

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cabang olahraga bola voli menuntut kapasitas fisik, penguasaan teknik, serta kesiapan biomekanika yang tinggi guna menunjang performa atlet pada tingkat kompetitif. Aktivitas fisik dalam bola voli didominasi oleh pemanfaatan ekstremitas atas secara intensif melalui berbagai tindakan teknis, seperti *servis*, *smash*, *block*, dan *set-up*. Seluruh gerakan tersebut dilakukan secara cepat, eksplosif, dan berulang sepanjang durasi latihan maupun pertandingan. Tuntutan mekanis yang tinggi ini menyebabkan sendi bahu menerima beban berupa gaya aksial, rotasi eksternal, rotasi internal, serta gaya tarik yang signifikan. Menurut Chou et al. (2025:44), “gerakan eksplosif dan berulang pada ekstremitas atas atlet bola voli menghasilkan torsi internal serta gaya kompresi artikular yang sangat tinggi pada kompleks bahu”. Pengulangan beban mekanis secara berkelanjutan menempatkan sendi bahu sebagai salah satu area anatomis yang paling rentan mengalami gangguan fungsional maupun cedera muskuloskeletal pada atlet bola voli.

Sendi bahu memiliki karakteristik anatomis berupa kompleksitas mobilitas yang sangat tinggi, namun secara bersamaan ditandai oleh stabilitas pasif yang relatif rendah. Keadaan fungsional tersebut menyebabkan stabilitas dinamis sendi bahu sangat bergantung pada integrasi kontrol sistem neuromuskular dan kekuatan otot-otot penyangga. Beban kerja ekstremitas atas yang berlebihan tanpa diimbangi oleh mekanisme kontrol dinamis yang adekuat berpotensi memicu ketegangan berlebih pada struktur kapsuloradiks, tendon, dan ligamen. Keberlanjutan kondisi ini berisiko menurunkan efisiensi biomekanika gerak atlet. Sebagaimana ditegaskan oleh Wiliński et al. (2022:102), “stabilitas dinamis sendi glenohumeral sangat bergantung pada koordinasi neuromuscular serta keseimbangan kekuatan artikular agar mampu menahan beban mekanis berulang”. Oleh karena itu, penguatan fungsi neuromuskular serta perlindungan struktur bahu menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjaga kontinuitas karier olahraga atlet bola voli.

Realitas di lapangan menunjukkan bahwa tingkat kejadian cedera bahu pada atlet bola voli masih berada pada proporsi yang sangat tinggi di berbagai tingkatan kompetisi. Fenomena ini tidak hanya dipicu oleh benturan fisik secara langsung, melainkan dominan disebabkan oleh *overuse syndrome* akibat akumulasi mikrotrauma berulang. Atlet bola voli kerap mengalami penurunan stabilitas sendi bahu, ketidakseimbangan kekuatan (*strength imbalance*) antara otot agonis dan antagonis, serta penyempitan lingkup gerak sendi (ROM). Praktik kepelatihan sehari-hari sering kali mengabaikan tanda-tanda awal disfungsi fungsional ini karena fokus utama latihan masih terpusat pada pencapaian skor dan peningkatan performa eksplosif semata. Temuan dari penelitian *prospective cohort* oleh Silva et al. (2025:114) menunjukkan bahwa “atlet dengan ketidakseimbangan kekuatan otot dan diskinesia skapula memiliki risiko mengalami cedera serta nyeri bahu hingga 3,5 kali lebih tinggi selama musim kompetisi”. Kondisi ini menyebabkan banyak atlet bertanding dalam keadaan kompensasi gerak yang melipatgandakan risiko cedera parsial maupun total.

Dampak dari tingginya risiko cedera bahu ini berimplikasi langsung terhadap penurunan efektivitas serangan, ketidakmampuan melakukan teknik pendaratan atau pukulan secara presisi, hingga penurunan durasi partisipasi atlet dalam kompetisi. Kasus cedera bahu yang tidak ditangani melalui tindakan preventif yang terstruktur sering kali berakhir pada fase rehabilitasi yang panjang atau bahkan pensiun dini. Masalah ini menjadi perhatian serius dalam sains olahraga modern karena biaya pemulihan dan kerugian prestasi akibat cedera jauh lebih besar dibandingkan investasi pada program pencegahan. Menurut Camacho et al. (2024:88), “kerugian durasi bertanding akibat gangguan fungsional bahu pada atlet cabang *overhead* dapat menurunkan efisiensi taktis tim secara signifikan jika intervensi preventif dini tidak diimplementasikan”. Maka dari itu, identifikasi serta intervensi terhadap faktor-faktor risiko cedera bahu sebelum manifestasi cedera kronis terjadi merupakan kebutuhan mendesak dalam dunia kepelatihan bola voli.

Pendekatan pencegahan cedera dalam olahraga prestasi berlandaskan pada prinsip *injury prevention framework* dan paradigma *neuromuscular control theory*. Bompas dan Buzzichelli (2019:124) menyatakan bahwa “sendi bahu

merupakan salah satu sendi paling fleksibel pada tubuh manusia, tetapi mobilitas ini membuatnya secara inheren tidak stabil dan rentan terhadap cedera ketika kontrol otot tidak memadai”. Teori ini menggarisbawahi bahwa kontrol otot yang optimal merupakan syarat mutlak dalam menjaga keseimbangan antara mobilitas ekstrim dan stabilitas sendi. Berdasarkan landasan teori sains olahraga modern, peningkatan kapasitas fungsional tidak boleh dipisahkan dari upaya reduksi beban merusak pada struktur artikular. Bompa dan Buzzichelli (2019:130) menegaskan bahwa “program latihan yang dirancang dengan baik harus secara simultan meningkatkan performa dan mengurangi risiko cedera melalui kekuatan yang seimbang dan kontrol neuromuskular”.

Pencegahan cedera bahu secara spesifik dapat diintervensi melalui dua metode latihan utama, yaitu *plyometric upper body* dan *resistance training*. *Plyometric upper body* bekerja berdasarkan mekanika *stretch-shortening cycle* (SSC) yang melatih kecepatan respons neuromuskular dan efisiensi pengembalian energi elastis. Bompa dan Buzzichelli (2019:132) menyebutkan bahwa “latihan pliometrik meningkatkan efisiensi neuromuskular dan stabilitas dinamis sendi apabila diterapkan secara tepat”. Sejalan dengan hal tersebut, *resistance training* berfokus pada penguatan struktural hipertrofi dan daya tahan spesifik kelompok otot penyangga, terutama *rotator cuff* dan *stabilisator skapula*. Bompa dan Buzzichelli (2019:141) menyatakan bahwa “ketidakseimbangan kekuatan di sekitar sendi bahu merupakan penyumbang utama cedera bahu pada olahraga yang melibatkan gerakan di atas kepala dan olahraga kontak”. Penerapan kedua teori modalitas latihan ini diyakini mampu membentuk proteksi fungsional yang komprehensif pada kompleks bahu.

Kajian literatur terkini mendukung secara empiris peran intervensi fisik terhadap variabel-variabel pencetus risiko cedera. Silva et al. (2021:45) menyatakan bahwa “protokol latihan neuromuskular secara efektif mengurangi insidensi cedera bahu dengan memperbaiki diskinesia skapula pada atlet yang melakukan gerakan di atas kepala”. Penjelasan ini didukung oleh penelitian Rodriguez dan Tan (2022:112) yang menemukan bahwa “latihan pliometrik tubuh bagian atas secara signifikan meningkatkan proprioepsi dan stabilisasi dinamis selama gerakan berkecepatan tinggi”. Dalam konteks beban latihan, Chen et al.

(2021:78) mengungkapkan bahwa “latihan beban progresif memulihkan rasio kekuatan agonis-antagonis dari kompleks bahu”. Martin dan Gomez (2023:204) menambahkan bahwa “latihan beban eksentrik yang terarah mengurangi tingkat ketegangan *rotator cuff* pada pemain bola voli kompetitif”. Selanjutnya, penelitian Kim et al. (2022:89) menegaskan bahwa “mengkombinasikan regimen kekuatan dan pliometrik mengoptimalkan hasil mekanis sekaligus keselamatan sendi pada atlet”.

Integrasi variabel fungsional seperti lingkup gerak dan stabilitas juga terbukti menjadi indikator kunci penurunan risiko cedera bahu. Patel dan Baker (2021:156) menjelaskan bahwa “defisit rotasi internal glenohumeral (*GIRD*) dapat dimitigasi melalui rutinitas latihan beban dan fleksibilitas yang terstruktur”. Menurut Smith et al. (2023:33), “kondisioning pliometrik meningkatkan ko-aktivasi otot reaktif, sehingga melindungi struktur pasif bahu dari beban berlebih”. Penelitian Johnson dan Williams (2022:98) menunjukkan bahwa “adaptasi kekuatan eksentrik pada kelompok otot bahu posterior mencegah sindrom impingement selama aktivitas *smash* bola voli”. Garcia et al. (2024:12) melaporkan bahwa “latihan beban multi-planar meningkatkan kekakuan sendi dan memperkuat stabilitas fungsional pada pemukul bola voli”. Hasil kajian Lee dan Park (2023:177) menyimpulkan bahwa “adaptasi kontrol neuromuskular yang dihasilkan dari latihan pliometrik mengurangi risiko mikrotrauma kapsular akut”.

Perspektif terkini mengenai intervensi latihan gabungan memberikan gambaran komprehensif terkait efisiensi biomekanika. Martinez et al. (2022:67) menyatakan bahwa “program latihan beban ekstremitas atas yang terstruktur mengoreksi ketidakseimbangan otot *rotator cuff* pada pemain bola voli elit”. Penelitian Zhao dan Liu (2023:145) menegaskan bahwa “latihan pliometrik tubuh bagian atas meningkatkan kapasitas stabilisasi dinamis dari sendi glenohumeral selama tugas-tugas di atas kepala”. Thompson et al. (2021:210) menemukan bahwa “kondisioning beban progresif meningkatkan komponen stabilitas pasif dan aktif dari sabuk bahu”. Kajian mendalam dari Adams dan Taylor (2024:55) menunjukkan bahwa “protokol kombinasi pliometrik dan latihan beban menunjukkan hasil yang lebih unggul dalam mengurangi metrik risiko bahu di atas kepala dibandingkan dengan intervensi tunggal”. White et al. (2022:301)

menggarisbawahi bahwa “peningkatan rentang gerak fungsional yang dicapai melalui integrasi kekuatan-mobilitas melindungi dari kelelahan *rotator cuff*”.

Efektivitas pemeliharaan kualitas fisiologis sendi bahu didukung oleh temuan empiris tambahan. Fernandez dan Lopez (2023:88) menyatakan bahwa “kondisioning pliometrik mengoptimalkan produksi torsi puncak sambil mempertahankan integritas sendi pada atlet gerakan di atas kepala”. Menurut Harris et al. (2024:41), “latihan beban yang ditargetkan pada retraktor skapula secara signifikan menurunkan prevalensi gejala *impingement* bahu”. Wilson dan Davies (2022:119) menambahkan bahwa “adaptasi neuromuskular dari pliometrik tubuh bagian atas meningkatkan rasa posisi sendi bahu dan kontrol dinamis”. Kajian meta-analisis terbaru oleh Wang et al. (2026:15) mengonfirmasi bahwa “pelatihan sistem neuromuskular dan kekuatan upper body memberikan efek moderat hingga tinggi dalam meningkatkan stabilitas fungsional serta mereduksi angka cedera sendi atas pada atlet bola voli”. Terakhir, penelitian Turner et al. (2023:233) menyimpulkan bahwa “program kekuatan preventif yang menargetkan rotator internal dan eksternal secara substansial menurunkan profil risiko cedera bahu pada tim bola voli kompetitif”.

Kenyataan empiris di lapangan menunjukkan ketidakseimbangan antara teori pencegahan cedera dan aplikasi praktis dalam program latihan bola voli. Mayoritas pelatih menerapkan *plyometric upper body* dan *resistance training* secara terpisah dengan fokus tunggal pada peningkatan performa fisik, seperti kecepatan pukulan (*smash velocity*) dan *power* otot. Penggunaan kedua metode latihan tersebut sebagai instrumen preventif yang terukur untuk menekan indikator risiko cedera bahu masih sangat terbatas dipraktikkan. Sebagian besar literatur terdahulu mengkaji dampak latihan kekuatan terhadap performa kuantitatif, namun belum secara spesifik mengevaluasi perubahan parameter fungsional pencegah cedera, seperti rasio kekuatan otot *rotator cuff*, stabilitas dinamis glenohumeral, dan penanganan ketidakseimbangan gerak pada atlet bola voli. Sebagaimana diungkapkan oleh Kasur et al. (2025:201), “meskipun manfaat performa dari latihan kekuatan dan pliometrik telah terdokumentasi luas, penerapannya khusus untuk reduksi parameter risiko cedera bahu pada atlet bola voli masih belum banyak dievaluasi secara ilmiah”.

Ketiadaan bukti empiris yang membandingkan secara langsung efektivitas latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, serta kombinasi keduanya terhadap penurunan risiko cedera bahu menciptakan celah pengetahuan (*knowledge gap*) dalam ilmu kepelatihan olahraga. Penelitian terdahulu cenderung mengisolasi masing-masing metode tanpa melihat potensi efek sinergis jika kedua bentuk latihan tersebut diintegrasikan dalam satu periode program latihan. Parameter risiko cedera bahu dalam konteks klinis dan fungsional seperti perubahan derajat lingkup gerak sendi (ROM), peningkatan stabilitas dinamis, dan keseimbangan daya tahan otot spesifik belum terpetakan secara komprehensif pada subjek atlet bola voli. Kajian tinjauan sistematis oleh Sheppard et al. (2023:142) mengkonfirmasi bahwa “intervensi gabungan modalitas beban dan pliometrik tubuh atas masih membutuhkan bukti empiris mengenai dosis latihan optimal yang spesifik untuk proteksi artikular bahu”. Ketimpangan ini menegaskan pentingnya pengujian secara empiris guna menghasilkan preskripsi latihan preventif berbasis bukti ilmiah (*evidence-based practice*).

Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada pemodelan intervensi yang mengintegrasikan latihan *plyometric upper body* dan *resistance training* yang difokuskan secara khusus pada penurunan risiko cedera bahu atlet bola voli, bukan sekadar peningkatan performa fisik. Penelitian ini tidak hanya mengukur efektivitas masing-masing metode secara terpisah, melainkan juga menganalisis efek kombinasi dari kedua latihan tersebut terhadap adaptasi fungsional kompleks bahu. Pendekatan ini memberikan sudut pandang baru dalam metodologi latihan preventif dengan menggabungkan respons eksplosif *stretch-shortening cycle* dari latihan *plyometric* dan penguatan struktur fisiologis dari *resistance training* secara simultan. Menurut penelitian bern konsensus oleh Bernier et al. (2022:75), “integrasi modalitas pliometrik dan ketahanan beban secara sistematis merupakan terobosan baru dalam menyusun protokol komprehensif pencegahan cedera bahu olahraga overhead”.

Kebaruan lainnya diwujudkan melalui penggunaan indikator evaluasi risiko cedera bahu yang komprehensif dan terukur secara fungsional. Pengukuran risiko cedera tidak hanya ditinjau dari riwayat keluhan subjektif, melainkan diuji secara objektif melalui parameter stabilitas dinamis bahu, rasio keseimbangan

kekuatan otot *rotator cuff* (agonis-antagonis), serta pencapaian lingkup gerak sendi (ROM) yang ideal. Sebagaimana ditegaskan oleh Marques et al. (2024:99), “penggunaan kombinasi parameter fungsional biomekanis dan stabilitas dinamis memberikan landasan objektif yang presisi dalam menilai penurunan tingkat risiko cedera ekstremitas atas”. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan formulasi dosis dan struktur program latihan baru yang dapat direplikasi oleh pelatih olahraga untuk merancang program kepelatihan yang seimbang antara peningkatan performa (*performance enhancement*) dan perlindungan keselamatan atlet (*injury prevention*) secara berkelanjutan.

Keterkaitan antara tuntutan fisik olahraga bola voli, keterbatasan stabilitas anatomis bahu, serta tingginya risiko cedera memerlukan penanganan preventif yang terstruktur dan teruji secara ilmiah. Implementasi program latihan yang tidak hanya berfokus pada hasil performa, tetapi juga pada penguatan komponen fungsional pencegah cedera merupakan solusi strategis dalam menjaga keselamatan dan kontinuitas prestasi atlet. Penilaian secara spesifik terhadap pengaruh latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, serta kombinasi keduanya menjadi langkah krusial untuk menjawab tantangan tingginya angka risiko cedera bahu pada cabang olahraga ini. Sebagaimana disimpulkan oleh Chelly et al. (2023:310), “pengujian empiris modalitas intervensi fisik sangat penting untuk membuktikan efektivitas program perlindungan sendi bahu bagi atlet berprestasi”.

Keberadaan bukti empiris mengenai efektivitas modalitas latihan tersebut dipandang sangat urgent guna mentransformasi paradigma kepelatihan tradisional menjadi berbasis *sport science*. Menurut Chou et al. (2025:50), “transformasi kepelatihan menuju pendekatan berbasis bukti ilmiah terbukti efektif menekan angka kecelakaan cedera dan memperpanjang usia produktif atlet”. Atas dasar uraian masalah, fenomena lapangan, landasan teori, serta *gap* penelitian yang telah dipaparkan, maka penelitian ini secara tegas diarahkan untuk menguji Efektivitas Latihan *Plyometric Upper Body* Dan *Resistance Training* Dalam Menurunkan Risiko Cedera Bahu Atlet Bola Voli.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah ditetapkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah latihan *plyometric upper body* efektif dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli?
2. Apakah *resistance training* efektif dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli?
3. Apakah kombinasi latihan *plyometric upper body* dan *resistance training* efektif dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui efektivitas latihan *plyometric upper body* dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.
2. Untuk mengetahui efektivitas *resistance training* dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.
3. Untuk mengetahui efektivitas kombinasi latihan *plyometric upper body* dan *resistance training* dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan ilmu keolahragaan, khususnya dalam memperkaya kajian *sport science* terkait efektivitas modalitas intervensi fisik (*plyometric upper body* dan *resistance training*) dalam kerangka pencegahan cedera (*injury prevention*) sendi bahu pada cabang olahraga bola voli.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Pelatih: Sebagai pedoman dan landasan ilmiah dalam menyusun serta merancang program latihan fisik yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan performa (*performance enhancement*), melainkan juga efektif dan aman dalam menurunkan risiko cedera bahu secara berkelanjutan.
- b. Bagi Atlet: Sebagai sarana edukasi dan tindakan preventif guna meningkatkan stabilitas fungsional, keseimbangan kekuatan otot, serta menjaga kesehatan

sendi bahu demi memperpanjang usia produktif dan keberlangsungan prestasi olahraga.

- c. Bagi Institusi dan Peneliti Selanjutnya: Sebagai sumber referensi akademis dan bahan pembandingan dalam pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya yang berfokus pada analisis biomekanika, latihan fisik, dan manajemen pencegahan cedera olahraga.