

Efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap *Knee Stability* pada Atlet Sepak Bola pasca Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL): *Literature Review*

Alya Dewi Khalisa¹, Febiola Irawati², Arif Pristianto³

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

Email korespondensi: arif.pristianto@ums.ac.id

ABSTRACT

Background: Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury is one of the most common knee injuries among soccer athletes and is associated with decreased knee stability, impaired physical performance, and an increased risk of recurrent injury. Nordic Hamstring Exercise (NHE) is widely incorporated into post-ACL rehabilitation because it enhances eccentric hamstring strength and dynamic knee stability. **Objective:** To analyze the effectiveness of Nordic Hamstring Exercise in improving knee stability among soccer athletes following ACL injury. **Methods:** This literature review systematically examined studies investigating the effects of NHE on hamstring strength, neuromuscular control, balance, and knee stability. Articles were identified through Google Scholar using relevant keywords. After applying inclusion and exclusion criteria, nine eligible studies were analyzed descriptively. **Results:** Most studies reported that NHE improved eccentric hamstring strength, neuromuscular control, proprioception, functional balance, and knee stability. These improvements were also associated with a reduced risk of recurrent injury among athletes recovering from ACL injury. **Conclusion:** Nordic Hamstring Exercise is an effective rehabilitation strategy for improving knee stability, hamstring strength, neuromuscular control, proprioception, and functional balance, thereby contributing to a lower risk of recurrent injury in soccer athletes following ACL injury.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament Injury, Knee Stability, Nordic Hamstring Exercise

ABSTRAK

Latar Belakang: Cedera Anterior Cruciate Ligament (ACL) merupakan salah satu cedera lutut yang paling sering terjadi pada atlet sepak bola dan berkaitan dengan penurunan stabilitas lutut, performa fisik, serta peningkatan risiko cedera berulang. *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) banyak diterapkan dalam program rehabilitasi pasca cedera ACL karena mampu meningkatkan kekuatan eksentrik otot hamstring dan stabilitas dinamis lutut. **Tujuan:** Menganalisis efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* dalam meningkatkan stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan menelaah secara sistematis artikel ilmiah mengenai pengaruh NHE terhadap kekuatan otot hamstring, kontrol neuromuskular, keseimbangan, dan stabilitas lutut. Artikel diperoleh melalui Google Scholar menggunakan kata kunci yang relevan. Setelah menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi, sembilan artikel yang memenuhi

syarat dianalisis secara deskriptif. **Hasil:** Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa NHE efektif meningkatkan kekuatan eksentrik otot hamstring, kontrol neuromuskular, proprioepsi, keseimbangan fungsional, dan stabilitas lutut. Peningkatan tersebut juga berkaitan dengan penurunan risiko cedera berulang pada atlet pasca cedera ACL. **Kesimpulan:** *Nordic Hamstring Exercise* merupakan strategi rehabilitasi yang efektif untuk meningkatkan stabilitas lutut, kekuatan otot hamstring, kontrol neuromuskular, proprioepsi, dan keseimbangan fungsional sehingga berkontribusi terhadap penurunan risiko cedera berulang pada atlet sepak bola pasca cedera ACL.

Kata Kunci: Cedera Ligamentum Krusiatum Anterior, Latihan Hamstring Nordik, Stabilitas lutut

1. PENDAHULUAN

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang berperan penting dalam meningkatkan kesehatan, kebugaran, dan prestasi (Malm et al., 2019). Salah satu cabang olahraga dengan tingkat partisipasi tertinggi di dunia adalah sepak bola (Tansel et al., 2008). Menurut *Federation Internationale de Football Association* (FIFA), sepak bola dimainkan oleh lebih dari 265 juta orang di berbagai negara. Karakteristik permainan yang melibatkan sprint, akselerasi, deselerasi, perubahan arah secara cepat, lompatan, dan kontak fisik menyebabkan atlet sepak bola memiliki risiko tinggi mengalami cedera muskuloskeletal, terutama pada ekstremitas bawah (Emery & Pasanen, 2019).

Cedera olahraga merupakan gangguan pada sistem muskuloskeletal yang terjadi akibat trauma langsung, aktivitas fisik berlebihan, atau penggunaan berulang yang melebihi kapasitas jaringan tubuh. Pada atlet sepak bola, cedera yang paling sering dijumpai meliputi cedera hamstring, cedera ankle, dan cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Cedera ACL merupakan salah satu cedera lutut yang paling serius karena berperan penting dalam menjaga stabilitas sendi lutut. Cedera ini umumnya terjadi akibat gerakan rotasi lutut secara tiba-tiba, perubahan arah mendadak, pendaratan yang kurang tepat setelah lompatan, maupun kontak langsung dengan pemain lain. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan stabilitas lutut (*knee stability*), keterbatasan fungsi, penurunan performa atletik, hingga meningkatkan risiko cedera berulang.

Atlet sepak bola dewasa memiliki risiko tinggi mengalami cedera ACL akibat tingginya tuntutan biomekanik selama latihan maupun pertandingan (Olivares-Jabalera et al., 2021). Meskipun angka kejadian cedera ACL lebih rendah dibandingkan cedera hamstring, dampaknya jauh lebih besar karena memerlukan rehabilitasi jangka panjang dan dapat mengganggu karier atlet. Cedera ACL juga sering disertai penurunan kontrol

neuromuskular, proprioepsi, serta kelemahan otot hamstring dan quadriceps yang berkontribusi terhadap menurunnya stabilitas lutut. Selain itu, ketidakseimbangan kekuatan otot, kelelahan, kurangnya fleksibilitas, serta belum optimalnya program pencegahan cedera merupakan faktor risiko penting terjadinya cedera ACL maupun cedera hamstring pada pemain sepak bola (Rosado-Portillo *et al.*, 2021).

Dampak cedera ACL tidak hanya terbatas pada aspek fisik, tetapi juga aspek psikologis dan ekonomi. Atlet sering mengalami kehilangan waktu bermain, penurunan performa, serta kecemasan untuk kembali berkompetisi. Selain itu, penanganan cedera ACL memerlukan biaya yang tinggi karena melibatkan tindakan rekonstruksi ligamen, fisioterapi, dan program rehabilitasi yang berlangsung sekitar 6-12 bulan. Oleh karena itu, rehabilitasi yang efektif menjadi faktor penting untuk mengembalikan fungsi lutut sekaligus mencegah terjadinya cedera berulang.

Salah satu intervensi yang banyak digunakan dalam rehabilitasi maupun pencegahan cedera ACL adalah *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) (Ferdian *et al.*, 2016). NHE merupakan latihan eksentrik otot hamstring yang dilakukan dengan posisi lutut bertumpu pada lantai sementara tubuh diturunkan secara perlahan ke depan dengan mempertahankan kontraksi otot hamstring. Latihan ini bertujuan meningkatkan kekuatan eksentrik hamstring, memperbaiki kontrol neuromuskular, meningkatkan proprioepsi, serta mempertahankan stabilitas dinamis lutut (Al Attar *et al.*, 2016). Latihan eksentrik hamstring termasuk NHE terbukti efektif dalam meningkatkan fungsi neuromuskular dan menurunkan risiko cedera ekstremitas bawah (Hu *et al.*, 2023). Selain itu, program *Nordic Hamstring Curl* juga dilaporkan dapat meningkatkan kekuatan otot, kecepatan sprint, dan stabilitas gerak pada pemain sepak bola usia muda (Adiguzel *et al.*, 2024).

Meskipun demikian, efektivitas NHE masih menjadi perdebatan. Keberhasilan program pencegahan cedera hamstring sangat dipengaruhi oleh kepatuhan atlet terhadap program latihan sehingga manfaat NHE tidak selalu konsisten apabila frekuensi latihan tidak sesuai protokol atau atlet mengalami kelelahan berlebihan (Biz *et al.*, 2021). Selain itu, hasil penelitian mengenai program pencegahan cedera masih menunjukkan variasi akibat perbedaan desain latihan, intensitas, durasi intervensi, metode pengukuran, serta karakteristik subjek penelitian yang menyebabkan efektivitas NHE terhadap stabilitas lutut belum menunjukkan hasil yang konsisten (Rosado-Portillo *et al.*, 2021).

Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya kesenjangan ilmiah terkait efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL. Variasi protokol latihan, durasi intervensi, metode pengukuran, serta karakteristik subjek penelitian menjadi faktor yang berkontribusi terhadap heterogenitas hasil. Selain itu, kajian yang secara khusus mensintesis bukti ilmiah mengenai efektivitas NHE pada populasi ini masih terbatas sehingga diperlukan kajian yang lebih komprehensif untuk mengintegrasikan temuan yang ada.

Berdasarkan hal tersebut, *literature review* ini dilakukan untuk menganalisis dan mensintesis hasil penelitian terkini mengenai efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai manfaat, efektivitas, keterbatasan, serta implikasi penggunaan NHE dalam rehabilitasi dan pencegahan cedera. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah bagi fisioterapis, pelatih, dan tenaga kesehatan olahraga dalam mengembangkan program rehabilitasi yang lebih optimal. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL berdasarkan bukti ilmiah yang tersedia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan deskriptif untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis bukti ilmiah mengenai efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* sebagai variabel intervensi terhadap stabilitas lutut (*knee stability*), kekuatan otot hamstring, kontrol neuromuskular, propriosepsi, dan keseimbangan fungsional sebagai luaran penelitian.

Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data Google Scholar menggunakan kombinasi kata kunci "*Nordic Hamstring Exercise*", "*Anterior Cruciate Ligament*", "*ACL rehabilitation*", "*knee stability*", "*hamstring strength*", dan "*soccer player*" dengan operator Boolean AND dan OR untuk memperoleh artikel yang relevan.

Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang diterbitkan pada tahun 2021-2026; (2) artikel penelitian yang membahas penggunaan *Nordic Hamstring Exercise* pada atlet sepak

bola atau rehabilitasi pasca cedera ACL; (3) artikel yang mengevaluasi stabilitas lutut, fungsi lutut, kekuatan hamstring, kontrol neuromuskular, atau keseimbangan sebagai luaran penelitian; (4) artikel berbahasa Indonesia atau Inggris; dan (5) artikel yang tersedia dalam bentuk *full text*. Adapun kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian; (2) artikel yang tidak tersedia dalam bentuk *full text*; (3) artikel duplikat; dan (4) artikel yang tidak membahas intervensi *Nordic Hamstring Exercise*.

Proses seleksi artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga diperoleh sembilan artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis. Artikel yang terpilih terdiri atas berbagai desain penelitian, yaitu *randomized controlled trial* (RCT), *experimental study*, *systematic review*, *meta-analysis*, dan *umbrella review*.

Data diekstraksi berdasarkan karakteristik penelitian yang meliputi nama penulis, tahun publikasi, desain penelitian, karakteristik subjek, bentuk intervensi, instrumen pengukuran, dan hasil penelitian. Kualitas metodologis artikel eksperimental dinilai menggunakan Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale, sedangkan artikel *systematic review*, *meta-analysis*, dan *umbrella review* tidak dinilai menggunakan PEDro karena instrumen tersebut hanya diperuntukkan bagi penelitian eksperimental. Seluruh data kemudian dianalisis secara deskriptif melalui sintesis literatur untuk membandingkan hasil antarpemeriksaan mengenai efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Berdasarkan hasil telaah terhadap sembilan artikel yang memenuhi kriteria inklusi, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) memberikan dampak positif terhadap peningkatan kekuatan otot hamstring, stabilitas lutut, kontrol neuromuskular, keseimbangan dinamis, serta penurunan risiko cedera pada atlet sepak bola. Selain berperan dalam meningkatkan fungsi lutut selama proses rehabilitasi, latihan eksentrik hamstring melalui NHE juga dilaporkan mampu mendukung stabilisasi dinamis sendi lutut selama aktivitas olahraga dengan intensitas tinggi.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa NHE efektif meningkatkan kekuatan eksentrik hamstring dan fungsi lutut pada atlet pasca cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Penambahan NHE pada program rehabilitasi pasca rekonstruksi ACL selama 12 minggu

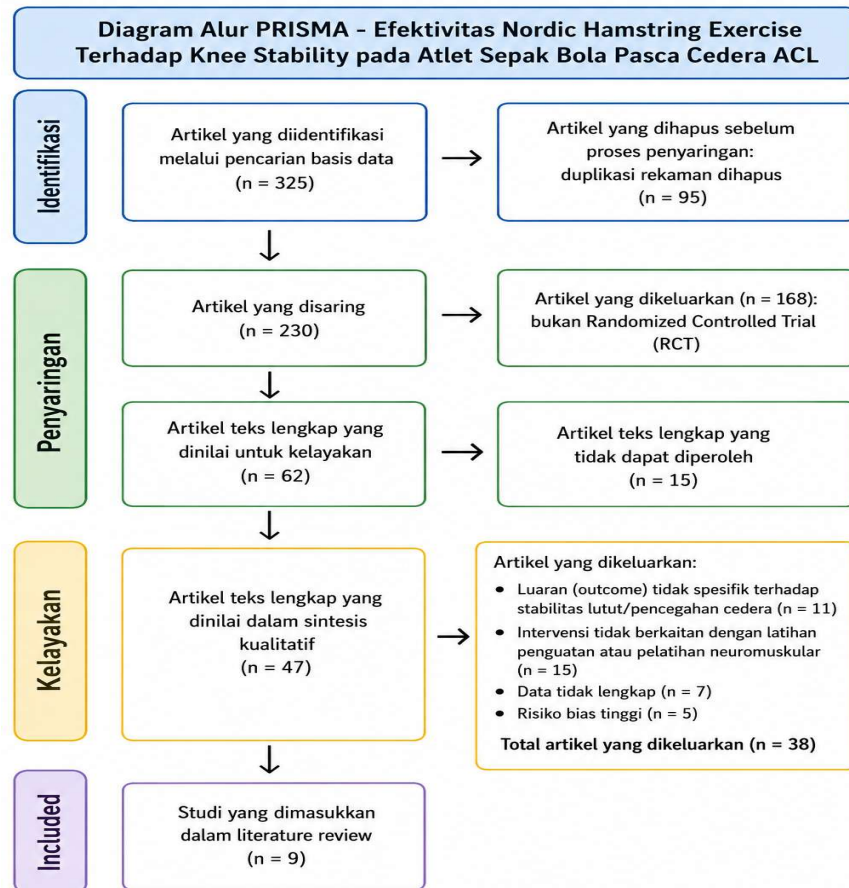
menunjukkan peningkatan kekuatan hamstring, fungsi lutut, dan kemampuan fungsional yang lebih baik dibandingkan rehabilitasi standar, yang ditunjukkan melalui peningkatan skor *Lysholm Knee Scoring Scale* dan *International Knee Documentation Committee* (IKDC) (Chen *et al.*, 2023). Temuan tersebut sejalan dengan laporan bahwa latihan eksentrik hamstring, termasuk NHE, efektif meningkatkan fungsi neuromuskular, proprioepsi, serta menurunkan risiko cedera ekstremitas bawah melalui peningkatan panjang fasikulus otot dan kekuatan tendon (Hu *et al.*, 2023). Selain itu, evaluasi kekuatan hamstring juga merupakan komponen penting dalam mengidentifikasi risiko cedera sehingga dapat mendukung penyusunan program rehabilitasi dan pencegahan cedera yang lebih optimal (Firmansyah *et al.*, 2023).

Pada aspek pencegahan cedera dan peningkatan stabilitas lutut, sebagian besar penelitian menunjukkan hasil yang konsisten. Latihan penguatan eksentrik hamstring yang dikombinasikan dengan latihan neuromuskular dan keseimbangan mampu memperbaiki pola gerak saat sprint, perubahan arah, dan pendaratan sehingga meningkatkan stabilitas fungsional lutut (Olivares-Jabalera *et al.*, 2021). Hasil tersebut didukung oleh temuan bahwa NHE merupakan salah satu latihan yang paling konsisten dalam menurunkan kejadian cedera hamstring melalui peningkatan kekuatan eksentrik, panjang fasikulus otot, dan kekuatan tendon (Rosado-Portillo *et al.*, 2021). Selain itu, penerapan program NHE secara konsisten dapat menurunkan risiko cedera hamstring hingga sekitar 51% serta mengurangi jumlah hari absen akibat cedera (Biz *et al.*, 2021).

Dari sisi performa, NHE juga memberikan manfaat terhadap kemampuan fisik atlet. Program *Nordic Hamstring Curl* dilaporkan mampu meningkatkan kekuatan hamstring, kecepatan sprint, akselerasi, dan stabilitas gerak pada pemain sepak bola usia muda (Adiguzel *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa NHE tidak hanya berperan dalam rehabilitasi dan pencegahan cedera, tetapi juga mendukung peningkatan performa atletik. Temuan serupa juga menunjukkan bahwa kombinasi *Copenhagen Adduction Exercise* dan NHE mampu meningkatkan keseimbangan dinamis, stabilitas panggul, serta kontrol gerak ekstremitas bawah, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas lutut selama aktivitas olahraga (Al Attar *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, seluruh artikel yang ditelaah menunjukkan kecenderungan bahwa *Nordic Hamstring Exercise* merupakan intervensi yang efektif dalam meningkatkan kekuatan hamstring, kontrol neuromuskular, proprioepsi, keseimbangan dinamis, dan

stabilitas lutut pada atlet sepak bola. Meskipun terdapat variasi desain penelitian, durasi intervensi, serta karakteristik subjek, mayoritas studi melaporkan bahwa penerapan NHE, baik sebagai intervensi tunggal maupun dikombinasikan dengan latihan lain, mampu meningkatkan fungsi lutut sekaligus menurunkan risiko cedera hamstring maupun cedera berulang pasca cedera ACL.



Gambar 1. Prisma Flowchart

Berdasarkan *PRISMA Flowchart*, proses pencarian literatur menghasilkan 325 artikel dari basis data yang digunakan. Setelah menghapus 95 artikel duplikat, diperoleh 230 artikel untuk tahap penyaringan. Sebanyak 168 artikel dikeluarkan karena tidak menggunakan desain *Randomized Controlled Trial* (RCT). Selanjutnya, 62 artikel dinilai berdasarkan kelayakan *full text*, namun 15 artikel tidak dapat diakses secara lengkap. Dari 47 artikel yang dievaluasi, sebanyak 38 artikel dikeluarkan karena luaran penelitian tidak berkaitan dengan stabilitas lutut

atau pencegahan cedera ($n = 11$), intervensi tidak sesuai ($n = 15$), data penelitian tidak lengkap ($n = 7$), atau memiliki risiko bias yang tinggi ($n = 5$). Berdasarkan proses seleksi tersebut, diperoleh 9 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam *literature review* ini.

Tabel 1. Analisis Karakteristik Studi Berdasarkan PICO

Penulis dan Tahun	<i>Population</i>	<i>Intervention</i>	<i>Comparison</i>	<i>Outcome</i>	
				Measurement	Research
Chen, Wu, & Guo, 2023 DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-023-46250-0	Atlet/pasien pasca rekonstruksi ACL.	Nordic Hamstring Exercise (NHE) + rehabilitasi standar	Rehabilitasi standar tanpa NHE	Lysholm Knee Scoring Scale IKDC (<i>International Knee Documentation Committee</i>) Kekuatan hamstring	Kelompok intervensi menunjukkan peningkatan signifikan pada fungsi lutut, knee stability, dan kekuatan hamstring dibanding kelompok kontrol.
Rosado-Portillo et al., 2021 DOI: https://doi.org/10.3390/jcm10092029	Pemain sepak bola	Program latihan berbasis NHE	Program latihan non- NHE	Angka kejadian cedera hamstring	NHE merupakan metode yang paling konsisten dalam menurunkan risiko

				- Kekuatan eksentrik hamstring	cedera hamstring akut pada pemain sepak bola.
Olivares-Jabalera et al., 2021 DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph182413351	Pemain sepak bola dewasa	Latihan neuromusku lar dan NHE	Program latihan biasa	Analisis biomekanik gerak, Keseimbang an dinamis Kontrol postural	Program latihan eksentrik dan neuromuskular mampu memperbaiki biomekanik gerakan dan menurunkan faktor risiko cedera ACL.
Biz et al., 2021 DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph18168272	Pemain sepak bola professional dan semi-profesional	Program <i>Nordic</i> <i>Hamstring</i> <i>Exercise</i>	Tanpa program NHE	Persentase kejadian cedera hamstring Jumlah hari absen atlet	Program NHE menurunkan risiko cedera hamstring hingga 51% dibanding kelompok tanpa intervensi.
Adıgüzel et al., 2024 DOI: https://doi.org/10.3390/app142210249	Pemain sepak bola muda	<i>Nordic</i> <i>Hamstring</i> <i>Curl</i> <i>Training</i>	Kelompok kontrol	Sprint test, kekuatan otot hamstring,	NHE meningkatkan performa atletik, kekuatan hamstring, stabilitas gerak, dan

			<i>Program</i>		kemampuan lompat	kemampuan akselerasi atlet.
Hu et al., 2023 DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20032057	Atlet dengan risiko cedera ekstremitas bawah		Program latihan eksentrik hamstring termasuk NHE	Latihan konvension al/ non- eksentrik	Risiko cedera ekstremitas bawah, Fungsi neuromusku lar	Latihan eksentrik hamstring efektif meningkatkan fungsi neuromuskular dan menurunkan risiko cedera ekstremitas bawah.
Firmansyah et al., 2023 DOI: https://doi.org/10.47197/retos.v50.99182	Atlet dengan risiko cedera hamstring		Skrining kekuatan otot hamstring	Pemeriksaan konvensional	Muscle strength test, evaluasi biomekanik	Pemeriksaan kekuatan otot membantu mendeteksi risiko cedera hamstring dan ACL secara dini.
Barrera et al., 2022 DOI: https://doi.org/10.31083/j.jomh1810200	Pemain sepak bola pria		Program pencegahan cedera berbasis latihan fisik	Tanpa program pencegahan spesifik	Angka kejadian cedera olahraga	Program pencegahan berbasis latihan fisik efektif menurunkan risiko cedera pada pemain sepak bola pria.

Saleh Al Attar et al., 2021

DOI:	Atlet pria	Kombinasi	Kelompok	Dynamic	Kombinasi	latihan
https://doi.org/10.1177/19417381211022074		Copenhage n Adduction Exercise dan NHE	kontrol	balance test	meningkatkan keseimbangan dinamis, stabilitas panggul, dan kontrol gerak ekstremitas bawah secara signifikan.	

Hasil Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar studi meneliti penggunaan *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) pada atlet sepak bola, atlet pasca rekonstruksi *Anterior Cruciate Ligament* (ACL), maupun atlet dengan risiko cedera ekstremitas bawah. Intervensi berupa program latihan NHE, baik sebagai latihan tunggal maupun dikombinasikan dengan latihan lain, dibandingkan dengan rehabilitasi standar, latihan konvensional, atau tanpa intervensi. Outcome yang dievaluasi meliputi stabilitas lutut, fungsi lutut, kekuatan hamstring, kontrol neuromuskular, keseimbangan dinamis, performa atletik, dan risiko cedera menggunakan berbagai instrumen pengukuran. Secara umum, mayoritas penelitian menunjukkan bahwa NHE efektif meningkatkan fungsi dan stabilitas lutut, kekuatan hamstring, kontrol neuromuskular, serta keseimbangan dinamis, sekaligus berkontribusi dalam menurunkan risiko cedera pada atlet sepak bola.

Tabel 2. *Appriaisal* dengan Skala PEDro

Penulis dan Tahun	Desain Studi	Quartile	Eligibility Criteria	Random Allocation	Concealed Allocation	Base line Comparability	Blind Subjects	Blind Therapists	Blind Assessors	Ade-quate Follow-up	Intention to treat Analysis	Between Group Comparison	Point Estimates and Variability	Hasil
Chen, Wu, & Guo (2023)	RCT	Q1	√	√	√	√	X	X	√	√	√	√	√	8/10
Rosado-Portillo et al. (2021)	Systematic Review	Q1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Olivares-Jabalera et al. (2021)	Sistematic Review	Q1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Biz et al. (2021)	Systematic Review & Meta-analysis	Q1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Adıgüzel et al. (2024)	Experimental Study (Non-blinded)	Q2	√	√	X	√	X	X	√	√	X	√	√	6/10
Hu et al. (2023)	Systematic Review & Meta-analysis	Q1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

<i>Firmansyah et al. (2023)</i>	<i>Systematic Review</i>	Q3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Barrera et al. (2022)</i>	<i>Umbrella Review</i>	Q2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Saleh Al Attar et al. (2021)</i>	<i>RCT</i>	Q1	√	√	√	√	X	X	√	√	√	√	√	8/10

Keterangan:

√ = memenuhi kriteria PEDro

X = tidak memenuhi kriteria PEDro

N/A = tidak dapat dinilai karena desain penelitian tidak sesuai dengan PEDro

Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa kualitas metodologi penelitian yang dianalisis umumnya berada pada kategori baik hingga sangat baik. Dua penelitian dengan desain *randomized controlled trial* (RCT), yaitu Chen, Wu, & Guo (2023) dan Saleh Al Attar et al. (2021), memperoleh skor PEDro tertinggi (8/10), sedangkan penelitian eksperimental oleh Adıgüzel et al. (2024) memperoleh skor 6/10 yang menunjukkan kualitas metodologi baik meskipun masih memiliki beberapa keterbatasan. Sementara itu, studi *systematic review*, *meta-analysis*, dan *umbrella review* tidak dinilai menggunakan skala PEDro karena instrumen tersebut hanya diperuntukkan bagi penelitian eksperimental. Secara keseluruhan, hasil penilaian menunjukkan bahwa sebagian besar artikel yang dianalisis memiliki kualitas metodologi yang memadai sehingga layak digunakan sebagai dasar sintesis dalam *literature review*.

b. Pembahasan

Cedera ACL menyebabkan gangguan stabilitas lutut akibat kerusakan pada ligamen, yang umumnya diikuti penurunan kekuatan otot hamstring, gangguan propriosepsi, serta penurunan kontrol neuromuskular. Kondisi ini membuat rehabilitasi pasca cedera ACL tidak dapat hanya berfokus pada penyembuhan jaringan ligamen, tetapi juga perlu diarahkan pada pemulihan fungsi otot serta stabilitas sendi secara menyeluruh agar kemampuan gerak kembali optimal dan risiko cedera ulang dapat diminimalkan. Dalam konteks rehabilitasi modern, pendekatan ini menekankan pentingnya latihan yang tidak hanya bersifat struktural tetapi juga fungsional untuk mengembalikan kemampuan atlet dalam melakukan aktivitas olahraga dengan aman (Indriastuti & Pristianto, 2022). Salah satu latihan yang banyak digunakan dalam konteks ini adalah *Nordic Hamstring Exercise* (NHE), yaitu latihan eksentrik yang bertujuan meningkatkan kekuatan hamstring sebagai stabilisator dinamis lutut pada aktivitas olahraga yang bersifat cepat dan multidireksional (Al Attar et al., 2016).

Berdasarkan hasil telaah sembilan artikel yang dianalisis, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa NHE memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan stabilitas lutut, fungsi lutut, serta penurunan risiko cedera ulang pada atlet sepak bola pasca cedera ACL. Temuan ini menunjukkan bahwa penguatan hamstring bukan hanya sekadar latihan tambahan dalam program rehabilitasi, tetapi merupakan komponen utama yang berperan penting dalam meningkatkan kualitas pemulihan fungsional. Dengan meningkatnya kekuatan dan kontrol otot hamstring, atlet memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengontrol gerakan ekstremitas bawah, terutama saat melakukan aktivitas yang membutuhkan perubahan arah, akselerasi, dan deselerasi secara cepat dalam permainan sepak bola.

Secara biomekanik, otot hamstring berfungsi sebagai stabilisator dinamis yang membantu mengontrol translasi anterior tibia terhadap femur, yang merupakan salah satu mekanisme utama terjadinya cedera ACL. Ketika otot hamstring mampu berkontraksi secara optimal, gaya anterior yang bekerja pada tibia dapat dikurangi sehingga beban pada ligamentum ACL menjadi lebih kecil. Sebaliknya, kelemahan pada otot hamstring dapat menyebabkan peningkatan instabilitas lutut yang berpotensi meningkatkan risiko cedera ulang, terutama pada aktivitas olahraga yang melibatkan gerakan eksplosif seperti sprint, perubahan arah mendadak, dan pendaratan setelah lompatan.

Latihan eksentrik seperti NHE menjadi sangat relevan dalam konteks ini karena melatih otot hamstring untuk menghasilkan gaya yang besar pada saat otot dalam kondisi memanjang,

yang merupakan situasi biomekanik yang sering terjadi dalam aktivitas olahraga. Adaptasi dari latihan ini tidak hanya meningkatkan kekuatan otot, tetapi juga meningkatkan kemampuan kontrol neuromuskular pada kondisi beban tinggi dan kecepatan tinggi, sehingga membantu mempertahankan stabilitas lutut secara fungsional selama aktivitas olahraga yang kompleks dan dinamis.

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan NHE dalam program rehabilitasi memberikan peningkatan signifikan terhadap kekuatan hamstring, fungsi lutut, serta kemampuan fungsional dibandingkan dengan rehabilitasi standar. Peningkatan ini diukur menggunakan instrumen seperti *Lysholm Knee Scoring Scale* dan *International Knee Documentation Committee* (IKDC), yang menunjukkan hasil lebih baik pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini menegaskan bahwa rehabilitasi cedera ACL tidak hanya berfokus pada struktur ligamen, tetapi juga harus mencakup penguatan sistem neuromuskular dan otot pendukung secara menyeluruh untuk mendapatkan hasil pemulihan yang optimal (Chen *et al.*, 2023).

Selain itu, NHE juga berperan dalam meningkatkan proprioepsi dan kontrol neuromuskular yang sangat penting dalam menjaga stabilitas sendi lutut. Gangguan proprioepsi pada cedera ACL terjadi akibat kerusakan reseptor sensorik pada ligamen, yang dapat menyebabkan ketidaktepatan pola gerak dan meningkatkan risiko cedera ulang pada aktivitas olahraga. Dengan latihan eksentrik seperti NHE, terjadi peningkatan aktivasi neuromuskular yang membantu memperbaiki koordinasi gerakan, terutama pada aktivitas yang membutuhkan perubahan arah, deselerasi, dan sprint secara cepat (Hu *et al.*, 2023).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa latihan neuromuskular dan penguatan eksentrik dapat memperbaiki biomekanik gerakan atlet secara signifikan, termasuk penurunan valgus lutut saat pendaratan, peningkatan keseimbangan dinamis, serta kontrol postural yang lebih baik. Pendekatan latihan yang bersifat kombinasi, seperti penggabungan NHE dengan latihan plyometric dan latihan keseimbangan, terbukti memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan latihan tunggal dalam meningkatkan stabilitas fungsional lutut (Jabalera *et al.*, 2021).

Dari sisi performa, NHE juga dilaporkan dapat meningkatkan kemampuan sprint dan akselerasi pada atlet sepak bola muda. Hal ini menunjukkan bahwa penguatan eksentrik hamstring tidak hanya berperan dalam pencegahan cedera, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan performa atlet, terutama pada fase akselerasi, deselerasi, serta gerakan

eksplosif yang merupakan karakteristik utama permainan sepak bola modern (Adıgüzel *et al.*, 2024).

Selain itu, program NHE yang dilakukan secara rutin terbukti mampu menurunkan risiko cedera hamstring secara signifikan hingga lebih dari 50%. Efek ini berkaitan dengan adaptasi struktural otot seperti peningkatan panjang fasikulus dan kekuatan tendon, yang membuat otot lebih mampu menahan beban mekanik tinggi serta peregangan mendadak yang sering terjadi dalam aktivitas olahraga intensitas tinggi (Biz *et al.*, 2021).

Namun demikian, efektivitas NHE masih menunjukkan variasi hasil pada berbagai penelitian. Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi desain penelitian, karakteristik subjek, durasi dan frekuensi intervensi, serta metode pengukuran yang digunakan. Selain itu, tingkat kepatuhan atlet juga menjadi faktor penting karena latihan eksentrik sering menimbulkan *delayed onset muscle soreness* (DOMS) pada fase awal yang dapat memengaruhi konsistensi pelaksanaan program latihan (Rosado-Portillo *et al.*, 2021).

Pendekatan rehabilitasi pada cedera ACL bersifat multidimensional karena tidak hanya melibatkan aspek kekuatan otot, tetapi juga sistem neuromuskular, biomekanik gerak, serta aspek psikologis atlet. Rehabilitasi ACL baik pada fase pra maupun pasca rekonstruksi mencakup penguatan otot, latihan propriosepsi, peningkatan fungsi lutut, serta persiapan return to sport secara bertahap untuk memastikan atlet dapat kembali beraktivitas secara optimal. Pendekatan yang hanya berfokus pada satu aspek tanpa memperhatikan kontrol gerak dan keseimbangan berpotensi menghasilkan pemulihan yang kurang optimal.

Implementasi NHE tetap memerlukan supervisi yang baik untuk memastikan teknik latihan dilakukan dengan benar serta mengurangi risiko cedera akibat kesalahan gerakan. Selain itu, penyesuaian intensitas latihan juga harus disesuaikan dengan kondisi dan fase rehabilitasi atlet agar hasil yang diperoleh lebih optimal dan aman dalam jangka panjang (Al Attar *et al.*, 2016).

Keterbatasan penelitian terdahulu terletak pada variasi desain penelitian, durasi intervensi, instrumen pengukuran, serta karakteristik subjek yang menyebabkan hasil antar studi belum sepenuhnya konsisten. Selain itu, sebagian penelitian belum secara spesifik berfokus pada atlet sepak bola pasca cedera ACL sehingga generalisasi hasil masih terbatas.

Sementara itu, keterbatasan *literature review* ini meliputi jumlah artikel yang masih terbatas serta tingginya heterogenitas desain penelitian sehingga sintesis hasil belum sepenuhnya homogen. Keterbatasan sumber database juga memungkinkan adanya studi

relevan yang belum teridentifikasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan literatur, menyeragamkan kriteria inklusi, serta mengevaluasi secara lebih rinci pengaruh dosis latihan dan tingkat kepatuhan untuk mendapatkan gambaran efektivitas NHE yang lebih komprehensif.

Pendekatan rehabilitasi multidimensional menjadi sangat penting dalam penanganan cedera ACL karena kondisi ini tidak hanya berdampak pada struktur ligamen, tetapi juga sistem neuromuskular, biomekanik gerak, serta aspek psikologis atlet. Rehabilitasi ACL baik pra maupun pasca rekonstruksi mencakup penguatan otot, latihan proprioepsi, peningkatan fungsi lutut, serta persiapan kembali ke aktivitas olahraga secara optimal. Program yang hanya berfokus pada kekuatan tanpa disertai kontrol gerak dan keseimbangan berpotensi menghasilkan pemulihan yang kurang optimal. Selain itu, penerapan *evidence-based practice* serta kolaborasi antara fisioterapis, pelatih, dan tenaga kesehatan olahraga sangat diperlukan untuk mendukung proses return to sport yang aman dan efektif (Emery & Pasanen, 2019).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literature review, *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas lutut, kekuatan eksentrik otot hamstring, keseimbangan dinamis, serta kontrol neuromuskular pada atlet sepak bola pasca cedera *Anterior Cruciate Ligament* (ACL). Selain berperan dalam proses rehabilitasi, NHE juga berkontribusi dalam penurunan risiko cedera hamstring maupun cedera ulang ACL. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa program latihan berbasis NHE dapat memperbaiki biomekanik gerakan, proprioepsi, kontrol postural, serta kemampuan fungsional atlet dalam aktivitas olahraga. Meskipun terdapat variasi hasil yang dipengaruhi oleh perbedaan desain penelitian, durasi intervensi, intensitas latihan, tingkat kepatuhan, dan karakteristik subjek, secara umum bukti ilmiah mendukung penggunaan NHE sebagai bagian penting dalam program rehabilitasi dan pencegahan cedera olahraga. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengetahui efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL telah tercapai, dan NHE dapat direkomendasikan sebagai intervensi berbasis *evidence-based practice* untuk meningkatkan fungsi lutut, stabilitas dinamis, performa gerak, serta menurunkan risiko cedera berulang.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, durasi intervensi yang lebih panjang, serta instrumen pengukuran yang lebih beragam agar

diperoleh bukti yang lebih kuat dan konsisten mengenai efektivitas *Nordic Hamstring Exercise* terhadap stabilitas lutut pada atlet sepak bola pasca cedera ACL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga *literature review* ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, serta dosen pembimbing, Bapak Arif Pristianto, SSt.FT., Ftr., M.Fis., yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi dalam proses pencarian literatur, penyusunan, hingga penyelesaian *literature review* ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang fisioterapi dan rehabilitasi olahraga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adıgüzel, N. S., Koç, M., Öztürk, B., Engin, H., Karaçam, A., Canlı, U., & Aldhahi, M. I. (2024). The effect of the Nordic hamstring curl training program on athletic performance in young football players. *Applied Sciences*, 14(22), 10249. <https://doi.org/10.3390/app142210249>
- Barrera, J., Figueiredo, A. J., Clemente, F. M., Field, A., Valenzuela, L., & Sarmento, H. (2022). Injury prevention programmes in male soccer players: An umbrella review of systematic reviews. *Journal of Men's Health*, 18(10), 200. <https://doi.org/10.31083/j.jomh1810200>
- Biz, C., Nicoletti, P., Baldin, G., Bragazzi, N. L., Crimi, A., & Ruggieri, P. (2021). Hamstring strain injury (HSI) prevention in professional and semi-professional football teams: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8272. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168272>

- Chen, J., Wu, T., & Guo, Y. (2023). Nordic hamstring exercises in functional knee rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective, randomized, controlled study. *Scientific Reports*, 13(1), 19039. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46250-0>
- Emery, C. A., & Pasanen, K. (2019). Current trends in sport injury prevention. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 33(1), 1-13.
- Ferdian, A., Lesmana, S. I., & Banjarnahor, L. A. (2016). Efektivitas antara *Nordic hamstring exercise* dengan *prone hang exercise* terhadap ekstensibilitas tightness hamstring. *Jurnal Fisioterapi*, 16(1), 19-28. <https://ejurnal.esaunggul.ac.id/index.php/Fisio/article/view/1617>
- Firmansyah, A., Handayani, T., Ayubi, N., Al Ardha, M. A., Widodo, A., Oktavrianto, D., & Putro, A. B. (2023). Technology for screening potency risk hamstring strain injury (HSI) through muscle strength test: Systematic review. *Retos*, 50, 613-619. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99182>
- Hu, C., Du, Z., Tao, M., & Song, Y. (2023). Effects of different hamstring eccentric exercise programs on preventing lower extremity injuries: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2057. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032057>
- Indriastuti, I., & Pristianto, A. (2022). Program fisioterapi pada kondisi pasca rekonstruksi anterior cruciate ligament (ACL) fase I: A case report. *Physio Journal*, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.30787/phyjou.v1i2.795>
- Malm, C., Jakobsson, J., & Isaksson, A. (2019). Physical activity and sports-real health benefits: A review with insight into the public health of Sweden. *Sports*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/sports7050124>
- Olivares-Jabalera, J., Filter-Ruger, A., Dos'Santos, T., Afonso, J., Della Villa, F., Morente-

Sánchez, J., & Requena, B. (2021). Exercise-based training strategies to reduce the incidence or mitigate the risk factors of anterior cruciate ligament injury in adult football (soccer) players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13351. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413351>

Rosado-Portillo, A., Chamorro-Moriana, G., Gonzalez-Medina, G., & Perez-Cabezas, V. (2021). Acute hamstring injury prevention programs in eleven-a-side football players based on physical exercises: Systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(9), 2029. <https://doi.org/10.3390/jcm10092029>

Saleh Al Attar, W., Faude, O., Husain, M. A., Soomro, N., & Sanders, R. H. (2021). Combining the Copenhagen adduction exercise and Nordic hamstring exercise improves dynamic balance among male athletes: A randomized controlled trial. *Sports Health*, 13(6), 580-587. <https://doi.org/10.1177/19417381211022074>

Al Attar, W. S. A. (2016). Effect of injury prevention that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer player. *Rehabilitation Faculty of Applied Medical Sciences*, 16-22. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>

Tansel, B. R., Salci, Y., Yildirim, A., Kocak, S., & Korkusuz, F. (2008). Effects of eccentric hamstring strength training on lower extremity strength of 10-12 year old male basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 16, 81-85.