

Pengaruh Latihan Total Endurance Untuk Meningkatkan VO₂max dan Performa Lompatan Atlet Voli Pasir

Ade Dimas Septiano¹, Adi Suriatno²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Masyarakat, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia, adedimasseptiano@gmail.com, adisuriatno@undikma.ac.id

Correspondent Author: adisuriatno@undikma.ac.id

Received: 08 Juli 2023; Accepted 27 Agustus 2023; Published 25 September 2023

Ed: September 2023: 205-215

Abstract

Penelitian ini bertujuan menjawab hipotesis bahwa latihan total endurance berbasis tempo running berpengaruh terhadap peningkatan VO₂max dan performa lompatan atlet voli pasir putra klub AS-VTC. Latar belakang penelitian berangkat dari kebutuhan atlet voli pasir untuk mempertahankan daya tahan kardiorespirasi dan kemampuan lompatan selama reli panjang, fase akhir set, serta situasi serang-blok yang berulang. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain one group pretest-posttest. Subjek penelitian adalah 10 atlet bola voli pasir putra klub AS-VTC tahun 2023 yang mengikuti program latihan total endurance selama empat minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu. VO₂max diukur menggunakan bleep test, sedangkan performa lompatan diukur menggunakan tes vertical jump. Data dianalisis menggunakan uji-t berpasangan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan rerata VO₂max dari 38,69 menjadi 39,40 ml/kg/menit, dengan t-hitung 2,995 lebih besar daripada t-tabel 1,833. Performa lompatan meningkat dari rerata 42,40 cm menjadi 45,40 cm, dengan t-hitung 6,365 lebih besar daripada t-tabel 1,833. Temuan ini mengindikasikan bahwa latihan total endurance mampu memberikan stimulus adaptasi aerobik sekaligus mendukung kapasitas neuromuskular yang dibutuhkan untuk melakukan lompatan berulang pada permainan voli pasir. Peningkatan performa lompatan tampak lebih besar dibandingkan peningkatan VO₂max, sehingga program ini dapat direkomendasikan sebagai alternatif latihan kondisi fisik terintegrasi bagi atlet voli pasir.

Keywords: total endurance, VO₂max, performa lompatan, voli pasir, tempo running.

PENDAHULUAN

Voli pasir merupakan cabang olahraga beregu yang menuntut kombinasi kemampuan teknik, taktik, kondisi fisik, dan ketahanan mental dalam lingkungan permainan yang berbeda dari voli indoor. Lapangan pasir menciptakan resistensi gerak yang lebih besar sehingga setiap aksi lari pendek, perubahan arah, awalan smash, blok, dan penyelamatan bola memerlukan energi lebih tinggi. Pada permainan dua lawan dua, keterbatasan jumlah pemain membuat setiap atlet harus terlibat hampir dalam seluruh rangkaian permainan, mulai dari menerima servis, mengumpan, menyerang, memblok, hingga bertahan. Kondisi tersebut menempatkan daya tahan kardiorespirasi dan performa lompatan sebagai dua komponen penting yang menentukan kemampuan atlet mempertahankan kualitas permainan sepanjang pertandingan. Dalam konteks pembinaan atlet voli pasir di daerah, kedua komponen ini perlu dipantau secara sistematis melalui tes dan pengukuran sehingga pelatih memiliki dasar objektif untuk mengevaluasi efektivitas program latihan.

Permasalahan utama dalam penelitian ini muncul dari hasil pengamatan pada atlet bola voli pasir putra klub AS-VTC. Dalam beberapa seri Sirkuit Nasional voli pasir tahun 2022, atlet yang memperkuat tim NTB mampu menunjukkan performa kompetitif, tetapi sebagian tim mengalami penurunan performa pada fase krusial pertandingan. Penurunan tersebut terlihat ketika terjadi reli panjang, transisi permainan cepat, dan situasi poin kritis pada akhir set. Pada fase tersebut, daya tahan atlet menjadi faktor pembatas karena kelelahan dapat mengurangi ketepatan gerak, menurunkan kemampuan mengambil posisi, serta mengurangi ketinggian dan kualitas lompatan

saat melakukan spike maupun block. Dengan demikian, permasalahan penelitian bukan hanya rendahnya kapasitas aerobik secara umum, melainkan keterkaitan antara kemampuan mempertahankan kerja fisik dalam durasi pertandingan dan kemampuan menghasilkan lompatan eksplosif secara berulang.

Secara fisiologis, VO₂max merefleksikan kapasitas tubuh mengambil, mengangkut, dan menggunakan oksigen selama aktivitas intensif. Meskipun voli pasir didominasi aksi eksplosif berdurasi singkat, kapasitas aerobik tetap penting karena membantu pemulihan antarrelai, mempertahankan intensitas gerak, serta mengurangi penurunan kualitas teknik akibat kelelahan. Studi terbaru pada atlet elit menunjukkan bahwa latihan interval dan latihan intensif yang terstruktur dapat meningkatkan VO₂max dibandingkan pendekatan konvensional, terutama ketika beban latihan, intensitas, dan pemulihan diatur secara tepat (Ma et al., 2023). Pada olahraga permainan, peningkatan kapasitas aerobik juga dipandang relevan karena sistem energi aerobik berperan selama fase pemulihan setelah sprint, lompatan, dan gerak perubahan arah yang berulang (Clemente et al., 2023; Gantois et al., 2022). Oleh karena itu, latihan daya tahan tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan performa permainan.

Di sisi lain, performa lompatan merupakan indikator fisik yang sangat dekat dengan keberhasilan teknik dalam bola voli. Lompatan vertikal berkaitan langsung dengan kemampuan melakukan spike, block, jump serve, dan berbagai aksi ofensif-defensif di dekat net. Penelitian sistematis menunjukkan bahwa berbagai bentuk latihan fisik dapat meningkatkan ketinggian lompatan atlet voli, terutama ketika latihan menstimulasi kekuatan eksplosif, siklus peregangan-pemendekan otot, dan koordinasi neuromuskular (Ramirez-Campillo et al., 2020; Silva et al., 2019). Pada voli pasir, karakteristik permukaan pasir menyebabkan mekanika lompatan berbeda dengan permukaan keras. Giatsis et al. (2023) menunjukkan bahwa eksekusi lompatan di pasir melibatkan adaptasi stabilitas dan penggunaan komponen elastik yang khas. Temuan tersebut memperkuat pentingnya latihan yang spesifik dengan kondisi lapangan pasir agar adaptasi fisik lebih sesuai dengan tuntutan cabang olahraga.

Solusi dalam literatur mengarah pada penggunaan latihan daya tahan, interval, repeated-sprint training, dan latihan berbasis tempo sebagai metode untuk meningkatkan kapasitas aerobik sekaligus mempertahankan kualitas gerak eksplosif. Tempo running dapat dipahami sebagai latihan lari berkelanjutan pada intensitas tertentu yang dilakukan dengan pengaturan volume, repetisi, dan recovery. Latihan total endurance diwujudkan melalui tempo running mengelilingi lapangan voli pasir dalam beberapa seri, dengan peningkatan intensitas dari 50% sampai 80% selama empat minggu. Pola ini sejalan dengan prinsip latihan progresif karena tubuh diberi stimulus yang meningkat secara bertahap, sehingga adaptasi kardiorespirasi dan neuromuskular diharapkan terjadi tanpa menimbulkan beban berlebih. Dalam penelitian terdahulu, latihan repeated-sprint pada pemain voli perguruan tinggi juga terbukti memiliki potensi meningkatkan kemampuan lompatan dan daya aerobik pada fase pramusim (Gantois et al., 2022).

Meskipun demikian, masih terdapat celah penelitian. Pertama, sebagian besar penelitian latihan fisik voli berfokus pada voli indoor, plyometric training, resistance training, atau repeated sprint, sedangkan kajian tentang total endurance berbasis tempo running pada konteks voli pasir daerah masih terbatas. Kedua, penelitian sebelumnya sering menilai satu komponen fisik secara terpisah, misalnya hanya VO₂max atau hanya lompatan, padahal atlet voli pasir membutuhkan kombinasi daya tahan dan kemampuan eksplosif secara bersamaan. Ketiga, bukti empiris di klub pembinaan lokal seperti AS-VTC penting karena karakteristik atlet, sarana latihan, dan pola

pembinaan tidak selalu sama dengan studi pada atlet elit internasional. Oleh sebab itu, penelitian ini memiliki ruang kontribusi untuk menguji apakah latihan total endurance dapat menjadi pilihan praktis dan aplikatif dalam pembinaan fisik atlet voli pasir.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penempatan latihan total endurance sebagai model latihan kondisi fisik terintegrasi untuk meningkatkan dua indikator performa, yaitu VO₂max dan performa lompatan. Penelitian ini tidak hanya melaporkan ada atau tidaknya pengaruh latihan, tetapi juga membandingkan kecenderungan peningkatan kedua variabel berdasarkan data pretest dan posttest. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada atlet bola voli pasir putra klub AS-VTC, program latihan selama empat minggu, instrumen bleep test untuk VO₂max, dan vertical jump untuk performa lompatan. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh latihan total endurance terhadap peningkatan VO₂max, menganalisis pengaruhnya terhadap performa lompatan, serta mengidentifikasi variabel yang menunjukkan respons peningkatan lebih besar setelah program latihan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen kuantitatif dengan pola one group pretest-posttest design. Desain ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah mengetahui perubahan kemampuan atlet sebelum dan setelah memperoleh perlakuan latihan total endurance. Dalam desain ini, seluruh subjek terlebih dahulu mengikuti tes awal untuk memperoleh gambaran kondisi VO₂max dan performa lompatan. Setelah itu, subjek menjalani program latihan total endurance, kemudian mengikuti tes akhir dengan prosedur pengukuran yang sama. Dengan cara tersebut, perbedaan skor pretest dan posttest dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai efektivitas perlakuan. Kelebihan desain ini adalah sederhana, praktis, dan sesuai untuk penelitian klub dengan jumlah atlet terbatas. Namun, karena tidak menggunakan kelompok kontrol, interpretasi hasil diarahkan secara hati-hati sebagai pengaruh latihan dalam konteks kelompok yang diteliti, bukan sebagai generalisasi kausal yang mutlak untuk seluruh populasi atlet voli pasir.

Partisipan penelitian adalah 10 atlet bola voli pasir putra klub AS-VTC tahun 2023. Seluruh atlet dijadikan subjek penelitian sehingga teknik pengambilan sampel dapat dipahami sebagai studi populasi pada kelompok latihan tersebut. Pemilihan seluruh atlet sebagai sampel dilakukan karena jumlah populasi terbatas dan seluruh anggota klub yang relevan memenuhi kriteria keterlibatan dalam program latihan. Pendekatan studi populasi juga membantu mengurangi bias seleksi karena tidak ada atlet yang dikeluarkan dari kelompok penelitian.

Prosedur penelitian dilakukan melalui tiga tahap utama. Tahap pertama adalah persiapan, meliputi perizinan penelitian, koordinasi dengan pelatih klub, penyiapan sarana latihan, dan penyiapan instrumen tes. Tahap kedua adalah pelaksanaan pretest VO₂max dan vertical jump. VO₂max diukur melalui bleep test atau multistage fitness test, sedangkan performa lompatan diukur melalui vertical jump test. Tahap ketiga adalah pemberian latihan total endurance berupa tempo running di area lapangan voli pasir. Program latihan berlangsung selama empat minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu. Setiap sesi terdiri atas 6 set, 22 repetisi, recovery 30 detik, dan intensitas yang meningkat bertahap dari 50% pada minggu pertama, 60% pada minggu kedua, 70% pada minggu ketiga, hingga 80% pada minggu keempat. Setelah seluruh perlakuan selesai, atlet mengikuti posttest dengan prosedur yang sama seperti pretest.

Instrumen VO₂max menggunakan bleep test. Tes dilakukan dengan berlari bolak-balik sejauh 20-meter mengikuti irama bunyi yang meningkat secara bertahap. Atlet dinyatakan berhenti

ketika tidak mampu mengikuti irama sebanyak dua kali, kemudian level dan balikan terakhir dicatat sebagai hasil tes. Bleep test dipilih karena praktis, dapat dilaksanakan secara kelompok, dan relevan untuk menilai daya tahan kardiorespirasi atlet lapangan. Instrumen performa lompatan menggunakan vertical jump test. Atlet berdiri menyamping pada papan skala, menandai titik raihan berdiri, kemudian melakukan lompatan maksimal dan menandai titik raihan tertinggi. Selisih antara raihan melompat dan raihan berdiri dicatat sebagai tinggi lompatan. Tes ini relevan untuk bola voli karena merepresentasikan kemampuan daya ledak tungkai yang dibutuhkan dalam spike, block, dan jump serve.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk menyajikan nilai minimum, maksimum, rerata, standar deviasi, selisih rerata, dan persentase peningkatan. Analisis inferensial menggunakan uji-t berpasangan karena data berasal dari kelompok yang sama yang diukur dua kali, yaitu sebelum dan setelah perlakuan. Kriteria pengujian menggunakan taraf signifikansi 5% dengan derajat kebebasan n-1. Hipotesis diterima apabila nilai t-hitung lebih besar daripada t-tabel. Selain itu, ukuran efek dihitung secara praktis menggunakan pendekatan dz dari t dibagi akar jumlah sampel untuk membantu interpretasi kekuatan perubahan.

HASIL

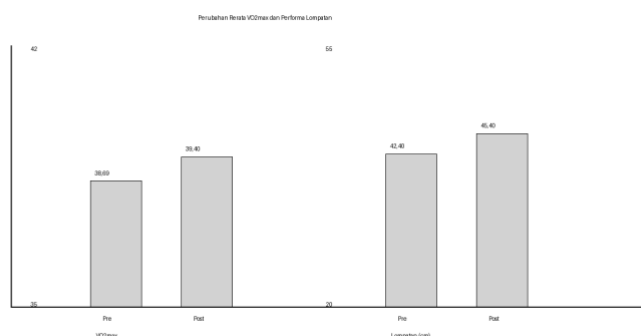
Hasil penelitian disajikan berdasarkan dua variabel utama, yaitu VO2max dan performa lompatan. Penyajian hasil difokuskan pada perubahan skor pretest dan posttest, nilai rerata, persentase peningkatan, serta hasil uji hipotesis. Seluruh data berasal dari 10 atlet yang mengikuti program latihan total endurance selama empat minggu.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Variabel	Pre M	Pre SD	Pre Min	Pre Maks	Post M	Post SD	Post Min	Post Maks	Gain M	Gain %
VO2max	38,69	1,92	35,70	41,10	39,40	1,67	36,80	41,80	0,71	1,84%
Performa lompatan	42,40	9,44	25,00	50,00	45,40	8,46	29,00	53,00	3,00	7,08%

Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata VO2max meningkat dari 38,69 menjadi 39,40 ml/kg/menit. Peningkatan rerata sebesar 0,71 ml/kg/menit atau 1,84% menunjukkan adanya perbaikan kapasitas kardiorespirasi setelah program latihan. Pada variabel performa lompatan, rerata meningkat dari 42,40 cm menjadi 45,40 cm. Peningkatan sebesar 3,00 cm atau 7,08% menunjukkan bahwa latihan total endurance juga diikuti peningkatan kemampuan menghasilkan lompatan vertikal.

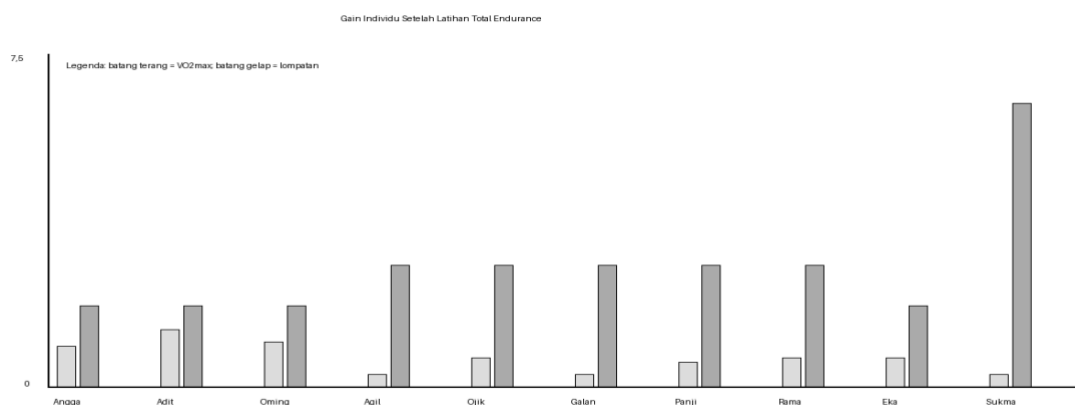
Gambar 2. Perubahan rerata VO2max dan performa lompatan



Tabel 3. Hasil Uji-T Berpasangan

Variabel	N	Rerata pretest	Rerata posttest	Selisih rerata	t-hitung	t-tabel (5%)	Keputusan	Ukuran efek dz
VO2max	10	38,69	39,40	0,71	2,995	1,833	Signifikan	0,95
Performa lompatan	10	42,40	45,40	3,00	6,365	1,833	Signifikan	2,01

Berdasarkan Tabel 3, nilai t-hitung VO2max sebesar 2,995 lebih besar daripada t-tabel 1,833 sehingga hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh latihan total endurance terhadap peningkatan VO2max diterima. Pada performa lompatan, nilai t-hitung sebesar 6,365 juga lebih besar daripada t-tabel 1,833 sehingga hipotesis kedua diterima. Ukuran efek menunjukkan bahwa perubahan performa lompatan berada pada kategori sangat kuat, sedangkan perubahan VO2max berada pada kategori besar. Dengan demikian, latihan total endurance memberikan pengaruh terhadap kedua variabel, tetapi respons peningkatan performa lompatan lebih menonjol dibandingkan peningkatan VO2max.

Gambar 3. Gain Individu VO2max dan Performa Lompatan

Gambar 3 memperlihatkan bahwa seluruh atlet mengalami peningkatan pada kedua variabel, meskipun besar gain berbeda antarindividu. Pada VO2max, peningkatan terbesar terjadi pada Adit sebesar 1,40 ml/kg/menit, sedangkan beberapa atlet mengalami peningkatan 0,30 ml/kg/menit. Pada performa lompatan, sebagian besar atlet meningkat 2-3 cm, dan peningkatan tertinggi terjadi pada Sukma sebesar 7 cm. Variasi ini mengindikasikan bahwa respons adaptasi latihan dipengaruhi oleh kondisi awal, toleransi beban, dan kemampuan masing-masing atlet dalam mengikuti intensitas latihan.

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa latihan total endurance berbasis tempo running mampu meningkatkan VO2max dan performa lompatan atlet voli pasir putra klub AS-VTC. Secara empiris, peningkatan VO2max dari 38,69 menjadi 39,40 ml/kg/menit menunjukkan bahwa stimulus latihan selama empat minggu cukup untuk memperbaiki kapasitas kardiorespirasi kelompok atlet yang diteliti. Meskipun kenaikan reratanya tidak terlalu besar secara absolut, arah perubahan terjadi pada seluruh atlet dan hasil uji-t menunjukkan nilai t-hitung lebih besar daripada t-tabel. Hal ini berarti program latihan yang dilakukan secara terstruktur, berulang, dan progresif dapat menciptakan adaptasi fisiologis yang terukur. Dalam konteks voli pasir, peningkatan kecil pada kapasitas aerobik tetap memiliki makna praktis karena atlet harus bergerak di atas pasir,

menghadapi resistensi permukaan, dan melakukan transisi permainan berulang sepanjang pertandingan.

Peningkatan performa lompatan dari 42,40 cm menjadi 45,40 cm memberikan indikasi bahwa latihan total endurance tidak hanya berdampak pada sistem kardiorespirasi, tetapi juga berkaitan dengan kemampuan mempertahankan produksi daya tungkai. Hasil ini dapat dipahami karena program tempo running dilakukan di lingkungan yang dekat dengan karakteristik cabang olahraga, yaitu lapangan pasir. Berlari di atas pasir memerlukan kerja otot tungkai yang lebih besar dibandingkan permukaan keras, terutama pada fase dorongan, stabilisasi, dan pengembalian posisi tubuh. Ketika latihan dilakukan berulang dalam beberapa set dan intensitas meningkat bertahap, otot tungkai menerima stimulus daya tahan kekuatan dan koordinasi yang dapat mendukung kualitas lompatan. Adaptasi ini tidak identik dengan latihan pliometrik murni, tetapi pada konteks atlet voli pasir, latihan lari intensif di pasir dapat membantu memperkuat kemampuan menghasilkan dan mempertahankan gaya saat bergerak dan melompat.

Perbedaan besar peningkatan antara VO₂max dan performa lompatan juga rasional. Program yang digunakan memiliki bentuk tempo running dengan banyak putaran di area lapangan voli pasir. Karakter latihan ini menggabungkan unsur aerobik, anaerobik, perubahan ritme, dan kerja tungkai di permukaan tidak stabil. Peningkatan VO₂max biasanya membutuhkan durasi intervensi yang lebih panjang atau intensitas yang sangat terkontrol untuk menghasilkan adaptasi maksimal pada sistem kardiovaskular. Sebaliknya, performa lompatan dapat meningkat lebih cepat melalui perbaikan koordinasi neuromuskular, efisiensi tolakan, kekuatan relatif, dan adaptasi terhadap permukaan pasir. Oleh karena itu, temuan bahwa pengaruh latihan lebih besar terhadap performa lompatan dibandingkan VO₂max dapat dijelaskan oleh sifat stimulus latihan yang sangat menekankan kerja tungkai dan stabilisasi gerak.

Jika dikaitkan dengan kebutuhan pertandingan, hasil ini memiliki relevansi langsung. Dalam voli pasir, atlet tidak hanya memerlukan kemampuan melompat tinggi pada satu aksi, tetapi harus mampu melakukan lompatan berulang saat menyerang dan memblok dalam kondisi lelah. Latihan total endurance yang diberikan berpotensi meningkatkan kemampuan mempertahankan intensitas kerja, sehingga atlet dapat melakukan aksi eksplosif dengan penurunan performa yang lebih kecil. Hal ini penting pada fase akhir set ketika akumulasi kelelahan sering mengganggu timing awalan, koordinasi lengan-tungkai, dan kualitas tolakan. Dengan demikian, hasil penelitian tidak sekadar menunjukkan kenaikan angka tes, tetapi juga mendukung logika performa permainan: daya tahan yang lebih baik membantu atlet tetap siap melakukan aksi lompatan berkualitas pada momen-momen penentu.

Temuan peningkatan VO₂max sejalan dengan literatur yang menunjukkan bahwa latihan interval, continuous running, dan latihan intensif terstruktur mampu meningkatkan kapasitas aerobik atlet. Ma et al. (2023) melalui meta-analisis pada atlet elit melaporkan bahwa high-intensity interval training memiliki efek signifikan terhadap peningkatan VO₂max dibandingkan metode latihan konvensional. Meskipun latihan total endurance pada penelitian ini tidak sepenuhnya sama dengan HIIT, keduanya memiliki kesamaan berupa pengaturan beban, intensitas, repetisi, dan recovery. Temuan ini juga konsisten dengan kajian pada olahraga tim yang menunjukkan bahwa latihan interval dapat meningkatkan kapasitas aerobik, repeated-sprint ability, dan kemampuan mempertahankan kerja intensif (Clemente et al., 2023). Dalam konteks voli, Gantois et al. (2022) melaporkan bahwa repeated-sprint training selama pramusim dapat memengaruhi aerobic fitness dan kemampuan lompatan pemain voli perguruan tinggi.

Dukungan terhadap peningkatan lompatan juga ditemukan pada kajian tentang latihan fisik atlet voli. Silva et al. (2019) menyatakan bahwa latihan pliometrik cenderung meningkatkan performa vertical jump, kekuatan, horizontal jump, fleksibilitas, serta kecepatan atau kelincahan pemain voli. Ramirez-Campillo et al. (2020) juga menegaskan bahwa plyometric jump training efektif meningkatkan vertical jump height pemain voli dari berbagai kelompok umur dan jenis kelamin. Meskipun penelitian ini menggunakan total endurance, bukan pliometrik, prinsip spesifisitas gerak tetap muncul melalui kerja tungkai berulang di pasir. Artinya, peningkatan lompatan tidak harus selalu dihasilkan oleh latihan loncat eksplosif murni; latihan daya tahan yang dilaksanakan pada permukaan spesifik dan menuntut dorongan tungkai berulang juga dapat memberi kontribusi pada performa lompatan, terutama pada atlet yang sebelumnya mengalami keterbatasan daya tahan dan penurunan performa pada fase akhir pertandingan.

Beberapa penelitian memberikan nuansa yang perlu dibaca secara kritis. Fuchs et al. (2020) menunjukkan bahwa latihan countermovement jump lebih efektif daripada drop jump dalam meningkatkan tinggi lompatan pemain voli perempuan non-profesional. Temuan tersebut menegaskan bahwa jenis latihan yang sangat spesifik terhadap pola gerak lompatan dapat memberi peningkatan yang lebih langsung. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, total endurance mungkin bukan metode paling spesifik untuk memaksimalkan lompatan tunggal, tetapi dapat menjadi metode yang berguna untuk mendukung lompatan berulang dalam kondisi lelah. Dengan demikian, tidak ada pertentangan mutlak, melainkan perbedaan fokus adaptasi. Latihan pliometrik unggul untuk peningkatan eksplosivitas spesifik, sedangkan total endurance unggul untuk mengintegrasikan daya tahan, toleransi kelelahan, dan kesiapan tungkai pada permukaan pasir.

Literatur voli pasir juga memperkuat interpretasi tersebut. Giatsis et al. (2023) menunjukkan bahwa pelaksanaan lompatan di pasir memiliki karakteristik kinetik yang berbeda dari permukaan keras, terutama terkait stabilitas dan pemanfaatan siklus peregangan-pemendekan. Hal ini berarti latihan yang dilakukan di lapangan pasir dapat memberikan transfer adaptasi yang lebih dekat dengan kondisi kompetisi. Pereira et al. (2022) juga menunjukkan bahwa profil kebugaran aerobik, komposisi tubuh, dan kemampuan vertical jump perlu dibaca sebagai karakteristik fisik yang berbeda antara atlet voli indoor dan voli pasir. Dengan demikian, penggunaan latihan total endurance di lapangan pasir pada atlet AS-VTC dapat dipandang sebagai pendekatan kontekstual yang sesuai dengan tuntutan cabang olahraga.

Namun, terdapat potensi kontradiksi dengan pandangan bahwa peningkatan lompatan lebih efektif dicapai melalui resistance training, complex training, atau plyometric training. Kajian pelatihan kekuatan dan pliometrik sering menunjukkan efek lebih besar terhadap power tungkai dibandingkan latihan daya tahan. Kontradiksi tersebut penting untuk diperhatikan agar rekomendasi latihan tidak berlebihan. Hasil penelitian ini tidak berarti total endurance menggantikan latihan kekuatan atau pliometrik, tetapi menunjukkan bahwa total endurance dapat menjadi bagian dari periodisasi latihan yang mendukung peningkatan performa lompatan pada atlet voli pasir. Untuk pengembangan jangka panjang, program total endurance sebaiknya dikombinasikan dengan latihan kekuatan, teknik awalan, pliometrik spesifik, mobilitas, dan pemulihan yang memadai.

Secara teoretis, adaptasi VO₂max dipengaruhi oleh peningkatan fungsi sistem kardiovaskular, respirasi, dan metabolisme otot. Latihan endurance yang dilakukan berulang mendorong tubuh meningkatkan efisiensi penggunaan oksigen, distribusi darah ke otot aktif, serta kemampuan mempertahankan kerja fisik dalam durasi lebih lama. Dalam olahraga permainan seperti voli pasir, kapasitas aerobik tidak selalu tampak sebagai aksi utama, tetapi menjadi fondasi

pemulihan setelah aksi intensif. Ketika atlet memiliki kapasitas aerobik lebih baik, proses resintesis fosfokreatin dan pembuangan metabolit selama jeda reli dapat berlangsung lebih efektif. Dampaknya, atlet dapat kembali melakukan sprint pendek, awalan lompat, dan block dengan kualitas yang lebih stabil.

Dari sisi teori latihan, program yang digunakan memenuhi beberapa prinsip dasar, yaitu overload, progresivitas, spesifisitas, dan repetisi. Overload tampak melalui pemberian beban latihan yang cukup menantang; progresivitas tampak melalui kenaikan intensitas dari 50% sampai 80%; spesifisitas tampak dari penggunaan lapangan pasir dan pola gerak yang melibatkan kerja tungkai; sedangkan repetisi tampak dari pelaksanaan 12 sesi latihan. Prinsip-prinsip tersebut menjadi dasar mengapa tubuh atlet mampu beradaptasi. Tanpa pengulangan yang cukup, respons latihan sulit muncul; tanpa progresivitas, stimulus dapat menjadi terlalu ringan; dan tanpa spesifisitas, transfer ke performa voli pasir menjadi kurang optimal.

Dari sisi neuromuskular, peningkatan performa lompatan dapat dijelaskan melalui perbaikan koordinasi antarsegen, aktivasi otot tungkai, dan toleransi terhadap permukaan pasir. Saat atlet berlari di pasir, otot betis, paha depan, paha belakang, gluteus, dan otot stabilisator panggul bekerja untuk menghasilkan dorongan sekaligus menjaga keseimbangan. Latihan berulang dapat meningkatkan efisiensi perekrutan unit motorik dan memperbaiki kontrol gerak pada kondisi permukaan yang tidak stabil. Adaptasi seperti ini dapat mendukung tinggi lompatan karena fase tolakan membutuhkan koordinasi cepat antara fleksi-ekstensi lutut, pinggul, dan pergelangan kaki. Selain itu, latihan yang mengurangi kelelahan lokal pada tungkai akan membantu atlet mempertahankan kualitas tolakan setelah melakukan banyak gerakan sebelumnya.

Dalam perspektif teori performa voli, VO₂max dan lompatan bukan variabel yang berdiri sendiri. Keduanya saling mendukung dalam rangkaian permainan. Atlet dengan lompatan tinggi tetapi cepat lelah akan mengalami penurunan kualitas block dan spike ketika pertandingan berlangsung panjang. Sebaliknya, atlet dengan daya tahan baik tetapi power tungkai rendah akan kesulitan memenangkan duel di atas net. Oleh sebab itu, model latihan yang mampu memberi stimulus pada kedua komponen memiliki nilai praktis bagi pelatih, terutama pada klub dengan keterbatasan waktu latihan. Total endurance berbasis tempo running di pasir dapat menjadi salah satu pilihan karena relatif mudah diterapkan, tidak memerlukan alat mahal, dan sesuai dengan karakteristik lapangan latihan voli pasir.

Implikasi praktis penelitian ini adalah pelatih dapat menggunakan latihan total endurance sebagai bagian dari fase persiapan umum atau transisi menuju persiapan khusus. Program dapat digunakan untuk membangun fondasi daya tahan, memperbaiki toleransi atlet terhadap gerak berulang di pasir, dan menjaga kesiapan tungkai sebelum memasuki latihan teknik-intensif atau pliometrik-spesifik. Namun, karena penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol dan jumlah sampel hanya 10 atlet, hasilnya perlu dipahami sebagai bukti awal. Penelitian lanjutan sebaiknya menggunakan desain eksperimen dengan kelompok pembandingan, durasi lebih panjang, pengukuran detak jantung atau rating of perceived exertion, serta pengujian variabel tambahan seperti agility, repeated jump ability, sprint di pasir, dan performa teknik saat pertandingan.

KESIMPULAN

Latihan total endurance berbasis tempo running memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan VO₂max dan performa lompatan atlet voli pasir putra klub AS-VTC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah mengikuti program latihan selama empat minggu, atlet mengalami

peningkatan rerata VO₂max dan peningkatan rerata performa lompatan. Hasil uji-t berpasangan menunjukkan bahwa kedua peningkatan tersebut memenuhi kriteria signifikan pada taraf 5%, sehingga hipotesis penelitian dapat diterima. Peningkatan performa lompatan menunjukkan respons yang lebih besar dibandingkan peningkatan VO₂max. Temuan ini menegaskan bahwa latihan total endurance yang dilakukan di lapangan pasir tidak hanya relevan untuk meningkatkan daya tahan kardiorespirasi, tetapi juga dapat mendukung kesiapan neuromuskular tungkai yang dibutuhkan dalam aksi melompat berulang. Secara praktis, latihan ini dapat dipahami sebagai model latihan kondisi fisik terintegrasi yang sesuai dengan kebutuhan voli pasir, terutama pada situasi pertandingan yang menuntut atlet bertahan dalam reli panjang dan tetap mampu melakukan spike maupun block pada fase akhir set.

REKOMENDASI

Pelatih voli pasir disarankan memasukkan latihan total endurance sebagai bagian dari program kondisi fisik, khususnya pada fase pembentukan daya tahan dan adaptasi gerak di permukaan pasir. Program latihan perlu disusun secara progresif, dimulai dari intensitas sedang menuju intensitas tinggi, dengan memperhatikan kondisi awal atlet, kualitas pemulihan, dan beban latihan mingguan. Atlet disarankan menjalankan latihan secara konsisten karena peningkatan daya tahan dan performa lompatan memerlukan proses adaptasi yang berulang. Untuk memperoleh hasil lebih optimal, latihan total endurance sebaiknya dikombinasikan dengan latihan kekuatan tungkai, pliometrik spesifik voli pasir, latihan teknik awalan spike, block, serta pemulihan aktif. Peneliti selanjutnya disarankan menggunakan kelompok kontrol, jumlah sampel lebih besar, durasi intervensi lebih panjang, dan instrumen monitoring latihan yang lebih lengkap. Penelitian lanjutan juga dapat membandingkan total endurance dengan metode lain seperti interval training, repeated-sprint training, plyometric training, atau kombinasi strength-endurance agar diperoleh model latihan yang paling efektif bagi atlet voli pasir.

REFERENSI

- Abidin, N. Z., Adam, M. B., & Salleh, Z. (2021). The relationship between physical fitness components and volleyball performance among athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 9(6), 1234-1242.
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289-296.
- Bishop, D. J., Botella, J., Genders, A. J., Lee, M. J. C., Saner, N. J., Kuang, J., Yan, X., Granata, C. (2019). High-intensity exercise and mitochondrial biogenesis: Current controversies and future research directions. *Physiology*, 34(1), 56-70. <https://doi.org/10.1152/physiol.00038.2018>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2019). Science and application of high-intensity interval training: Solutions to the programming puzzle. *Human Kinetics*.
- Clemente, F. M., Akyildiz, Z., Sarmiento, H., & Silva, R. (2023). Effects of high-intensity interval training on physical fitness in female team sports: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 9, 54. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00623-2>
- Comfort, P., Jones, P. A., McMahon, J. J., & Newton, R. (2018). Effect of knee and trunk angle on kinetic variables during the isometric mid-thigh pull: Test-retest reliability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 228-233.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2018). Developing maximal neuromuscular

- power: Part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 48(6), 1339-1352.
- Fuchs, P. X., Menzel, H. K., Guidotti, F., Bell, J., von Duvillard, S. P., & Wagner, H. (2020). Countermovement jump training is more effective than drop jump training in enhancing jump height in non-professional female volleyball players. *Frontiers in Physiology*, 11, 231. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00231>
- Gantois, P., Batista, G. R., Dantas, M., Fortes, L. S., Machado, D. G. S., Mortatti, A. L., & Cabral, B. G. A. T. (2022). Short-term effects of repeated-sprint training on vertical jump ability and aerobic fitness in collegiate volleyball players during pre-season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10126.
- Giatsis, G., Panoutsakopoulos, V., Frese, C., & Kollias, I. A. (2023). Vertical jump kinetic parameters on sand and rigid surfaces in young female volleyball players with a combined background in indoor and beach volleyball. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(3), 115. <https://doi.org/10.3390/jfmk8030115>
- Gonzalez, A. M., & Hoffman, J. R. (2020). Effects of high-intensity interval training on sport performance. *Strength and Conditioning Journal*, 42(4), 1-11.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Skrepnik, M., Davies, T. B., & Mikulic, P. (2018). Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 137-151.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2021). *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.
- Hamlin, M. J., Wilkes, D., Elliot, C. A., Lizamore, C. A., & Kathiravel, Y. (2019). Monitoring training loads and perceived stress in young elite university athletes. *Frontiers in Physiology*, 10, 34.
- Hammami, M., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2018). Effects of leg contrast strength training on sprint, agility and repeated change of direction performance in male soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(7-8), 1424-1431.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., & Tricoli, V. (2018). Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1287-1296.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., & Komatsu, W. (2018). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 36(19), 2182-2191.
- Ma, X., Cao, Z., Zhu, Z., Chen, X., Wen, D., & Cao, Z. (2023). VO₂max (VO₂peak) in elite athletes under high-intensity interval training: A meta-analysis. *Heliyon*, 9(6), e16663.
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2019). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: A review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 49(6), 857-871.
- Medeiros, A. I. A., Silva, G. M., Oliveira Neto, F., Simim, M., Banja, T., Coswig, V. S., Afonso, J., Ramos, A., & Mesquita, I. (2023). Validity and reliability of My Jump 2 app to measure the vertical jump on elite women beach volleyball players. *PeerJ*, 12, e17387.
- Milanovic, Z., Sporis, G., & Weston, M. (2019). Effectiveness of high-intensity interval training for improving physical performance in team sports. *Sports Medicine*, 49(2), 169-180.
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2018). Effects of jumping exercise on muscular power in older adults: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(12), 2843-2857.
- Mujika, I. (2018). Quantification of training and competition loads in endurance sports: Methods and applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 1-3.
- Pereira, G., Nakamura, F. Y., de Moraes, A. C., & Loturco, I. (2022). Body composition, aerobic fitness, isokinetic profile, and vertical jump ability in elite male and female volleyball and

- beach volleyball players. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 4, 359-368. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00192-y>
- Ramirez-Campillo, R., García-de-Alcaraz, A., Chaabene, H., Moran, J., Negra, Y., Granacher, U., & Behm, D. G. (2020). Effects of plyometric jump training on vertical jump height of volleyball players: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trials. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(3), 489-499.
- Raya-Gonzalez, J., Castillo, D., Clemente, F. M., & Yanci, J. (2021). The influence of training load on physical performance in team sports. *Biology of Sport*, 38(2), 255-264.
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtel, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960.
- Slimani, M., Paravlic, A., Bragazzi, N. L., Data, F., & Azaiez, F. (2019). Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 67, 231-247.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: Training considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785.
- Turner, A. N., Bishop, C., Chavda, S., Edwards, M., Brazier, J., & Kilduff, L. P. (2020). Physical characteristics underpinning repetitive lunging in fencing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 650-657.
- Vasconcelos, B. B., Protzen, G. V., Galliano, L. M., Kirk, C., & Del Vecchio, F. B. (2020). Effects of high-intensity interval training in combat sports: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 888-900.
- Wang, Y. C., Zhang, N., & Chen, S. (2018). Effects of plyometric training on explosive strength and agility in volleyball players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 13(6), 1076-1083.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2020). Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(2), 207-219.