekatan transforaminal dikonfirmasi secara eksplisit.
Comparator (C)	Mikrodisektomi konvensional, disektomi lumbal terbuka/*open surgery*, atau pendekatan disektomi endoskopik lainnya yang telah ditetapkan sebelum seleksi studi.
Outcomes (O)	*Visual Analog Scale* (VAS) untuk nyeri dan/atau *Oswestry Disability Index* (ODI) untuk disabilitas fungsional.

Ekstraksi Data

Pemilihan artikel dan ekstraksi data dilakukan mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Data diekstraksi secara independen oleh dua reviewer menggunakan formulir ekstraksi yang telah ditentukan sebelumnya. Data yang diekstraksi meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara penelitian, desain penelitian, karakteristik populasi, jenis intervensi, kelompok pembanding, jumlah sampel, durasi dan titik waktu tindak lanjut, serta luaran pascaoperasi awal berdasarkan *Visual Analog Scale* (VAS) dan *Oswestry Disability Index* (ODI). Hasil ekstraksi kedua reviewer kemudian dibandingkan, dan setiap perbedaan diselesaikan melalui diskusi dan konsensus antara kedua reviewer.

Apabila outcome hanya disajikan dalam bentuk grafik, data diekstraksi menggunakan WebPlotDigitizer. Digitasi dilakukan secara independen oleh dua reviewer setelah kalibrasi sumbu berdasarkan skala grafik. Hasil ekstraksi dibandingkan dan perbedaan diselesaikan melalui diskusi hingga mencapai konsensus. Nilai yang diperoleh melalui digitasi grafik ditandai dengan simbol '~' dan diperlakukan sebagai nilai estimasi.

Penilaian Risiko Bias

Risiko bias pada setiap RCT yang disertakan dinilai menggunakan Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2). Penilaian mencakup lima domain, yaitu *bias arising from the randomization process*, *bias due to deviations from intended interventions*, *bias due to missing outcome data*, *bias in measurement of the outcome*, dan *bias in selection of the reported result*. Setiap domain diklasifikasikan sebagai *low risk of bias*, *some concerns*, atau *high risk of bias*. Hasil penilaian digunakan untuk mengidentifikasi potensi sumber bias pada masing-masing studi dan mempertimbangkannya dalam interpretasi hasil serta certainty of the evidence.

Sintesis Data

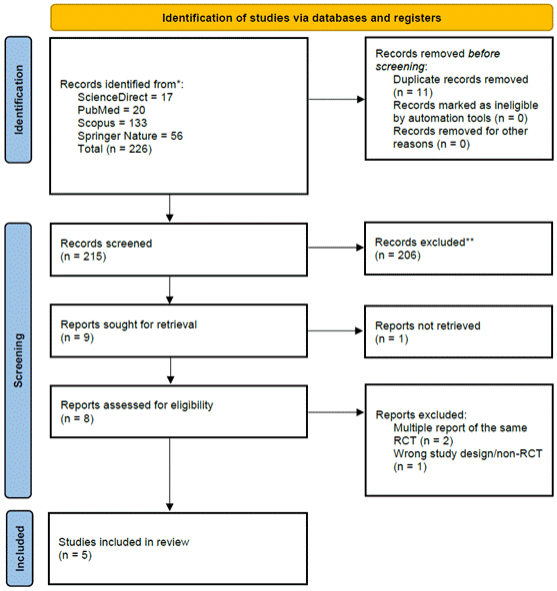
Hasil penelitian disintesis secara naratif dan tidak dilakukan meta-analisis karena terdapat heterogenitas dalam waktu pengukuran *outcome*, skala dan format pelaporan VAS/ODI, serta penyajian data yang berbeda antarstudi. Beberapa studi melaporkan data sebagai mean ± SD, sedangkan studi lainnya menggunakan median dan IQR. Selain itu, sebagian data diperoleh melalui estimasi dari grafik, sehingga penggabungan kuantitatif berpotensi menghasilkan estimasi yang tidak dapat dibandingkan secara valid. Oleh karena itu, hasil disajikan secara deskriptif berdasarkan waktu follow-up dan jenis *outcome*.

Hasil dan Pembahasan

Proses Seleksi Studi

Seleksi studi dilakukan secara sistematis sesuai pedoman PRISMA 2020. Sebanyak 226 *records* diidentifikasi dari ScienceDirect (n=17), PubMed (n=20), Scopus (n=133), dan Springer

Nature (n=56). Setelah 10 artikel duplikat dihapus, sebanyak 216 *records* menjalani skrining judul dan abstrak, dan 206 *records* dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Sebanyak 10 *reports* kemudian diupayakan untuk diperoleh dalam bentuk *full-text*, dengan 1 *report* tidak berhasil diperoleh karena *full-text* tidak tersedia.

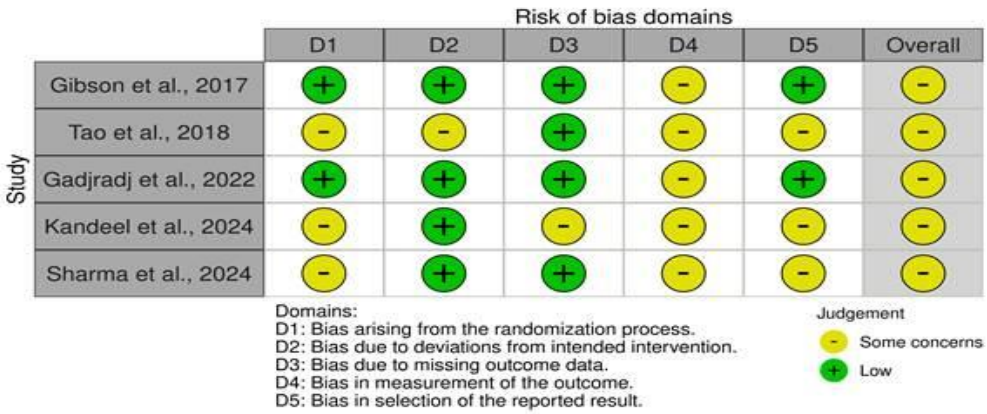


Gambar 1. PRISMA *flow diagram*

Sebanyak 9 *reports* dinilai untuk kelayakan, dan 4 *reports* dikeluarkan karena merupakan laporan lain dari RCT yang sama (n=2), duplikat (n=1), atau tidak memenuhi desain RCT (n=1). Sebanyak 5 studi akhirnya memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Proses seleksi dilakukan oleh dua peneliti secara independen, sedangkan perbedaan keputusan diselesaikan melalui diskusi hingga mencapai konsensus. Rincian proses identifikasi, skrining, penilaian kelayakan, dan inklusi studi disajikan dalam diagram alur PRISMA 2020 (Gambar 1).

Penilaian Risiko Bias Penelitian

Berdasarkan penilaian RoB 2, Gibson et al. (2017) dan Gadjradj et al. (2022) memiliki *low risk of bias* pada domain *randomization process*, sedangkan Tao et al. (2018), Kandeel et al. (2024), dan Sharma et al. (2024) menunjukkan *some concerns*. Secara keseluruhan, seluruh studi dikategorikan sebagai *some concerns*, dan tidak terdapat studi yang dinilai memiliki *high risk of bias*.



Gambar 1. *Risk of Bias Summary* pada setiap studi

Hasil Pencarian dan Seleksi Studi

Berdasarkan proses pencarian dan seleksi sesuai pedoman PRISMA 2020, sebanyak lima RCT memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Studi yang disertakan diterbitkan pada tahun 2017–2024 dan membandingkan berbagai teknik transforaminal endoscopic discectomy dengan *conventional microdiscectomy* atau *open discectomy* pada pasien dewasa dengan lumbar disc herniation (LDH). Seluruh studi mengevaluasi luaran klinis berupa nyeri yang diukur menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS) dan/atau fungsi yang diukur menggunakan *Oswestry Disability Index* (ODI) pada periode awal pascaoperasi.

Tabel 2. Karakteristik Studi

Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Jumlah Sampel	Karakteristik Pasien	Jenis *Endoscopic Discectomy*	Kelompok Pembanding	*Outcome Early Pain*	*Outcome Functional Recovery*	*Follow-up*
Gibson *et al.* (2017)	Inggris	RCT	140	Dewasa 25–70 tahun dengan *single-level lumbar disc prolapse* dan radikulopati; riwayat disc prolapse sebelumnya dikeluarkan	*Transforaminal endoscopic discectomy* (TED), TESSYS	*Standard microdiscectomy*	VAS *back* dan VAS *leg*	ODI	3, 12, 24 bulan
Tao *et al.* (2018)	Cina	RCT	462	Pasien dengan prolaps diskus lumbal, VAS ≥6, diagnosis berdasarkan CT/MRI, dan gagal terapi konservatif 4–8 minggu	TESSYS *transforaminal endoscopic discectomy*	*Conventional posterior/fenestration discectomy*	VAS	ODI	1 hari, 1, 3, 6 bulan
Gadjradj *et al.* (2022)	Belanda	*Multicentre* RCT	613	Dewasa 18–70 tahun dengan LDH dan *nerve-root compression* berdasarkan MRI serta ≥6 minggu nyeri radikular	*Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy* (PTED)	*Open microdiscectomy*	VAS *leg* dan VAS *back*	ODI	1 hari, 2, 4, 6 minggu; 3, 6, 9, 12 bulan
Kandeel *et al.* (2024)	Mesir	*Prospective* RCT	65	Dewasa 18–70 tahun dengan *single-level symptomatic* LDH, radikulopati, korelasi klinis/MRI, dan gagal terapi konservatif ≥6 minggu	*Percutaneous full-endoscopic transforaminal discectomy* (TED)	*Open microdiscectomy*	VAS *leg* dan VAS *back*	ODI	2 minggu, 3, 6, 12 bulan
Sharma *et al.* (2024)	India	*Prospective randomized study*	440	Dewasa 25–50 tahun dengan LDH, gagal terapi konservatif ≥6 minggu, tanpa riwayat operasi spinal sebelumnya	*Full transforaminal endoscopic discectomy* (FTED)	*Microlumbar discectomy* (MLD)	VAS *leg* dan VAS *back*	ODI	1 minggu, 1, 3, 6 bulan, 1 dan 2 tahun

Tabel 3. Ekstraksi Outcome Nyeri (VAS) dan Functional Recovery (ODI)

Penulis (Tahun)	*Follow-up*	VAS Intervensi	VAS Kontrol	*p-value* VAS / *Between-group difference*	ODI Intervensi	ODI Kontrol	*p-value* ODI / *Between-group difference*
Gibson *et al.* (2017)	3 bulan	Back: 3.0 ± 2.7; Leg: 2.8 ± 2.9	Back: 3.1 ± 2.9; Leg: 3.2 ± 3.2	NR	27 ± 18	27 ± 18	NR
Tao *et al.* (2018)	1 hari	~2.55	~2.35	NR	~37.18	~34.62	NR
Tao *et al.* (2018)	3 bulan	~1.93	~1.53	NR	~28.53	~30.77	NR
Gadjradj *et al.* (2022)	2 minggu	Leg: 24.5 (7.0–53.5); Back: 28.0 (11.5–48.0)	Leg: 25.0 (8.0–54.8); Back: 29.5 (12.3–50.8)	Leg: Δ −0.5 (95% CI −4.5–3.8); Back: Δ 1.8 (95% CI −1.9–5.4)	32.0 (18.0–48.0)	41.0 (24.4–53.3)	Δ 6.5 (95% CI 4.0–8.9)
Gadjradj *et al.* (2022)	6 minggu	Leg: 18.0 (4.8–47.3); Back: 21.0 (7.8–46.3)	Leg: 21.0 (6.5–48.5); Back: 22.0 (9.0–49.0)	Leg: Δ 0.2 (95% CI −3.6–3.6); Back: Δ 0.9 (95% CI −2.2–4.1)	20.0 (8.0–32.0)	24.0 (12.0–36.0)	Δ 3.4 (95% CI 1.6–5.4)
Gadjradj *et al.* (2022)	3 bulan	Leg: 11.5 (1.0–28.0); Back: 15.5 (4.0–42.0)	Leg: 14.5 (3.0–46.0); Back: 24.5 (10.0–53.0)	Leg: Δ 4.9 (95% CI 1.2–8.5); Back: Δ 6.2 (95% CI 2.8–10.0)	11.1 (4.0–20.0)	14.0 (4.0–26.5)	Δ 3.1 (95% CI 0.9–5.2)
Kandeel *et al.* (2024)	2 minggu	Leg: 3.54 ± 0.66; Back: 3.37 ± 0.63	Leg: 3.92 ± 0.86; Back: 4.07 ± 0.52	Leg: p=0.051; Back: p<0.001	NR	NR	NR
Kandeel *et al.* (2024)	3 bulan	Leg: 2.69 ± 0.77; Back: 2.25 ± 0.68	Leg: 2.53 ± 0.60; Back: 3.45 ± 0.88	Leg: p=0.362; Back: p<0.001	22.73 ± 5.05	26.32 ± 4.59	p=0.005
Sharma *et al.* (2024)	3 bulan	Leg: 2 ± 1.34; Back: 2 ± 0.87	Leg: 4 ± 2.72; Back: 4 ± 1.38	Leg: p<0.001; Back: p<0.0001	4 ± 1.73	6 ± 2.86	p<0.0001

Catatan:
~ Menunjukkan nilai yang diestimasi dari grafik menggunakan WebPlotDigitizer. Nilai tersebut bukan merupakan angka numerik yang dilaporkan secara langsung dalam tabel artikel. NR = *not reported*; VAS = *Visual Analogue Scale*; ODI = *Oswestry Disability Index*; CI = *confidence interval*; IQR = *interquartile range*. Pada studi Gadjradj *et al.*, VAS dan ODI dilaporkan pada skala 0–100 dan disajikan sebagai median (IQR).

Hasil sintesis menunjukkan adanya heterogenitas pada luaran pemulihan dini. Gibson et al. (2017) melaporkan nilai VAS dan ODI yang relatif serupa antara *transforaminal endoscopic discectomy* dan *microdiscectomy* pada evaluasi 3 bulan. Gadjradj et al. (2022) juga menunjukkan nyeri tungkai yang relatif sebanding pada 2 dan 6 minggu, sedangkan skor ODI lebih rendah pada kelompok *percutaneous transforaminal endoscopic discectomy* pada kedua waktu tersebut. Kandeel et al. (2024) menunjukkan keunggulan kelompok *transforaminal endoscopic discectomy* terutama pada VAS nyeri punggung dan ODI pada periode awal, sementara perbedaan VAS nyeri tungkai tidak konsisten.

Hasil penelitian Tao et al. (2018), VAS dan ODI dilaporkan pada beberapa titik waktu hingga 3 bulan, tetapi nilai numerik yang diperlukan untuk perbandingan tidak dapat diekstraksi secara andal dari laporan yang tersedia. Sharma et al. (2024) melaporkan perbaikan VAS dan ODI yang lebih besar pada kelompok full *transforaminal endoscopic discectomy* dibandingkan *microlumbar discectomy*, tetapi waktu pengukuran nilai *postoperative* yang dilaporkan tidak dinyatakan secara jelas.

Secara keseluruhan, kelima RCT menunjukkan bahwa *transforaminal endoscopic discectomy* memberikan perbaikan nyeri dan fungsi pada periode awal pascaoperasi, tetapi besarnya perbedaan dibandingkan disektomi konvensional tidak konsisten pada seluruh *outcome* dan waktu pengukuran. Oleh karena itu, temuan ini disintesis secara naratif dan tidak ditafsirkan sebagai bukti keunggulan universal teknik endoskopi. Perbedaan karakteristik studi, waktu evaluasi, instrumen dan skala pengukuran, serta keterbatasan pelaporan *outcome* menjadi pertimbangan dalam interpretasi hasil.

Pembahasan

Systematic review ini mengidentifikasi lima *randomized controlled trials* yang membandingkan *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* dengan *microdiscectomy* atau *open discectomy* pada pasien dewasa dengan *lumbar disc herniation*. Secara umum, kedua teknik menunjukkan perbaikan nyeri dan fungsi pada periode awal pascaoperasi. Namun, besarnya perbedaan antara kelompok bervariasi antarstudi dan antarwaktu pengukuran. Variasi tersebut terutama terlihat pada hasil VAS, sedangkan pada ODI beberapa studi menunjukkan keunggulan kelompok endoskopi pada periode awal. Perbedaan metode pengukuran, skala *outcome*, waktu *follow-up*, serta karakteristik prosedur dan pasien perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan temuan tersebut.

Temuan dari Gibson *et al*. (2017), pada *follow-up* tiga bulan, nilai ODI relatif sama antara kelompok *transforaminal endoscopic discectomy* dan *microdiscectomy*, yaitu masing-masing 27 ± 18. Nilai VAS juga menunjukkan perbedaan yang kecil, baik untuk nyeri punggung maupun nyeri tungkai. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun pendekatan transforaminal endoskopi merupakan teknik yang lebih minimal invasif, keuntungan tersebut tidak selalu menghasilkan perbedaan klinis yang besar pada nyeri dan fungsi pada tiga bulan setelah operasi. Dengan demikian, keberhasilan dekompresi saraf dan pengangkatan fragmen diskus kemungkinan tetap menjadi faktor utama dalam pemulihan klinis, terlepas dari pendekatan operatif yang digunakan.

Temuan tersebut berbeda sebagian dengan hasil Gadjradj *et al*. (2022), yang menunjukkan kecenderungan hasil ODI yang lebih baik pada kelompok *percutaneous transforaminal endoscopic discectomy* dibandingkan dengan *open microdiscectomy* pada dua minggu, enam minggu, dan tiga bulan. Pada tiga bulan, median ODI kelompok endoskopik adalah 11,1 dibandingkan dengan 14,0 pada kelompok *open microdiscectomy*, dengan perbedaan antara kelompok sebesar 3,1 poin. Pada dua dan enam minggu, perbedaan masing-masing sebesar 6,5 dan 3,4 poin. Pola ini menunjukkan kemungkinan adanya keuntungan fungsional pada fase pemulihan awal setelah pendekatan endoskopi. Namun, besarnya perbedaan tersebut perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena studi menggunakan median dan IQR, sehingga tidak dapat dibandingkan secara langsung dengan studi yang melaporkan *mean* dan *standard deviation*.

Pada *outcome* nyeri, Gadjradj *et al.* (2022) menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua teknik relatif kecil pada dua dan enam minggu. Pada tiga bulan, kelompok endoskopi menunjukkan median VAS *leg* yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok *open*

microdiscectomy, yaitu 11,5 versus 14,5, sedangkan median VAS back masing-masing 15,5 dan 24,5. Meskipun hasil tersebut menunjukkan kecenderungan yang menguntungkan bagi pendekatan endoskopi, temuan ini tidak sepenuhnya konsisten dengan Gibson *et al*. (2017), yang menemukan nilai VAS yang hampir sama pada tiga bulan. Perbedaan antarhasil tersebut menunjukkan bahwa keunggulan *transforaminal endoscopic discectomy* terhadap nyeri pascaoperasi kemungkinan tidak bersifat seragam dan dapat dipengaruhi oleh karakteristik pasien, teknik operasi, pengalaman operator, serta metode pengukuran outcome.

Hasil Kandeel *et al*. (2024) juga menunjukkan pola yang berbeda antara nyeri tungkai dan nyeri punggung. Pada dua minggu, VAS *leg* lebih rendah pada kelompok *transforaminal endoscopic discectomy* dibandingkan *dengan microdiscectomy*, tetapi perbedaannya tidak mencapai signifikansi statistik (3,54 ± 0,66 vs 3,92 ± 0,86; p=0,051). Sebaliknya, VAS *back* menunjukkan perbedaan yang lebih besar dan signifikan, yaitu 3,37 ± 0,63 pada kelompok endoskopi dibandingkan dengan 4,07 ± 0,52 pada kelompok microdiscectomy (p<0,001). Pada tiga bulan, perbedaan VAS *leg* kembali tidak signifikan, sedangkan VAS *back* tetap lebih rendah pada kelompok endoskopi. Pola tersebut menunjukkan bahwa potensi keuntungan teknik *transforaminal endoscopic discectomy* mungkin lebih terlihat pada nyeri punggung pascaoperasi dibandingkan nyeri radikular, meskipun bukti dari lima studi belum cukup untuk menarik kesimpulan definitif mengenai perbedaan tersebut.

Pada fungsi, Kandeel *et al.* (2024) menemukan ODI tiga bulan sebesar 22,73 ± 5,05 pada kelompok endoskopik dan 26,32 ± 4,59 pada kelompok *microdiscectomy*, dengan p=0,005. Hasil ini sejalan dengan Gadjradj *et al*. (2022) yang juga menunjukkan ODI yang lebih rendah pada kelompok endoskopi selama periode awal. Konsistensi tersebut memberikan indikasi bahwa *transforaminal endoscopic discectomy* mungkin memberikan pemulihan fungsi yang lebih cepat pada sebagian pasien. Namun, hasil Gibson *et al*. (2017) yang menunjukkan ODI identik pada tiga bulan memperlihatkan bahwa keuntungan fungsional tersebut tidak selalu ditemukan. Oleh karena itu, temuan ini lebih tepat dipandang sebagai kecenderungan, bukan bukti bahwa teknik endoskopi secara konsisten lebih superior terhadap *microdiscectomy*.

Tao *et al.* (2018) menunjukkan hasil yang relatif berbeda. Berdasarkan digitasi *Figure 5* yang telah diverifikasi oleh dua reviewer, nilai VAS pada satu hari dan tiga bulan menunjukkan perbedaan yang relatif kecil antara kelompok TESSYS dan *discectomy* konvensional. Nilai ODI juga menunjukkan pola yang tidak konsisten antara kedua kelompok pada titik waktu tersebut. Hasil ini sesuai dengan laporan penulis bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antara kedua kelompok pada VAS dan ODI selama periode *follow-up*. Karena nilai tersebut diperoleh melalui digitasi grafik, hasilnya harus diperlakukan sebagai estimasi dan tidak memiliki tingkat presisi yang sama dengan data yang dilaporkan langsung dalam tabel. Oleh sebab itu, hasil Tao *et al*. lebih tepat digunakan sebagai bukti pendukung dalam sintesis naratif, bukan sebagai dasar untuk menghitung *pooled effect*.

Sharma *et al*. (2024) melaporkan hasil postoperasi yang lebih baik pada kelompok *full transforaminal endoscopic discectomy* dibandingkan *microlumbar discectomy*, baik untuk VAS *leg,* VAS *back*, maupun ODI. Setelah verifikasi waktu pengukuran, nilai tersebut termasuk dalam periode tiga bulan yang ditetapkan dalam *systematic review* ini. Hasil ini menunjukkan perbedaan yang cukup besar antara kelompok dan secara statistik signifikan. Temuan tersebut mendukung kemungkinan bahwa teknik transforaminal endoskopi dapat memberikan pemulihan nyeri dan fungsi yang lebih baik pada periode awal. Namun, hasil tersebut perlu dilihat dalam konteks desain *single-center* dan karakteristik populasi penelitian, sehingga generalisasi terhadap populasi yang lebih luas perlu dilakukan secara hati-hati.

Secara keseluruhan, pola hasil dari lima studi menunjukkan bahwa *transforaminal endoscopic discectomy* dan *microdiscectomy* sama-sama efektif dalam memperbaiki nyeri dan fungsi setelah operasi, sementara bukti mengenai superioritas salah satu teknik masih tidak konsisten. Beberapa studi menunjukkan keuntungan kelompok endoskopi terutama pada ODI dan VAS *back*, sedangkan studi lainnya menunjukkan perbedaan yang minimal. Dengan

demikian, temuan *systematic review* ini lebih mendukung kesimpulan bahwa *transforaminal endoscopic discectomy* merupakan alternatif yang setidaknya memberikan pemulihan klinis awal yang sebanding dengan teknik konvensional, dengan kemungkinan keuntungan pada beberapa aspek *early functional recovery*.

Salah satu faktor yang mungkin menjelaskan variasi hasil adalah perbedaan teknik operasi dan pengalaman operator. Walaupun seluruh studi menggunakan pendekatan transforaminal, teknik yang digunakan tidak sepenuhnya identik. Gibson *et al*. menggunakan teknik TESSYS, Tao *et al*. menggunakan TESSYS, Gadjradj *et al*. menggunakan PTED, Kandeel *et al*. menggunakan *full-endoscopic transforaminal discectomy*, sedangkan Sharma et al. menggunakan FTED. Selain itu, tingkat pengalaman operator dan kurva pembelajaran endoskopi dapat memengaruhi waktu operasi, trauma jaringan, serta hasil klinis. Gadjradj *et al.* secara khusus mempertimbangkan *learning curve* dalam desain dan analisis penelitiannya. Hal ini penting karena manfaat minimal invasif suatu teknik dapat bergantung pada keterampilan operator dan tingkat standardisasi prosedur.

Perbedaan jenis anestesi juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan. Pada beberapa penelitian, prosedur endoskopi dilakukan menggunakan anestesi lokal dengan atau tanpa *conscious sedation*, sedangkan kelompok *microdiscectomy* atau *open discectomy* umumnya menggunakan anestesi umum. Perbedaan ini dapat memengaruhi pengalaman pasien pada periode perioperatif dan berpotensi berkontribusi terhadap pemulihan awal. Namun, berdasarkan data yang tersedia dalam lima RCT, *systematic review* ini tidak dapat menentukan sejauh mana perbedaan anestesi berkontribusi terhadap perbedaan VAS atau ODI.

Interpretasi *outcome* juga dipengaruhi oleh heterogenitas waktu pengukuran. Studi yang disertakan mengevaluasi pasien pada waktu yang berbeda, mulai dari satu hari, dua minggu, enam minggu hingga tiga bulan. Perbedaan waktu ini penting karena pemulihan setelah dekompresi lumbar berlangsung secara dinamis. Perbedaan yang terlihat pada fase sangat awal belum tentu bertahan hingga tiga bulan. Oleh karena itu, hasil pada satu hari atau dua minggu tidak dapat dianggap setara dengan hasil tiga bulan. Pendekatan *systematic review* ini menggunakan batas ≤3 bulan untuk mendefinisikan *early postoperative recovery*, tetapi tetap mempertahankan waktu *follow-up* masing-masing studi agar perubahan temporal tidak hilang dalam interpretasi.

Heterogenitas juga terlihat pada cara pelaporan *outcome*. Sebagian besar studi menggunakan mean ± SD, sedangkan Gadjradj *et al*. melaporkan median dan IQR dengan skala 0–100. Selain itu, beberapa studi memisahkan VAS *leg* dan VAS *back*, sedangkan tidak semua studi memberikan data lengkap pada setiap titik waktu. Kondisi tersebut menyebabkan data tidak dapat digabungkan secara valid tanpa melakukan transformasi statistik dan harmonisasi skala yang memiliki asumsi tambahan. Oleh karena itu, *systematic review* ini menggunakan *narrative synthesis* dan tidak melakukan meta-analisis. Keputusan tersebut dilakukan untuk mencegah penggabungan estimasi efek yang berpotensi menghasilkan kesimpulan yang bias atau kurang dapat diinterpretasikan akibat heterogenitas klinis dan metodologis antarpenelitian.

Dari aspek klinis, hasil *review* menunjukkan bahwa pemilihan teknik operasi tidak seharusnya hanya didasarkan pada kemungkinan penurunan skor VAS atau ODI. *Transforaminal endoscopic discectomy* memiliki karakteristik prosedural yang berbeda dari *microdiscectomy*, termasuk akses melalui foramen, penggunaan anestesi lokal pada sebagian prosedur, serta pendekatan yang lebih minimal invasif. Akan tetapi, keuntungan tersebut harus dipertimbangkan bersama faktor lain seperti anatomi pasien, lokasi dan karakteristik herniasi, pengalaman ahli bedah, ketersediaan peralatan, serta kemampuan pusat pelayanan dalam menjalankan prosedur endoskopik secara konsisten. Berdasarkan hasil lima RCT, belum terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa satu teknik secara universal lebih unggul untuk seluruh pasien dengan LDH.

Beberapa keterbatasan perlu dipertimbangkan dalam *systematic review* ini. Pertama, jumlah studi yang memenuhi kriteria inklusi relatif sedikit, yaitu lima RCT. Kedua, terdapat heterogenitas dalam karakteristik pasien, teknik endoskopik, kelompok pembanding, waktu *follow-up*, dan metode

pelaporan *outcome*. Ketiga, sebagian data Tao e*t al*. diperoleh melalui digitasi grafik sehingga memiliki ketidakpastian estimasi. Keempat, terdapat perbedaan format distribusi data antarstudi, terutama antara mean ± SD dan median (IQR). Kelima, seluruh studi memiliki *overall risk of bias some concerns,* terutama berkaitan dengan proses randomisasi pada beberapa penelitian, pengukuran *outcome,* dan pemilihan hasil yang dilaporkan. Oleh karena itu, hasil *review* perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan keterbatasan kualitas bukti tersebut.

Meskipun demikian, *systematic review* ini memiliki beberapa kekuatan. Kriteria inklusi dibatasi pada RCT sehingga perbandingan antara *transforaminal endoscopic discectomy* dan teknik konvensional didasarkan pada desain penelitian dengan tingkat kontrol yang lebih baik terhadap *confounding*. Selain itu, *review* ini secara khusus memusatkan perhatian pada *early postoperative recovery* hingga tiga bulan, sehingga memberikan fokus yang lebih spesifik dibandingkan *review* yang menggabungkan seluruh periode *follow-up*. Pemisahan *outcome* VAS *leg*, VAS *back*, dan ODI juga memungkinkan interpretasi yang lebih spesifik terhadap pemulihan nyeri dan fungsi.

Secara keseluruhan, bukti yang tersedia menunjukkan bahwa *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* memberikan perbaikan nyeri dan fungsi yang baik pada periode awal setelah operasi dan secara umum memberikan hasil yang sebanding dengan *microdiscectomy* atau *open discectomy*. Beberapa penelitian menunjukkan kemungkinan keuntungan pada pemulihan fungsi dan nyeri punggung, tetapi hasil tersebut tidak konsisten pada seluruh RCT. Dengan mempertimbangkan heterogenitas studi dan *overall risk of bias* yang masih berada pada kategori some concerns, belum dapat disimpulkan bahwa *transforaminal endoscopic discectomy* secara konsisten lebih superior daripada teknik konvensional dalam *early postoperative recovery*. Penelitian RCT multisenter dengan protokol operasi yang lebih seragam, waktu evaluasi yang terstandar, dan pelaporan outcome yang konsisten diperlukan untuk memperjelas besarnya manfaat relatif teknik endoskopik pada fase awal pemulihan pasien dengan *lumbar disc herniation*.

Kesimpulan

Systematic review ini menunjukkan bahwa *endoscopic lumbar discectomy* (ELD) dapat memberikan perbaikan nyeri dan fungsi selama tiga bulan pertama pascaoperasi pada pasien dengan *lumbar disc herniation*. *Transforaminal endoscopic lumbar discectomy* menunjukkan perbaikan nyeri dan fungsi yang baik pada periode awal setelah operasi dan secara umum memberikan hasil yang sebanding dengan *microdiscectomy* atau *open discectomy* pada pasien dengan *lumbar disc herniation*. Beberapa studi menunjukkan kemungkinan keuntungan pada pemulihan fungsi dan nyeri punggung, tetapi hasil tersebut belum konsisten pada seluruh penelitian. Mengingat heterogenitas klinis dan metodologis serta *overall risk of bias* yang berada pada kategori *some concerns*, belum dapat disimpulkan bahwa *transforaminal endoscopic lumbar discectomy* secara konsisten lebih superior dibandingkan teknik konvensional.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama penyusunan *systematic review* ini.

Referensi

Ali, R., Hagan, M. J., Bajaj, A., Alastair Gibson, J. N., Hofstetter, C. P., Waschke, A., Lewandrowski, K.-U., & Telfeian, A. E. (2023). Impact of the learning curve of percutaneous endoscopic lumbar discectomy on clinical outcomes: a systematic review. *Interdisciplinary Neurosurgery*, *32*, 101738. https://doi.org/10.1016/j.inat.2023.101738

Beighley, A., Zhang, A., Huang, B., Carr, C., Mathkour, M., Werner, C., Scullen, T., Kilgore, M. D., Maulucci, C. M., Dallapiazza, R. F., & Kalyvas, J. (2022). Patient-Reported Outcome Measures in Spine Surgery: A Systematic Review. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*, *13*(4), 378–389. https://doi.org/10.4103/jcvjs.jcvjs_101_22

Bratescu, R., Robayo, A., Wang, E., Ikwuegbuenyi, C. A., Chung, L. K.,

Willett, N., Demetriades, A. K., Lee, S. H., & Härtl, R. (2026). Socioeconomic Implications of Recurrent Lumbar Disc Herniation: A Narrative Review. *Neurospine*, *23*(1), 94–108. https://doi.org/10.14245/ns.2551644.822

Cai, B.-T., Yang, F., & Wang, D.-C. (2025). Is Endoscopic Surgery a Safe and Effective Treatment for Lumbar Disc Herniation? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Global Spine Journal*, *15*(3), 1855–1868. https://doi.org/10.1177/21925682241299326

Charron, B., Ross, M., & Thornley, P. (2025). Patient-Reported Outcomes Measures in Spine Surgery. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, *18*(11), 491–503. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12178-025-09981-8

Costa, F., Oertel, J., Zileli, M., Restelli, F., Zygourakis, C. C., & Sharif, S. (2024). Role of Surgery in Primary Lumbar Disk Herniation: WFNS Spine Committee Recommendations. *World Neurosurgery: X*, *22*. https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2024.100276

Gadjradj, P. S., Rubinstein, S. M., Peul, W. C., Depauw, P. R., Vleggeert-Lankamp, C. L., Seiger, A., van Susante, J. L. C., de Boer, M. R., van Tulder, M. W. & Harhangi, B. S. (2022). Full Endoscopic Versus Open Discectomy for Sciatica: Randomised Controlled Non-Inferiority Trial. *BMJ*, *376*, e065846. https://doi.org/10.1136/bmj-2021-065846

Gao, X., Tang, K., Xia, Y., Zhang, X., Wang, K., Yan, Z., Du, Y., & Chen, L. (2020). Efficacy Analysis of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy Combined with PEEK Rods for Giant Lumbar Disc Herniation: A Randomized Controlled Study. *Pain Research and Management*, *2020*. https://doi.org/10.1155/2020/3401605

Gibson, J. N. A., Subramanian, A. S. & Scott, C. E. H. (2017). A Randomised Controlled Trial of Transforaminal Endoscopic Discectomy vs Microdiscectomy. *European Spine Journal*, *26*(3), 847–856. https://doi.org/10.1007/s00586-016-4885-6

Jitpakdee, K., Liu, Y., Kotheeranurak, V., & Kim, J. S. (2023). Transforaminal Versus Interlaminar Endoscopic Lumbar Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine Journal*, *13*(2), 575–587. https://doi.org/10.1177/21925682221120530

Kandeel, M. M., Yousef, M. G. A. K., Saoud, A. M. F., & Abu-Elghait, Z. H. I. (2024). Percutaneous Full-Endoscopic Transforaminal Discectomy Versus Open Microdiscectomy in The Treatment of Lumbar Disc Herniation: Randomized Controlled Trial. *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, *60*(1). https://doi.org/10.1186/s41983-024-00788-x

Kapetanakis, S., Chatzivasiliadis, M., Gkantsinikoudis, N., & Pazarlis, K. (2025). Full-Endoscopic Lumbar Discectomy: A Review of the Surgical Techniques, Indications and Anatomical Considerations. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(24). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcm14248961

Li, W. S., Yan, Q., & Cong, L. (2022). Comparison of Endoscopic Discectomy Versus Non-Endoscopic Discectomy for Symptomatic Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine Journal*, *12*(5), 1012–1026. https://doi.org/10.1177/2192568221102069 6

Lian, X., Chen, Z., Wang, X., Cui, X., Zhang, G., & Xu, J. (2022). Randomized Controlled Trial Transforaminal Versus Interlaminar Approach of Full-Endoscopic Lumbar Discectomy Under Local Anesthesia for L5/S1 Disc Herniation: A Randomized Controlled Trial. *Pain Physician Journal*, *25*, E1191–E1198. www.painphysicianjournal.com

Meyer, G., da Rocha, I. D., Cristante, A. F., Marcon, R. M., Coutinho, T. P., Torelli, A. G., Petersen, P. A., Letaif, O. B., & de Barros Filho, T. E. P. (2020). Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy Versus Microdiscectomy for The Treatment of

Lumbar Disc Herniation: Pain, disability, and Complication Rate-A randomized Clinical Trial. *International Journal of Spine Surgery*, *14*(1), 72–78. https://doi.org/10.14444/7010

Patel, T., Farhan, M., Nashaat Hamza, D., Daneshpazhouh, M., Nahar, O. Al, Serafy, A. El, Mohamed Hasan, A. G., Bnaian, L., Ali, M. H., & Sobhi, A. (2025). Comparative Effectiveness of Minimally Invasive Endoscopic Discectomy Versus Conventional Surgical Techniques for Lumbar Disc Herniation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Annals of Medicine & Surgery*, *87*(10), 6661–6674. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/MS9.0000000000003689

Sharma, M., Chhawra, S., Jain, R. & Singh, G. (2024). Full Transforaminal Endoscopic Discectomy Versus Microlumbar Discectomy for Lumbar Disc Herniation: 2-Year Results. *Indian Spine Journal*, *7*(1), 50–58. https://doi.org/10.4103/isj.isj_25_23

Tao, X.-Z., Jing, L. & Li, J.-H. (2018). Therapeutic Effect of Transforaminal Endoscopic Spine System in the Treatment of Prolapse of Lumbar Intervertebral Disc. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *22*(1 Suppl), 103–110.

Young, K., Steinhaus, M., Gang, C., Vaishnav, A., Jivanelli, B., Lovecchio, F., Qureshi, S., McAnany, S., Kim, H. J., & Iyer, S. (2021). The Use of Patient-Reported Outcomes Measurement Information System in Spine: A Systematic Review. *International Journal of Spine Surgery*, *15*(1), 186–194. https://doi.org/https://doi.org/10.14444/8024

Yue, L., Zhang, F., Mu, G., Shang, M., Lin, Z., & Sun, H. (2023). Effectiveness and Safety of Intrathecal Morphine for Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy Under Low-Dose Ropivacaine: A Prospective, Randomized, Double-Blind Clinical Trial. *The Spine Journal*, *23*(7), 954–961. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2023.03.001