

Jurnal Akta Trimedika



EDITORIAL BOARD
JURNAL AKTA TRIMEDIKA

Editor in Chief



Dr. dr. Tjam Diana Samara, MKK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: dianasamara@trisakti.ac.id



Member of Editors



Dr. Magdalena Wartono, MKK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: magdalena_w@trisakti.ac.id



Dr. dr. Alvina, SpPK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: dr.alvina@trisakti.ac.id



Dr. dr. Verawati Sudarma, MGizi, SpGK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: verasudarma@trisakti.ac.id



dr. Ade Dwi Lestari, MKes, SpOk
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: adedwilestari@trisakti.ac.id



dr. Dian Mediana, M.Biomed
Departemen Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: dianmediana@trisakti.ac.id



Daftar Isi Jurnal Akta Trimedika – Marathon

LAMA RAWAT INAP BERHUBUNGAN DENGAN INFEKSI NOSOKOMIAL OLEH BAKTERI PENGHASIL EXTENDED-SPECTRUM BETA-LACTAMASE (ESBL)

Joice Viladelvia Kalumpiu, Daniel Yori Winner Sagala
791-806

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN STATUS GIZI DAN KEPARAHAN DEMAM BERDARAH DENGUE ANAK 5-12 TAHUN

Astri Handayani, Wulan Ramadhani
807-816

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN POLA ASUH ORANG TUA DENGAN PERILAKU MELUKAI DIRI SENDIRI PADA DEWASA MUDA

Nur Ashfiya Fadlyah, Magdalena Wartono
817-828

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN INTENSITAS CAHAYA DENGAN KEJADIAN ASTENOPIA PADA DEWASA AWAL

Naldi Feriansyah, Revalita Wahab
829-839

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

TATALAKSANA AWAL CEDERA PERGELANGAN KAKI AKUT PADA ATLET SEPAK BOLA

Anya Sadira Adeline, Fajar Febryan Wiratama, Nandito Pratama, Mustika Anggiane Putri
840-852

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

OPTIMALISASI PEMULIHAN PASCA MARATHON UNTUK REGENERASI OTOT DAN PERFORMA ATLET

Muchammad Edrick Kevin Rhamadian, Muhammad Wildan Effendi, Nuryani Sidarta
853-867

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

PENGARUH LATIHAN FISIK TERHADAP KEJADIAN INSOMNIA

Muhamad Thrisan Caecario, Muhammad Iqbal Aryahikma Trihono, Donna Adriani
868-884

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

POLA EEG SEBAGAI CERMINAN PATOFISIOLOGI ENSEFALOPATI HIPOKSIK-ISKEMIK AKUT

Rima Anindita Primandari, Winda Arista Haeriyoko, Fitri Octaviana, Astri Budikayanti
885-898

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

LAPORAN KASUS LOW BACK PAIN PADA OPERATOR BULLDOZER

Febrina Emanuela, Chikita Nur Mustika Rahmaditya, Alvin Mohammad Ridwan
899-906

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

GEJALA PSIKOTIK PADA GANGGUAN KEPERIBADIAN AMBANG: LAPORAN KASUS

Dyani Pitra Velyani, Ika Nur Fitriana, Rivo Mario W Lintuuran
907-915

PDF

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

OPTIMALISASI PEMULIHAN PASCA MARATHON UNTUK REGENERASI OTOT DAN PERFORMA ATLET

Optimizing Post-Marathon Recovery for Muscle Regeneration and Athlete Performance

Muchammad Edrick Kevin Rhamadian¹, Muhammad Wildan Effendi¹,
Nuryani Sidarta^{2*}

Diterima
25 Maret 2025
Revisi
29 April 2025
Disetujui
30 April 2025
Terbit Online
07 Juli 2025

*Penulis Koresponden:
nuryani_sidarta@trisakti.ac.id

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Univeristas Trisakti, Jakarta, Indonesia



Abstract

Marathon is a popular sport that puts a high burden on the body, increasing the risk of muscle damage, pain and fatigue if not carried out properly and correctly. Post-marathon recovery is key to muscle regeneration, injury prevention and athlete performance. This review aims to provide the most effective recovery strategy for post-marathon athletes including physical, metabolic and psychological approaches. The results show that a combination of nutrition, hydration and sleep is the most effective method for recovery. Nutrients, especially protein and carbohydrates, support muscle tissue repair, increase energy and accelerate metabolic regeneration. Hydration plays an important role in maintaining body fluid balance, regulating temperature and supporting neuromuskular function. Meanwhile, adequate and quality sleep helps physical and mental recovery, reduces stress and improves overall performance. Compared to other methods such as cryotherapy or massage techniques, the three lifestyle recovery strategies are easier and more beneficial and can ensure that recovery is optimal without the risk of side effects. By implementing integrated nutrition, hydration and sleep, athletes can return to training faster, reduce the risk of injury and maintain long-term health. This review provides scientific guidance for athletes and coaches to maximize muscle regeneration and improve performance through an evidence-based approach.

Keywords: marathon, recovery, muscle regeneration, athlete performance

Abstrak

Maraton adalah olahraga populer yang memberikan beban yang tinggi pada tubuh, meningkatkan risiko kerusakan otot, nyeri dan kelelahan apabila tidak dilakukan metode pemulihan dengan baik dan benar. Pemulihan pasca-maraton menjadi kunci dalam regenerasi otot, pencegahan cedera, dan performa atlet. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengevaluasi strategi pemulihan yang paling efektif bagi atlet pasca-maraton meliputi pendekatan fisik, metabolik, dan psikis. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi nutrisi, hidrasi, dan tidur adalah metode paling efektif untuk pemulihan. Nutrisi, terutama protein dan karbohidrat, mendukung perbaikan jaringan otot, meningkatkan energi, dan mempercepat regenerasi metabolik. Hidrasi berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh, mengatur suhu, dan mendukung fungsi neuromuskular. Sementara itu, tidur yang cukup dan berkualitas membantu pemulihan fisik dan mental, mengurangi stres, dan meningkatkan performa keseluruhan. Dibandingkan dengan metode lain seperti krioterapi atau teknik pijat, ketiga strategi pemulihan gaya hidup tersebut lebih mudah dan bermanfaat serta dapat dipastikan terjadi pemulihan yang optimal tanpa risiko efek samping. Dengan penerapan nutrisi, hidrasi, dan tidur yang terintegrasi maka atlet dapat kembali berlatih lebih cepat, mengurangi risiko cedera, dan mempertahankan kesehatan jangka panjang. Tinjauan pustaka ini memberikan panduan ilmiah bagi atlet dan pelatih untuk memaksimalkan regenerasi otot dan meningkatkan performa melalui pendekatan berbasis bukti.

Kata kunci: maraton, pemulihan, regenerasi otot, performa atlet

PENDAHULUAN

Lari jarak jauh adalah salah satu olahraga yang populer dan banyak diminati oleh masyarakat di seluruh dunia. Aktivitas fisik seperti lari maraton dengan jarak 42 km memberikan beban kerja yang besar pada fungsi fisiologis selama beberapa jam.⁽¹⁾ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa selama perlombaan maraton, penggunaan fraksional denyut jantung maksimal berkisar antara sekitar 80% hingga 90%.⁽²⁾ Maraton, jika tidak diimbangi dengan metode pemulihan yang baik dan benar dapat menimbulkan dampak negatif, contohnya *Exercise Induced Muscle Damage* (EIMD), seperti nyeri, pembengkakan, berkurangnya *Range of Motion* (ROM), dan berkurangnya fungsi neuromuskular.⁽³⁾ Selain dampak tersebut, maraton tanpa dilakukan pemulihan yang tepat juga dapat mengakibatkan kelelahan mental dan psikis pada atlet, hal ini disebabkan selama pelatihan dan/atau kompetisi yang cukup lama, yaitu berlari kurang lebih 150 km selama latihan dan 42 km. Pada dasarnya pemulihan merupakan proses bertingkat yang melibatkan individu secara internal dan antarindividu untuk memulihkan kembali kemampuan performa. Proses ini dilakukan secara terstruktur untuk meningkatkan kondisi situasional, memperbaiki dan mengisi ulang energi, serta memberikan perlindungan tambahan.⁽⁴⁾

Strategi pemulihan secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis strategi yaitu pemulihan aktif, pasif, dan proaktif.⁽⁴⁾ Dalam klasifikasi tersebut terdapat beberapa contoh metode pemulihan diantaranya yaitu metode pemulihan secara fisik, metabolik, dan psikis yang dapat dimasukkan ke dalam strategi pemulihan aktif, pasif, atau proaktif, tergantung pada pendekatan yang digunakan. Misalnya, metode pemulihan secara fisik seperti peregangan ataupun aktivitas jongkok pasca maraton dapat termasuk dalam strategi pemulihan aktif, sedangkan metode pemulihan metabolik melalui nutrisi dapat bersifat strategi pemulihan pasif yang dimana terdapat pengaruh dari faktor eksternal dan pemulihan psikis seperti tidur maupun sosialisasi yang dapat menjadi bagian dari strategi proaktif. Untuk mencapai kondisi tubuh yang optimal pasca maraton, atlet sering kali mengombinasikan ketiga jenis strategi pemulihan tersebut.⁽⁵⁾ Pemulihan secara fisik sendiri dapat diartikan sebagai serangkaian teknik atau pendekatan yang digunakan untuk mempercepat proses pemulihan tubuh setelah aktivitas fisik atau latihan intensif. Pentingnya pemulihan fisik pasca beraktivitas berat khususnya maraton sudah terbukti untuk menurunkan tingkat cedera pada atlet.⁽⁶⁾ Selain pendekatan secara fisiologis, diperlukan strategi pemulihan secara psikis yang paling mudah, salah satunya adalah istirahat yang cukup. Dibandingkan dengan masyarakat umum, atlet sering kali memiliki kualitas dan kuantitas tidur yang buruk karena beban waktu latihan yang terlalu berat sehingga mengakibatkan rendahnya imunitas bagi para atlet.⁽⁷⁾ Selain dari kedua strategi pemulihan tersebut, untuk mencapai pemulihan yang optimal diperlukan pula

asupan nutrisi cukup bagi atlet. Nutrisi memegang peranan penting dalam pemulihan otot rangka setelah berolahraga. Asupan makronutrien yang cukup, khususnya protein bermanfaat untuk pemulihan metabolisme yang bergantung pada ketersediaan substrat energi.⁽⁸⁾

Terdapat banyak manfaat mengoptimalkan pemulihan pasca maraton melalui penerapan kombinasi tiga strategi pemulihan seperti meningkatnya kesejahteraan atlet sehingga memungkinkan atlet untuk kembali ke pelatihan normal secepat mungkin tanpa peningkatan risiko cedera atau penyakit.⁽⁹⁾ Kombinasi tersebut juga dapat meningkatkan sirkulasi dan oksigenasi jaringan untuk membantu mengantarkan nutrisi dan oksigen ke otot serta mengeluarkan sisa metabolik seperti karbondioksida dan produk degradasi lainnya.⁽¹⁰⁾

Tinjauan pustaka ini dibuat untuk memberikan panduan berbasis ilmiah mengenai strategi pemulihan yang efektif pasca maraton serta memberikan wawasan untuk pembaca dalam memaksimalkan proses regenerasi otot, mencegah cedera, serta meningkatkan kesehatan dan performa secara keseluruhan melalui pendekatan yang sistematis dan terarah.

METODE

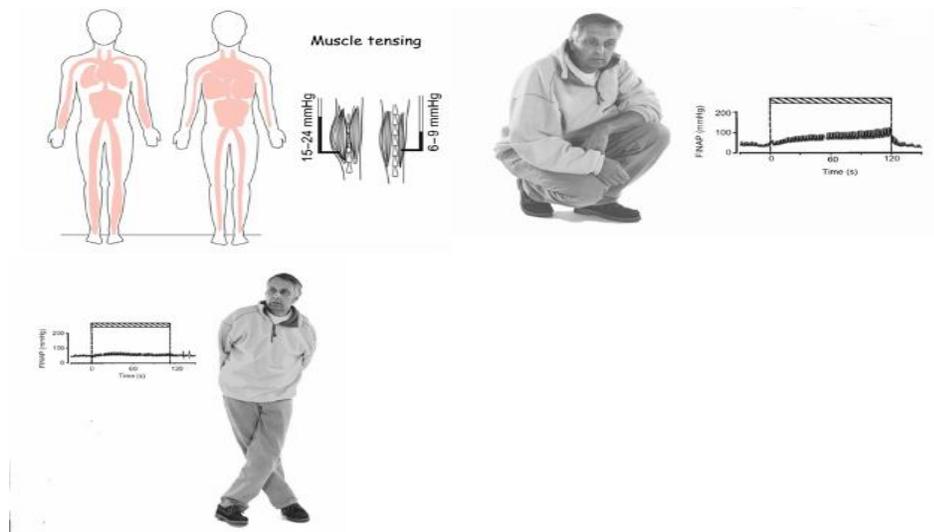
DEFINISI

Strategi pemulihan adalah bagian penting dari program pelatihan atlet yang memastikan performa optimal sekaligus mengurangi risiko cedera. Dari definisi tersebut dapat diasumsikan bahwa strategi ini tidak hanya membantu tubuh pulih lebih cepat, tetapi juga memastikan atlet dapat kembali berlatih dengan intensitas optimal dan meminimalkan risiko cedera. Sebagai contoh, jarak rata-rata yang ditempuh pelari maraton pria yaitu 150 – 260 km/minggu selama masa pelatihan, hal ini membuat sangat penting diterapkannya strategi pemulihan yang tepat untuk meminimalisir kelelahan dan cedera.⁽¹¹⁾

Berdasarkan jenis penerapannya, strategi pemulihan diklasifikasikan menjadi pemulihan pasif, aktif, dan proaktif. Pemulihan aktif umumnya disebut pendinginan aktif, yaitu pemulihan yang melibatkan aktivitas tubuh seperti peregangan, berjalan ringan atau aerobik. Sementara itu pemulihan pasif dianggap sebagai proses di mana tubuh mendapatkan kembali kondisi optimalnya dengan bantuan eksternal, seperti terapi pijat, penggunaan pakaian kompresi serta konsumsi suplemen dan makanan bernutrisi.⁽¹²⁾ Sebagian besar pelatih meyakini bahwa pemulihan pasif khususnya pijat dapat memperbaiki sirkulasi darah dan mengurangi ketegangan pada otot serta saraf. Teknik ini juga dapat membantu meningkatkan fleksibilitas, elastisitas tubuh dan relaksasi secara

keseluruhan.⁽¹³⁾ Selain itu, terdapat juga pemulihan proaktif, dimana pemulihan ini melibatkan kegiatan yang dipilih dan diinisiasi oleh diri sendiri, baik secara individu maupun sosial, yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing. Contohnya adalah mengikuti kegiatan sosial dan upaya untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan mental pada atlet.⁽¹⁴⁾ Strategi pemulihan proaktif ini sangat direkomendasikan khususnya untuk atlet wanita. Pemulihan yang dilakukan sebelum dan sesudah kehamilan bertujuan untuk mengurangi risiko kesehatan yang merugikan bagi ibu dan anak.⁽¹⁵⁾

STRATEGI PEMULIHAN AKTIF PASIF ATLET PASCA MARATON



Gambar 1. Diagram ketegangan otot dan gerakan peregangan⁽¹⁹⁾

Kelelahan pasca maraton merupakan respon yang melibatkan berbagai sistem dalam tubuh manusia. Secara umum, kelelahan dapat dikategorikan menjadi kelelahan perifer yang terjadi di dalam unit motorik yaitu otot dan kelelahan sentral yang terjadi di otak dan sumsum tulang belakang.⁽¹⁶⁾ Kelelahan otot dapat didefinisikan sebagai penurunan kemampuan otot dalam menghasilkan tenaga yang disebabkan oleh aktivitas fisik yang berat atau latihan intens.⁽¹⁷⁾ Selain itu berkurangnya rentang gerak atlet juga sering dilaporkan pasca latihan atau kompetisi yang intens. Kondisi ini dapat mempengaruhi peningkatan kadar laktat dalam darah serta memperbesar risiko terjadinya cedera otot pada pelari maraton.⁽¹⁸⁾

Strategi pemulihan pasca maraton merupakan kunci untuk meningkatkan performa pelari serta dapat meminimalisir kelelahan dan ketegangan otot.⁽¹⁷⁾ Adapun strategi pemulihan aktif merupakan strategi pemulihan yang paling mudah diterapkan dan paling efektif untuk mencegah *syncope* (kehilangan kesadaran akibat penurunan aliran darah ke otak) pasca aktivitas berat dengan cara meningkatkan aliran balik vena dalam menambah beban awal jantung melalui kontraksi ritmis otot rangka. Salah satu tindakan yang efektif untuk mencegah *syncope* adalah dengan melakukan posisi jongkok. Posisi ini membantu meningkatkan aliran darah kembali ke jantung dan otak dengan memperbaiki sirkulasi darah dari kaki, sehingga dapat mencegah kehilangan kesadaran.

Selain posisi jongkok, peregangan juga dapat dilakukan dengan tindakan menyilangkan kaki yang dapat dilakukan dengan santai (Gambar 1).⁽¹⁹⁾

Selanjutnya strategi pemulihan yang cukup populer dan menawarkan spektrum pilihan yang beragam bagi atlet adalah strategi pemulihan pasif. Strategi ini bertujuan untuk meminimalkan efek negatif pasca latihan atau kompetisi intens, sehingga memungkinkan atlet untuk kembali ke performa puncak dengan lebih cepat. Adapun salah satu contoh metode pemulihan pasif yaitu penggunaan pakaian kompresi statis dan dinamis yang penggunaannya meningkat pesat selama beberapa tahun terakhir. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penggunaan pakaian kompresi bermanfaat dalam pencegahan pembengkakan otot dan mengurangi risiko cedera akibat aktivitas fisik yang berat. Selain penggunaan pakaian kompresi terdapat metode pemulihan pasif lainnya yaitu teknik krioterapi, perendaman air dingin adalah salah satu cara pemulihan yang umum digunakan untuk atlet di semua tingkat kompetisi pasca pemulihan dan juga merupakan aplikasi krioterapi yang paling banyak dipelajari karena terbukti menghambat proses inflamasi, membatasi kerusakan sel dan meningkatkan metabolisme energi.

Tidak hanya perendaman air dingin, banyak studi membuktikan bahwa terapi panas pasca aktivitas berat dapat merangsang suplai darah lokal dan metabolisme dalam jaringan, dan studi lain menunjukkan bahwa panas mengaktifkan peristiwa molekuler yang lebih spesifik, termasuk perubahan dalam ekspresi gen, efek antiinflamasi dan antioksidan.⁽²⁰⁾ Beberapa strategi pemulihan pasif tersebut pada dasarnya merupakan pengobatan efektif yang diterapkan para atlet pasca maraton untuk pemulihan otot yang lelah dengan memasok oksigen ke darah, membuang asam laktat serta mendorong regenerasi energi di hati. Strategi pemulihan lainnya seperti pijat menunjukkan bahwa tekanan mekanis dapat mengurangi kekakuan otot dan meningkatkan tekanan arteri sehingga membantu otot pulih dengan cepat. Selain itu, dikatakan bahwa pijat dapat meningkatkan efek analgesik dengan cara pengaturan sistem kontrol nyeri.⁽²¹⁾

PERAN HIDRASI DAN NUTRISI DALAM MENDUKUNG KESEHATAN ATLET PASCA MARATON

Selama olahraga, asupan cairan dianggap penting untuk menjaga kesehatan dan kinerja seorang atlet, terutama dalam olahraga ketahanan. Dehidrasi akibat olahraga berkepanjangan dapat mengganggu fungsi fisik dan kognitif. Sistem neuromuskular rentan terhadap dehidrasi, yang dapat memperburuk kelelahan dan menurunkan kinerja olahraga. Saat dehidrasi berlangsung, sistem neuromuskular perifer dan sentral mengalami kelelahan sehingga membatasi kemampuan untuk menghasilkan dan mempertahankan kekuatan.⁽²²⁾ Konsumsi cairan selama latihan yang berkepanjangan dapat mencegah dehidrasi dan menjaga fungsi neuromuskular melalui beberapa mekanisme seperti termoregulasi, pengaturan cairan serta asupan nutrisi.

Termoregulasi

Ketika suhu inti tubuh meningkat saat olahraga, tubuh mengandalkan penguapan keringat untuk pendinginan. Hal ini didukung dengan mengonsumsi cairan selama latihan berlangsung. Berkeringat menyebabkan hilangnya cairan tubuh dan elektrolit, dan meningkatkan risiko dehidrasi. Dehidrasi mengurangi kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas, menyebabkan hipertermia yang mengganggu fungsi neuromuskular. Konsumsi cairan yang cukup dapat menjaga suhu inti tubuh normal dan mempertahankan kontrol motorik dan kekuatan otot.⁽²³⁾

Keseimbangan elektrolit

Selain kehilangan banyak cairan, berkeringat juga mampu menghilangkan elektrolit seperti natrium dan kalium, yang sangat penting untuk fungsi neuromuskular. Ketidakseimbangan elektrolit dapat mengganggu aktivitas neuromuskular, dan mengganggu kontraksi otot. Penurunan natrium dapat menyebabkan kram pada otot dan kelemahan selama latihan. Mengonsumsi cairan yang mengandung elektrolit membantu mempertahankan rangsangan neuromuskular dengan menjaga kadar natrium dan kalium dalam tubuh.⁽²³⁾

Pengaturan cairan tubuh

Mengonsumsi cairan dapat membantu menjaga volume darah agar tetap stabil, dimana hal ini sangat penting untuk menjaga fungsi kardiovaskular selama latihan jangka panjang. Penurunan volume darah akibat dehidrasi menyebabkan penurunan curah jantung dan peningkatan denyut jantung, yang dapat mengurangi aliran darah ke otot dan otak. Aliran darah yang terganggu ini mempercepat kelelahan. Mengonsumsi cairan membantu mempertahankan volume darah dan distribusi oksigen ke otot, mengurangi kelelahan dan mempertahankan fungsi neuromuskular.⁽²³⁾

Studi juga menunjukkan bahwa susu rendah lemak lebih efektif dalam menggantikan kehilangan keringat dan mempertahankan hidrasi dibandingkan dengan air biasa atau minuman olahraga yang tersedia secara komersial.⁽²⁴⁾ Faktor utama yang mempengaruhi proses rehidrasi pasca latihan adalah volume dan komposisi cairan yang dikonsumsi. Ketika mengalami hipohidrasi secara signifikan, penting untuk memastikan volume minuman yang dikonsumsi lebih besar dibandingkan volume keringat yang hilang saat berolahraga. Volume cairan yang dikonsumsi harus lebih besar dari volume keringat agar keseimbangan cairan dapat dicapai secara efektif. Namun, proses rehidrasi tidak boleh hanya sekadar minum cairan dalam jumlah banyak, karena akan menghasilkan kondisi hemodilusi, yang ditandai dengan penurunan konsentrasi elektrolit serum dan osmolalitas yang mengakibatkan stimulasi diuresis.⁽²⁴⁾ Penambahan elektrolit, seperti natrium ke dalam minuman rehidrasi pasca latihan terbukti meningkatkan proses

rehidrasi. Susu rendah lemak yang digunakan dalam studi tersebut mengandung natrium dalam jumlah yang lebih banyak dari kebanyakan minuman olahraga yang tersedia secara komersial.⁽²⁴⁾

Nutrisi

Nutrisi telah lama dikenal sebagai faktor penting yang berkontribusi terhadap kesehatan dan kinerja atlet. Seorang atlet harus mendapatkan nutrisi yang tepat agar terjadi peningkatan performa, daya tahan, dan kekuatan otot. Dalam masa pemulihan atlet, nutrisi memiliki peran yang penting dalam pemulihan atlet setelah latihan atau kompetisi.⁽²⁵⁾ Nutrisi yang tepat sangat penting untuk pemulihan, itulah sebabnya nutrisi pasca-latihan berperan penting untuk meningkatkan kebugaran seorang atlet.⁽²⁶⁾ Nutrisi membantu memperbaiki dan memperkuat otot yang rusak saat berolahraga meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mencegah dehidrasi⁽²⁵⁾, dan meningkatkan energi.⁽²⁶⁾ Masa pemulihan atlet pasca maraton membutuhkan waktu berhari-hari, hal ini dapat dilakukan dengan intervensi nutrisi.⁽²⁵⁾

Karbohidrat

Para atlet disarankan untuk mengonsumsi cairan dan karbohidrat selaras dengan pola aktivitas dan interval istirahat. Hal tersebut dilakukan dengan mengintegrasikan makanan tinggi karbohidrat, mengatur waktu asupan karbohidrat secara strategis selama berolahraga, dan menggabungkan karbohidrat indeks glikemik rendah. Dengan menelaraskan nutrisi dengan kebutuhan atlet, pemulihan dapat ditingkatkan.⁽²⁶⁾

Vitamin D

Pada saat latihan, dapat terjadi peradangan yang disebabkan oleh latihan intensitas tinggi, hal itu dapat berkurang secara signifikan setelah diberikan suplementasi vitamin D. Peningkatan status vitamin D mungkin merupakan alternatif yang baik dan sering diandalkan dalam olahraga. Vitamin D memiliki peran dalam menjaga sistem kekebalan tubuh serta melawan proses inflamasi. Vitamin D diketahui memiliki peran dalam meningkatkan performa otot. Atlet yang mengalami defisiensi vitamin D dapat mengalami gangguan dalam performa dan proses pemulihan. Paparan sinar matahari serta asupan vitamin D disarankan terutama untuk atlet yang terlibat dalam olahraga *indoor* (di dalam ruangan).⁽²⁵⁾

Vitamin C & E

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dengan karakteristik antioksidan serta banyak ditemukan pada buah jeruk, dengan jumlah yang lebih sedikit ditemukan pada paprika, stroberi dan sayuran. Peran vitamin C adalah menetralkan *Reactive Oxygen Nitrogen Species* (RONS) dan regenerasi molekul antioksidan lainnya, seperti vitamin e, β -karoten dan *gluthathione*. Vitamin E adalah vitamin yang larut dalam lemak dan berbasis

membran sel. Vitamin E berperan dalam menghambat pemecahan asam lemak dan menetralkan RONS. Sumber vitamin E dapat ditemukan dalam minyak nabati, terutama bunga matahari, *safflower*, dan minyak kacang-kacangan. Suplementasi vitamin C dan E dalam meningkatkan pemulihan pasca olahraga kurang mendapat perhatian. Hal ini mungkin disebabkan karena hanya tersedia sedikit bukti yang menunjukkan bahwa senyawa ini berhubungan dengan pemulihan pasca olahraga, meskipun vitamin C memiliki kemampuan untuk meningkatkan status antioksidan dan menurunkan *blood marker* kerusakan otot. Selain itu vitamin ini dapat bertindak langsung pada spesies reaktif, bahkan diduga mempunyai efek negatif tentang adaptasi terhadap pelatihan dengan memblokir sinyal ke jalur adaptif.⁽²⁷⁾

Suplemen herbal

Suplemen herbal mencakup berbagai senyawa yang bersumber dari tumbuhan dengan jumlah komponen aktif (fitonutrien) yang tinggi. Banyak produk ini telah digunakan sejak zaman dahulu untuk mengobati kondisi yang berkaitan dengan stres, peradangan, dan tidur. Bukti mengenai efek suplemen herbal pada pemulihan pasca latihan masih kurang dan dampaknya belum diukur secara langsung. Namun, temuan dari studi kualitas tidur serta penelitian pada tingkat sel menunjukkan bahwa senyawa ini mempunyai potensi untuk meningkatkan pemulihan pasca latihan.⁽²⁷⁾

PENDEKATAN EFEKTIF UNTUK PEMULIHAN KONDISI MENTAL DAN PSIKIS ATLET

Secara umum diduga bahwa seorang atlet memiliki mental yang kuat dan tidak pernah mengalami depresi. Hal ini disebabkan karena untuk menjadi seorang atlet harus memiliki kesehatan fisik dan mental yang lebih kuat daripada non-atlet. Namun, nyatanya, seorang atlet juga cenderung mengalami risiko kesehatan mental tambahan bila dibandingkan dengan populasi non-atlet. Hal ini disebabkan karena adanya beban latihan yang tinggi, persaingan yang ketat, dan gaya hidup yang buruk. Gangguan kondisi mental pada atlet contohnya adanya gangguan kecemasan, gangguan makan, dan gangguan tidur. Semua hal ini dapat berpengaruh terhadap kesehatan mental atlet. Dalam suatu penelitian, terapi gambar digunakan untuk mengurangi ketegangan dan kecemasan di kalangan atlet. Teknik-teknik ini digunakan dalam psikologi kesehatan dan psikologi klinis sebagai teknik intervensi, dan diterapkan dalam olahraga.⁽²⁸⁾ Pola tidur yang baik dan cukup juga berpengaruh terhadap masa pemulihan bagi para atlet. hubungan antara pola tidur dan pemulihan pasca latihan dan regenerasi bisa dilihat secara terstruktur.⁽²⁹⁾

Lama tidur (total kebutuhan tidur, ditambah tidur siang)

Agar tidur dapat menyembuhkan, durasinya harus memadai. Hal ini berlaku terutama untuk atlet yang pemulihan fisiknya mungkin memerlukan lebih besar dari rata-

rata individu. Lama waktu tidur dibedakan berdasarkan usia. Pada anak yang berusia 12 sampai 16 tahun maka disarankan tidur selama sembilan jam dan bagi yang berusia di atas 16 tahun maka disarankan durasi tidur yang lebih lama yaitu sembilan hingga sepuluh jam.⁽²⁹⁾

Kualitas tidur

Mempertahankan rutinitas tidur atau tidur siang yang teratur, membangun kualitas dan lingkungan tidur yang nyaman. Demikian juga pemantauan tidur dapat memaksimalkan kualitas tidur. Indikator gangguan tidur antara lain adalah kantuk berlebihan meskipun durasi tidur cukup. Hal ini disebabkan oleh tidur non-restortif. Kualitas tidur yang buruk dapat disebabkan karena gangguan tidur seperti insomnia, *sleep apnea*, atau sindrom kaki gelisah. Hal ini dapat diobati, tapi seringkali tetap tidak terdiagnosis.⁽²⁹⁾

Fase tidur

Setelah terbangun pada pagi hari, umumnya individu akan terjaga sampai sekitar pukul dua siang, lalu timbul perasaan kantuk di siang hari. Hal ini cenderung berlangsung selama 30 – 60 menit dilanjutkan dengan fase terjaga dengan puncaknya pada sore hari sekitar pukul 6 hingga 8 malam. Setelah titik ini, rasa kantuk meningkat, yang mana memfasilitasi permulaan tidur. Pada beberapa atlet, pelatihan, sekolah, dan komitmen kerja dapat mempunyai dampak besar pada kemampuan atlet untuk mencocokkan fase sirkadian dengan waktu tidur yang tersedia. Akibat hal tersebut seorang atlet sering menunda waktu tidur, yang akan berdampak pada jumlah tidur yang kurang serta kualitas tidur yang tidak baik. Seorang atlet harus memiliki waktu tidur yang cukup agar bisa mempertahankan performa. Atlet disarankan untuk tidur siang dimana aktifitas ini dikenal dengan istilah *recovery break*, *micro-test*, atau *power nap*. Tidur siang selama 20 menit di siang hari telah menunjukkan peningkatan dalam tingkat performa, kepercayaan diri, dan tingkat kewaspadaan. Dilaporkan juga bahwa tidur siang dapat bermanfaat bagi pembelajaran ketrampilan visual dan motorik. Pada latihan atletik, performa langsung pada saat setelah bangun dari tidur yang lama (>60 menit) mungkin mengakibatkan penurunan performa jangka pendek. Oleh karena itu penting bagi atlet untuk merencanakan waktu dan durasi tidur siang dengan baik. Untuk waktu tidur siang harus dibatasi sampai 30 menit dan harus dijadwalkan dari jam dua sampai empat sore.⁽²⁹⁾

Durasi Strategi Pemulihan pada Atlet

Atlet menghabiskan sebagian besar waktunya untuk memulihkan diri dari latihan/kompetisi. Pemulihan ini diperlukan agar performa optimal. Menurut studi literatur, dalam konteks waktu, terdapat tiga jenis pemulihan, yaitu pemulihan cepat,

pemulihan jangka pendek dan pemulihan jangka panjang. Perbedaan dari ketiga jenis pemulihan tersebut terdapat pada waktu pemulihannya.⁽³⁰⁾

A. Pemulihan cepat

Pemulihan cepat merupakan proses pemulihan secara berulang dalam waktu yang sangat singkat. Biasanya dalam jangka waktu hitungan menit hingga hitungan jam, dengan tujuan untuk mengembalikan energi selepas dan sesudah latihan atau kompetisi.⁽³⁰⁾ Contoh dari metode pemulihan cepat ialah hidrasi yang baik, serta mengembalikan nutrisi yang dibutuhkan secara cepat untuk membantu atlet tidak pingsan atau kelelahan seperti protein, selain itu metode lain yang dapat membantu adalah peregangan yang dilakukan setelah melakukan maraton.⁽¹²⁾

B. Pemulihan jangka pendek

Pemulihan jangka pendek adalah proses pemulihan yang dilakukan selama beberapa hari dan beberapa minggu setelah latihan atau kompetisi yang bertujuan untuk memulihkan kondisi fisik atlet secara lebih mendalam. Metode ini meliputi pijat, *hot treatment* dan *cooling treatment* agar terjadi pemulihan otot serta mengembalikan nutrisi yang dibutuhkan.⁽³⁰⁾ Selain itu, terdapat metode lain, antara lain penggunaan pakaian kompres yang bertujuan untuk meredakan inflamasi atau pembengkakan setelah maraton.⁽²⁰⁾

C. Pemulihan jangka panjang

Pemulihan jangka panjang adalah jenis pemulihan yang melibatkan proses pemulihan dengan jangka waktu panjang seperti beberapa minggu hingga bulan. Tujuannya adalah untuk memastikan atlet kembali ke kondisi optimal dan menghindari cedera jangka panjang.⁽³⁰⁾ Hal ini meliputi melakukan pemulihan aktif dengan jadwal yang terorganisir serta terencana untuk masa depan, serta terdapat metode seperti memastikan kesehatan mental dengan tidur dan melakukan sosialisasi.⁽²⁹⁾

PERBANDINGAN METODE PEMULIHAN EFEKTIF BAGI ATLET PASCA MARATON

Tabel 1. Prosentase metode pemulihan yang diminati atlet maraton⁽⁴⁾

No.	Metode Pemulihan	Latihan	Kompetisi
1.	Hidrasi	90,9%	81,4%
2.	Nutrisi	79,5%	78,3%
3.	Tidur	74,9%	78,3%
4.	Peregangan	68,1%	59,7%
5.	Pijat	22,4%	32,3%
6.	Pakaian kompresi	19,0%	19,4%
7.	<i>Cooling</i>	12,2%	13,7%
8.	<i>Heat</i>	7,2%	5,7%

Berdasarkan penelitian dan Tabel 1, para atlet khususnya atlet ketahanan atau atlet maraton lebih memilih untuk menerapkan metode pemulihan gaya hidup seperti hidrasi, nutrisi, dan istirahat cukup dibandingkan metode lainnya pasca latihan maupun kompetisi maraton.⁽⁴⁾ Proses pemulihan harus bertujuan membangun kembali komponen psikologis, fisiologis, emosional, dan sosial untuk para atlet. Publikasi ilmiah membuktikan bahwa hidrasi dan tidur dinilai sebagai strategi pemulihan penting bagi semua atlet tim tanpa memandang jenis kelamin atau tingkat partisipasi. Hidrasi adalah strategi pemulihan yang paling banyak dilaporkan, digunakan dan telah diketahui banyak manfaat, serta dinilai efektif dalam pemulihan pasca latihan maupun kompetisi maraton.⁽³¹⁾

Olahraga ketahanan dengan beban latihan yang besar dapat mempengaruhi status hidrasi, terutama di lingkungan yang panas, dan rehidrasi merupakan solusi penting dari proses pemulihan. Oleh karena itu, penting bagi para atlet pasca maraton untuk merehidrasi cairan yang berkurang dari tubuh baik dalam pelatihan maupun kompetisi untuk pemulihan yang memadai. Tidak cukup dengan hidrasi, metode pemulihan efektif lainnya adalah dengan asupan nutrisi yang cukup dan optimal untuk para atlet. Tujuan dari pemberian nutrisi adalah untuk memaksimalkan adaptasi metabolik fungsional terhadap program latihan berkala, mendukung atlet agar tetap sehat dan bebas cedera.⁽³²⁾

Sementara itu, dalam strategi pemulihan secara psikologis dapat dibuktikan bahwa para atlet cenderung menilai tidur sebagai metode pemulihan yang paling efektif untuk mengurangi stres pasca latihan maupun kompetisi maraton. Kurangnya waktu tidur atau istirahat yang cukup dapat menyebabkan penurunan fisik dan memengaruhi elemen kinerja psikologis seperti suasana hati yang kurang baik. Kekurangan tidur umum terjadi pada atlet dan dapat dihubungkan dengan kurangnya rutinitas tidur yang tepat karena perubahan jadwal latihan dan kompetisi.⁽³³⁾ Agar tidur memiliki efek pemulihan pada tubuh, tidur harus memiliki durasi, kualitas, dan waktu yang tepat.⁽³⁴⁾

Terlepas dari strategi pemulihan gaya hidup yang sudah dijelaskan sebelumnya seperti (nutrisi, hidrasi dan tidur) terdapat pula metode pemulihan lain yang kurang diminati dan kurang efektif menurut para atlet seperti perendaman air dingin yang termasuk dalam aplikasi krioterapi.⁽⁴⁾ Hal tersebut dikarenakan krioterapi pada tubuh berbahaya bagi pemulihan fungsi otot. Dalam jurnal penelitian yang berbeda juga menyebutkan bahwa krioterapi tidak efektif dalam mengurangi gejala kerusakan otot setelah lari maraton.⁽³⁴⁾

KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat diketahui bahwa lari maraton dapat berdampak negatif ketika tidak diimbangi dengan penerapan metode pemulihan yang baik dan benar, dampak tersebut meliputi kelelahan dan ketegangan otot, stres dan cedera pada anggota tubuh, Oleh karena itu perlu dilakukan solusi strategi pemulihan pasca maraton yang diklasifikasikan menjadi tiga strategi pemulihan yaitu aktif, pasif dan proaktif. Dapat diambil kesimpulan bahwa metode strategi yang paling efektif dan banyak diminati oleh para atlet daya tahan khususnya atlet maraton adalah kombinasi dari metode pemulihan pola hidup seperti hidrasi, asupan nutrisi dan waktu istirahat yang cukup. Kombinasi ketiga hal tersebut memungkinkan atlet memaksimalkan adaptasi metabolik fungsional, mengurangi stres serta memenuhi kebutuhan cairan tubuh yang hilang pada saat lari maraton.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fukano M, Nakagawa K, Higashihara A, Inami T, Narita T. Damage and recovery of the intrinsic and extrinsic foot muscles from running a full marathon. *Scand J Med Sci Sports*. 2023;33(8):1486–93. doi.org/10.1111/sms.14377.
2. Takayama F, Aoyagi A, Shimazu W, Nabekura Y. Effects of marathon running on aerobic fitness and performance in recreational runners one week after a race. *Journal of Sports Medicine*. 2017;2017:1–6. doi.org/10.1155/2017/9402386.
3. Martínez-Navarro I, Montoya-Vieco A, Hernando C, Hernando B, Panizo N, Collado E. The week after running a marathon: effects of running vs. elliptical training vs. resting on neuromuskular performance and muscle damage recovery. *Eur J Sport Sci*. 2021;21(12):1668–74. doi.org/10.1080/17461391.2020.1857441.
4. Braun-Trocchio R, Graybeal AJ, Kreutzer A, *et al.* Recovery strategies in endurance athletes. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2022;7(1):22. doi.org/10.3390/jfmk7010022.
5. Mielgo-Ayuso J, Fernández-Lázaro D. Nutrition and muscle recovery. *Nutrients*. 2021;13(2):294. doi.org/10.3390/nu13020294.

6. Balk YA, de Jonge J, Oerlemans WGM, Geurts SAE. Physical recovery, mental detachment and sleep as predictors of injury and mental energy. *J Health Psychol.* 2019;24(13):1828–38. doi.org/10.1177/1359105317705980.
7. Nikolaidis PT, Weiss K, Knechtle B, Trakada G. Sleep in marathon and ultramarathon runners: a brief narrative review. *Front Neurol.* 2023;14:1217788. doi.org/10.3389/fneur.2023.1217788.
8. Cornish SM, Barnes MJ. Editorial: Nutrition and muscle recovery after exercise. *Front Sports Act Living.* 2024;6:1413822. doi.org/10.3389/fspor.2024.1413822.
9. Wiewelhove T, Schneider C, Döweling A, *et al.* Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PLoS One.* 2019;13(11):e020713. doi.org/10.1371/journal.pone.0207313.
10. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. *J Appl Physiol.* 2017;122(5):1077–87. doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016.
11. Li S, Kempe M, Brink M, Lemmink K. Effectiveness of recovery strategies after training and competition in endurance athletes: an umbrella review. *Sports Med Open.* 2024;10(1):55. doi.org/10.1186/s40798-024-00724-6.
12. Bezuglov E, Lazarev A, Khaitin V, *et al.* The prevalence of use of various post-exercise recovery methods after training among elite endurance athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(21): 182111698. doi.org/10.3390/ijerph182111698.
13. Rappelt L, Javanmardi S, Heinke L, Baumgart C, Freiwald J. The multifaceted nature of recovery after exercise: a need for individualization. *Sports Orthopaedics and Traumatology.* 2023;39(4):359–67. doi.org/10.1016/j.orthtr.2023.10.006.
14. Irani CR, Turner EHG, Rumps MV, Mulcahey MK. Recommendations for postpartum athletes returning to sport: the past, present, and future. *Phys Sportsmed.* 2024;52(6):533–40. doi.org/10.1080/00913847.2024.2385886.
15. Zinner C, Sperlich B, editors. *Marathon running: physiology, psychology, nutrition and training aspects.* Switzerland;Springer. 2016.p.1–171.
16. Pinar S, Kaya F, Bicer B, Erzeybek MS, Cotuk HB. Different recovery methods and muscle performance after exhausting exercise: Comparison of the effects of electrical muscle stimulation and massage. *Biol Sport.* 2012;29(4):269–75. doi.org/10.5604/20831862.1019664.
17. Andrade MS, Ferrer CRL, Vancini RL, *et al.* The effect of muscle strength on marathon race-induced muscle soreness. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(21): 182111258. doi.org/10.3390/ijerph182111258.

18. Wieling W, van Dijk N, Thijs RD, de Lange FJ, Krediet CTP, Halliwill JR. Physical countermeasures to increase orthostatic tolerance. *J Intern Med.* 2015;277(1):69–82. doi.org/10.1111/joim.12249.
19. Cullen MFL, Casazza GA, Davis BA. Passive recovery strategies after exercise: a narrative literature review of the current evidence. *Curr Sports Med Rep.* 2021;20(7):351–8. doi.org/10.1249/JSR.0000000000000859.
20. Yoon NY, Uh SW, Nam SK, Lee JH. the effects of flexibility exercise, cold compresses, and massage on muscle recovery in elite athletes: focusing on literature review. *Ann Appl Sport Sci.* 2024;12(1): 1224. doi.org/10.61186/aassjournal.1224.
21. Ly NQ, Hamstra-Wright KL, Horswill CA. Post-exercise rehydration in athletes: effects of sodium and carbohydrate in commercial hydration beverages. *Nutrients.* 2023;15(22):4759.. doi.org/10.3390/nu15224759.
22. Shamim P. Impact of fluid ingestion on neuromuskular function and performance during prolonged exercise: a comparative analysis of hydration states. 2024;6(2):400–5. doi.org/10.61186/aassjournal.1224.
23. Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *British Journal of Nutrition.* 2007;98(1):173–80. doi.org/10.1017/S0007114507695543.
24. Caballero-García A, Córdova-Martínez A. Muscle recovery and nutrition. *Nutrients.* 2022;14(12):2416. doi.org/10.3390/nu14122416.
25. Dhiman C, Kapri BC. Optimizing athletic performance and postexercise recovery: the significance of carbohydrates and nutrition. *Montenegrin J Sports Sci Med.* 2023;19(2):49–56. doi.org/10.26773/mjssm.230907.
26. O'Connor E, Mündel T, Barnes MJ. Nutritional compounds to improve post-exercise recovery. *Nutrients.* 2022;14(23):5069. doi:10.3390/nu14235069
27. Yamaguchi S, Nakamura M, Noguri R, Shibata N. Athlete's mental health and psychological support. *Juntendo Medical Journal.* 2020;66(Suppl.1):78–82. doi.org/10.14789/jmj.2020.66.JMJ19-P03.
28. Charles S, Lois J. Sleep as a recovery tool for athletes. *Aspetar Sports Medicine Journal.* 2014. Available at: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-4-targeted-topic-post-exercise-recovery/sleep-as-a-recovery-tool-for-elite-athletes>. Accessed 2 March 2025.
29. Venter RE. Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(Suppl 1):S69-76. doi.org/10.1080/17461391.2011.643924.

30. Orunbayev A. Recovery strategy in sports. *American Journal of Social Sciences and Humanity Research*. 2023;3(12):135-47. doi.org/10.37547/ajsshr/Volume03Issue12-18.
31. Bo K, Artal R, Barakat R, *et al.* Exercise and pregnancy in recreational and elite athletes: 2016 evidence summary from the IOC expert group meeting, Lausanne. Part 1-exercise in women planning pregnancy and those who are pregnant. *Br J Sports Med*. 2016;50(10):571–89. doi:10.1136/bjsports-2016-096218
32. Doherty R, Madigan SM, Nevill A, Warrington G, Ellis JG. The sleep and recovery practices of athletes. *Nutrients*. 2021;13(4):1330. doi.org/10.3390/nu13041330.
33. Samuels C, James L, Lawson D, Meeuwisse W. The athlete sleep screening questionnaire: a new tool for assessing and managing sleep in elite athletes. *Br J Sports Med*. 2016;50(7):418–22. doi.org/10.1136/bjsports-2014-094332.
34. Wilson LJ, Cockburn E, Paice K, *et al.* Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:153-63. doi.org/10.1007/s00421-017-3757-z.

Optimizing Post-Marathon Recovery for Muscle Regeneration and Athlete Performance

by Nuryani Sidarta FK

Submission date: 24-Jul-2025 11:47AM (UTC+0700)

Submission ID: 2719793597

File name: urnal_Akta_Trimedika_Nuryani_Sidarta_Optimalisasi_pemulihan.pdf (594.89K)

Word count: 5630

Character count: 35515

OPTIMALISASI PEMULIHAN PASCA MARATHON UNTUK REGENERASI OTOT DAN PERFORMA ATLET

Optimizing Post-Marathon Recovery for Muscle Regeneration and Athlete Performance

Diterima
25 Maret 2025
Revisi
29 April 2025
Disetujui
30 April 2025
Terbit Online
07 Juli 2025

Muchammad Edrick Kevin Rhamadian¹, Muhammad Wildan Effendi¹,
Nuryani Sidarta^{2*}

*Penulis Koresponden:
nuryani_sidarta@trisakti.ac.id

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

²Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia



Abstract

Marathon is a popular sport that puts a high burden on the body, increasing the risk of muscle damage, pain and fatigue if not carried out properly and correctly. Post-marathon recovery is key to muscle regeneration, injury prevention and athlete performance. This review aims to provide the most effective recovery strategy for post-marathon athletes including physical, metabolic and psychological approaches. The results show that a combination of nutrition, hydration and sleep is the most effective method for recovery. Nutrients, especially protein and carbohydrates, support muscle tissue repair, increase energy and accelerate metabolic regeneration. Hydration plays an important role in maintaining body fluid balance, regulating temperature and supporting neuromuscular function. Meanwhile, adequate and quality sleep helps physical and mental recovery, reduces stress and improves overall performance. Compared to other methods such as cryotherapy or massage techniques, the three lifestyle recovery strategies are easier and more beneficial and can ensure that recovery is optimal without the risk of side effects. By implementing integrated nutrition, hydration and sleep, athletes can return to training faster, reduce the risk of injury and maintain long-term health. This review provides scientific guidance for athletes and coaches to maximize muscle regeneration and improve performance through an evidence-based approach.

Keywords: marathon, recovery, muscle regeneration, athlete performance

Abstrak

Maraton adalah olahraga populer yang memberikan beban yang tinggi pada tubuh, meningkatkan risiko kerusakan otot, nyeri dan kelelahan apabila tidak dilakukan metode pemulihan dengan baik dan benar. Pemulihan pasca-maraton menjadi kunci dalam regenerasi otot, pencegahan cedera, dan performa atlet. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mengevaluasi strategi pemulihan yang paling efektif bagi atlet pasca-maraton meliputi pendekatan fisik, metabolik, dan psikis. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi nutrisi, hidrasi, dan tidur adalah metode paling efektif untuk pemulihan. Nutrisi, terutama protein dan karbohidrat, mendukung perbaikan jaringan otot, meningkatkan energi, dan mempercepat regenerasi metabolik. Hidrasi berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh, mengatur suhu, dan mendukung fungsi neuromuskular. Sementara itu, tidur yang cukup dan berkualitas membantu pemulihan fisik dan mental, mengurangi stres, dan meningkatkan performa keseluruhan. Dibandingkan dengan metode lain seperti krioterapi atau teknik pijat, ketiga strategi pemulihan gaya hidup tersebut lebih mudah dan bermanfaat serta dapat dipastikan terjadi pemulihan yang optimal tanpa risiko efek samping. Dengan penerapan nutrisi, hidrasi, dan tidur yang terintegrasi maka atlet dapat kembali berlatih lebih cepat, mengurangi risiko cedera, dan mempertahankan kesehatan jangka panjang. Tinjauan pustaka ini memberikan panduan ilmiah bagi atlet dan pelatih untuk memaksimalkan regenerasi otot dan meningkatkan performa melalui pendekatan berbasis bukti.

Kata kunci: maraton, pemulihan, regenerasi otot, performa atlet

PENDAHULUAN

Lari jarak jauh adalah salah satu olahraga yang populer dan banyak diminati oleh masyarakat di seluruh dunia. Aktivitas fisik seperti lari maraton dengan jarak 42 km memberikan beban kerja yang besar pada fungsi fisiologis selama beberapa jam.⁽¹⁾ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa selama perlombaan maraton, penggunaan fraksional denyut jantung maksimal berkisar antara sekitar 80% hingga 90%.⁽²⁾ Maraton, jika tidak diimbangi dengan metode pemulihan yang baik dan benar dapat menimbulkan dampak negatif, contohnya *Exercise Induced Muscle Damage* (EIMD), seperti nyeri, pembengkakan, berkurangnya *Range of Motion* (ROM), dan berkurangnya fungsi neuromuskular.⁽³⁾ Selain dampak tersebut, maraton tanpa dilakukan pemulihan yang tepat juga dapat mengakibatkan kelelahan mental dan psikis pada atlet, hal ini disebabkan selama pelatihan dan/atau kompetisi yang cukup lama, yaitu berlari kurang lebih 150 km selama latihan dan 42 km. Pada dasarnya pemulihan merupakan proses bertingkat yang melibatkan individu secara internal dan antarindividu untuk memulihkan kembali kemampuan performa. Proses ini dilakukan secara terstruktur untuk meningkatkan kondisi situasional, memperbaiki dan mengisi ulang energi, serta memberikan perlindungan tambahan.⁽⁴⁾

Strategi pemulihan secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis strategi yaitu pemulihan aktif, pasif, dan proaktif.⁽⁴⁾ Dalam klasifikasi tersebut terdapat beberapa contoh metode pemulihan diantaranya yaitu metode pemulihan secara fisik, metabolik, dan psikis yang dapat dimasukkan ke dalam strategi pemulihan aktif, pasif, atau proaktif, tergantung pada pendekatan yang digunakan. Misalnya, metode pemulihan secara fisik seperti peregangan ataupun aktivitas jongkok pasca maraton dapat termasuk dalam strategi pemulihan aktif, sedangkan metode pemulihan metabolik melalui nutrisi dapat bersifat strategi pemulihan pasif yang dimana terdapat pengaruh dari faktor eksternal dan pemulihan psikis seperti tidur maupun sosialisasi yang dapat menjadi bagian dari strategi proaktif. Untuk mencapai kondisi tubuh yang optimal pasca maraton, atlet sering kali mengombinasikan ketiga jenis strategi pemulihan tersebut.⁽⁵⁾ Pemulihan secara fisik sendiri dapat diartikan sebagai serangkaian teknik atau pendekatan yang digunakan untuk mempercepat proses pemulihan tubuh setelah aktivitas fisik atau latihan intensif. Pentingnya pemulihan fisik pasca beraktivitas berat khususnya maraton sudah terbukti untuk menurunkan tingkat cedera pada atlet.⁽⁶⁾ Selain pendekatan secara fisiologis, diperlukan strategi pemulihan secara psikis yang paling mudah, salah satunya adalah istirahat yang cukup. Dibandingkan dengan masyarakat umum, atlet sering kali memiliki kualitas dan kuantitas tidur yang buruk karena beban waktu latihan yang terlalu berat sehingga mengakibatkan rendahnya imunitas bagi para atlet.⁽⁷⁾ Selain dari kedua strategi pemulihan tersebut, untuk mencapai pemulihan yang optimal diperlukan pula

asupan nutrisi cukup bagi atlet. Nutrisi memegang peranan penting dalam pemulihan otot rangka setelah berolahraga. Asupan makronutrien yang cukup, khususnya protein bermanfaat untuk pemulihan metabolisme yang bergantung pada ketersediaan substrat energi.⁽⁸⁾

Terdapat banyak manfaat mengoptimalkan pemulihan pasca maraton melalui penerapan kombinasi tiga strategi pemulihan seperti meningkatnya kesejahteraan atlet sehingga memungkinkan atlet untuk kembali ke pelatihan normal secepat mungkin tanpa peningkatan risiko cedera atau penyakit.⁽⁹⁾ Kombinasi tersebut juga dapat meningkatkan sirkulasi dan oksigenasi jaringan untuk membantu mengantarkan nutrisi dan oksigen ke otot serta mengeluarkan sisa metabolik seperti karbondioksida dan produk degradasi lainnya.⁽¹⁰⁾

Tinjauan pustaka ini dibuat untuk memberikan panduan berbasis ilmiah mengenai strategi pemulihan yang efektif pasca maraton serta memberikan wawasan untuk pembaca dalam memaksimalkan proses regenerasi otot, mencegah cedera, serta meningkatkan kesehatan dan performa secara keseluruhan melalui pendekatan yang sistematis dan terarah.

METODE

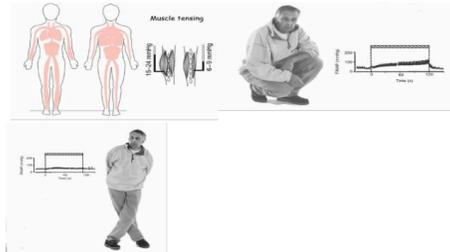
DEFINISI

Strategi pemulihan adalah bagian penting dari program pelatihan atlet yang memastikan performa optimal sekaligus mengurangi risiko cedera. Dari definisi tersebut dapat diasumsikan bahwa strategi ini tidak hanya membantu tubuh pulih lebih cepat, tetapi juga memastikan atlet dapat kembali berlatih dengan intensitas optimal dan meminimalkan risiko cedera. Sebagai contoh, jarak rata-rata yang ditempuh pelari maraton pria yaitu 150 – 260 km/minggu selama masa pelatihan, hal ini membuat sangat penting diterapkannya strategi pemulihan yang tepat untuk meminimalisir kelelahan dan cedera.⁽¹¹⁾

Berdasarkan jenis penerapannya, strategi pemulihan diklasifikasikan menjadi pemulihan pasif, aktif, dan proaktif. Pemulihan aktif umumnya disebut pendinginan aktif, yaitu pemulihan yang melibatkan aktivitas tubuh seperti peregangan, berjalan ringan atau aerobik. Sementara itu pemulihan pasif dianggap sebagai proses di mana tubuh mendapatkan kembali kondisinya optimalnya dengan bantuan eksternal, seperti terapi pijat, penggunaan pakaian kompresi serta konsumsi suplemen dan makanan bernutrisi.⁽¹²⁾ Sebagian besar pelatih meyakini bahwa pemulihan pasif khususnya pijat dapat memperbaiki sirkulasi darah dan mengurangi ketegangan pada otot serta saraf. Teknik ini juga dapat membantu meningkatkan fleksibilitas, elastisitas tubuh dan relaksasi secara

keseluruhan.⁽¹³⁾ Selain itu, terdapat juga pemulihan proaktif, dimana pemulihan ini melibatkan kegiatan yang dipilih dan diinisiasi oleh diri sendiri, baik secara individu maupun sosial, yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing. Contohnya adalah mengikuti kegiatan sosial dan upaya untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan mental pada atlet.⁽¹⁴⁾ Strategi pemulihan proaktif ini sangat direkomendasikan khususnya untuk atlet wanita. Pemulihan yang dilakukan sebelum dan sesudah kehamilan bertujuan untuk mengurangi risiko kesehatan yang merugikan bagi ibu dan anak.⁽¹⁵⁾

STRATEGI PEMULIHAN AKTIF PASIF ATLET PASCA MARATON



Gambar 1. Diagram ketegangan otot dan gerakan peregangan⁽¹⁹⁾

Kelelahan pasca marathon merupakan respon yang melibatkan berbagai sistem dalam tubuh manusia. Secara umum, kelelahan dapat dikategorikan menjadi kelelahan perifer yang terjadi di dalam unit motorik yaitu otot dan kelelahan sentral yang terjadi di otak dan sumsum tulang belakang.⁽¹⁶⁾ Kelelahan otot dapat didefinisikan sebagai penurunan kemampuan otot dalam menghasilkan tenaga yang disebabkan oleh aktivitas fisik yang berat atau latihan intens.⁽¹⁷⁾ Selain itu berkurangnya rentang gerak atlet juga sering dilaporkan pasca latihan atau kompetisi yang intens. Kondisi ini dapat mempengaruhi peningkatan kadar laktat dalam darah serta memperbesar risiko terjadinya cedera otot pada pelari marathon.⁽¹⁸⁾

Strategi pemulihan pasca marathon merupakan kunci untuk meningkatkan performa pelari serta dapat meminimalisir kelelahan dan ketegangan otot.⁽¹⁷⁾ Adapun strategi pemulihan aktif merupakan strategi pemulihan yang paling mudah diterapkan dan paling efektif untuk mencegah *syncope* (kehilangan kesadaran akibat penurunan aliran darah ke otak) pasca aktivitas berat dengan cara meningkatkan aliran balik vena dalam menambah beban awal jantung melalui kontraksi ritmis otot rangka. Salah satu tindakan yang efektif untuk mencegah *syncope* adalah dengan melakukan posisi jongkok. Posisi ini membantu meningkatkan aliran darah kembali ke jantung dan otak dengan memperbaiki sirkulasi darah dari kaki, sehingga dapat mencegah kehilangan kesadaran.

Selain posisi jongkok, peregangan juga dapat dilakukan dengan tindakan menyilangkan kaki yang dapat dilakukan dengan santai (Gambar 1).⁽¹⁹⁾

Selanjutnya strategi pemulihan yang cukup populer dan menawarkan spektrum pilihan yang beragam bagi atlet adalah strategi pemulihan pasif. Strategi ini bertujuan untuk meminimalkan efek negatif pasca latihan atau kompetisi intens, sehingga memungkinkan atlet untuk kembali ke performa puncak dengan lebih cepat. Adapun salah satu contoh metode pemulihan pasif yaitu penggunaan pakaian kompresi statis dan dinamis yang penggunaannya meningkat pesat selama beberapa tahun terakhir. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penggunaan pakaian kompresi bermanfaat dalam pencegahan pembengkakan otot dan mengurangi risiko cedera akibat aktivitas fisik yang berat. Selain penggunaan pakaian kompresi terdapat metode pemulihan pasif lainnya yaitu teknik krioterapi, perendaman air dingin adalah salah satu cara pemulihan yang umum digunakan untuk atlet di semua tingkat kompetisi pasca pemulihan dan juga merupakan aplikasi krioterapi yang paling banyak dipelajari karena terbukti menghambat proses inflamasi, membatasi kerusakan sel dan meningkatkan metabolisme energi.

Tidak hanya perendaman air dingin, banyak studi membuktikan bahwa terapi panas pasca aktivitas berat dapat merangsang suplai darah lokal dan metabolisme dalam jaringan, dan studi lain menunjukkan bahwa panas mengaktifkan peristiwa molekuler yang lebih spesifik, termasuk perubahan dalam ekspresi gen, efek antiinflamasi dan antioksidan.⁽²⁰⁾ Beberapa strategi pemulihan pasif tersebut pada dasarnya merupakan pengobatan efektif yang diterapkan para atlet pasca maraton untuk pemulihan otot yang lelah dengan memasok oksigen ke darah, membuang asam laktat serta mendorong regenerasi energi di hati. Strategi pemulihan lainnya seperti pijat menunjukkan bahwa tekanan mekanis dapat mengurangi kekakuan otot dan meningkatkan tekanan arteri sehingga membantu otot pulih dengan cepat. Selain itu, dikatakan bahwa pijat dapat meningkatkan efek analgesik dengan cara pengaturan sistem kontrol nyeri.⁽²¹⁾

PERAN HIDRASI DAN NUTRISI DALAM Mendukung Kesehatan Atlet Pasca MARATON

Selama olahraga, asupan cairan dianggap penting untuk menjaga kesehatan dan kinerja seorang atlet, terutama dalam olahraga ketahanan. Dehidrasi akibat olahraga berkepanjangan dapat mengganggu fungsi fisik dan kognitif. Sistem neuromuskular rentan terhadap dehidrasi, yang dapat memperburuk kelelahan dan menurunkan kinerja olahraga. Saat dehidrasi berlangsung, sistem neuromuskular perifer dan sentral mengalami kelelahan sehingga membatasi kemampuan untuk menghasilkan dan mempertahankan kekuatan.⁽²²⁾ Konsumsi cairan selama latihan yang berkepanjangan dapat mencegah dehidrasi dan menjaga fungsi neuromuskular melalui beberapa mekanisme seperti termoregulasi, pengaturan cairan serta asupan nutrisi.

Termoregulasi

Ketika suhu inti tubuh meningkat saat olahraga, tubuh mengandalkan penguapan keringat untuk pendinginan. Hal ini didukung dengan mengonsumsi cairan selama latihan berlangsung. Berkeringat menyebabkan hilangnya cairan tubuh dan elektrolit, dan meningkatkan risiko dehidrasi. Dehidrasi mengurangi kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas, menyebabkan hipertermia yang mengganggu fungsi neuromuskular. Konsumsi cairan yang cukup dapat menjaga suhu inti tubuh normal dan mempertahankan kontrol motorik dan kekuatan otot.⁽²³⁾

Keseimbangan elektrolit

Selain kehilangan banyak cairan, berkeringat juga mampu menghilangkan elektrolit seperti natrium dan kalium, yang sangat penting untuk fungsi neuromuskular. Ketidakseimbangan elektrolit dapat mengganggu aktivitas neuromuskular, dan mengganggu kontraksi otot. Penurunan natrium dapat menyebabkan kram pada otot dan kelemahan selama latihan. Mengonsumsi cairan yang mengandung elektrolit membantu mempertahankan rangsangan neuromuskular dengan menjaga kadar natrium dan kalium dalam tubuh.⁽²³⁾

Pengaturan cairan tubuh

Mengonsumsi cairan dapat membantu menjaga volume darah agar tetap stabil, dimana hal ini sangat penting untuk menjaga fungsi kardiovaskular selama latihan jangka panjang. Penurunan volume darah akibat dehidrasi menyebabkan penurunan curah jantung dan peningkatan denyut jantung, yang dapat mengurangi aliran darah ke otot dan otak. Aliran darah yang terganggu ini mempercepat kelelahan. Mengonsumsi cairan membantu mempertahankan volume darah dan distribusi oksigen ke otot, mengurangi kelelahan dan mempertahankan fungsi neuromuskular.⁽²³⁾

Studi juga menunjukkan bahwa susu rendah lemak lebih efektif dalam menggantikan kehilangan keringat dan mempertahankan hidrasi dibandingkan dengan air biasa atau minuman olahraga yang tersedia secara komersial.⁽²⁴⁾ Faktor utama yang mempengaruhi proses rehidrasi pasca latihan adalah volume dan komposisi cairan yang dikonsumsi. Ketika mengalami hipohidrasi secara signifikan, penting untuk memastikan volume minuman yang dikonsumsi lebih besar dibandingkan volume keringat yang hilang saat berolahraga. Volume cairan yang dikonsumsi harus lebih besar dari volume keringat agar keseimbangan cairan dapat dicapai secara efektif. Namun, proses rehidrasi tidak boleh hanya sekadar minum cairan dalam jumlah banyak, karena akan menghasilkan kondisi hemodilusi, yang ditandai dengan penurunan konsentrasi elektrolit serum dan osmolalitas yang mengakibatkan stimulasi diuresis.⁽²⁴⁾ Penambahan elektrolit, seperti natrium ke dalam minuman rehidrasi pasca latihan terbukti meningkatkan proses

rehidrasi. Susu rendah lemak yang digunakan dalam studi tersebut mengandung natrium dalam jumlah yang lebih banyak dari kebanyakan minuman olahraga yang tersedia secara komersial.⁽²⁴⁾

Nutrisi

Nutrisi telah lama dikenal sebagai faktor penting yang berkontribusi terhadap kesehatan dan kinerja atlet. Seorang atlet harus mendapatkan nutrisi yang tepat agar terjadi peningkatan performa, daya tahan, dan kekuatan otot. Dalam masa pemulihan atlet, nutrisi memiliki peran yang penting dalam pemulihan atlet setelah latihan atau kompetisi.⁽²⁵⁾ Nutrisi yang tepat sangat penting untuk pemulihan, itulah sebabnya nutrisi pasca-latihan berperan penting untuk meningkatkan kebugaran seorang atlet.⁽²⁶⁾ Nutrisi membantu memperbaiki dan memperkuat otot yang rusak saat berolahraga meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mencegah dehidrasi⁽²⁵⁾, dan meningkatkan energi.⁽²⁶⁾ Masa pemulihan atlet pasca maraton membutuhkan waktu sehari-hari, hal ini dapat dilakukan dengan intervensi nutrisi.⁽²⁵⁾

Karbohidrat

Para atlet disarankan untuk mengonsumsi cairan dan karbohidrat selaras dengan pola aktivitas dan interval istirahat. Hal tersebut dilakukan dengan mengintegrasikan makanan tinggi karbohidrat, mengatur waktu asupan karbohidrat secara strategis selama berolahraga, dan menggabungkan karbohidrat indeks glikemik rendah. Dengan menyelaraskan nutrisi dengan kebutuhan atlet, pemulihan dapat ditingkatkan.⁽²⁶⁾

Vitamin D

Pada saat latihan, dapat terjadi peradangan yang disebabkan oleh latihan intensitas tinggi, hal itu dapat berkurang secara signifikan setelah diberikan suplementasi vitamin D. Peningkatan status vitamin D mungkin merupakan alternatif yang baik dan sering diandalkan dalam olahraga. Vitamin D memiliki peran dalam menjaga sistem kekebalan tubuh serta melawan proses inflamasi. Vitamin D diketahui memiliki peran dalam meningkatkan performa otot. Atlet yang mengalami defisiensi vitamin D dapat mengalami gangguan dalam performa dan proses pemulihan. Paparan sinar matahari serta asupan vitamin D disarankan terutama untuk atlet yang terlibat dalam olahraga *indoor* (di dalam ruangan).⁽²⁵⁾

Vitamin C & E

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dengan karakteristik antioksidan serta banyak ditemukan pada buah jeruk, dengan jumlah yang lebih sedikit ditemukan pada paprika, stroberi dan sayuran. Peran vitamin C adalah menetralkan *Reactive Oxygen Nitrogen Species* (RONS) dan regenerasi molekul antioksidan lainnya, seperti vitamin e, β -karoten dan *glutathione*. Vitamin E adalah vitamin yang larut dalam lemak dan berbasis

membran sel. **Vitamin E** berperan dalam menghambat pemecahan asam lemak dan menetralkan RONS. Sumber vitamin E dapat ditemukan dalam minyak nabati, terutama bunga matahari, *safflower*, dan minyak kacang-kacangan. Suplementasi vitamin C dan E dalam meningkatkan pemulihan pasca olahraga kurang mendapat perhatian. Hal ini mungkin disebabkan karena hanya tersedia sedikit bukti yang menunjukkan bahwa senyawa ini berhubungan dengan pemulihan pasca olahraga, meskipun vitamin C memiliki kemampuan untuk meningkatkan status antioksidan dan menurunkan *blood marker* kerusakan otot. Selain itu vitamin ini dapat bertindak langsung pada spesies reaktif, bahkan diduga mempunyai efek negatif tentang adaptasi terhadap pelatihan dengan memblokir sinyal ke jalur adaptif.⁽²⁷⁾

Suplemen herbal

Suplemen herbal mencakup berbagai senyawa yang bersumber dari tumbuhan dengan jumlah komponen aktif (fitonutrien) yang tinggi. Banyak produk ini telah digunakan sejak zaman dahulu untuk mengobati kondisi yang berkaitan dengan stres, peradangan, dan tidur. Bukti mengenai efek suplemen herbal pada pemulihan pasca latihan masih kurang dan dampaknya belum diukur secara langsung. Namun, temuan dari studi kualitas tidur serta penelitian pada tingkat sel menunjukkan bahwa senyawa ini mempunyai potensi untuk meningkatkan pemulihan pasca latihan.⁽²⁷⁾

PENDEKATAN EFEKTIF UNTUK PEMULIHAN KONDISI MENTAL DAN PSIKIS ATLET

Secara umum diduga bahwa seorang atlet memiliki mental yang kuat dan tidak pernah mengalami depresi. Hal ini disebabkan karena untuk menjadi seorang atlet harus memiliki kesehatan fisik dan mental yang lebih kuat daripada non-atlet. Namun, nyatanya, seorang atlet juga cenderung mengalami risiko kesehatan mental tambahan bila dibandingkan dengan populasi non-atlet. Hal ini disebabkan karena adanya beban latihan yang tinggi, persaingan yang ketat, dan gaya hidup yang buruk. Gangguan kondisi mental pada atlet contohnya adanya gangguan kecemasan, gangguan makan, dan gangguan tidur. Semua hal ini dapat berpengaruh terhadap kesehatan mental atlet. Dalam suatu penelitian, terapi gambar digunakan untuk mengurangi ketegangan dan kecemasan di kalangan atlet. Teknik-teknik ini digunakan dalam psikologi kesehatan dan psikologi klinis sebagai teknik intervensi, dan diterapkan dalam olahraga.⁽²⁸⁾ Pola tidur yang baik dan cukup juga berpengaruh terhadap masa pemulihan bagi para atlet. hubungan antara pola tidur dan pemulihan pasca latihan dan regenerasi bisa dilihat secara terstruktur.⁽²⁹⁾

Lama tidur (total kebutuhan tidur, ditambah tidur siang)

Agar tidur dapat menyembuhkan, durasinya harus memadai. Hal ini berlaku terutama untuk atlet yang pemulihan fisiknya mungkin memerlukan lebih besar dari rata-

rata individu. Lama waktu tidur dibedakan berdasarkan usia. Pada anak yang berusia 12 sampai 16 tahun maka disarankan tidur selama sembilan jam dan bagi yang berusia di atas 16 tahun maka disarankan durasi tidur yang lebih lama yaitu sembilan hingga sepuluh jam.⁽²⁹⁾

Kualitas tidur

Mempertahankan rutinitas tidur atau tidur siang yang teratur, membangun kualitas dan lingkungan tidur yang nyaman. Demikian juga pemantauan tidur dapat memaksimalkan kualitas tidur. Indikator gangguan tidur antara lain adalah kantuk berlebihan meskipun durasi tidur cukup. Hal ini disebabkan oleh tidur non-restoratif. Kualitas tidur yang buruk dapat disebabkan karena gangguan tidur seperti insomnia, *sleep apnea*, atau sindrom kaki gelisah. Hal ini dapat diobati, tapi seringkali tetap tidak terdiagnosis.⁽²⁹⁾

Fase tidur

Setelah terbangun pada pagi hari, umumnya individu akan terjaga sampai sekitar pukul dua siang, lalu timbul perasaan kantuk di siang hari. Hal ini cenderung berlangsung selama 30 – 60 menit dilanjutkan dengan fase terjaga dengan puncaknya pada sore hari sekitar pukul 6 hingga 8 malam. Setelah titik ini, rasa kantuk meningkat, yang mana memfasilitasi permulaan tidur. Pada beberapa atlet, pelatihan, sekolah, dan komitmen kerja dapat mempunyai dampak besar pada kemampuan atlet untuk mencocokkan fase sirkadian dengan waktu tidur yang tersedia. Akibat hal tersebut seorang atlet sering menunda waktu tidur, yang akan berdampak pada jumlah tidur yang kurang serta kualitas tidur yang tidak baik. Seorang atlet harus memiliki waktu tidur yang cukup agar bisa mempertahankan performa. Atlet disarankan untuk tidur siang dimana aktifitas ini dikenal dengan istilah *recovery break*, *micro-test*, atau *power nap*. Tidur siang selama 20 menit di siang hari telah menunjukkan peningkatan dalam tingkat performa, kepercayaan diri, dan tingkat kewaspadaan. Dilaporkan juga bahwa tidur siang dapat bermanfaat bagi pembelajaran ketrampilan visual dan motorik. Pada latihan atletik, performa langsung pada saat setelah bangun dari tidur yang lama (>60 menit) mungkin mengakibatkan penurunan performa jangka pendek. Oleh karena itu penting bagi atlet untuk merencanakan waktu dan durasi tidur siang dengan baik. Untuk waktu tidur siang harus dibatasi sampai 30 menit dan harus dijadwalkan dari jam dua sampai empat sore.⁽²⁹⁾

Durasi Strategi Pemulihan pada Atlet

Atlet menghabiskan sebagian besar waktunya untuk memulihkan diri dari latihan/kompetisi. Pemulihan ini diperlukan agar performa optimal. Menurut studi literatur, dalam konteks waktu, terdapat tiga jenis pemulihan, yaitu pemulihan cepat,

pemulihan jangka pendek dan pemulihan jangka panjang. Perbedaan dari ketiga jenis pemulihan tersebut terdapat pada waktu pemulihannya.⁽³⁰⁾

A. Pemulihan cepat

Pemulihan cepat merupakan proses pemulihan secara berulang dalam waktu yang sangat singkat. Biasanya dalam jangka waktu hitungan menit hingga hitungan jam, dengan tujuan untuk mengembalikan energi selepas dan sesudah latihan atau kompetisi.⁽³⁰⁾ Contoh dari metode pemulihan cepat ialah hidrasi yang baik, serta mengembalikan nutrisi yang dibutuhkan secara cepat untuk membantu atlet tidak pingsan atau kelelahan seperti protein, selain itu metode lain yang dapat membantu adalah peregangan yang dilakukan setelah melakukan maraton.⁽¹²⁾

B. Pemulihan jangka pendek

Pemulihan jangka pendek adalah proses pemulihan yang dilakukan selama beberapa hari dan beberapa minggu setelah latihan atau kompetisi yang bertujuan untuk memulihkan kondisi fisik atlet secara lebih mendalam. Metode ini meliputi pijat, *hot treatment* dan *cooling treatment* agar terjadi pemulihan otot serta mengembalikan nutrisi yang dibutuhkan.⁽³⁰⁾ Selain itu, terdapat metode lain, antara lain penggunaan pakaian kompres yang bertujuan untuk meredakan inflamasi atau pembengkakan setelah maraton.⁽²⁰⁾

C. Pemulihan jangka panjang

Pemulihan jangka panjang adalah jenis pemulihan yang melibatkan proses pemulihan dengan jangka waktu panjang seperti beberapa minggu hingga bulan. Tujuannya adalah untuk memastikan atlet kembali ke kondisi optimal dan menghindari cedera jangka panjang.⁽³⁰⁾ Hal ini meliputi melakukan pemulihan aktif dengan jadwal yang terorganisir serta terencana untuk masa depan, serta terdapat metode seperti memastikan kesehatan mental dengan tidur dan melakukan sosialisasi.⁽²⁹⁾

PERBANDINGAN METODE PEMULIHAN EFEKTIF BAGI ATLET PASCA MARATON

Tabel 1. Prosentase metode pemulihan yang diminati atlet maraton⁽⁴⁾

No.	Metode Pemulihan	Latihan	Kompetisi
1.	Hidrasi	90,9%	81,4%
2.	Nutrisi	79,5%	78,3%
3.	Tidur	74,9%	78,3%
4.	Peregangan	68,1%	59,7%
5.	Pijat	22,4%	32,3%
6.	Pakaian kompresi	19,0%	19,4%
7.	Cooling	12,2%	13,7%
8.	Heat	7,2%	5,7%

Berdasarkan penelitian dan Tabel 1, para atlet khususnya atlet ketahanan atau atlet maraton lebih memilih untuk menerapkan metode pemulihan gaya hidup seperti hidrasi, nutrisi, dan istirahat cukup dibandingkan metode lainnya pasca latihan maupun kompetisi maraton.⁽⁴⁾ Proses pemulihan harus bertujuan membangun kembali komponen psikologis, fisiologis, emosional, dan sosial untuk para atlet. Publikasi ilmiah membuktikan bahwa hidrasi dan tidur dinilai sebagai strategi pemulihan penting bagi semua atlet tim tanpa memandang jenis kelamin atau tingkat partisipasi. Hidrasi adalah strategi pemulihan yang paling banyak dilaporkan, digunakan dan telah diketahui banyak manfaat, serta dinilai efektif dalam pemulihan pasca latihan maupun kompetisi maraton.⁽³¹⁾

Olahraga ketahanan dengan beban latihan yang besar dapat mempengaruhi status hidrasi, terutama di lingkungan yang panas, dan rehidrasi merupakan solusi penting dari proses pemulihan. Oleh karena itu, penting bagi para atlet pasca maraton untuk merehidrasi cairan yang berkurang dari tubuh baik dalam pelatihan maupun kompetisi untuk pemulihan yang memadai. Tidak cukup dengan hidrasi, metode pemulihan efektif lainnya adalah dengan asupan nutrisi yang cukup dan optimal untuk para atlet. Tujuan dari pemberian nutrisi adalah untuk memaksimalkan adaptasi metabolik fungsional terhadap program latihan berkala, mendukung atlet agar tetap sehat dan bebas cedera.⁽³²⁾

Sementara itu, dalam strategi pemulihan secara psikologis dapat dibuktikan bahwa para atlet cenderung menilai tidur sebagai metode pemulihan yang paling efektif untuk mengurangi stres pasca latihan maupun kompetisi maraton. Kurangnya waktu tidur atau istirahat yang cukup dapat menyebabkan penurunan fisik dan memengaruhi elemen kinerja psikologis seperti suasana hati yang kurang baik. Kekurangan tidur umum terjadi pada atlet dan dapat dihubungkan dengan kurangnya rutinitas tidur yang tepat karena perubahan jadwal latihan dan kompetisi.⁽³³⁾ Agar tidur memiliki efek pemulihan pada tubuh, tidur harus memiliki durasi, kualitas, dan waktu yang tepat.⁽³⁴⁾

Terlepas dari strategi pemulihan gaya hidup yang sudah dijelaskan sebelumnya seperti (nutrisi, hidrasi dan tidur) terdapat pula metode pemulihan lain yang kurang diminati dan kurang efektif menurut para atlet seperti perendaman air dingin yang termasuk dalam aplikasi krioterapi.⁽⁴⁾ Hal tersebut dikarenakan krioterapi pada tubuh berbahaya bagi pemulihan fungsi otot. Dalam jurnal penelitian yang berbeda juga menyebutkan bahwa krioterapi tidak efektif dalam mengurangi gejala kerusakan otot setelah lari maraton.⁽³⁴⁾

KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat diketahui bahwa lari maraton dapat berdampak negatif ketika tidak diimbangi dengan penerapan metode pemulihan yang baik dan benar, dampak tersebut meliputi kelelahan dan ketegangan otot, stres dan cedera pada anggota tubuh. Oleh karena itu perlu dilakukan solusi strategi pemulihan pasca maraton yang diklasifikasikan menjadi tiga strategi pemulihan yaitu aktif, pasif dan proaktif. Dapat diambil kesimpulan bahwa metode strategi yang paling efektif dan banyak diminati oleh para atlet daya tahan khususnya atlet maraton adalah kombinasi dari metode pemulihan pola hidup seperti hidrasi, asupan nutrisi dan waktu istirahat yang cukup. Kombinasi ketiga hal tersebut memungkinkan atlet memaksimalkan adaptasi metabolik fungsional, mengurangi stres serta memenuhi kebutuhan cairan tubuh yang hilang pada saat lari maraton.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fukano M, Nakagawa K, Higashihara A, Inami T, Narita T. Damage and recovery of the intrinsic and extrinsic foot muscles from running a full marathon. *Scand J Med Sci Sports*. 2023;33(8):1486–93. doi.org/10.1111/sms.14377.
2. Takayama F, Aoyagi A, Shimazu W, Nabekura Y. Effects of marathon running on aerobic fitness and performance in recreational runners one week after a race. *Journal of Sports Medicine*. 2017;2017:1–6. doi.org/10.1155/2017/9402386.
3. Martínez-Navarro I, Montoya-Vieco A, Hernando C, Hernando B, Panizo N, Collado E. The week after running a marathon: effects of running vs. elliptical training vs. resting on neuromuskular performance and muscle damage recovery. *Eur J Sport Sci*. 2021;21(12):1668–74. doi.org/10.1080/17461391.2020.1857441.
4. Braun-Trocchio R, Graybeal AJ, Kreutzer A, *et al*. Recovery strategies in endurance athletes. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2022;7(1):22. doi.org/10.3390/jfmk7010022.
5. Mielgo-Ayuso J, Fernández-Lázaro D. Nutrition and muscle recovery. *Nutrients*. 2021;13(2):294. doi.org/10.3390/nu13020294.

6. Balk YA, de Jonge J, Oerlemans WGM, Geurts SAE. Physical recovery, mental detachment and sleep as predictors of injury and mental energy. *J Health Psychol.* 2019;24(13):1828–38. doi.org/10.1177/1359105317705980.
7. Nikolaidis PT, Weiss K, Knechtle B, Trakada G. Sleep in marathon and ultramarathon runners: a brief narrative review. *Front Neurol.* 2023;14:1217788. doi.org/10.3389/fneur.2023.1217788.
8. Cornish SM, Barnes MJ. Editorial: Nutrition and muscle recovery after exercise. *Front Sports Act Living.* 2024;6:1413822. doi.org/10.3389/fspor.2024.1413822.
9. Wiewelhove T, Schneider C, Döweling A, et al. Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PLoS One.* 2019;13(11):e020713. doi.org/10.1371/journal.pone.0207313.
10. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. *J Appl Physiol.* 2017;122(5):1077–87. doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016.
11. Li S, Kempe M, Brink M, Lemmink K. Effectiveness of recovery strategies after training and competition in endurance athletes: an umbrella review. *Sports Med Open.* 2024;10(1):55. doi.org/10.1186/s40798-024-00724-6.
12. Bezuglov E, Lazarev A, Khaitin V, et al. The prevalence of use of various post-exercise recovery methods after training among elite endurance athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(21): 182111698. doi.org/10.3390/ijerph182111698.
13. Rappelt L, Javanmardi S, Heinke L, Baumgart C, Freiwald J. The multifaceted nature of recovery after exercise: a need for individualization. *Sports Orthopaedics and Traumatology.* 2023;39(4):359–67. doi.org/10.1016/j.orthtr.2023.10.006.
14. Irani CR, Turner EHG, Rumps MV, Mulcahey MK. Recommendations for postpartum athletes returning to sport: the past, present, and future. *Phys Sportsmed.* 2024;52(6):533–40. doi.org/10.1080/00913847.2024.2385886.
15. Zinner C, Sperlich B, editors. *Marathon running: physiology, psychology, nutrition and training aspects.* Switzerland;Springer. 2016.p.1–171.
16. Pinar S, Kaya F, Bicer B, Erzeybek MS, Cotuk HB. Different recovery methods and muscle performance after exhausting exercise: Comparison of the effects of electrical muscle stimulation and massage. *Biol Sport.* 2012;29(4):269–75. doi.org/10.5604/20831862.1019664.
17. Andrade MS, Ferrer CRL, Vancini RL, et al. The effect of muscle strength on marathon race-induced muscle soreness. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(21): 182111258. doi.org/10.3390/ijerph182111258.

18. Wieling W, van Dijk N, Thijs RD, de Lange FJ, Krediet CTP, Halliwill JR. Physical countermeasures to increase orthostatic tolerance. *J Intern Med.* 2015;277(1):69–82. doi.org/10.1111/joim.12249.
19. Cullen MFL, Casazza GA, Davis BA. Passive recovery strategies after exercise: a narrative literature review of the current evidence. *Curr Sports Med Rep.* 2021;20(7):351–8. doi.org/10.1249/JSR.0000000000000859.
20. Yoon NY, Uh SW, Nam SK, Lee JH. the effects of flexibility exercise, cold compresses, and massage on muscle recovery in elite athletes: focusing on literature review. *Ann Appl Sport Sci.* 2024;12(1): 1224. doi.org/10.61186/aassjournal.1224.
21. Ly NQ, Hamstra-Wright KL, Horswill CA. Post-exercise rehydration in athletes: effects of sodium and carbohydrate in commercial hydration beverages. *Nutrients.* 2023;15(22):4759. doi.org/10.3390/nu15224759.
22. Shamim P. Impact of fluid ingestion on neuromuskular function and performance during prolonged exercise: a comparative analysis of hydration states. 2024;6(2):400–5. doi.org/10.61186/aassjournal.1224.
23. Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *British Journal of Nutrition.* 2007;98(1):173–80. doi.org/10.1017/S0007114507695543.
24. Caballero-García A, Córdova-Martínez A. Muscle recovery and nutrition. *Nutrients.* 2022;14(12):2416. doi.org/10.3390/nu14122416.
25. Dhiman C, Kapri BC. Optimizing athletic performance and postexercise recovery: the significance of carbohydrates and nutrition. *Montenegrin J Sports Sci Med.* 2023;19(2):49–56. doi.org/10.26773/mjssm.230907.
26. O'Connor E, Mündel T, Barnes MJ. Nutritional compounds to improve post-exercise recovery. *Nutrients.* 2022;14(23):5069. doi:10.3390/nu14235069
27. Yamaguchi S, Nakamura M, Noguri R, Shibata N. Athlete's mental health and psychological support. *Juntendo Medical Journal.* 2020;66(Suppl.1):78–82. doi.org/10.14789/jmj.2020.66.JMJ19-P03.
28. Charles S, Lois J. Sleep as a recovery tool for athletes. *Aspetar Sports Medicine Journal.* 2014. Available at: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-4-targeted-topic-post-exercise-recovery/sleep-as-a-recovery-tool-for-elite-athletes>. Accessed 2 March 2025.
29. Venter RE. Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(Suppl 1):S69-76. doi.org/10.1080/17461391.2011.643924.

30. Orunbayev A. Recovery strategy in sports. *American Journal of Social Sciences and Humanity Research*. 2023;3(12):135-47. doi.org/10.37547/ajsshr/Volume03Issue12-18.
31. Bo K, Artal R, Barakat R, et al. Exercise and pregnancy in recreational and elite athletes: 2016 evidence summary from the IOC expert group meeting, Lausanne. Part 1-exercise in women planning pregnancy and those who are pregnant. *Br J Sports Med*. 2016;50(10):571-89. doi:10.1136/bjsports-2016-096218
32. Doherty R, Madigan SM, Nevill A, Warrington G, Ellis JG. The sleep and recovery practices of athletes. *Nutrients*. 2021;13(4):1330. doi.org/10.3390/nu13041330.
33. Samuels C, James L, Lawson D, Meeuwisse W. The athlete sleep screening questionnaire: a new tool for assessing and managing sleep in elite athletes. *Br J Sports Med*. 2016;50(7):418-22. doi.org/10.1136/bjsports-2014-094332.
34. Wilson LJ, Cockburn E, Paice K, et al. Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:153-63. doi.org/10.1007/s00421-017-3757-z.

Optimizing Post-Marathon Recovery for Muscle Regeneration and Athlete Performance

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

e-journal.trisakti.ac.id

Internet Source

7%

2

Submitted to Trisakti University

Student Paper

<1%

3

journal.unj.ac.id

Internet Source

<1%

4

www.scribd.com

Internet Source

<1%

5

repository.unika.ac.id

Internet Source

<1%

6

www.kompasiana.com

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 10 words

Exclude bibliography On

Optimizing Post-Marathon Recovery for Muscle Regeneration and Athlete Performance

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15
