

Latihan Intensitas Tinggi Menurunkan Nyeri pada *Non-Specific Chronic Low Back Pain*: Tinjauan Sistematis

Christopher Alvin Fabiano Wijaya^{1*}, Sugiyanta², Novan Krisno Adji³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Jember, Jawa Timur

²Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Jember, Jawa Timur

³Laboratorium Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Jember, Jawa Timur

*Koresponden: christopheralvin50@gmail.com

Diajukan: 16 Juni 2023 | Diterima: 7 Oktober 2023 | Diterbitkan: 22 Januari 2024

DOI: <https://doi.org/10.24843/mifi.id.102830>

ABSTRAK

Pendahuluan: *Low back pain* merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal terbanyak di dunia dibandingkan dengan gangguan muskuloskeletal lain. *Chronic low back pain* ditandai dengan nyeri fluktuatif pada area punggung bawah lebih dari 3 bulan. Sembilan puluh persen kasus *low back pain* tidak dapat ditemukan diagnosis spesifiknya dan dikategorikan sebagai *non-specific*. Salah satu terapi non-farmakologi yang dilakukan adalah latihan fisik. Studi mengatakan latihan intensitas tinggi dapat mengakibatkan *low back pain*. Akan tetapi studi lain mengatakan latihan dengan intensitas yang semakin tinggi berkorelasi dengan penurunan nyeri yang semakin besar. Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk membuktikan apakah latihan intensitas tinggi dapat menurunkan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian tinjauan sistematis. Sumber yang digunakan dalam penyusunan tinjauan sistematis ini adalah artikel yang diambil dari basis data *Pubmed*, *Cochrane Library*, *Science Direct*, dan *Google Scholar*. Penilaian risiko bias pada penelitian ini menggunakan *PEDro Scales*.

Hasil: Artikel yang didapatkan pada basis data yang telah ditentukan sebanyak 424 artikel selanjutnya melewati proses seleksi dan didapatkan hasil akhir 4 artikel yang digunakan dalam penyusunan tinjauan sistematis ini. Tiga artikel menunjukkan penurunan nyeri yang signifikan secara statistik dan 1 artikel mengalami penurunan tetapi tidak signifikan secara statistik. Pasien yang diberikan terapi berupa latihan fisik intensitas tinggi memiliki nilai nyeri tidak lebih dari 6,3.

Simpulan: Latihan intensitas tinggi dapat menurunkan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*. Latihan yang didampingi oleh pengawas yang berkompeten dapat meningkatkan keamanan saat melakukan latihan intensitas tinggi.

Kata Kunci: *low back pain*, latihan intensitas tinggi

PENDAHULUAN

Low back pain merupakan gangguan muskuloskeletal terbanyak dibandingkan dengan semua jenis gangguan muskuloskeletal dengan prevalensi di dunia mencapai 568 juta kasus.¹ Prevalensi *low back pain* di Asia Tenggara mencapai 54,5 juta kasus. Indonesia memiliki prevalensi *low back pain* sebesar 21,5 juta kasus. Nilai prevalensi tersebut merupakan yang tertinggi apabila dibandingkan dengan negara Asia Tenggara lain seperti Filipina sebanyak 8,7 juta kasus, Vietnam sebanyak 8,1 juta kasus, Thailand sebanyak 6,3 juta kasus, Myanmar sebanyak 3,7 juta kasus, dan Malaysia sebanyak 2,3 juta kasus.² *Low back pain* dan *neck pain* merupakan penyakit yang mengakibatkan beban keuangan tertinggi sebesar \$134,5 miliar di Amerika Serikat.³ *Low back pain* diklasifikasikan menjadi *acute low back pain* berlangsung selama 4 minggu, *subacute low back pain* berlangsung selama 4-12 minggu, dan *chronic low back pain* berlangsung selama lebih dari 12 minggu.⁴

Chronic low back pain ditandai dengan nyeri fluktuatif pada area punggung bawah yang menyebabkan disabilitas fungsional, dan berakibat buruk pada aktivitas sehari-hari, pekerjaan, dan interaksi sosial.⁵ Pada 90% pasien dengan *chronic low back pain* tidak dapat ditemukan diagnosis spesifik dan akhirnya dikelompokkan menjadi *non-specific chronic low back pain*. Pemberian terapi farmakologi dan non-farmakologi bertujuan mengurangi nyeri dan disabilitas pada penderita *non-specific chronic low back pain*. Salah satu terapi non-farmakologi yang dapat dilakukan adalah latihan fisik.⁶

Latihan fisik menyebabkan pelebaran pembuluh darah pada area otot sehingga terjadi peningkatan aliran darah ke jaringan.⁷ Peningkatan aliran darah membuat pasokan oksigen dan nutrisi ke jaringan meningkat sehingga mempercepat proses penyembuhan dan mengurangi kekakuan yang menyebabkan nyeri pada area lumbar.⁸ Tubuh mengeluarkan β -endorphin sebagai respon dari latihan fisik. β -endorphin berikatan dengan reseptor opioid yang berada di sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer yang berperan dalam penurunan rasa nyeri.⁹ Selain itu, latihan fisik membuat otot semakin tebal dengan meningkatkan ukuran dan jumlah aktin dan myosin.¹⁰ Otot perut bagian dalam seperti *m. superficialis*, *m. transversus abdominis* dan *m. multifidus* penting untuk pasien *non-specific chronic low back pain*. Otot perut bagian dalam berperan penting menopang vertebra lumbar dan memperkuat otot ini dapat mengurangi

nyeri punggung.⁸ Penelitian meta analisis menyatakan terapi berupa latihan fisik efektif pada pasien dengan *non-specific chronic low back pain*. Latihan fisik berpotensi menurunkan nyeri, meningkatkan kekuatan otot, fungsi fisik, dan kesehatan mental.¹¹

Terdapat beberapa macam jenis latihan fisik yang dapat dilakukan dengan intensitas tinggi seperti *resistance training*, *cardiorespiratory training*, dan *core stability training*. Intensitas nyeri merupakan besarnya pengalaman nyeri pada pasien secara keseluruhan.¹² Nyeri pada *non-specific chronic low back pain* dapat diukur menggunakan *Visual Analogue Scales (VAS)* dan *Numeric Pain Rating Scales (NPRS)*.¹³ *Visual Analogue Scales (VAS)* dan *Numeric Pain Rating Scales (NPRS)* merupakan alat yang paling umum digunakan dalam pengukuran intensitas nyeri.¹²

Latihan dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan nyeri saat mengalami *low back pain*.¹⁴ Akan tetapi terdapat studi lain yang menyatakan latihan dengan intensitas yang semakin tinggi berkorelasi dengan penurunan nyeri yang semakin besar.¹⁵ Berdasar latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti ingin membuktikan apakah latihan intensitas tinggi menurunkan nyeri pada pasien dengan *non-specific chronic low back pain* dalam sebuah karya tinjauan sistematis.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah *systematic review*. Peneliti menentukan kriteria PICOS seperti pada Tabel 1. Populasi penelitian ini adalah seluruh artikel yang termuat dalam basis data *Science Direct*, *Cochrane library*, *Pubmed*, dan *Google Scholar*. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Penilaian risiko bias menggunakan *PEDro Scales*. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah artikel yang didapat sesuai kriteria PICOS, menggunakan bahasa inggris, dipublikasikan selama sepuluh tahun terakhir, desain studi *randomized controlled trial*, dan dapat diakses secara *full text*. Kriteria eksklusi artikel yang tidak menjawab pertanyaan penelitian dan artikel dengan *PEDro Scales* dengan kualitas 'poor'. Variabel bebas pada penelitian ini adalah latihan intensitas tinggi. Variabel terikatnya adalah *non-specific chronic low back pain*.

Terdapat beberapa jenis latihan fisik yang dapat dilakukan seperti *resistance training*, *core stability training*, dan *aerobic training*. *Resistance training* dikategorikan menjadi intensitas rendah dengan beban otot di bawah 50% 1RM, intensitas sedang dengan beban otot 50%-70% 1RM, dan intensitas tinggi dengan beban otot 70-90% 1RM.¹⁶ *OMNI-Resistance Exercise Scale* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat pengerahan tenaga yang dikeluarkan oleh seseorang selama melakukan aktivitas fisik, mencakup kategori numerik dari 0-10. Semakin besar angka, semakin tinggi tingkat pengerahan tenaga. *OMNI scale* dengan nilai 7-9 masuk dalam kategori tinggi.¹⁷ *Cardiorespiratory training* dikategorikan menjadi intensitas rendah dengan nilai <40% VO₂max, intensitas sedang 40-60% VO₂max, dan intensitas tinggi >60% VO₂max.¹⁸ *Core stability Training* dikategorikan menjadi intensitas rendah <21% MVC, intensitas sedang 21-40% MVC, intensitas tinggi >40% MVC.¹⁹

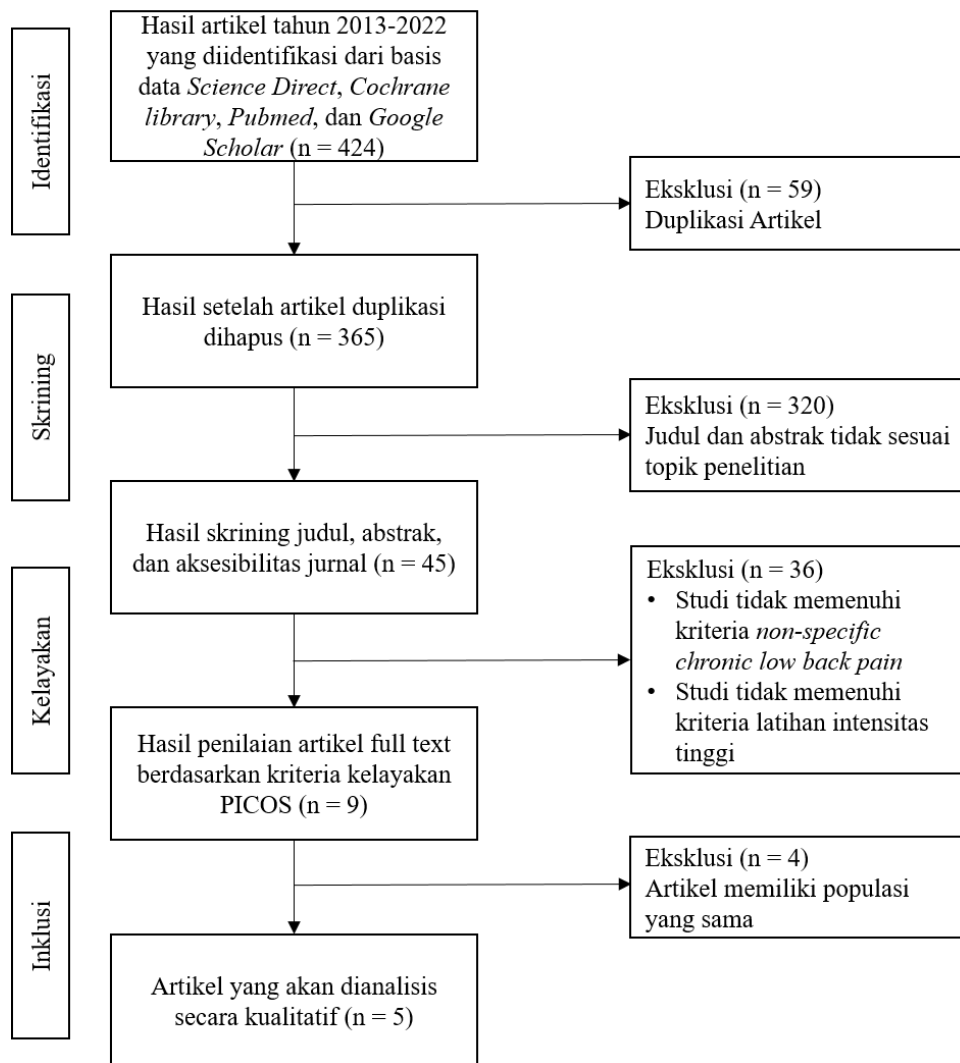
Tabel 1. Kerangka PICOS

Kerangka	Keterangan	Alat ukur
<i>Population</i>	Dewasa dengan <i>non-specific chronic low back pain</i>	Mengalami <i>low back pain</i> selama lebih dari 3 bulan tanpa disertai perubahan struktural, tidak ada inflamasi, dan tidak ada penyakit spesifik yang dapat ditemukan sebagai penyebabnya.
<i>Intervention</i>	Latihan intensitas tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <i>High intensity resistance training</i> (latihan dengan beban otot 70-90% 1RM),¹⁶ <i>High intensity cardiorespiratory training</i> (minimal 60% VO₂-max),¹⁸ <i>Core stability training</i> tidak kurang dari 40% <i>voluntary maximum contraction</i>,¹⁹ OMNI-scale dengan nilai 7-9.¹⁷
<i>Comparison</i>	Dibandingkan dengan kelompok kontrol	Dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi latihan intensitas rendah, intensitas sedang, dan tidak diberi terapi berupa latihan fisik.
<i>Outcome</i>	Penurunan nyeri pada <i>non-specific chronic low back pain</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Visual Analogue Scale (VAS)</i> Pengukuran skala nyeri menggunakan garis sepanjang 10 cm (0-100 mm). Semakin tinggi nilainya, tingkat nyerinya semakin besar. <i>Numeric Pain Rating Scale (NPRS)</i> Pengukuran skala nyeri menggunakan angka dari 0-10. Semakin tinggi angka, semakin besar tingkat nyerinya.
<i>Studies</i>	<i>Randomized control trial</i> .	Studi prospektif untuk mengukur efektivitas intervensi atau terapi.

HASIL

Seleksi studi pada basis data yang ditentukan yaitu *Pubmed*, *Cochrane Library*, *Science Direct*, dan *Google Scholar* dilakukan oleh 1 *reviewer*. Sebanyak 424 artikel ditemukan pada pencarian di 4 basis data tersebut. Artikel terduplikasi akan dieksklusikan dan didapatkan 365 artikel. Artikel diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan aksesibilitas jurnal didapatkan 45 artikel. Sebanyak 36 artikel dieksklusikan karena tidak memenuhi kriteria *non-specific chronic low*

back pain dan latihan intensitas tinggi sehingga didapatkan artikel full text berdasarkan kriteria kelayakan PICOS sebanyak 9. Artikel dieksklusikan karena memiliki populasi yang sama sebanyak 4 artikel dan 5 artikel dianalisis secara kualitatif. Diagram alir hasil pencarian artikel ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir hasil pencarian artikel

Kelima artikel yang telah ditentukan dilakukan penilaian kualitas studi menggunakan *PEDro Scales* didapatkan 1 artikel kualitas 'poor', 2 artikel kualitas 'fair', dan 2 artikel kualitas 'good'. Artikel dengan kualitas 'poor' dieksklusikan dan didapatkan hasil akhir 4 artikel yang ditinjau. Hasil penilaian kualitas studi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil penilaian kualitas studi menggunakan *PEDro Scales*

Study	Cortell-Tormo dkk, pada tahun 2018	Michaelson dkk, pada tahun 2016	Steele dkk, pada tahun 2013	Verbrugge dkk, pada tahun 2019	Calatayud dkk, pada tahun 2020
<i>Eligibility criteria</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Random Allocation</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Concealed allocation</i>	No	Yes	No	Yes	Yes
<i>Baseline comparability</i>	No	Yes	Yes	Yes	No
<i>Blind subjects</i>	No	No	No	No	No
<i>Blind therapists</i>	No	No	No	No	No
<i>Blind assessors</i>	No	Yes	No	No	No
<i>Adequate follow up</i>	No	Yes	No	Yes	No
<i>Intention to treat analysis</i>	No	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Between group comparison</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Point estimates and variability</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Total	3	8	5	7	5
Kualitas	Poor	Good	Fair	Good	Fair

Keempat artikel tersebut berasal dari 4 jurnal yang terindeks *Scopus Quartile 1 (Q1)*. Semua artikel yang didapat merupakan penelitian *single center* yang dilakukan di berbagai negara dengan perincian 1 penelitian di Spanyol,¹⁹ 1 penelitian di *United Kingdom*,²⁰ 1 penelitian di Swedia,²¹ dan 1 penelitian di Belgia.²² Hasil penelitian dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penelitian

No	Studi	Kelompok	Jenis intervensi	Nyeri		Penurunan nyeri (nilai p)
				Sebelum	Sesudah	
1	Michaelson dkk, pada tahun 2016	Latihan	<i>Resistance training</i> 70-85% 1RM berupa <i>high load lifting</i> 2 kali seminggu dalam 4 minggu pertama dan 1 kali pada 4 minggu kedua.	4,3	2,2	2,1 (p=0,001)
		Kontrol	<i>low load motor control exercises.</i>	4,7	3,0	1,7
2	Steele dkk, pada tahun 2013	Latihan <i>full ROM</i>	<i>Resistance training</i> 80% 1RM <i>full range of motion</i> dengan <i>lumbar extension machine</i>	4,7	1,6	3,1 (p<0,05)
		Latihan 50% <i>ROM</i>	<i>Resistance training</i> 80% 1RM 50% <i>range of motion</i> dengan <i>lumbar extension machine</i>	4,1	2,5	1,6 (p<0,05)
		Kontrol	Tanpa intervensi	1,9	2,6	0,7 (meningkat)
3	Verbrugghe dkk pada tahun 2019	Latihan	Kombinasi latihan intensitas tinggi - <i>resistance training</i> melatih tubuh bagian atas (<i>vertical traction, chest press, arm curl</i>) dan tubuh bagian bawah (<i>leg curl, leg press, leg extension</i>) menggunakan alat fitness dengan beban 80% 1RM - <i>aerobic training</i> menggunakan <i>cycling bouts</i> dengan 80% VO ₂ max - <i>core stability training</i> melakukan <i>glute bridge, resistance band glute clam, lying diagonal back extension, adapted knee plank, adapted knee side plank</i> , dan <i>elastic band shoulder retraction with hip hinge</i> dengan 60% MVC	5,7	2,5	3,2 (p<0,05)
		Kontrol	Kombinasi latihan Intensitas sedang <i>aerobic training</i> 60% VO ₂ max, <i>resistance training</i> dengan 60% 1 RM, dan <i>core stability training</i> dengan <60% MVC.	5,6	3,4	2,2
4	Calatayud dkk pada tahun 2020	Latihan	<i>Resistance training</i> dengan beban, intensitas sedang hingga tinggi ditingkatkan setiap 2 minggu dengan intensitas 60% 1RM, 67% 1RM, 71% 1RM, dan 75% 1RM menggunakan <i>elastic band</i>	6,2	4,3	1,9 (p=0,139)
		Kontrol	<i>Back School program</i> berfokus pada 5 <i>core strengthening</i> (<i>abdominal hollowing, knee up, oblique crunch, supine planck, bird dog</i>) dan 5 <i>stretching back and lower limb exercise</i> (<i>knee to chest, cat camel, lying psoas stretching, lying hamstring stretching, standing quadriceps stretching</i>).	6,3	5,1	1,2

DISKUSI

Terdapat 4 artikel yang digunakan pada tinjauan sistematis ini yang menggunakan latihan intensitas tinggi dengan tujuan menurunkan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*. Sebanyak 5 kelompok latihan dari 4 artikel melaporkan terjadinya penurunan nyeri pada *non-specific chronic low back pain* yang signifikan secara statistik (p<0,05) dan 1 kelompok latihan mengalami penurunan nyeri namun tidak signifikan secara statistik (p>0,05).

Keamanan Latihan Intensitas Tinggi

Tinjauan sistematis ini memiliki kriteria sampel pasien dengan *low back pain* lebih dari 12 minggu dan berusia 18-75 tahun. Pada saat melakukan latihan dilakukan pengawasan oleh fisioterapis atau spesialis. Kelima artikel tidak melaporkan adanya cedera akibat latihan intensitas tinggi. Pengawasan dapat meningkatkan efek latihan terhadap penurunan nyeri pada *chronic low back pain*.²³ Pengawasan yang dilakukan dengan baik dapat memberikan instruksi langsung, memberikan motivasi, memberikan umpan balik, dan mengawasi perkembangan latihan pasien.²³ Interaksi antara pengawas dan pasien saat melakukan latihan dapat meningkatkan kepatuhan dan meminimalkan risiko cedera.²⁴ Pada penelitian ini intensitas nyeri yang diterapi tidak lebih dari 6,3 dan merupakan intensitas nyeri tingkat sedang.

Latihan Intensitas Tinggi Dalam Menurunkan Nyeri pada *Non-Specific Chronic Low Back Pain*

Studi Calatayud dkk, pada tahun 2020 melakukan *progressive resistance training* yang berfokus pada *core stability*. Hasil dari latihan menunjukkan pengurangan nyeri akan tetapi tidak signifikan secara statistik dengan pengurangan sebesar 1,9 ($p=0,139$). Kelompok kontrol diberi intervensi latihan dengan *back school program* mengalami penurunan nyeri sebesar 1,2. Penurunan nyeri yang tidak signifikan secara statistik dapat terjadi karena fungsi fisik lumbar tidak berhubungan langsung dengan nyeri karena efek positif latihan lebih banyak ke *central nervous system* seperti adaptasi psikologis, kognitif, atau neurofisiologis. Selain itu, nyeri harus diatasi dengan peningkatan fungsi fisik secara menyeluruh daripada fungsi fisik lokal (lumbar).²⁵

Studi oleh Michaelson dkk, pada tahun 2016 melakukan *resistance training* dengan beban 70-85% dan dapat menurunkan nyeri sebesar 2,1. Kelompok kontrol diberi latihan fisik berupa *low load motor control exercise* dan mengalami penurunan nyeri sebesar 1,7. Berdasarkan analisis elektromiografi, *High load lifting* dapat mengaktifkan otot intrinsik punggung, *gluteus maximus*, dan *hamstring*.²⁶ Latihan ini mengakibatkan peningkatan kekuatan otot secara menyeluruh dan hipertrofi dari kelompok otot posterior tubuh. *High load lifting* meningkatkan kemampuan motorik, stabilisasi tubuh, dan kemampuan koordinasi.²⁷

Studi yang dilakukan Steele dkk, pada tahun 2013 melakukan *resistance training* yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *full range of motion* dan 50% *range of motion* dengan beban 80% 1RM. Kelompok *full range of motion* mengalami penurunan nyeri sebesar 3,1 dan pada kelompok 50% *range of motion* mengalami penurunan sebesar 1,6. Kelompok *full range of motion* maupun 50% *range of motion* memiliki efek signifikan terhadap penurunan nyeri. Kelompok kontrol tidak diberi intervensi berupa latihan fisik dan terjadi peningkatan nyeri sebesar 2,6. Semakin besar tingkat ekstensi lumbar, semakin besar pengurangan rasa sakit. Latihan ekstensi lumbar meningkatkan stabilitas, kekuatan otot, dan meregangkan otot fleksor dan ekstensor pada area punggung bawah.⁸

Studi yang dilakukan Verbrugghe dkk, pada tahun 2019 mengkombinasikan *aerobic training*, *resistance training*, dan *core stability training* dengan kelompok latihan intensitas tinggi dan kelompok kontrol intensitas sedang. Kelompok latihan intensitas tinggi mengalami penurunan nyeri sebanyak 3,2. Kelompok kontrol diberi latihan kombinasi dalam intensitas sedang. Kelompok latihan intensitas tinggi memiliki peningkatan pada kapasitas latihan dan penguatan otot punggung. Kelompok kontrol mengalami penurunan nyeri sebesar 2,2. Terdapat perubahan yang lebih besar terjadi pada kelompok latihan intensitas tinggi dibandingkan dengan kelompok intensitas sedang. Penurunan nyeri pada studi ini merupakan penurunan nyeri terbesar dibandingkan dengan studi lain. Hal ini dapat diakibatkan karena latihan fisik dapat merangsang sekresi β -endorphin yang berkaitan dengan efek analgesik.¹¹ *Aerobic training* memiliki efek yang lebih baik pada vasodilatasi pembuluh darah.²⁸ *Resistance training* dan *core stability training* memiliki efek dalam peningkatan kekuatan otot.²⁹

Kelima studi memberikan efek positif terhadap penurunan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*. Penurunan nyeri diakibatkan oleh peningkatan kebugaran fisik dan kekuatan sistem muskuloskeletal. Latihan yang dilakukan dengan intensitas yang tinggi lebih efektif dalam memperkuat otot dibandingkan dengan intensitas yang lebih rendah.³⁰ Pengaruh psikologis seperti motivasi dan pemberian edukasi juga dapat memberikan efek positif terhadap hasil latihan. Intervensi motivasi dan edukasi dapat membantu kepatuhan berolahraga, memiliki efek positif pada perilaku olahraga jangka panjang, meningkatkan *self-efficacy* dan mengurangi tingkat keterbatasan aktivitas.³¹

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan artikel yang ditemukan peneliti pada 5 artikel yang membahas tentang latihan intensitas tinggi, dapat disimpulkan bahwa latihan intensitas tinggi dapat menurunkan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*. Latihan yang didampingi oleh pengawas yang berkompeten dapat meningkatkan keamanan saat melakukan latihan intensitas tinggi. Latihan intensitas tinggi dapat dijadikan sebagai salah satu opsi terapi dengan tujuan menurunkan nyeri pada *non-specific chronic low back pain*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Liu S, Wang B, Fan S, Wang Y, Zhan Y, Ye D. Global Burden of Musculoskeletal Disorders and Attributable Factors in 204 Countries and Territories: A Secondary Analysis of the Global Burden of Disease 2019 Study. *BMJ Open*. 2022;12(6):e062183.
2. Chen S, Chen M, Wu X, et al. Global, Regional and National Burden of Low Back Pain 1990–2019: A Systematic Analysis of the Global Burden of Disease Study 2019. *J Orthop Transl*. 2022;32:49-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jot.2021.07.005>
3. Dieleman JL, Cao J, Chapin A, et al. US Health Care Spending by Payer and Health Condition, 1996-2016. *JAMA*. 2020;323(9):863-884. doi:10.1001/jama.2020.0734
4. Verbrugghe J, Hansen D, Demoulin C, Verbunt J, Rousset NA, Timmermans A. High Intensity Training Is an Effective Modality to Improve Long-Term Disability and Exercise Capacity in Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(20). doi:10.3390/ijerph182010779
5. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2017;166(7):514-530. doi:10.7326/M16-2367
6. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific Low Back Pain. *Lancet*. 2017;389(10070):736-747. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30970-9)
7. Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Front Cardiovasc Med*. 2018;5:135. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2018.00135>
8. Gordon R, Bloxham S. A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare*. 2016;4(2):22. doi:10.3390/healthcare4020022

9. Ali AH, Ahmed HS, Jawad AS, Mustafa MA. Endorphin: Function and Mechanism of Action. *Sci Arch*. 2021;2(1):9-13.
10. Romagnoli C, Iantomasi T, Brandi ML. Available In Vitro Models for Human Satellite Cells from Skeletal Muscle. *Int J Mol Sci*. 2021;22(24):13221. doi:10.3390/ijms222413221
11. Owen PJ, Miller CT, Mundell NL, et al. Which Specific Modes of Exercise Training are Most Effective for Treating Low Back Pain? Network Meta-Analysis. *Br J Sports Med*. 2020;54(21):1279 LP - 1287. doi:10.1136/bjsports-2019-100886
12. Chiarotto A, Maxwell LJ, Ostelo RW, Boers M, Tugwell P, Terwee CB. Measurement Properties of Visual Analogue Scale, Numeric Rating Scale, and Pain Severity Subscale of the Brief Pain Inventory in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. *J Pain*. 2019;20(3):245-263. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.07.009
13. Shafshak TS, Elnemr R. The Visual Analogue Scale Versus Numerical Rating Scale in Measuring Pain Severity and Predicting Disability in Low Back Pain. *J Clin Rheumatol Pract reports Rheum Musculoskelet Dis*. 2021;27(7):282-285. doi:10.1097/RHU.0000000000001320
14. Smith BE, Hendrick P, Bateman M, et al. Musculoskeletal Pain and Exercise—Challenging Existing Paradigms and Introducing New. *Br J Sports Med*. 2019;53(14):907-912. doi:10.1136/bjsports-2017-098983
15. Lima L V, Abner TSS, Sluka KA. Does Exercise Increase or Decrease Pain? Central Mechanisms Underlying these Two Phenomena. *J Physiol*. 2017;595(13):4141-4150. doi:10.1113/JP273355
16. Raymond MJ, Bramley-Tzerefos RE, Jeffs KJ, Winter A, Holland AE. Systematic Review of High-Intensity Progressive Resistance Strength Training of the Lower Limb Compared With Other Intensities of Strength Training in Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(8):1458-1472. doi:https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.02.022
17. Morishita S, Tsubaki A, Nakamura M, Nashimoto S, Fu JB, Onishi H. Rating of Perceived Exertion on Resistance Training in Elderly Subjects. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2019;17(2):135-142. doi:10.1080/14779072.2019.1561278
18. Cugliari G, Boccia G. Core Muscle Activation in Suspension Training Exercises. *J Hum Kinet*. 2017;56(1):61-71. doi:doi:10.1515/hukin-2017-0023
19. Calatayud J, Guzmán-González B, Andersen LL, et al. Effectiveness of a Group-Based Progressive Strength Training in Primary Care to Improve the Recurrence of Low Back Pain Exacerbations and Function: A Randomised Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):1-14.
20. Steele J, Bruce-Low S, Smith D, Jessop D, Osborne N. A Randomized Controlled Trial of the Effects of Isolated Lumbar Extension Exercise on Lumbar Kinematic Pattern Variability During Gait in Chronic Low Back Pain. *PM R*. 2016;8(2):105-114. doi:10.1016/J.PMRJ.2015.06.012
21. Michaelson P, Holmberg D, Aasa B, Aasa U. High load lifting exercise and low load motor control exercises as interventions for patients with mechanical low back pain: A randomized controlled trial with 24-month follow-up. *J Rehabil Med*. 2016;48(5):456-463. doi:10.2340/16501977-2091
22. Verbrugge J, Agten A, Stevens S, et al. Exercise Intensity Matters in Chronic Nonspecific Low Back Pain Rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(12):2434-2442. doi:10.1249/MSS.0000000000002078
23. Cashin AG, Booth J, McAuley JH, et al. Making Exercise Count: Considerations for the Role of Exercise in Back Pain Treatment. *Musculoskeletal Care*. 2022;20(2):259-270. doi:https://doi.org/10.1002/msc.1597
24. Collado-Mateo D, Lavin-Pérez AM, Peñacoba C, et al. Key Factors Associated with Adherence to Physical Exercise in Patients with Chronic Diseases and Older Adults: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):2023. doi:10.3390/ijerph18042023
25. Steiger F, Wirth B, de Bruin ED, Mannion AF. Is a Positive Clinical Outcome After Exercise Therapy for Chronic Non-Specific Low Back Pain Contingent Upon a Corresponding Improvement In the Targeted Aspect(s) of Performance? A Systematic Review. *Eur Spine J*. 2012;21(4):575-598. doi:10.1007/s00586-011-2045-6
26. Martín-Fuentes I, Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Electromyographic Activity in Deadlift Exercise and Its Variants. A Systematic Review. *PLoS One*. 2020;15(2):e0229507. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229507
27. Aasa B, Berglund L, Michaelson P, Aasa U. Individualized Low-Load Motor Control Exercises and Education Versus a High-load Lifting Exercise and Education to Improve Activity, Pain Intensity, and Physical Performance in Patients with Low Back pain: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(2):77-85. doi:10.2519/jospt.2015.5021
28. Kapilevich LV, Kologrivova VV, Zakharova AN, Mourot L. Post-Exercise Endothelium-Dependent Vasodilation is Dependent on Training Status. *Front Physiol*. 2020;11:348.
29. Stricker PR, Faigenbaum AD, McCambridge TM, et al. Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2020;145(6):e20201011. doi:10.1542/peds.2020-1011
30. Ram AK, Summers SJ, Booth J, Gibbs MT, Jones MD. Higher Intensity Exercise Reduces Disability More Than Lower Intensity Exercise in Adults with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Musculoskeletal Care*. 2023;21(3):611-622. doi:https://doi.org/10.1002/msc.1734
31. Barbari V, Storari L, Ciuro A, Testa M. Effectiveness of Communicative and Educative Strategies in Chronic Low Back Pain Patients: A Systematic Review. *Patient Educ Couns*. 2020;103(5):908-929. doi:https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.11.031



Karya ini dilisensikan dibawah [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).