

Efektivitas *Proprioceptive Exercise* terhadap Pemulihan Fungsional *Ankle* Pasca Cedera *Sprain*: Literature Review

**Sri Sulistiani T. Ladjidji¹, Sania Nada Shofia², Jabran Ilham Sari³, Muhammad Akmal
Amirulhaq⁴, Naufal Hady Kusuma⁵, Arif Pristianto⁶**

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah
Surakarta, Indonesia

Email : ap123@ums.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Cedera ankle sprain merupakan cedera muskuloskeletal yang paling sering terjadi dalam aktivitas olahraga, mencakup 80–90% dari seluruh kasus cedera ankle. Kondisi ini menyebabkan gangguan proprioepsi, penurunan keseimbangan, dan instabilitas sendi, di mana 20–75% kasus dapat berkembang menjadi *Chronic Ankle Instability* (CAI). **Tujuan:** Mengetahui efektivitas *proprioceptive exercise* terhadap pemulihan fungsional ankle pasca cedera sprain. **Metode:** Penelitian menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan PRISMA dari PubMed, Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect (2018–2026). Dari 4.979 artikel yang tersaring, 12 studi *Randomized Controlled Trial* (RCT) memenuhi kriteria inklusi dengan skor PEDro Scale 6–9. **Hasil:** Seluruh 12 studi menunjukkan bahwa *proprioceptive exercise* secara signifikan meningkatkan proprioepsi, keseimbangan, stabilitas, dan fungsi ankle ($p < 0,05$). Latihan pada permukaan tidak stabil, *balance device training*, dan plyometric terbukti lebih efektif dibandingkan latihan konvensional, dengan durasi optimal 6–8 minggu frekuensi minimal 3 kali per minggu. **Simpulan:** *Proprioceptive exercise* efektif meningkatkan stabilitas dan fungsi ankle pasca cedera sprain serta mencegah perkembangan menuju CAI. **Kata kunci:** *Proprioceptive Exercise, Ankle Sprain, Pemulihan Fungsional, Rehabilitasi Ankle, Balance Training*.

ABSTRACT

Background: Ankle sprain is the most common musculoskeletal injury in sports, accounting for 80–90% of all ankle injuries. It causes proprioceptive dysfunction, reduced balance, and joint instability, with 20–75% of cases potentially progressing to Chronic Ankle Instability (CAI). **Objective:** To determine the effectiveness of proprioceptive exercise on functional recovery of the ankle following sprain injury. **Methods:** A literature review using the PRISMA approach from PubMed, Google Scholar, Scopus, and ScienceDirect (2018–2026). From 4,979 screened articles, 12 Randomized Controlled Trial (RCT) studies met inclusion criteria with PEDro Scale scores of 6–9. **Results:** All 12 studies demonstrated that proprioceptive exercise significantly improved proprioception, balance, stability, and ankle function ($p < 0.05$). Unstable surface training, balance device training, and plyometric exercise were more effective than conventional exercise, with an optimal duration of 6–8 weeks at a minimum frequency of 3 sessions per week. **Conclusion:** Proprioceptive exercise is effective in improving ankle stability and function following sprain and prevents progression to CAI. **Keywords:** *Proprioceptive Exercise, Ankle Sprain, Functional Recovery, Ankle Rehabilitation, Balance Training*.

1. PENDAHULUAN

Aktivitas fisik, baik dalam konteks olahraga kompetitif maupun kehidupan sehari-hari dapat menempatkan sendi pergelangan kaki sebagai struktur penopang utama yang rentan terhadap cedera akibat beban mekanis yang tinggi dan repetitif (Fong et al., 2021). Di antara berbagai cedera yang ada *sprain ankle* lateral menjadi yang paling dominan, yaitu mencakup 80–90% dari seluruh kasus *sprain ankle* dan 15–17% dari total cedera olahraga di tingkat kompetitif (Mineta et al., 2024). Cedera ini sering terjadi akibat mekanisme inversi berlebihan yang merusak ligamen lateral, dalam hal ini tidak hanya mengganggu stabilitas mekanis sendi, tetapi juga fungsi neuromuskular dan proprioseptif yang krusial dalam kontrol keseimbangan (Halabchi & Hassabi, 2020).

Insiden *sprain ankle* secara global mencapai 3,29 per 1.000 orang per tahun, dengan risiko cedera berulang meningkat enam kali lipat setelah episode pertama dan 20–75% kasus berkembang menjadi *Chronic Ankle Instability* (CAI) (de Ridder et al., 2021; Forsyth et al., 2025). Di Indonesia, studi di 14 provinsi menunjukkan bahwa *chronic lateral ankle instability* merupakan kondisi yang banyak ditangani di klinik fisioterapi nasional (Cahyadi et al., 2021). Secara ekonomi, biaya langsung dalam penanganan per pasien berkisar USD 292–2.268, dan secara agregat mencapai miliaran dolar per tahun pada populasi atlet (Bielska et al., 2019). Keterlambatan rehabilitasi terbukti memperburuk prognosis sekaligus meningkatkan biaya perawatan hingga USD 1.400 per episode (Fraser et al., 2021).

Upaya pemulihan fungsional pada *ankle* pasca *sprain* berfokus pada dua modalitas utama yaitu *proprioceptive exercise* dan latihan penguatan (*strengthening exercise*). *Proprioceptive exercise* bertujuan memulihkan kemampuan sistem sensorimotorik dalam mendeteksi posisi sendi dan menghasilkan respons neuromuskular yang tepat untuk stabilitas dinamis (Espí-López et al., 2021), sementara latihan penguatan menargetkan restorasi kekuatan otot peroneal dan stabilisator *ankle*. Dalam praktik klinis, keduanya umumnya diintegrasikan sebagai pendekatan multimodal untuk memaksimalkan pemulihan fungsional (Ha et al., 2018).

Bukti ilmiah terkait efektivitas *proprioceptive exercise* menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Beberapa penelitian melaporkan perbaikan signifikan pada keseimbangan dan fungsi *ankle* dibandingkan kelompok kontrol ($p < 0,05$), termasuk pada program kombinasi latihan plyometrik dan keseimbangan selama 8 minggu pada atlet dengan *functional ankle instability* (Cleland et al., 2021; Huang et al., 2021). Namun, studi lain menemukan bahwa

perbaikan yang diperoleh tidak berbeda bermakna antar kelompok intervensi maupun saat *follow-up* jangka menengah, baik pada program proprioseptif terstandar maupun teknik *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) (Lazarou et al., 2018; Alahmari et al., 2020).

Ketidakkonsistenan temuan tersebut diduga dipengaruhi oleh heterogenitas desain penelitian, dosis intervensi, fase cedera, dan instrumen pengukuran yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan *literature review* yang komprehensif untuk mensintesis bukti yang ada, mengidentifikasi faktor pemoderasi efektivitas, dan menghasilkan rekomendasi klinis berbasis bukti bagi praktik fisioterapi dalam penatalaksanaan *sprain ankle*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* untuk menganalisis efektivitas *Proprioceptive Exercise* terhadap pemulihan fungsional *ankle pasca cedera sprain*, yang mengacu pada alur seleksi literatur menggunakan diagram PRISMA *Flow Chart* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

Literatur di peroleh melalui penelusuran jurnal elektronik yang dilakukan secara komprehensif berupa PubMed, Google Scholar, Scopus, ScienceDirect. Tahun pencarian mencakup publikasi dari tahun 2018 sampai 2026. Proses pencarian diperoleh dari memasukkan kata kunci, “*Proprioceptive Exercise*” OR “*Proprioception Training*” AND “*Ankle Instability*” AND “*Functional Recovery*” OR “*Balance Training*” OR “*Ankle Rehabilitation*”. Kata kunci bisa digunakan secara tunggal maupun dalam kombinasi dengan Operator Boolean (AND, OR) untuk memaksimalkan cakupan dan relevansi hasil pencarian artikel. Bahasa publikasi yang diterima adalah Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia.

Penilaian kualitas artikel setiap studi dinilai menggunakan PEDro Scale (*Physiotherapy Evidence Database Scale*). Terdiri dari 11 item skor total 0-10. Penilaian studi dengan skor PEDro 0-3 diklasifikasikan sebagai kualitas metodologis rendah dan risiko bias tinggi, 4-5 diklasifikasikan sebagai kualitas metodologis cukup dan risiko bias sedang, 6-8 diklasifikasikan sebagai kualitas metodologis baik dan risiko bias rendah, 9-10 diklasifikasikan sebagai kualitas metodologis sangat baik dan risiko bias sangat rendah.

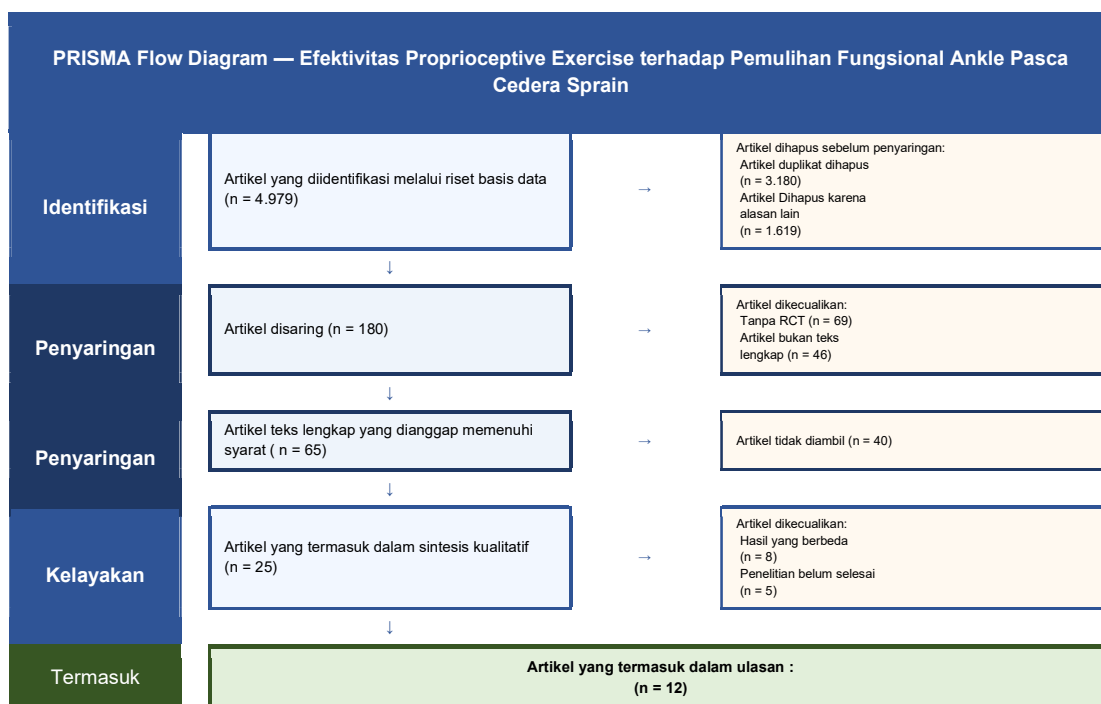
Kriteria kelayakan artikel ditentukan dengan kerangka PICO yaitu (P) *Population* pada penelitian ini adalah individu dengan *ankle sprain* atau *functional ankle stability*, (I) *Intervention* berupa *proprioceptive exercise*, *balance training*, *ankle stabilization exercise*,

maupun rehabilitasi neuromuskular, (C) *Comparison* berupa latihan konvensional, terapi standar, atau kelompok kontrol tanpa intervensi khusus, (O) *Outcome* yang dianalisis meliputi peningkatan propriosepsi, keseimbangan, kontrol postural, stabilitas ankle, penurunan nyeri, serta peningkatan kemampuan fungsional ankle.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis mengacu pada panduan PRISMA. Dari total 4.979 artikel yang teridentifikasi melalui pencarian database, dilakukan penghapusan duplikat (n=3.180) dan artikel tidak relevan (n=1.619), sehingga tersisa 180 artikel untuk diskriminasi. Setelah eksklusi artikel yang bukan RCT (n=69) dan tidak tersedia teks lengkap (n=46), sebanyak 65 artikel dilanjutkan ke tahap penilaian kelayakan. Dari tahap ini, 40 artikel tidak dapat diambil, dan 13 artikel tambahan dieksklusi karena perbedaan *outcome* (n=8) serta studi belum selesai (n=5). Akhirnya, sebanyak 12 studi memenuhi kriteria dan dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Lebih jelas terkait screening artikel dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Penelusuran Jurnal

Tabel 1. Analisis PICO

Penulis dan Tahun	Population	Intervention	Comparison	Outcome	
				Measurement	Research
Tsakitzidis et al., 2020 DOI: 10.23736/S1973-9087.20.06302-9	- 72 pasien dengan nyeri leher non-spesifik. - Kriteria inklusi: dewasa usia 18–65 tahun, nyeri leher ≥ 3 bulan. - Kriteria eksklusi: patologi tulang belakang, operasi leher sebelumnya, kondisi neurologis.	- Program latihan proprioseptif 8 minggu (koordinasi kepala-mata, keseimbangan, stabilisasi servikal). - 3x/minggu, 30–45 menit/sesi.	- Fisioterapi konvensional (TENS, massage, stretching).	- NRS untuk nyeri. - NDI (Neck Disability Index). - ROM servikal. - Tes repositioning error.	- Kelompok latihan proprioseptif menunjukkan penurunan nyeri dan disabilitas signifikan ($p < 0,05$). - Peningkatan ROM dan akurasi proprioseptif lebih besar dibanding kontrol.
Akosile et al., 2020 https://doi.org/10.1155/2020/9012930	- 60 dewasa pasca cedera ankle sprain. - Kriteria inklusi: usia 18–45 tahun, sprain grade I–II, ambulasi mandiri. - Kriteria eksklusi: fraktur, operasi ankle, gangguan vestibular.	- Stimulasi frekuensi rendah + PNF selama 4 minggu, 3x/minggu, 45 menit/sesi.	- PNF saja tanpa stimulasi frekuensi rendah.	- Star Excursion Balance Test (SEBT). - Ankle Joint Position Sense (JPS). - Biodex Balance System.	- Kombinasi stimulasi frekuensi rendah + PNF secara signifikan meningkatkan keseimbangan dan proprioepsi ankle ($p < 0,05$) dibanding PNF saja.
de Vries et al., 2018 https://doi.org/10.3233/BMR-170836	- 42 individu dengan riwayat ankle sprain. - Kriteria inklusi: usia 18–60 tahun, sprain ankle lateral akut/kronis. - Kriteria eksklusi: fraktur, kelainan sendi lain, tidak bisa berdiri 1 kaki.	- Program A: latihan keseimbangan statis & dinamis di permukaan tidak stabil. - Program B: latihan ROM, kekuatan, dan fungsional. - 6 minggu, 3x/minggu.	- Perbandingan dua program proprioseptif.	- Ankle ROM. - Skala nyeri VAS. - FAAM. - Single Leg Balance Test.	- Kedua program meningkatkan ROM, nyeri, dan keseimbangan secara signifikan ($p < 0,05$). - Tidak ada perbedaan bermakna antar dua kelompok.

Penulis dan Tahun	Population	Intervention	Comparison	Outcome	
				Measurement	Research
Zhang et al., 2024 https://doi.org/10.1038/s41598-024-55555-y	- 60 pasien dengan FAI. - Kriteria inklusi: FAI dikonfirmasi, usia 18–40 tahun. - Kriteria eksklusi: cedera akut <6 minggu, operasi ankle sebelumnya.	- Sistem rehabilitasi cerdas berbasis AI selama 6 minggu (latihan proprioseptif dan keseimbangan adaptif).	- Latihan rehabilitasi konvensional.	- CAIT score. - Postural sway (balance platform). - Proprioceptive Accuracy Test.	- Sistem rehabilitasi cerdas menunjukkan peningkatan lebih besar pada skor CAIT, kontrol postural, dan akurasi proprioseptif ($p<0,05$).
Yıldız & Anaforoğlu Külünkoğlu, 2024 DOI: 10.25259/JMSR_87_2024	- 50 individu dengan FAI. - Kriteria inklusi: usia 18–45 tahun, CAIT <24. - Kriteria eksklusi: cedera muskuloskeletal lain, penggunaan alat bantu jalan.	- Latihan stabilisasi inti 6 minggu (planks, bridging, rotasi trunkus), 3x/minggu, 30–40 menit/sesi.	- Stretching dan penguatan ankle konvensional.	- CAIT score. - Y-Balance Test. - Single-leg Hop Test.	- Latihan stabilisasi inti secara signifikan meningkatkan keseimbangan fungsional dan stabilitas ankle dibanding kontrol ($p<0,05$).
Vuurberg et al., 2025 https://doi.org/10.1053/j.jfas.2025.08.004	- 80 pasien (40 ankle sprain akut, 40 CAI). - Kriteria inklusi: usia 18–50 tahun, konfirmasi klinis sprain akut atau CAI. - Kriteria eksklusi: fraktur, operasi sebelumnya, kelainan neurologis.	- Rehabilitasi neuromuskular 8 minggu (proprioseptif, penguatan, pelatihan fungsional progresif).	- Fisioterapi standar (ROM, RICE, stretching).	- EMG aktivitas otot. - Isokinetic strength test. - FAAM dan SEBT.	- Rehabilitasi neuromuskular meningkatkan kekuatan, fungsi, dan kontrol postural secara signifikan pada sprain akut maupun CAI ($p<0,05$).
Yun et al., 2017 DOI: 10.1589/jpts.29.278	- 40 pasien chronic ankle sprain. - Kriteria inklusi: usia 20–50 tahun, riwayat sprain ≥ 2 kali, gejala >12 bulan.	- Latihan rehabilitasi fungsional ankle 8 minggu (FMS dan pelatihan isokinetik).	- Kelompok kontrol tanpa intervensi latihan khusus.	- FMS score. - Isokinetic muscle strength. - ROM ankle.	- Latihan rehabilitasi fungsional meningkatkan skor FMS dan kekuatan otot isokinetik ankle secara signifikan ($p<0,05$).

Penulis dan Tahun	Population	Intervention	Comparison	Outcome	
				Measurement	Research
	- Kriteria eksklusi: operasi ankle, kondisi muskuloskeletal lain.				
Yeung et al., 2018 https://doi.org/10.1186/s12984-018-0394-7	- 30 pasien stroke kronis dengan defisit motor tungkai bawah. - Kriteria inklusi: pasca stroke ≥6 bulan, mampu berdiri dengan bantuan minimal. - Kriteria eksklusi: spastisitas berat, gangguan kognitif, penyakit jantung berat.	- Robot-assisted gait training + dorsiflexion assistance (AFO) 4 minggu, 5x/minggu, 30 menit/sesi.	- Latihan berjalan konvensional dengan AFO tanpa robot.	- 10-Meter Walk Test (10MWT). - Fugl-Meyer Assessment-LE (FMA-LE). - Ankle dorsiflexion ROM.	- Kelompok robot-assisted menunjukkan peningkatan lebih besar pada kecepatan berjalan dan dorsiflexion ROM ($p<0,05$).
Kim & Shim, 2018 DOI: 10.12965/ijerh.1836082.041	- 30 dewasa dengan FAI. - Kriteria inklusi: usia 20–35 tahun, CAIT <24. - Kriteria eksklusi: sprain akut <3 bulan, operasi ankle sebelumnya.	- Penguatan ankle di permukaan tidak stabil 6 minggu, 3x/minggu (balance board, wobble board, resistance band).	- Penguatan ankle di permukaan stabil.	- Proprioception (JPS). - Single-leg stance time & postural sway.	- Latihan permukaan tidak stabil meningkatkan proprioepsi dan keseimbangan secara signifikan dibanding permukaan stabil ($p<0,05$).
Erem et al., 2021 DOI: 10.3390/ijerph18105269	- 44 atlet rekreasi dengan FAI. - Kriteria inklusi: usia 18–35 tahun, aktif olahraga ≥3x/minggu, FAI terkonfirmasi.	- Latihan plyometric + keseimbangan 6 minggu (jump landing, hopping, perturbation training).	- Penguatan dan stretching standar.	- EMG aktivasi otot tungkai bawah. - SEBT. - Tes landing mechanics.	- Latihan plyometric dan keseimbangan meningkatkan kontrol neuromuskular dan keseimbangan secara signifikan ($p<0,05$).

Penulis dan Tahun	Population	Intervention	Comparison	Outcome	
				Measurement	Research
	- Kriteria eksklusi: cedera akut <6 minggu, kondisi neurologis.				
Lee et al., 2023 https://doi.org/10.3390/healthcare11182544	- 40 subjek dengan ankle instability. - Kriteria inklusi: usia 20–40 tahun, CAIT <24, riwayat sprain ≥2 kali. - Kriteria eksklusi: nyeri akut, kondisi kardiovaskular berat.	- Latihan stabilisasi ankle menggunakan Sonic Balance Pad 4 minggu, 3x/minggu (single-leg stance dan gerakan dinamis).	- Latihan stabilisasi ankle tanpa Sonic Balance Pad.	- Joint Position Sense (JPS). - Postural sway (force plate). - CAIT score.	- Kelompok Sonic Balance Pad menunjukkan peningkatan proprioepsi dan keseimbangan lebih besar secara signifikan ($p<0,05$).
Chen et al., 2025 https://doi.org/10.1186/s13018-025-06195-z	- 60 pasien dengan FAI. - Kriteria inklusi: usia 18–50 tahun, FAI terkonfirmasi dengan CAIT. - Kriteria eksklusi: cedera akut <3 bulan, riwayat fraktur ankle.	- Pelatihan balance device (wobble board/BOSU) 8 minggu, 3x/minggu, program progresif dari statis ke dinamis.	- Latihan konvensional tanpa balance device.	- CAIT score. - Single-Leg Stance Test. - Postural control (center of pressure).	- Balance device training meningkatkan fungsi ankle dan kemampuan kontrol postural secara signifikan ($p<0,05$).

Keduabelas studi yang diinklusi melibatkan populasi dewasa dengan kondisi *functional ankle instability* (FAI), ankle sprain akut maupun kronis, nyeri leher non-spesifik, dan stroke kronis, dengan rentang usia 18–65 tahun. Berdasarkan analisis PICO, intervensi yang diterapkan mencakup latihan proprioseptif, latihan keseimbangan di permukaan tidak stabil, stabilisasi inti, latihan plyometric, stimulasi frekuensi rendah dikombinasikan PNF, hingga teknologi seperti sistem rehabilitasi berbasis AI dan *robot-assisted gait training*, dengan durasi intervensi 4–8 minggu.

Tabel 2. *Appraisal* dengan Skala PEDro

Penulis dan Tahun	Quar- tile	Eligi- bility Criteria	Rand- om Allo- cation	Conce- aled Alloca- tion	Base- line Com- para- bility	Blind Sub- jects	Blind Ther- apists	Blind Asse- ssors	Ade- quate Foll- ow-up	Inten- tion-to- treat Analysis	Bet- ween- Group Compa- risons	Point Estima- tes and Vari- ability	Hasil
<i>Espí-López et al., 2021</i>	Q1	√	√	√	√	X	X	√	√	X	√	√	7/10
<i>Alahmari et al., 2020</i>	Q2	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10
<i>Lazarou et al., 2018</i>	Q2	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10
<i>Liu et al., 2024</i>	Q1	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10
<i>Panhale et al., 2024</i>	Q4	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10
<i>Vuurberg et al., 2025</i>	Q2	√	√	√	√	X	X	√	√	X	√	√	7/10
<i>Ju & Park, 2017</i>	Q4	√	√	X	X	√	√	√	√	X	√	√	7/10
<i>Yeung et al., 2018</i>	Q1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	9/10
<i>Ha et al., 2018</i>	Q3	√	√	X	√	X	X	√	√	√	√	√	7/10
<i>Huang et al., 2021</i>	Q2	√	√	√	√	X	X	√	√	√	√	√	8/10
<i>Uygun et al., 2023</i>	Q2	√	√	√	√	X	X	√	√	X	√	√	7/10
<i>Xu et al., 2025</i>	Q2	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10

Seluruh studi melaporkan hasil yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$) terhadap peningkatan propriosepsi, keseimbangan, dan fungsi fungsional ankle. Latihan di permukaan tidak stabil, penggunaan *balance device*, serta kombinasi modalitas seperti PNF dengan stimulasi frekuensi rendah terbukti lebih efektif dibandingkan intervensi konvensional. Temuan ini secara konsisten menunjukkan bahwa *proprioceptive exercise* dalam berbagai modalitasnya merupakan pendekatan rehabilitasi yang efektif untuk pemulihan fungsional pasca cedera ankle sprain.

b. Pembahasan

Berdasarkan 12 artikel yang direview, *proprioceptive exercise* terbukti efektif meningkatkan proprioepsi, keseimbangan, stabilitas *ankle*, kontrol neuromuskular, serta fungsi aktivitas pada individu dengan functional *ankle instability* (FAI), *sprain ankle* akut maupun kronis. Berbagai bentuk intervensi yang digunakan meliputi latihan proprioseptif konvensional, latihan pada permukaan tidak stabil, *balance device training*, *core stabilization*, latihan plyometric, hingga teknologi rehabilitasi berbasis *artificial intelligence* (AI) dan *robot-assisted gait training*. Sebagian besar studi menggunakan program selama 4–8 minggu dengan frekuensi 3–5 sesi per minggu dan menunjukkan hasil signifikan ($p < 0,05$).

Secara umum, seluruh artikel menunjukkan bahwa latihan proprioseptif mampu meningkatkan *Joint Position Sense* (JPS), mengurangi postural sway, meningkatkan skor CAIT, SEBT, FAAM, serta memperbaiki keseimbangan statis dan dinamis. Latihan pada permukaan tidak stabil dan *balance device* memberikan stimulasi sensorimotor yang lebih besar dibandingkan latihan konvensional. Selain itu, pendekatan multimodal yang mengombinasikan latihan proprioseptif dengan modalitas lain, seperti PNF atau stimulasi frekuensi rendah, cenderung menghasilkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan penggunaan satu modalitas saja.

Hasil review juga menunjukkan bahwa rehabilitasi *ankle* tidak hanya bergantung pada latihan lokal sendi. Latihan stabilisasi inti (*core stabilization*) terbukti memberikan kontribusi terhadap peningkatan keseimbangan dan stabilitas *ankle* melalui mekanisme transfer stabilitas proksimal ke distal. Di sisi lain, latihan neuromuskular yang berfokus langsung pada *ankle* tetap memberikan manfaat signifikan terhadap kekuatan, kontrol gerak, dan fungsi pergelangan kaki. Oleh karena itu, kombinasi kedua pendekatan dianggap paling sesuai dalam program rehabilitasi yang komprehensif.

Teknologi rehabilitasi berbasis AI dan *robot-assisted gait training* menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama dalam meningkatkan akurasi latihan, kontrol postural, dan fungsi gerak. Namun, kebutuhan biaya dan fasilitas yang lebih tinggi menjadi pertimbangan dalam penerapannya. Untuk sebagian besar kasus *sprain ankle*, latihan terstruktur menggunakan alat sederhana seperti *wobble board* atau *balance pad* tetap menjadi pilihan yang efektif dan lebih mudah diakses.

Latihan plyometric memberikan manfaat tambahan pada fase lanjut rehabilitasi dengan meningkatkan aktivasi neuromuskular, kemampuan landing, dan kontrol gerak yang spesifik terhadap aktivitas olahraga. Namun, latihan ini sebaiknya diberikan secara bertahap setelah stabilitas dan kekuatan dasar tercapai. Analisis lintas studi juga menunjukkan bahwa efektivitas intervensi dipengaruhi oleh durasi program, fase cedera, karakteristik populasi, dan instrumen pengukuran yang digunakan. Program berdurasi 6–8 minggu secara konsisten memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan program yang lebih singkat.

Secara keseluruhan, seluruh artikel mendukung penggunaan *proprioceptive exercise* sebagai komponen utama rehabilitasi *sprain ankle*. Program rehabilitasi disarankan dilakukan secara progresif dan multimodal, dimulai dari latihan keseimbangan dasar, dilanjutkan dengan latihan dinamis pada permukaan tidak stabil, serta ditutup dengan latihan fungsional atau plyometric sesuai kebutuhan. Integrasi latihan stabilisasi inti dan penggunaan instrumen evaluasi seperti CAIT dan SEBT juga direkomendasikan untuk memaksimalkan hasil rehabilitasi.

Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Pertama, sebagian besar studi tidak menerapkan blinding pada subjek maupun terapis sehingga berpotensi menimbulkan bias. Kedua, minimnya data *follow-up* jangka panjang membatasi penilaian terhadap keberlanjutan efek intervensi. Ketiga, sebagian besar penelitian berasal dari negara Barat dan Asia Timur sehingga generalisasi hasil ke populasi Indonesia masih perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian mendatang disarankan menggunakan desain dengan *follow-up* jangka panjang, melibatkan populasi yang lebih beragam, serta mengembangkan penelitian klinis berbasis komunitas di Indonesia untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih kontekstual.

4. KESIMPULAN

Terhadap 12 studi, *proprioceptive exercise* terbukti efektif meningkatkan pemulihan fungsional ankle pasca cedera sprain pada kondisi akut, kronis, maupun functional ankle instability (FAI), dengan peningkatan signifikan pada propriosepsi, keseimbangan, stabilitas ankle, dan kemampuan fungsional ($p < 0,05$). Program latihan dengan permukaan tidak stabil dan pendekatan multimodal selama 6–8 minggu dengan frekuensi minimal 3 kali per minggu memberikan hasil optimal dalam adaptasi neuromuskular. Meskipun masih terdapat

keterbatasan heterogenitas protokol dan minimnya studi jangka panjang, proprioceptive exercise tetap direkomendasikan sebagai komponen utama rehabilitasi ankle sprain karena mampu meningkatkan stabilitas sendi, mengurangi risiko re-injury, dan mencegah perkembangan menuju chronic ankle instability (CAI).

DAFTAR PUSTAKA

- Alahmari, K. A., Silvian, P., Ahmad, I., Reddy, R. S., Tedla, J. S., Kakaraparthi, V. N., & Rengaramanujam, K. (2020). Effectiveness of Low-Frequency Stimulation in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques For Post Ankle Sprain Balance and Proprioception in Adults: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International*, 2020, 9012930. <https://doi.org/10.1155/2020/9012930>
- Bielska, I. A., Wang, X., Lee, R., & Johnson, A. P. (2019). The Health Economics of Ankle and Foot Sprains and Fractures: A Systematic Review of English-Language Published Papers. Part 2: The Direct and Indirect Costs of Injury. *The Foot*, 39, 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.07.003>
- Cahyadi, H., Irawan, R., Hsieh, R.-L., Whiteley, R., Tain-Hsiung, J., & Yu-Fen, C. (2021). Validation of The Indonesian Version of The Foot and Ankle Score in Patients With Chronic Lateral Ankle Instability. *Journal of Foot and Ankle Research*, 14(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00488-2>
- Cleland, J., Mintken, P., McDevitt, A., Bieniek, M., Carpenter, K., Kulp, K., & Whitman, J. (2021). Manual Physical Therapy and Exercise Versus Supervised Home Exercise in The Management of Atients With Inversion Ankle Sprain: A Multicenter Randomized Clinical Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(7), 443–455. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.9571>
- De Ridder, R., Witvrouw, E., Dolphens, M., Roosen, P., & Van Ginckel, A. (2021). The Epidemiology of Chronic Ankle Instability With Perceived Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 14(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00480-w>
- De Fazio, A., Fravolini, G., Gabrielli, E., Turchetta, M., Citro, M., Forconi, F., Maccauro, G., & Vitiello, R. (2025). Functional and Neuromuscular Effects of Rehabilitation in Acute

- Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability. *Journal of Foot and Ankle Surgery*.
<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2025.08.004>
- Espí-López, G. V., Aguilar-Rodríguez, M., Zarzoso, M., Serra-Añó, P., Martínez de La Fuente, J. M., Inglés, M., & Marqués-Sulé, E. (2021). Efficacy of a Proprioceptive Exercise Program in Patients With Nonspecific Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57(1), 15–22.
<https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06302-9>
- Fong, D. T. P., Mok, K., Thompson, I. M., Wang, Y., Shan, W., & King, M. A. (2021). A Lateral Ankle Sprain During a Lateral Backward Step in Badminton: A Case Report of a Televised Injury Incident. *Journal of Sport and Health Science*, 10(6), 726–733.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.03.007>
- Forsyth, L., Donovan, L., Martin-Smith, R., & Rowe, P. L. (2025). Prevalence and Impact of Chronic Ankle Instability in Female Sport: A Cross-Sectional Study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01211-5>
- Fraser, J. J., Hertel, J., & Saliba, S. (2021). Effect of Early Rehabilitation on Outcomes Following Ankle Sprain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(12), 619–627. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.10730>
- Ha, S. Y., Han, J. H., & Sung, Y. H. (2018). Effects of Ankle Strengthening Exercise Program on an Unstable Supporting Surface on Proprioception and Balance in Adults With Functional Ankle Instability. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(2), 301–305.
<https://doi.org/10.12965/jer.1836082.041>
- Halabchi, F., & Hassabi, M. (2020). Acute Ankle Sprain in Athletes: Clinical Aspects and Algorithmic Approach. *World Journal of Orthopedics*, 11(12), 534–558.
<https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i12.534>
- Hamzah, A., Fauziah, E., & Sa'diah, M. (2024). Kombinasi plyometric training dengan mobilization with movement lebih baik dibanding kombinasi plyometric training dengan strain counter strain dalam meningkatkan keseimbangan dan range of motion ankle joint pada kasus chronic ankle instability di Klinik Barito Farma. *FISIO MU: Physiotherapy Evidences*, 1(2), 59–67. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v1i2.4963>

- Huang, P. Y., Jankaew, A., & Lin, C. F. (2021). Effects of plyometric and Balance Training on Neuromuscular Control of Recreational Athletes With Aunctional Ankle Instability: A Randomized Controlled LSaboratory Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5269. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105269>
- Hasdianti, A. U., & Rahman, F. (2022). Program latihan peningkatan kemampuan fungsional pada sprain ankle lateral grade I akut (a case report). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(7), 2829–2838. <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i7.4222>
- Ju, S. B., & Park, G. D. (2017). Effects of ankle strengthening exercise on ankle function and balance in adults with functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(5), 816–820. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.816>
- Kim, K. M., & Lee, H. J. (2017). Effects of the Application of Ankle Functional Rehabilitation Exercise on The Ankle Joint Functional Movement Screen and Isokinetic Muscular Function in Patients With Chronic Ankle Sprain. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(2), 278–282. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.278>
- Lazarou, L., Kofotolis, N., Pafis, G., & Kellis, E. (2018). Effects of Two Proprioceptive Training Programs on Ankle Range of Motion, Pain, Functional and Balance Performance in Individuals With Ankle Sprain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(1), 69–78. <https://doi.org/10.3233/BMR-170836>
- Liu, X., He, M., Hu, R., & Chen, Z. (2024). Randomized Controlled Trial Study of Intelligent Rehabilitation Training System For Functional Ankle Instability. *Scientific Reports*, 14, 4996. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55555-y>
- Lv, S., Chen, Y., Liu, M., Qin, L., Liu, Z., Liu, W., Cui, M., Zhang, X., Yan, H., Ning, F., Zhang, H., & Xu, Y. (2022). Progress of Proprioceptive Training in The Treatment of Traumatic Shoulder Instability. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, 1429375. <https://doi.org/10.1155/2022/1429375>
- Mineta, S., Koyama, T., Yamaguchi, S., Inagaki, H., & Sekine, Y. (2024). Epidemiology of Lateral Ankle Sprain Focusing on Indirect Contact Mechanism in Male and Female Soccer Players: An 18.5-Month Cohort Study. *Injury*, 55(8), 111699. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111699>

- Moré-Pacheco, A., Meyer, F., Pacheco, I., Correia, R. F. L., & Saraiva, J. A. (2019). Ankle Sprain Risk Factors: A 5-Month Follow-up Study in Volley and Basketball Athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 25(3), 237–242. <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220192503208053>
- Nabila, A. S., Rahman, F., Ramadhani, M. M., Azzahrah, F. S., Setiawan, R., Rahmawati, A. F., & Pristianto, A. (2023). Edukasi sprain ankle pada Persatuan Sepak Bola Hizbul Wathan di Desa Banyudono Boyolali. *Prosiding University Research Colloquium*, 16, 435–441. <https://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/2504>
- Panhale, V. P., Walankar, P. P., & Chheda, D. V. (2024). The Effect of Core Stabilization Exercises on Balance and Functional Performance in Individuals With Functional Ankle Instability: An Open-Label Randomized Controlled Trial. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*, 8(2). https://doi.org/10.25259/JMSR_87_2024
- Pristianto, A., Mutia Andini, R., & Faris Naufal, A. (2022). Kejadian cedera muskuloskeletal saat melakukan exercise selama masa pandemi COVID-19. *Quality: Jurnal Kesehatan*, 16(1), 73–81. <https://ejournal.poltekkesjakarta1.ac.id/index.php/adm/article/view/439>
- Putri, R. S., & Santoso, I. (2025). The effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on balance and fall risk in older adults: A systematic literature review. *FISIO MU: Physiotherapy Evidences*, 6(2), 258–270. <https://journals2.ums.ac.id/fisiomu/article/view/9886>
- Nuraminazkiya, M. Z. R., & Pristianto, A. (2025). Analysis of footsteps in basketball players: Feasibility study. *MEDIKORA*, 24(1), 24–34. <https://doi.org/10.21831/medikora.v24i1.79090>
- Uygun, M. N., Yang, D. K., Moon, J. S., & Park, D. S. (2023). Effects of Ankle Stabilization Exercises Using Sonic Balance Pad on Proprioception and Balance in Subjects With Ankle Instability. *Healthcare*, 11(18), 2544. <https://doi.org/10.3390/healthcare11182544>
- Xu, J., Lin, H., Liu, H., et al. (2025). Effects of Balance Device Training on Ankle Function and Postural Control Ability in Patients With Functional Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20, 795. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06195-z>

Yeung, L. F., Ockenfeld, C., Pang, M. K., Wai, H. W., Soo, O. Y., Li, S. W., & Tong, K. Y. (2018). Randomized Controlled Trial of Robot-Assisted Gait Training With Dorsiflexion Assistance on Chronic Stroke Patients Wearing Ankle-Foot-Orthosis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 15(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0394-7>