

Artikel Khusus

Maret 2006: 119–131

Bisakah Nutrisi Membatasi Imunodepresi yang Diinduksi Olahraga?

Michael Gleeson, PhD

Latihan berkepanjangan dan latihan berat terkait dengan penurunan fungsi sel imun. Untuk menjaga fungsi kekebalan tubuh, atlet harus makan seimbang makanan yang cukup untuk memenuhi energi, karbohidrat, protein, dan kebutuhan mikronutrien. Mengonsumsi karbohidrat selama latihan berat yang berkepanjangan melemahkan peningkatan hormon stres dan tampaknya membatasi tingkat depresi imun yang diinduksi oleh olahraga. Bukti terbaru menunjukkan bahwa vitamin antioksidan suplementasi min juga dapat mengurangi stres olahraga dan gangguan fungsi leukosit. Lebih lanjut kembali pencarian diperlukan untuk mengevaluasi efek dari yang lain antioksidan dan imunostimulan diet seperti: probiotik dan echinacea pada kekebalan yang diinduksi oleh olahraga penurunan nilai.

Kata kunci: olahraga, imunitas, leukosit, makronutrients, mikronutrien, pelatihan

© 2006 Institut Ilmu Hayati Internasional

doi: 10.1301/nr.2006.mar.119-131

FUNGSI KEKEBALAN DAN NUTRISI DARI ATLET ELITE

Sistem kekebalan melindungi terhadap, mengenali, menyerang, dan menghancurkan elemen yang asing bagi tubuh. Sistem imun dapat dibagi menjadi dua fungsi: bawaan (alami dan non-spesifik) dan didapat kekebalan (adaptif dan spesifik), yang bekerja secara sinergis dengan cepat. Setiap upaya agen infeksi untuk memasuki tubuh segera mengaktifkan sistem bawaan. Ini begitu disebut "garis pertahanan pertama" terdiri dari tiga Jenderal mekanisme dengan tujuan bersama untuk membatasi masuknya organisme ke dalam tubuh: 1) hambatan fisik/struktural (misalnya, kulit, lapisan epitel, sekresi mukosa); 2)

penghalang kimia (misalnya, pH cairan tubuh dan zat terlarut) faktor-faktor seperti lisozim dan protein pelengkap); dan 3) sel fagosit (misalnya neutrofil dan monosit/makrofag) dan sel sitotoksik (sel pembunuh alami). Kegagalan sistem bawaan dan infeksi yang dihasilkan mengaktifkan sistem yang diperoleh, yang membantu pemulihan dari infeksi. Monosit atau makrofag menelan, memproses, dan menyajikan bahan asing (antigen) ke limfosit. Hal ini diikuti oleh proliferasi klonal T- dan B-limfosit yang memiliki reseptor yang mengenali antigen, menimbulkan spesifitas dan "memori" yang mampu sistem kekebalan untuk me-mount augmented cell-dimediates dan respon humoral (antibodi) ketika host terinfeksi kembali oleh patogen yang sama. Kritis untuk aktivasi dan regulasi fungsi imun adalah produksi sitokin, termasuk interferon (IFNs), interleukin (ILs), dan faktor perangsang koloni (CSF). Karakteristik mendasar dari sistem kekebalan adalah melibatkan beberapa tipe sel yang berbeda secara fungsional, yang memungkinkan berbagai macam mekanisme pertahanan. Oleh karena itu, menilai status fungsi kekebalan memerlukan pendekatan metodologis menyeluruh yang menargetkan spektrum parameter sistem imun. Namun, ada saat ini tidak ada instrumen yang tersedia untuk memprediksi efek kumulatif dari beberapa perubahan kecil dalam sistem kekebalan fungsi sel ditentukan secara in vitro pada resistensi inang terhadap infeksi. ¹

Jadwal latihan dan kompetisi yang padat bisa menyebabkan gangguan kekebalan pada atlet, dan ini terkait dikaitkan dengan peningkatan kerentanan terhadap infeksi, terutama khususnya Infeksi Saluran Pernafasan Atas (ISPA). ^{2,3} Disfungsi kekebalan yang diinduksi oleh olahraga ini tampaknya sebagian besar karena tindakan imunosupresif stres hormon seperti adrenalin dan kortisol. Karena banyak dari perubahan imunologis untuk latihan akut tampaknya timbul sebagai respons terhadap hormon stres, faktor-faktor seperti intensitas dan durasi latihan dan kebugaran subjek, yang mempengaruhi sekresi hormon stres, akan mempengaruhi respon munaafik. Kedua jumlah leukosit yang bersirkulasi dan fungsi dipengaruhi oleh katekolamin, ⁴ yang ditinggikan oleh latihan akut dalam intensitas-tergantung tata krama. Kebugaran subjek memiliki pengaruh pada kerabat intensitas pertarungan, dan karena itu akan mengubah kekebalan hasil logis untuk pertarungan latihan akut. ⁵ Selanjutnya,

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

Dr. Gleeson bersama School of Sport and Exercise Sciences, Universitas Loughborough, Loughborough, Inggris Raya.

Harap alamat semua korespondensi ke: Profesor Michael Gleeson, Sekolah Ilmu Olahraga dan Latihan ences, Universitas Loughborough, Loughborough, Leicestershire LE11 3TU, Inggris Raya; Telepon: 44-1509-226345; Faks: 44-1509-226301; Email: m.gleeson@lboro.ac.uk.

Ulasan Nutrisi, Vol. 64, No.3

119

Peningkatan kortisol yang diinduksi oleh olahraga mempengaruhi leukosit atau lebih mengakibatkan penurunan kekebalan yang kronis jumlah dan fungsi sel, dan sekresi hormon ini. ¹⁶ Meskipun atlet elit tidak secara klinis dapat dipengaruhi oleh intensitas dan durasi latihan.

singkat. ⁶ Olahraga ringan hingga sedang (50% VO_{2max}) tampaknya mengurangi konsentrasi kortisol karena peningkatan eliminasi inasi dan sekresi ditekan, sedangkan lebih intens olahraga (60% VO_{2max}) meningkatkan kortisol. ⁶ Namun, jika pertarungan cukup lama, bahkan relatif intensitas sedang dapat menimbulkan peningkatan kortisol, karena menyebabkan itu dilepaskan untuk meningkatkan glukoneogenesis dan mempertahankan konsentrasi glukosa darah. ⁷ Intensitas latihan dan durasi keduanya berkontribusi terhadap stres metabolik pertarungan dan dengan demikian mempengaruhi penipisan bahan bakar. ⁷ Ini adalah masalah penting yang perlu ditangani dalam bukti menunjukkan bahwa otot rangka dapat melepaskan IL-6 ketika penyediaan bahan bakar menjadi tantangan, ⁸ dan siklus ini tokin diketahui memiliki tindakan imunologis, ⁹ faktor seperti intensitas, durasi, dan kebugaran subjek, semuanya yang dapat mempengaruhi permintaan metabolik, akan mempengaruhi hasil imunologis.

Latihan akut tampaknya mengubah fungsi sel T dan, seperti untuk banyak aspek lain dari fungsi kekebalan, seperti: efek sebanding dengan intensitas latihan dan durasi tion. Ada bukti bahwa latihan akut berkepanjangan terkait dengan penurunan sel T IL-2 dan IFN- γ produksi segera setelah latihan, dan penurunan jumlah sel T yang bersirkulasi yang mensekresi IFN- γ . ¹⁰ Ada banyak laporan dalam literatur penurunan proliferasi sel T yang dirangsang oleh mitogen setelah latihan, ^{11,12} tetapi interpretasi temuan ini mungkin dibingungkan oleh kehadiran sel pembunuh alami (NK) dan sel B dalam kultur sel. Selanjutnya, secara in vitro stimulasi dengan mitogen tidak selalu mencerminkan respons sel yang lebih halus mengikuti anti-pertemuan gen di dalam tubuh. Selain itu, olahraga dapat mengubah fungsi sel T in vitro melalui peningkatan tingkat apoptosis dalam kultur sel daripada penurunan proliferasi sel T. ¹³

Efek olahraga pada fungsi kekebalan humoral telah dinilai melalui pengukuran serum dan konsentrasi imunoglobulin mukosa in vivo dan limfoid sintesis imunoglobulin phocyte mengikuti in vitro stimulasi mitogen. Konsentrasi imunoglobulin serum tion tetap baik tidak berubah atau sedikit meningkat dalam respon terhadap latihan singkat atau lama. ¹⁴ Im-produksi munoglobulin telah terutama dinilai oleh pengukuran imunoglobulin-A (IgA) dalam air liur, dengan latihan intensif yang sering dikaitkan dengan penurunan konsentrasi s-IgA dan/atau laju sekresi. ¹⁵

Secara umum, penurunan fungsi kekebalan tubuh pasca-olahraga sion paling menonjol ketika latihan terus menerus, berkepanjangan (1,5 jam), dengan intensitas sedang hingga tinggi (55%-75% VO_{2max}), dan dilakukan tanpa asupan makanan. Periode pelatihan intensif (melampaui jangkauan) yang berlangsung lama

fungsi. ¹⁶ Meskipun atlet elit tidak secara klinis munodeficient, ada kemungkinan bahwa efek gabungan dari perubahan kecil dalam beberapa parameter kekebalan dapat terjadi menjanjikan ketahanan terhadap penyakit ringan umum seperti ISPA. Depresi kekebalan yang berkepanjangan terkait dengan pro-pelatihan yang lama dapat menentukan kerentanan terhadap infeksi, terutama pada saat kompetisi besar. ¹⁵ Ratusan studi sekarang telah dilakukan yang mengkonfirmasi keduanya efek akut dan kronis dari olahraga pada kekebalan tubuh sistem, namun masih sangat sedikit penelitian yang mampu menunjukkan hubungan antara kekebalan yang diinduksi oleh olahraga dan peningkatan insiden penyakit pada atlet.

Ini adalah masalah penting yang perlu ditangani dalam studi masa depan, tetapi ini akan menjadi tugas yang sulit. Bahkan di antara populasi umum, kita tidak tahu dampak perubahan kecil pada parameter kekebalan spesifik pada risiko infeksi. ¹ Sebagian besar studi klinis hanya memiliki khawatir dengan risiko penyakit yang mengancam jiwa di pasien imunodefisiensi, bukan dengan risiko kontrak-ing infeksi umum seperti pilek dan flu.

Kekurangan nutrisi juga dapat merusak kekebalan tubuh fungsi, dan ada banyak bukti bahwa banyak infeksi meningkat dalam prevalensi atau keparahan dengan defisiensi nutrisi tertentu. ¹⁷ Namun, itu juga benar bahwa asupan mikronutrien individu yang berlebihan (misalnya, n-3 asam lemak tak jenuh ganda, zat besi, seng, dan vitamin A dan E) dapat merusak fungsi kekebalan dan beberapa (parti-biasanya kelebihan zat besi) dapat meningkatkan risiko infeksi. ¹⁷ As sebagian besar atlet sadar, bahkan infeksi yang tidak berbahaya secara medis dapat mengakibatkan penurunan kinerja atletik. Tinjauan ini akan mempertimbangkan berbagai komponen dari diet yang berpotensi mempengaruhi tingkat latihan-imunodepresi yang diinduksi.

Tidak diragukan lagi, kunci untuk mempertahankan pengaruh yang efektif sistem munc adalah untuk menghindari kekurangan nutrisi yang memainkan peran penting dalam memicu sel imun, interaksi tion, diferensiasi, atau ekspresi fungsional. Malnutrisi-menurunkan pertahanan kekebalan terhadap patogen yang menyerang gen dan membuat individu lebih rentan terhadap infeksi. ^{17,18} Infeksi dengan patogen tertentu juga dapat mempengaruhi status gizi dengan menyebabkan penekanan nafsu makan, malabsorpsi, peningkatan kebutuhan nutrisi, dan meningkatkan kehilangan nutrisi endogen. ¹⁸

MAKRONUTRIEN

Protein dan Energi

Dapat diterima dengan baik bahwa asupan yang tidak memadai protein merusak kekebalan inang, dengan terutama merusak efek mental pada sistem sel T, menghasilkan peningkatan insiden infeksi oportunistik. ^{17,18} Ini adalah tidak mengherankan bahwa kekurangan protein merusak kekebalan,

120

Ulasan Nutrisi, Vol. 64, No.3

karena pertahanan imun bergantung pada sel yang cepat replikasi dan produksi protein dengan aktivitas biologis seperti imunoglobulin, protein fase, dan sitokin. Pada manusia, protein-energi malnutrisi telah ditemukan untuk menekan jumlah limfosit T yang matang dan berdiferensiasi penuh dan respon proliferaatif vitro terhadap mitogen, meskipun yang terakhir bersifat reversibel dengan pemenuhan nutrisi. ¹⁹ Tambahan sekutu, dalam malnutrisi energi protein, T-limfosit Rasio CD4 / CD8 (sel pembantu / penekan) sangat mencolok menurun dan fungsi sel fagosit, produksi sitokin dan pembentukan komplemen semuanya terganggu.

Pada dasarnya semua bentuk kekebalan telah ditunjukkan akan terpengaruh oleh kekurangan energi protein pada manusia, tergantung pada tingkat keparahan defisiensi protein yang berhubungan

efek matorik. ¹⁸ Telah disarankan bahwa asupan tinggi n-6 PUFA (seperti asam arakidonat) relatif terhadap Asupan asam lemak dari kelompok n-3 dapat memberikan efek pengaruh yang tidak diinginkan pada peradangan dan fungsi kekebalan tubuh. tion selama dan setelah latihan, ²² meskipun bukti langsung ini saat ini kurang. Namun, sebuah studi baru-baru ini menunjukkan bahwa suplementasi n-3 PUFA tidak mempengaruhi Oleh karena itu, peningkatan pro- atau anti-sitokin inflamasi. ²³ Diperlukan lebih banyak penelitian tentang efek dari mengubah asupan asam lemak esensial pada fungsi kekebalan tubuh setelah berolahraga dan selama periode pelatihan berat.

Karbohidrat

aktif untuk asupan energi. Meskipun tidak mungkin bahwa atlet akan pernah mencapai keadaan malnutrisi ekstrem seperti itu kecuali diet sangat parah, beberapa gangguan host mekanisme pertahanan diamati bahkan dalam pro-moderat defisiensi tein. ¹⁹ Di antara populasi atletik, indi-Orang yang paling berisiko mengalami defisiensi protein adalah mereka yang melakukan program pembatasan makanan agar kehilangan berat badan, vegetarian, dan atlet yang mengonsumsi tidak seimbang diet (misalnya, dengan jumlah karbohidrat yang berlebihan pada biaya protein). Seringkali, kekurangan protein dan energi akan disertai dengan defisiensi mikronutrien tiga serangkai. Diet dengan pembatasan energi biasa terjadi pada olahragawan yang kurus atau massa tubuh yang rendah dianggap memberikan a kinerja atau keunggulan estetika (misalnya, senam, figure skating, lari ketahanan) atau diperlukan untuk memenuhi kategori berat badan tertentu (misalnya, tinju, seni bela diri, angkat berat, mendayung). Memang, ini telah menyebabkan identifikasi gangguan makan subklinis baru yang disebut "anoreksia atletik," yang telah dikaitkan dengan peningkatan kerentanan terhadap infeksi. ²⁰ Bahkan jangka pendek Diet dapat mempengaruhi fungsi kekebalan pada atlet. Untuk contoh, telah ditunjukkan bahwa kehilangan 2 kg tubuh massa selama periode 2 minggu berdampak buruk pada makrofag fungsi fagosit. ²¹

Gemuk

Relatif sedikit yang diketahui tentang potensi kontribusi bution asam lemak makanan untuk regulasi latihan-modifikasi fungsi imun yang diinduksi. Dua kelompok asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) sangat penting untuk tubuh: seri omega-6 (n-6), berasal dari linoleat asam, dan seri omega-3 (n-3), berasal dari linoleat asam nik. Asam lemak ini tidak dapat disintesis di tubuh dan karena itu harus berasal dari makanan. Di sana adalah laporan bahwa diet kaya n-3 PUFA meningkatkan kondisi pasien yang menderita penyakit yang bersifat disebabkan oleh sistem kekebalan yang terlalu aktif, seperti rematik, toid arthritis, sehingga dianggap memiliki anti-inflamasi

Karena banyak aspek kekebalan yang diinduksi oleh olahraga gangguan fungsi tampaknya disebabkan oleh peningkatan tingkat hormon stres, strategi nutrisi yang efektif secara efektif mengurangi respons hormon stres terhadap olahraga diharapkan untuk membatasi tingkat latihan-induced fungsi imun yang ditimbulkan. ²⁴ Ada cukup banyak mantan bukti perimental yang mendukung efek menguntungkan dari pemberian makan karbohidrat selama latihan, ^{25,26} meskipun tidak jelas apakah besarnya efek seperti itu cukup mempengaruhi risiko infeksi. Konsumsi karbohidrat saat berolahraga (yaitu, mengurangi besarnya) kenaikan plasma katekolamin, hormon pertumbuhan, adrenokortikotropik hormon, kortisol (Gambar 1), dan sitokin. ²⁵ Karbohidrate selama latihan juga melemahkan perdagangan-sebagian besar subset leukosit dan limfosit, termasuk

Gambar 1. Konsumsi 30 sampai 60 g karbohidrat per jam sebagai minuman 6,4% b/v selama 2,5 jam latihan bersepeda yang berat melemahkan kenaikan kortisol plasma yang diamati pada uji coba plasebo. * berbeda secara signifikan dari pra-latihan ($P < 0,05$); # secara signifikan lebih rendah dari plasebo ($P < 0,05$). Perhatikan bahwa menelan sejumlah kecil karbohidrat sebagai minuman 2% b/v tidak memiliki efek signifikan pada respon kortisol plasma untuk latihan. Volume minuman yang dikonsumsi adalah 500 mL segera pra-olahraga dan 200 mL setiap 20 menit selama latihan. Data dari Lancaster dkk. ¹⁵

peningkatan rasio neutrofil terhadap limfosit, ²⁵ mencegah penurunan fungsi neutrofil yang diinduksi oleh olahraga, ²⁷ dan mengurangi tingkat pengurangan mitogen-merangsang proliferasi T-limfosit ²⁸ mengikuti pro-latihan lama (Gambar 2). Baru-baru ini, itu ditampilkan yang mengonsumsi 30 hingga 60 g karbohidrat per jam selama 2,5 jam bersepeda yang berat mencegah keduanya penurunan jumlah dan persentase IFN--positif limfosit T dan penekanan produksi IFN dari limfosit T terstimulasi (Gambar 3) yang diamati pada percobaan kontrol plasebo. ¹⁰ IFN- produksi sangat penting untuk pertahanan antivirus dan telah disarankan bahwa penekanan produksi IFN mungkin menjadi faktor penting mekanisme yang mengarah pada peningkatan risiko infeksi setelah latihan yang berkepanjangan. ²⁹ Dalam sebuah studi crossover acak, seimbang, konsumsi minuman karbohidrat selama treadmill 3 jam berjalan pada 70% $\dot{V}O_{2max}$, kadar plasma interleukin yang dilemahkan kin (IL)-6, dan IL-10, dan ekspresi gen otot untuk IL-6 dan IL-8 dibandingkan dengan konsumsi minuman plasebo. ³⁰ Treadmill 3 jam berjalan di kedua karbohidrat dan uji coba plasebo menginduksi ekspresi gen dalam otot untuk dua sitokin pro-inflamasi primer IL-1 dan tumor necrosis factor-alpha (TNF). IL-6 dan IL-8, yang sering dianggap sebagai komponen dari kaskade inflamasi sekunder, juga diekspresikan, tetapi untuk tingkat yang lebih kecil, dalam percobaan karbohidrat. Anti-indikator inflamasi, termasuk reseptor IL-1 plasma antagonis, IL-10, dan kortisol, juga menurun dengan

Gambar 3. Konsumsi 30 sampai 60 g karbohidrat per jam sebagai minuman 6,4% b/v selama 2,5 jam latihan bersepeda yang berat mencegah penekanan produksi interferon (IFN) dari limfosit T terstimulasi yang diamati pada uji coba kontrol plasebo. * Secara signifikan lebih rendah dari sebelum latihan ($P < 0,05$). Perhatikan bahwa menelan sedikit karbohidrat sebagai minuman 2% b/v tidak efektif. Volume minuman yang dikonsumsi adalah 500 mL segera pra-olahraga dan 200 mL setiap 20 menit selama Latihan. Batang hitam plasebo; batang abu-abu 2% karbohidrat; batang putih 6,4% karbohidrat. Data dari Lancaster et al. ¹⁵

kaskade pro-inflamasi primer, mengurangi kebutuhan untuk respon imun yang berhubungan dengan anti-inflamasi. ³⁰ Ketika karbohidrat tertelan dalam waktu lama latihan, pelepasan IL-6 dari otot yang bekerja dapat benar-benar dihambat, ³¹ dan ekspresi yang diinduksi oleh latihan sion dari sejumlah gen metabolik tumpul com-

pemberian karbohidrat. Data ini menunjukkan bahwa karbohidrat tingkat konsumsi melemahkan sekunder tetapi tidak

diimbangi dengan olahraga dalam keadaan puasa. ³² Infus IL-6 pada mahasiswa merangsang sekresi kortisol (dengan plasma kadar kortisol mencapai nilai yang serupa dengan yang diamati selama latihan dan dengan kursus waktu yang sama) dan menginduksi lipolisis dan memunculkan anti-inflamasi yang kuat tanggapan. ³³ Jadi, meskipun konsumsi karbohidrat selama olahraga melemahkan respons IL-6 dan dengan demikian mengurangi besarnya limfositopenia yang diinduksi kortisol, itu akan pada saat yang sama menghambat lipolisis, mengurangi respons sitokin anti-inflamasi terhadap olahraga, dan melemahkan ekspresi sejumlah gen metabolik pada otot yang dilatih. Dengan kata lain, mungkin saja konsumsi karbohidrat selama sesi latihan bisa membatasi adaptasi metabolik otot rangka untuk pelatihan. Namun, dapat juga dikatakan bahwa asupan karbohidrat selama pelatihan memungkinkan atlet untuk bekerja lebih keras dan lebih lama, dan belum ada bukti bahwa fisiologis dan adaptasi kinerja terganggu oleh karbohidrat tingkat asupan selama sesi pelatihan. Memang, studi baru-menunjukkan bahwa asupan karbohidrat yang tepat diperlukan penting untuk peningkatan kinerja daya tahan mengikuti periode pelatihan intensif yang sementara menginduksi overreaching. ^{34,35}

Saat pemberian makan karbohidrat saat berolahraga muncul menjadi efektif dalam meminimalkan beberapa kekebalan gangguan yang terkait dengan terus menerus berkepanjangan

Gambar 2. Cara kerja karbohidrat dan antioksidan suplemen dalam membatasi penurunan fungsi kekebalan yang diinduksi oleh olahraga. Tekanan. Konsumsi karbohidrat selama latihan berkepanjangan mempertahankan ketersediaan glukosa plasma dan membatasi kenaikan interleukin-6 (IL-6), kortisol, dan adrenalin. Antioksidan suplementasi selama beberapa minggu juga mengurangi kenaikan sirkulasi IL-6 dan kortisol selama latihan, meningkatkan kapasitas antioksidan plasma dan mengais oksigen reaktif spesies (ROS) yang dihasilkan oleh otot aktif dan saraf yang diaktifkan piala.

122

Ulasan Nutrisi , Vol. 64, No.3

olahraga berat, tampaknya kurang efektif untuk kurang latihan manding yang bersifat intermiten, seperti: sepak bola ³⁶ atau mendayung ³⁷ pelatihan. Hal ini juga jelas bahwa pemberian karbohidrat tidak seefektif mengurangi perdagangan sel kekebalan dan depresi fungsional ketika latihan berkepanjangan terus menerus dilakukan ke titik kelelahan. ³⁸ Pemberian karbohidrat sebelum latihan tidak tampaknya sangat efektif dalam membatasi latihan yang diinduksi leukositosis atau depresi fungsi neutrofil. ³⁹ Bulu-ada, bukti bahwa efek menguntungkan dari memberi makan carbohydrate pada respons imun untuk berolahraga sebenarnya diterjemahkan ke dalam penurunan insiden URTI berikut olahraga berkepanjangan seperti lomba maraton saat ini kekurangan. Meskipun tren untuk efek menguntungkan dari konsumsi karbohidrat pada URTI pasca-ras dilaporkan dalam sebuah penelitian terhadap 98 pelari maraton, ⁴⁰ ini tidak tercapai signifikansi statistik dan studi skala besar adalah diperlukan untuk menyelidiki kemungkinan ini.

Ukuran simpanan glikogen di otot dan hati pada awal latihan juga mempengaruhi hormonal dan respon imun terhadap olahraga. Jumlah glikogen disimpan dalam tubuh agak terbatas (biasanya kurang dari 500 g) dan dipengaruhi oleh aktivitas fisik baru-baru ini dan jumlah asupan karbohidrat diet. Ketika individu melakukan latihan berkepanjangan setelah beberapa hari diet sangat rendah karbohidrat (biasanya 10% dari diet) asupan energi dari karbohidrat, besarnya hormon stres (misalnya, adrenalin dan kortisol) dan cytokine (misalnya IL-6, IL-1ra, dan IL-10) responsnya nyata lebih tinggi daripada ketika individu dalam kondisi normal atau tinggi diet karbohidrat. ^{41,42}

Telah berspekulasi bahwa atlet kekurangan karbohidrat menempatkan diri mereka pada risiko efek immunosupresif kortisol yang diketahui, termasuk penekanan produksi antibodi, limfosit prohidup, dan aktivitas sitotoksik sel NK. Dalam studi oleh Mitchell et al., ⁴² diamati bahwa berolahraga (1 jam 75% V_{O2max}) dalam keadaan kehabisan glikogen (diinduksi oleh olahraga sebelumnya dan 2 hari dengan diet rendah karbohidrat) mengakibatkan penurunan yang lebih besar dalam sirkulasi limfosit angka pada 2 jam pasca latihan dibandingkan dengan latihan yang sama dilakukan setelah 2 hari pada karbohidrat tinggi

Gambar 4. Mitogen (phytohemagglutinin)-terstimulasi T-lym-respon prolifera tif phocyte (meningkat relatif terhadap unstimul-sel) sebelum dan sesudah dua serangan inter-intensitas tinggi latihan sarung tangan yang dilakukan pada hari-hari berturut-turut dengan karbohidrat (6,4% b/v; lingkaran putih) atau plasebo (sirkulasi hitam). cles) konsumsi minuman sebelum, selama, dan setelah pertarungan olahraga. * Secara signifikan lebih tinggi dari plasebo (P 0,05); # tanda-sedikit lebih rendah dari pra-olahraga pada hari 1 (hanya plasebo; P 0,05). Data dari Bishop et al. ³⁰

konsentrasi, menyiratkan bahwa efek karbohidrat ini dimediasi melalui mekanisme yang berbeda.

Asupan Cairan selama Latihan

Konsumsi minuman saat berolahraga tidak hanya membantu mencegah dehidrasi (yang terkait dengan peningkatan respons hormon stres), tetapi juga membantu untuk mempertahankan laju aliran air liur selama latihan. Air liur mengandung beberapa protein dengan sifat antimikroba termasuk IgA, lisozim dan -amilase. Sekresi air liur biasanya berkurang selama latihan. Asupan cairan secara teratur selama latihan dilaporkan untuk mencegah efek ini, dan a penelitian terbaru telah mengkonfirmasi bahwa konsumsi teratur minuman beraroma lemon, mengandung karbohidrat membantu untuk mempertahankan laju aliran air liur, dan karenanya sekresi IgA air liur tingkat, selama latihan berkepanjangan dibandingkan dengan rejimen asupan cairan yang ketat. ⁴⁴

NUTRISI MIKRON

diet hidrat. Dalam penelitian ini, manipulasi karbohidrat status tingkat tidak mempengaruhi penurunan mitogen-merangsang proliferasi limfosit yang terjadi setelah Latihan. Namun, studi yang lebih baru oleh Bishop et Al.⁴³ menunjukkan bahwa respon proliferasi limfosit terhadap mitogen dan influenza lebih rendah 24 jam setelah a Pertarungan latihan intensitas tinggi intermiten 90 menit ketika subjek mengkonsumsi minuman plasebo dibandingkan dengan minuman karbohidrat sebelum, selama, dan setelah latihan pertarungan (Gambar 4). Menariknya, perbedaan ini tidak tergantung pada perubahan kortisol plasma

Ulasan Nutrisi , Vol. 64, No.3

halaman 6

tentu lebih tinggi pada atlet dibandingkan dengan yang tidak banyak bergerak. ⁴⁴ Pada populasi lanjut usia yang kognitifnya orang karena peningkatan kehilangan keringat dan urin. Namun, kelebihan asupan beberapa mineral (terutama besi dan seng) dapat merusak fungsi kekebalan tubuh dan, setidaknya untuk zat besi, telah terbukti meningkatkan kerentanan terhadap infeksi.^{17,18,45} Oleh karena itu, suplemen harus dikonsumsi hanya jika diperlukan dan pemantauan status zat besi secara teratur (serum feritin dan hemoglobin darah) dan status seng (kandungan seng eritrosit atau leukosit) mungkin ide bagus.

Khasiat suplementasi seng sebagai pengobatan untuk flu biasa telah diselidiki setidaknya 11 penelitian yang telah diterbitkan sejak tahun 1984. Temuan ulasan samar-samar dan baru-baru ini tentang topik ini telah menyimpulkan bahwa penelitian lebih lanjut diperlukan sebelum penggunaan suplemen seng untuk mengobati flu biasa dapat direkomendasikan.^{46,47} Meskipun hanya terbatas bukti bahwa mengonsumsi suplemen seng mengurangi Dence URTI,⁴⁸ dalam studi yang telah melaporkan a efek menguntungkan dari seng dalam mengobati flu biasa (yaitu, pengurangan durasi gejala dan/atau keparahan) yang dimilikinya telah ditekankan bahwa seng harus diambil dalam waktu 24 jam timbulnya gejala menjadi bermanfaat. Potensi masalah dengan suplemen seng termasuk mual, buruk reaksi rasa, menurunkan kolesterol HDL, depresi beberapa fungsi sel imun (misalnya neutrofil oksidatif pecah), dan gangguan pada penyerapan tembaga.⁴⁵

vitamin

Beberapa vitamin sangat penting untuk kekebalan tubuh yang normal fungsi. Defisiensi vitamin A yang larut dalam lemak dan E dan vitamin yang larut dalam air asam folat, B₆, B₁₂, dan C merusak fungsi kekebalan tubuh dan menurunkan daya tahan tubuh resistensi terhadap infeksi.^{17,18} Memperbaiki kekurangan yang ada dengan suplemen vitamin tertentu bisa efektif dalam memulihkan fungsi kekebalan tubuh ke tingkat normal, dan sangat meningkatkan asupan beberapa vitamin (terutama vitamin A dan E) di atas tingkat yang biasanya direkomendasikan diperbaiki dapat meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, terutama dalam sangat muda dan orang tua.¹⁷ Mengonsumsi megadosis vitamin individu, yang tampaknya umum latihan pada atlet, sebenarnya dapat merusak fungsi kekebalan tubuh dan memiliki efek toksik lainnya.¹⁸

Dalam sebuah studi latihan baru-baru ini, suplementasi ath-minum 600 mg/hari vitamin E selama 2 bulan sebelum acara triathlon iron man mengakibatkan peningkatan oksidatif stres dan respon sitokin inflamasi selama triathlon dibandingkan dengan plasebo.⁴⁹ Dalam sebuah penelitian pada orang (N = 652), suplemen vitamin E 200 mg setiap hari meningkatkan keparahan infeksi, termasuk penyakit total durasi, durasi demam, dan pembatasan fisik aktivitas ik.⁵⁰ Namun, dalam penelitian itu, penilaian kesehatan adalah dengan evaluasi diri, yang bisa menjadi faktor pembatas,

Mineral

Beberapa mineral diketahui menggunakan modulator efek pada fungsi kekebalan tubuh, termasuk seng, besi, magnesium, nesium, mangan, selenium, dan tembaga, namun dengan kecuali seng dan besi, defisiensi terisolasi jarang terjadi. Studi lapangan secara konsisten mengaitkan kekurangan zat besi dengan peningkatan morbiditas dari penyakit menular.^{17,18} Bulu-selain itu, olahraga memiliki efek nyata pada kedua seng dan metabolisme besi.⁴⁵ Persyaratan untuk mineral ini

123

terutama pada populasi lanjut usia yang kognitifnya fungsi tidak dijelaskan. Dalam uji coba terkontrol plasebo besar baru-baru ini (N617 penghuni panti jompo lansia) oleh Meydani et al.,⁵¹ yang menggunakan dokumentasi mingguan oleh perawat dan fisioterapis. dokter untuk menilai status kesehatan, lebih sedikit peserta yang menerima suplementasi harian dengan 200 IU vitamin E diperoleh satu atau lebih URTI, dan kelompok vitamin E memiliki insiden pilek dibandingkan kelompok plasebo. Baru-baru ini, suplementasi vitamin E (600 mg/hari) pada pasien dengan penyakit jantung iskemik telah terbukti memiliki baik tidak berpengaruh pada semua penyebab kematian⁵² atau untuk meningkatkan jumlah pasien yang meninggal dibandingkan dengan plasebo.⁵³

Sebaliknya dalam kelompok besar wanita (N = 22.000), ada penurunan 24% dalam risiko kardiovaskular kematian pada mereka yang mengonsumsi suplemen 600 IU/hari vitamin E setiap hari selama 10 tahun, dan tidak berpengaruh pada kematian secara keseluruhan.⁵⁴ Meydani dkk.⁵⁵ menyimpulkan bahwa 200 mg vitamin E setiap hari mewakili tingkat optimal untuk respon imun. Asupan lebih dari 300 mg/hari vitamin E dalam makanan manusia telah dikaitkan dengan penurunan fungsi sel fagosit.^{56,57} Megadosis dari vitamin A dapat mengganggu respon inflamasi dan pembentukan komplemen, dan mungkin memiliki kelainan patologis lainnya efek, termasuk peningkatan risiko kelainan janin bila dikonsumsi oleh ibu hamil.⁵

Vitamin dengan sifat antioksidan termasuk vitamin menit A, C, dan E dan -karoten (provitamin A) mungkin dibutuhkan dalam jumlah yang meningkat pada atlet untuk menonaktifkan produk dari spesies oksigen reaktif yang diinduksi oleh olahraga generasi.⁵⁸ Namun, tidak ada data yang meyakinkan menunjukkan efek antioksidan nutrisi pada kinerja latihan. Peningkatan oksigen radikal bebas untuk-mation yang menyertai peningkatan dramatis dalam oksidatif metabolisme selama latihan berpotensi menghambat im-tanggapan⁵⁹ dan berkontribusi pada latihan yang diinduksi limfositopenia dengan mengaktifkan apoptosis (suatu program yang memungkinkan sel untuk "melakukan bunuh diri").⁶⁰ Reaksi-spesies oksigen aktif menghambat lokomotor dan bakterisida aktivitas neutrofil, menghambat aktivitas sitotoksik sel NK, mengurangi proliferasi limfosit T dan B dan mempromosikan apoptosis limfosit (Gambar 2).⁶⁰ Berkelanjutan pelatihan ketahanan tampaknya terkait dengan up-regulasi adaptif dari sistem pertahanan antioksidan tem,⁶¹ meskipun ini mungkin tidak cukup untuk melindungi atlet yang berlatih secara ekstensif.⁵⁸

Vitamin C (asam askorbat) ditemukan dalam konsentrasi tinggi trasi dalam leukosit dan telah terlibat dalam a berbagai fungsi anti-infeksi, termasuk promotot-ion proliferasi T-limfosit, pencegahan supresi aktivitas neutrofil yang diinduksi kortikosteroid, dan penghambatan replikasi virus.⁶² Ini juga merupakan jurusan antioksidan larut dalam air yang efektif sebagai pemulung spesies oksigen reaktif di kedua intraseluler dan

cairan ekstraseluler. Vitamin C juga diperlukan untuk regenerasi bentuk tereduksi dari lipid-soluble vitamin E antioksidan

Dalam sebuah studi oleh Peters et al.⁶³ menggunakan double-blind, desain plasebo, ditentukan bahwa suplemen harian tasi 600 mg (15 kali Referensi Nutrisi In-ambil) vitamin C selama 3 minggu sebelum ultramaraton mengurangi kejadian gejala URTI (68% dibandingkan dengan 33% dalam kecocokan usia dan jenis kelamin) pada pelari kontrol) dalam periode 2 minggu pasca-balapan. Di sebuah studi tindak lanjut, Peters et al.⁶⁴ partisi yang dibagi secara acak-ipan dalam ultramaraton 90 km (N = 178), dan mereka kontrol yang cocok (N = 162) menjadi empat kelompok perlakuan menerima 500 mg vitamin C saja, 500 mg vitamin C ditambah 400 IU vitamin E (1 IU setara dengan 0,67 mg), 300 mg vitamin C ditambah 300 IU vitamin E ditambah 18 mg -karoten, atau plasebo. Sebagai pelari diminta untuk melanjutkan kebiasaan mereka yang biasa dalam hal asupan makanan dan penggunaan suplemen nutrisi, total vitamin C asupan 4 kelompok adalah 1004, 893, 665, dan 585 mg harian, masing-masing. Studi ini mengkonfirmasi temuan sebelumnya-ings insiden yang lebih rendah dari gejala URTI pada mereka pelari dengan rata-rata asupan vitamin C harian tertinggi, dan juga menunjukkan bahwa kombinasi larut dalam air dan antioksidan yang larut dalam lemak tidak lebih berhasil dalam mengurangi risiko infeksi pasca-olahraga daripada vitamin C saja (Gambar 5). Studi ini tentu memberikan beberapa dukungan untuk gagasan bahwa megadosis vitamin C mengurangi risiko URTI pada atlet ketahanan, meskipun terbatas adalah bahwa gejala infeksi dilaporkan sendiri dan

tidak dikonfirmasi secara klinis dalam studi ini. Studi serupa belum mampu mereplikasi temuan ini. Untuk ujian-ple, Himmelstein et al.⁶⁵ melaporkan tidak ada perbedaan dalam URTI insiden di antara 44 pelari maraton dan 48 tidak aktif subjek secara acak ditugaskan untuk rejimen 2 bulan 1000 mg/hari vitamin C atau plasebo. Selanjutnya, sub-penelitian double-blind, terkontrol plasebo tidak menemukan efek suplementasi vitamin C (1000 mg / hari untuk 8 hari) pada respons imun hingga 2,5 jam berjalan,⁶⁶ meskipun dosis suplementasi vitamin C yang lebih besar (1500 mg/hari) selama 7 hari sebelum perlombaan dan pada hari perlombaan) memang berkurang kortisol dan respons sitokin terhadap ultramaras.⁶⁷ Namun, dalam studi terakhir, tidak ada perbedaan dalam Insiden URTI ditemukan antara subjek yang mengonsumsi vitamin C dan perawatan plasebo. Sekali lagi, URTI adalah evaluasi diri dan faktor pembaur dalam penelitian ini adalah bahwa subjek mengonsumsi karbohidrat selama iklan lomba libitum, dan ini diperkirakan secara retrospektif.

Dalam penelitian acak, double-blind, plasebo yang lebih baru, studi terkontrol, 1500 mg/hari vitamin C selama 7 hari sebelumnya lomba ultramaraton dengan konsumsi vitamin C dalam minuman karbohidrat selama perlombaan (mata pelajaran di kelompok plasebo mengonsumsi minuman karbohidrat yang sama usia tanpa tambahan vitamin C) tidak mempengaruhi oksidatif stres, sitokin atau fungsi kekebalan mengukur selama dan setelah balapan.⁶⁸ Sebaliknya, baru-baru ini dilaporkan bahwa 4 minggu menggabungkan suplementasi dengan vitamin C (500 mg/hari) dan vitamin E (400 IU/hari) sebelum lutut 3 jam protokol latihan ekstensi mengurangi pelepasan IL-6 otot dan mengurangi peningkatan sistemik di kedua sirkulasi IL-6 dan kortisol (Gambar 6).⁶⁹ Selanjutnya, administrasi antioksidan N-asetil-L-sistein (prekursor glutathione) pada tikus mencegah pengurangan yang diinduksi oleh latihan tion dalam konsentrasi glutathione intraseluler dan mark-mengurangi apoptosis pasca-latihan di usus limfosit.⁶⁰ Jadi, meskipun ada beberapa ketidaksesuaian kecenderungan dalam literatur tentang suplemen antioksidan-tasi dan respons imun terhadap olahraga, ada beberapa dasar untuk percaya bahwa suplemen tersebut dapat memiliki efek menguntungkan dalam mengurangi kekebalan yang diinduksi oleh olahraga nodepresi.

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

Gambar 5. Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas (URTI) pada minggu setelah Marathon Kamerad 1993 (90-km) di Afrika Selatan. Kelompok pelari yang berbeda diterima kombinasi yang berbeda dari suplemen antioksidan atau plasebo selama 3 minggu sebelum ultramaraton. Kejadian ISPA dalam kelompok kontrol dari 45 non-pelari yang menerima plasebo adalah 20%. Area putih tanpa gejala; daerah abu-abu simptomatik. Data dari Peters et al.⁶⁶

Ulasan Nutrisi , Vol. 64, No.3

125

IMUNOSIMULAN MAKANAN

Glutamin

Glutamin adalah asam amino bebas yang paling melimpah di otot dan plasma manusia dan digunakan pada tingkat yang sangat tinggi oleh leukosit untuk menyediakan energi dan kon-istilah untuk biosintesis nukleotida. Memang, glutamin ketersediaan dianggap penting untuk limfosit dan sel-sel lain yang membelah dengan cepat termasuk mukosa usus dan sel induk sumsum tulang. Latihan berkepanjangan dikaitkan dengan penurunan konsentrasi plasma glutamin, dan

konsentrasi glutamin dicegah oleh cabang-konsumsi asam amino rantai, tetapi tidak jelas apakah ini mekanisme aksi atau jika ada efek langsung dari asam amino bercabang itu sendiri. Penelitian lebih lanjut adalah diperlukan untuk menyelesaikan temuan yang saling bertentangan ini dari rantai asam amino dan suplementasi glutamin pada respon imun terhadap latihan.

<p>Gambar 6. Pengaruh suplementasi antioksidan selama 4 minggu (500 mg/hari vitamin C dan 400 IU/hari vitamin E) dibandingkan dengan plasebo pada respons kortisol plasma terhadap 3 jam lutut dinamis latihan ekstensor. Lingkaran hitam plasebo; segitiga putih suplementasi antioksidan. Data dari Fischer et al. ⁵¹</p> <p>telah dihipotesiskan bahwa penurunan seperti itu dapat merusak fungsi imun. ^{70,71}</p> <p>Telah disarankan bahwa penyediaan eksogen dari suplemen glutamin mungkin bermanfaat dengan mempertahankan konsentrasi glutamin plasma dan karenanya mencegah ing penurunan fungsi kekebalan tubuh berikut pro-latihan rindu. Castell dkk. ⁷² telah menyediakan satu-satunya bukti profilaksis bahwa suplemen glutamin oral (5 g dalam 330 mL air) dikonsumsi segera setelah dan 2 jam setelah maraton mengurangi kejadian URTI (dalam 7 hari setelah perlombaan). Namun, itu tidak mungkin bahwa jumlah suplementasi glutamin ini dapat sebenarnya telah mencegah penurunan pasca-latihan dalam konsentrasi glutamin plasma. Pemberian glutamin telah terbukti memiliki efek menguntungkan pada fungsi usus, penyakit, morbiditas dan mortalitas, dan pada beberapa aspek fungsi sel imun dalam studi klinis penyakit atau pasien trauma. Namun, beberapa penelitian terbaru yang telah menyelidiki efek dari sejumlah besar suplementasi glutamin selama dan setelah berolahraga penurunan aktivitas yang diinduksi oleh limfosit yang diaktifkan aktivitas sel pembunuh, fungsi neutrofil, dan mitogen-proliferasi limfosit yang dirangsang telah gagal untuk menemukan efek menguntungkan apa pun. ^{73,74}</p> <p>Asam Amino Rantai Cabang</p> <p>Baru-baru ini, Bassit et al. ⁷⁵ melaporkan bahwa suplemen-mentation asam amino rantai cabang (6 g/d untuk 15 hari) sebelum triathlon atau lari 30 km di tempat yang berpengalaman triatlet pria dan pelari maraton, masing-masing, dicegah penurunan sekitar 40% dalam mitogen-stimulated proliferasi limfosit diamati pada kontrol plasebo kelompok setelah berolahraga. Konsumsi amino rantai cabang dikaitkan dengan peningkatan limfosit IL-2 dan IFN- produksi. Penurunan plasma pasca-olahraga</p>	<p>β -Carotene</p> <p>-karoten (pro-vitamin A) bertindak baik sebagai antioksidan dan dan imunostimulan, meningkatkan jumlah Sel T-helper pada manusia sehat dan merangsang sel NK aktivitas ketika ditambahkan in vitro ke kultur limfatik manusia tur. ^{76,77} Selanjutnya laki-laki lanjut usia yang telah mengkonsumsi suplemen -karoten (50 mg pada hari alternatif) selama 10 hingga 12 tahun dilaporkan memiliki NK . yang jauh lebih tinggi aktivitas sel daripada pria lanjut usia pada plasebo. ⁷⁸ Namun, melengkapi pelari dengan -karoten atau vitamin A adalah ditemukan memiliki efek yang tidak signifikan pada kejadian URTI mengikuti ultramaraton 90 km. ^{64,79}</p> <p>Echinacea</p> <p>Beberapa sediaan herbal terkenal memiliki efek efek munostimulator, dan konsumsi produk produk yang mengandung <i>Echinacea purpurea</i> tersebar luas kalangan atlet. Namun, beberapa studi terkontrol memiliki meneliti efek imunostimulan diet pada perubahan fungsi kekebalan yang disebabkan oleh olahraga. Jadi satu baru-baru ini, double-blind, studi terkontrol plasebo, efeknya dari pretreatment oral setiap hari selama 28 hari dengan jus perasan dari <i>E. purpurea</i> diselidiki di 42 triathletes sebelum dan setelah triathlon sprint. ⁸⁰ Subkelompok lain dari athletes diobati dengan suplemen magnesium. NS temuan yang paling penting adalah bahwa selama 28 hari pra-masa pengobatan, tidak ada atlet di echinacea kelompok jatuh sakit, dibandingkan dengan tiga mata pelajaran di mag-kelompok nesium dan empat subjek pada kelompok plasebo.</p> <p>Banyak percobaan telah menunjukkan bahwa ech-ekstrak nacea memang menunjukkan kekebalan yang signifikan kegiatan nomodulator. Di antara banyak farmakologi-sifat ical dilaporkan, aktivasi makrofag telah ditunjukkan paling meyakinkan. ^{81,82} Indices dan konsentrasi sitokin yang diturunkan makrofag telah terbukti responsif terhadap echinacea di a berbagai tes, dan aktivasi polimorfonuklear leukosit dan sel NK juga telah ditunjukkan. ⁸³ Perubahan jumlah dan aktivitas T- dan B-limfosit telah dilaporkan, tetapi kurang pasti. Terlepas dari bukti seluler imunostimulasi ini, jalur yang mengarah pada peningkatan resistensi terhadap infeksi penyakit belum dijelaskan secara memadai. Beberapa selusin percobaan manusia, termasuk sejumlah orang buta,</p>
--	---

126

Ulasan Nutrisi , Vol. 64, No.3

percobaan acak, telah melaporkan manfaat kesehatan. NS data paling kuat berasal dari uji coba pengujian echinacea ekstrak dalam pengobatan untuk URTI akut. Meskipun saran-gestive manfaat sederhana, uji coba ini terbatas baik dalam ukuran dan kualitas metodologis. Baru-baru ini secara acak-ized, double-blind, uji coba terkontrol plasebo, administrasi- ing echinacea mentah pada awal gejala URTI pada 148 mahasiswa tidak memberikan de-manfaat atau bahaya yang dapat dirasakan dibandingkan dengan plasebo.

Oleh karena itu, sementara ada banyak yang moderat data ilmiah berkualitas baik mengenai efek in vitro echinacea pada fungsi sel imun tertentu, efektivitas dalam mengobati penyakit atau dalam meningkatkan kualitas kesehatan masih diperdebatkan, dan belum diketahui apakah cea efektif dalam memodifikasi sistem imun yang diinduksi oleh olahraga.

Probiotik

Probiotik adalah suplemen makanan yang mengandung bakteri usus "ramah". Sekarang ada tubuh yang masuk akal bukti yang menunjukkan bahwa konsumsi rutin probi-

proliferasi limfosit yang distimulasi mitogen secara in vitro respon dan produksi sitokin pada manusia. ⁹² Pada tikus, pemberian kafein 6 mg/kg/hari secara in vivo menyebabkan sitotoksitas sel NK dan mitosis pokeweed respons proliferasi sel B yang distimulasi gen menjadi signifikan menurun secara tajam, ⁹³ meskipun dalam penelitian yang sama, ad-pemberian tiga kali dosis kafein ini adalah terkait dengan peningkatan yang signifikan dalam phytohemagglu-proliferasi sel T yang dirangsang oleh tinin. Secara in vitro, luas kisaran konsentrasi kafein (1-1000 mg/L) menunjukkan penghambatan tergantung dosis dari kedua pro-sel B-dan T-sel tanggapan hidup. ⁹⁵ Studi olahraga terbaru menunjukkan manusia bahwa kafein dibandingkan dengan konsumsi plasebo 1 jam sebelum latihan ketahanan intensif adalah terkait dengan gangguan yang lebih besar dalam jumlah limfosit yang bersirkulasi, sel CD4, dan CD8, dan peningkatan persentase sel CD4 dan CD8 yang diekspresikan ing penanda aktivasi awal CD69 in vivo keduanya sebelumnya dan setelah berolahraga. ⁹⁴ Selanjutnya, de-peningkatan aktivitas ledakan oksidatif neutrofil telah dilemahkan dimakan oleh konsumsi kafein. ⁹⁵ Diperkirakan bahwa ini efek mungkin sebagian besar dimediasi melalui aksi kafein

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

otics dapat memodifikasi populasi mikroflora usus dan mempengaruhi fungsi imun.^{85,86} Beberapa studi memiliki menunjukkan bahwa asupan probiotik dapat meningkatkan tingkat pemuatan dari diare rotavirus, meningkatkan resistensi terhadap enterik patogen, dan mempromosikan aktivitas anti-tumor; bahkan ada beberapa bukti bahwa probiotik mungkin efektif dalam alergi melalui beberapa gangguan alergi dan pemapasan pada anak muda anak-anak.⁸⁷ Namun, hingga saat ini, tidak ada yang diterbitkan studi tentang efektivitas penggunaan probiotik pada atlet.

Alkohol dan Kafein

Meskipun ada beberapa manfaat kesehatan yang mapan konsumsi alkohol ringan hingga sedang secara teratur, termasuk mengurangi risiko infark miokard, iskemik, stroke, diabetes, dan osteoporosis,⁸⁸ sudah mapan bahwa asupan alkohol yang berlebihan memiliki efek negatif pada fungsi kekebalan.⁸⁹ Untuk alasan lain yang jelas, alkohol seharusnya tidak menjadi bagian penting dari diet seorang atlet. Meskipun anggur merah mengandung flavonoid, polifenol senyawa dengan sifat antioksidan kuat, ini dapat juga dapat diperoleh dari sari buah anggur hitam. poli-Fenol juga ditemukan berlimpah dalam buah beri, teh hijau, cokelat hitam, dan makanan lainnya.

Kafein merupakan obat yang paling sering dikonsumsi dalam dunia, dan atlet sering menggunakannya sebagai ergogenic bantuan.⁹⁰ Ini meningkatkan kinerja dan daya tahan selama latihan panjang yang melelahkan.^{90,91} Saat ini, ada sedikit informasi tentang efek konsumsi kafein pada fungsi kekebalan tubuh saat istirahat atau saat berolahraga. Tambahan dosis farmakologis kafein untuk kultur sel media dikaitkan dengan penekanan yang bergantung pada dosis

sebagai antagonis reseptor adenosin dan sebagai penghambat itor dari aktivitas fosfodiesterase spesifik AMP siklik

KESIMPULAN

Defisiensi diet energi, protein, dan spesifik mikronutrien dikaitkan dengan penurunan kekebalan tubuh fungsi dan peningkatan kerentanan terhadap infeksi. NS asupan zat besi, seng, dan vitamin A, E,⁸⁶ yang cukup , dan B¹² sangat penting untuk pemeliharaan fungsi kekebalan. Atlet perlu menghindari mikronutrien kekurangan. Untuk menjaga fungsi kekebalan tubuh, atlet harus makan makanan seimbang yang cukup untuk memenuhi kebutuhan kebutuhan energi. Ini harus memastikan asupan protein dan zat gizi mikro. Untuk atlet di diet terbatas energi, suplemen vitamin diinginkan mampu.

Seorang atlet berolahraga dalam keadaan kekurangan karbohidrat negara mengalami peningkatan yang lebih besar dalam tekanan sirkulasi hormon dan gangguan yang lebih besar dari beberapa sistem kekebalan indeks fungsi. Dengan demikian, asupan karbohidrat yang cukup untuk mengembalikan simpanan glikogen setiap hari diinginkan. Konsumsi karbohidrat (30–60 g/jam) dalam minuman selama latihan berkepanjangan dianjurkan, karena latihan ini tice tampaknya melemahkan beberapa imunodepresif efek dari olahraga yang berkepanjangan. Namun, gejala klinis signifikansi ini belum ditentukan.

Konsumsi rutin megadosis vitamin dan mineral tidak disarankan. Asupan berlebih dari beberapa mikro-nutrisi (misalnya zat besi, seng, vitamin A) dapat merusak kekebalan tubuh fungsi. Bukti yang meyakinkan bahwa apa yang disebut "kekebalan

meningkatkan” suplemen seperti glutamin, echinacea, dan probiotik mencegah gangguan kekebalan yang disebabkan oleh olahraga saat ini kurang. Bukti saat ini mengenai e-kemanjuran suplemen tersebut dalam mencegah atau mengobati infeksi umum terbatas (terutama pada atlet), dan tidak ada cukup bukti untuk merekomendasikan ini suplemen saat ini.

Masih diperdebatkan apakah suplemen antioksidan diperlukan atau diinginkan untuk atlet. Ada yang bertentangan bukti efek vitamin C dosis tinggi dalam mengurangi ing kejadian URTI pasca-latihan, dan praktik ini belum terbukti mencegah olahraga yang diinduksi gangguan kekebalan. Peningkatan asupan vitamin E hingga sekitar 200 mg/hari tampaknya efektif dalam mengurangi URTI insiden pada populasi umum, dan beberapa baru-baru ini penelitian menunjukkan bahwa beberapa minggu vitamin antioksidan (C dan E) suplementasi dapat melemahkan hormon stres dan respon sitokin terhadap latihan yang lama.

Dengan demikian, jawaban atas pertanyaan yang diajukan dalam judul makalah ini adalah bahwa nutrisi yang tepat dapat berjalan dengan baik dalam membatasi imunodepresi yang diinduksi oleh olahraga, tetapi ini tetap menjadi daerah yang subur untuk penelitian masa depan.

REFERENSI

1. Keil D, Luebke RW, Pruett SB. Mengukur hubungan antara beberapa parameter imunologis syarat dan resistensi host: menyelidiki batas reduksi tionisme. *J Imun.* 2001;167: 4543-4552.
2. Peters EM, Bateman ED. Lari ultramaraton dan URTI: survei epidemiologi. *SA Med J.* 1983; 64: 582-584.
3. Nieman DC, Johansen LM, Lee JW, Arabatzis K. Episode menular pada pelari sebelum dan sesudah Maraton Los Angeles. *J Olahraga Med Fisik Fit-ness.* 1990; 30: 316-328.
4. McCarthy DA, Dale MM Leukositosis dari aktivitas singkat. *J Sports Med* 1988; 6: 333-363.
5. Blannin AK, Chatwin LJ, Gua R, dkk. Efek dari bersepeda submaksimal dan pelatihan ketahanan pada saraf

11. Tvede N, Kappel M, Klarlund K, dkk. Bukti bahwa efek latihan sepeda pada mononuklear darah respons proliferasi sel dan himpunan bagian dimediasi oleh epinefrin. *Int J Sports Med* 1994; 15: 100-104.
12. Nieman DC, Miller AR, Henson DA, dkk. Efek dari latihan intensitas tinggi versus sedang pada kelenjar getah bening subpopulasi sel dan respon proliferaatif. *Int J Sports Med* 1994; 15: 199-206.
13. Green KJ, Rowbottom DG. Diinduksi oleh olahraga perubahan in vitro T-limfosit mitogen re-sponsor menggunakan CFSE. *J Fisika Terapan* 2003; 95: 57-63
14. Nehlsen-Cannarella SL, Nieman DC, Jesson J, dkk. Efek dari olahraga sedang akut pada limfoid fungsi sel dan kadar imunoglobulin serum. *Int J Sports Med* 1991; 12: 391-398
15. Mackinnon LT, Chick TW, van As A, dkk Diturunkan imunoglobulin sekretori setelah ketahanan yang intens senam. *Pelatihan Olahraga Med Rehab* 1989; 1: 209-218
16. Mackinnon LT. Efek overtraining pada kekebalan dan prestasi pada atlet. *Biola Sel Imunol* 2000; 78: 502-509.
17. Calder PC, Jackson AA. Kurang gizi, infeksi dan fungsi imun. *Nutr Res Rev.* 2000; 13: 3-29.
18. Calder PC, Field CJ, Gill HS (eds). *Nutrisi dan Fungsi kekebalan.* Oxford: Penerbitan CABI; 2002.
19. Daly JM, Reynolds J, Sigal RK, Shou J, Liberman dokter. Pengaruh protein makanan dan asam amino pada fungsi kekebalan. *Crit Perawatan Med.* 1990; 18 (2 Suppl.): S86-S93.
20. Beals KA, Manore MM. Prevalensi dan akibat-tingkat gangguan makan pada atlet wanita. *Int J Sport Nutr.* 1994; 4: 175-195.
21. Kono I, Kitao H, Matsuda M, Haga S, Fukushima H, Kashigawa H. Penurunan berat badan pada atlet mungkin mempengaruhi fungsi fagositosis monosit. *Dokter Olahraga.* 1988; 16: 56-65.
22. Konig D, Berg A, Weinstock C, Keul J, Northoff H. Asam lemak esensial, fungsi kekebalan tubuh dan olahraga. *Exerc Immunol Rev.* 1997; 3: 1-31.
23. Toft AD, Ostrowski K, Asp S, dkk. Efek dari n-3 PUFA pada respons sitokin terhadap aktivitas berat singkat. *J Appl Fisiol.* 2000; 89: 2401-2405.

aktivitas fagositosis trofil pada pria paruh baya. *Br J Olahraga Med* 1996; 39: 125-129.

6. Galbo H. Adaptasi hormonal dan metabolik terhadap Latihan. 1983. Thieme-Stratton, New York.

7. Robson PJ, Blannin AK, Walsh NP, dkk. Efek dari intensitas latihan, durasi dan pemulihan secara in vitro fungsi neutrofil pada atlet pria. *Olahraga Int J Med* 1999; 20: 128-135.

8. Steensberg A, van Hall G, Osada T, dkk. Produksi interleukin-6 dalam mengontrak otot rangka manusia dapat menjelaskan peningkatan yang disebabkan oleh olahraga dalam plasma interleukin-6. *J Fisiol* 2000; 529: 237-242.

9. Steensberg A. Peran IL-6 dalam induksi olahraga perubahan imun dan metabolisme. *Berolahraga kekebalan Wahyu* 2003; 9: 40-47.

10. Lancaster GI, Khan Q, Drysdale PT, dkk. Efek dari olahraga berkepanjangan dan konsumsi karbohidrat distribusi limfosit tipe 1 dan tipe 2 dan produksi sitokin traseluler pada manusia. *J Aplikasi Fisiol*. 2005; 98: 565-571.

128

24. Nieman DC, Pedersen BK (eds). *Nutrisi dan Latihan-cis Imunologi*. Boca Raton FL: CRC Press; 2000.

25. Nieman DC. Pengaruh karbohidrat pada im-respons munc terhadap latihan intensif dan berkepanjangan. *Exere Immunol Rev*. 1998; 4: 64-76.

26. Braun WA, von Duvillard SP. Pengaruh karbohidrat-tingkat pengiriman pada respon imun selama ex-latihan dan pemulihan dari latihan. *Nutrisi* 2004; 20: 645-650.

27. Uskup NC, Blannin AK, Rand L, Johnson R, Glee-putra M. Efek suplementasi karbohidrat-tion pada respon degranulasi neutrofil terhadap pro-rindu bersepeda. *Int J Sports Med*. 2000b; 21 (Persediaan 1): S73.

28. Henson DA, Nieman DC, Parker JCD, dkk. Karbo-suplementasi hidrat dan limfosit pro-respon hidup untuk lari daya tahan lama. *Int J Olahraga Med*. 1998; 19: 574-580.

29. Northoff H, Berg A, Weinstock C. Kesamaan dan perbedaan respon imun terhadap olahraga dan

Ulasan Nutrisi , Vol. 64, No.3

halaman 11

trauma: konsep IFN-gamma. *Bisakah J Physiol?* farmasi. 1998; 76: 497-504.

30. Nieman DC, Davis JM, Henson DA, dkk. karbohidrat-tingkat konsumsi mempengaruhi sitokin otot rangka mRNA dan kadar sitokin plasma setelah lari 3 jam. *J Appl Fisiol*. 2003; 94: 1917-1925.

31. Febbraio MA, Steensberg A, Keller C, dkk. Glukosa konsumsi melemahkan pelepasan interleukin-6 dari con-traksi otot rangka pada manusia. *J. Fisiol*. 2003; 549: 607-612.

32. Pilegaard H, Keller C, Steensberg A dkk. Pengaruh kandungan glikogen otot sebelum latihan pada latihan regulasi transkripsi metabolik yang diinduksi cise gen. *J. Fisiol*. 2002; 541: 261-271.

33. Pedersen BK, Steensberg A, Keller P, dkk. Otot-turunan interleukin-6: lipolitik, anti-inflamasi dan efek regulasi imun. *Arsip Pfluger*. 2003; 446: 9-16.

34. Halson SL, Lancaster GI, Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Efek suplemen karbohidrat-mentation pada kinerja dan oksidasi karbohidrat-tion setelah pelatihan bersepeda intensif. *J Appl Fisiol*. 2004; 97:1245-1253.

35. Achten J, Halson SL, Moseley L, Rayson MP, Casey A, Jeukendrup AE. Karbohidrat diet tinggi konten selama pelatihan lari intensif menghasilkan pemeliharaan kinerja dan suasana hati yang lebih baik. *J Appl Fisiol*. 2004; 96:1331-1340.

36. Uskup NC, Blannin AK, Robson PJ, Walsh NP, Gleeson M. Efek dari suplemen karbohidrat penjelasan tentang respons degranulasi neutrofil terhadap protokol latihan khusus sepak bola. *Ilmu Olahraga J*. 1999; 17: 787-796.

37. Nieman DC, Nehlsen-Cannarella SL, Fagoaga ATAU, dkk. Respon imun terhadap dua jam mendayang pendayang wanita elit *Int J Sports Med*. 1999; 20: 476-481.

38. Uskup NC, Blannin AK, Walsh NP, Gleeson M. Konsumsi minuman karbohidrat dan neutrofil respons degranulasi setelah bersepeda hingga kelelahan pada 75% *VO2max* . *Int J Sports Med*. 2001; 22: 226-231.

39. Lancaster GI, Jentjens RLPG, Moseley L, Jeukendrup AE, Gleeson M. Pengaruh waktu dan jumlah pemberian karbohidrat sebelum latihan pada saraf darah tanggapan trofil terhadap siklus percobaan waktu. *Ilmu Kedokteran Latihan Olahraga*. 2001; 33 (5 Tambahan): abstrak ISEI 7.

40. Nieman DC, Henson DA, Fagoaga OR, dkk. Perubahan IgA saliva mengikuti mar-lomba aton. *Int J Sports Med*. 2002; 23: 69-75.

41. Gleeson M, Blannin AK, Walsh NP, Uskup NC, Clark AM. Pengaruh diet rendah dan tinggi karbohidrat pada glutamin plasma dan leukosit yang bersirkulasi tanggapan terhadap latihan. *Int J Sport Nutr*. 1998; 8: 49-59.

42. Mitchell JB, Pizza FX, Paquet A, Davis JB, Forrest, MB, Braun WA. Pengaruh status karbohidrat pada respon imun sebelum dan sesudah uji ketahanan latihan. *J Appl Fisiol*. 1998; 84: 1917-1925.

43. Uskup NC, Walker GJ, Bowley LA, dkk. Limfo-respon cyte terhadap influenza dan tetanus toksoid dalam

Gleeson M. Asupan karbohidrat dan cairan mempengaruhi laju aliran saliva dan respon IgA terhadap siklus. *Med Latihan Olahraga Sains*. 2000; 32: 2046-2051.

45. Gleeson M. Mineral dan imunologi olahraga. Di dalam: Nieman DC, Pedersen BK, eds. *Nutrisi dan Latihan-cis Imunologi*. Boca Raton FL: CRC Press; 2000: 137-154.

46. Macknin ML. Zinc Lozenges untuk flu biasa. *Cleveland Clinic J Med*. 1999; 66: 27-32.

47. Marshall I. Seng untuk flu biasa. *Cochrane Tinjauan Sistematis Basis Data*. 2000; 2000(2): CD001364.

48. McElroy BH, Miller SP. Efektivitas zinc glu-conate glycine lozenges (Cold-Eeze) terhadap flu biasa pada mata pelajaran usia sekolah: retrospeksi ulasan grafik aktif. *Apakah J Terapi*. 2002; 9: 472-475.

49. Nieman DC, Henson DA, McNulty SR, dkk. Vita-min E dan kekebalan setelah Kona Triathlon World Kejuaraan. *Latihan Olahraga Med Sci*. 2004; 36: 1328-1335.

50. Graat JM, Schouten EG, Kok FJ. Efek harian suplementasi vitamin E dan multivitamin-mineral pada infeksi saluran pernapasan akut pada lansia per-anak: uji coba kontrol secara acak. *J Am Med Assoc*. 2002; 288: 715-721.

51. Meydani SN, Leka LS, Fine BC, dkk. Vitamin E dan infeksi saluran pernapasan di panti jompo lansia penduduk: uji coba terkontrol secara acak. *J Am Med Asosiasi* 2004; 292: 828-836.

52. Studi Perlindungan Jantung MRC/BHF. MRC/BHF Jantung Studi Perlindungan suplemen vitamin antioksidan-tasi pada 20.536 individu berisiko tinggi: acak uji coba terkontrol plasebo. *Lanset*. 2002; 360 (9326): 23-33.

53. Waters DD, Alderman EL, Hsia J, dkk. Efek dari terapi penggantian hormon dan vitamin antioksidan suplemen min pada aterosklerosis koroner di wanita pascamenopause: terkontrol secara acak uji coba. *J Am Med Assoc*. 2002; 288: 2432-2440.

54. Lee IM, Cook NR, Gaziano JM, dkk. Vitamin E dalam pencegahan primer penyakit kardiovaskular dan kanker: Studi Kesehatan Wanita: acak percobaan terkontrol. *J Am Med Assoc*. 2005; 294: 56-65.

55. Meydani SN, Meydani M, Blumberg JB, dkk. Vita-suplementasi min E dan kekebalan in vivo respon pada subyek sehat. *J Am Med Assoc* 1997; 1380-1386.

56. Prasad JS. Pengaruh suplementasi vitamin E pada fungsi leukosit. *Am J Clin Nutr* 1980; 33: 606-608.

57. Devaraj S, Li D, Jialal I. Efek -tokoferol suplementasi pada fungsi monosit. *J Clin In-rompi* 1996; 98: 756-763.

58. Packer L. Oksidator, nutrisi antioksidan dan atlet. *Ilmu Olahraga J*. 1997; 15: 353-363.

59. Peters EM. Latihan, imunologi dan pernapasan bagian atas infeksi saluran pernafasan. *Int J Sports Med*. 1997; 18(1 Suppl): S69-S77.

60. Quadrilatero J, Hoffman-Goetz L.N-asetil-L-sis-teine mencegah limfoma usus yang diinduksi oleh olahraga apoptosis sel dengan mempertahankan glutathione intraseluler

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

vitro setelah latihan intensif dan karbohidrat konsumsi pada hari-hari berturut-turut. *J Appl Fisiol.* 2005; 99: 1327-1335.

44. Uskup NC, Blannin AK, Armstrong E, Rickman M,

satu tingkat dan mengurangi membran mitokondria depolarisasi. *Biochem Biophys Res Comm.* 2004; 319: 894-901.

61. Duthie GG, Jenkinson AMcE, Morrice PC, Arthur

halaman 12

JR. Adaptasi antioksidan untuk berolahraga. Di dalam: Maughan RJ, Shirreffs SM, eds. *Biokimia dari Latihan IX.* Champaign IL: Kinetika Manusia; 1996: 465-470.

62. Peters EM. Vitamin, kekebalan dan risiko infeksi dalam atlet. Dalam: Nieman DC, Pedersen BK, eds. *nutrisi-tion dan Latihan Imunologi.* Boca Raton FL: CRC Pers; 2000: 109-135.

63. Peters EM, Goetzsche JM, Grobbelaar B, Noakes td. Suplementasi vitamin C mengurangi densitas gejala pasca-perlombaan saluran pernapasan atas infeksi saluran pada pelari ultramarathon. *Am J Clin nutrisi* 1993; 57: 170-174.

64. Peters EM, Goetzsche JM, Joseph LE, Noakes TD. Vitamin C sama efektifnya dengan kombinasi anti-nutrisi oksidan dalam mengurangi gejala atas infeksi saluran pernapasan pada pelari ultramarathon. *Med Olahraga SAJ.* 1996; 11: 23-27.

65. Himmelstein SA, Robergs RA, Koehler KM, Lewis SL, Qualls CR. Suplementasi vitamin C dan up-per infeksi saluran pernapasan pada pelari maraton. *J Latihan Fisik.* 1998; 1:1-17.

66. Nieman DC, Henson DA, Butterworth DE, dkk. Suplementasi vitamin C tidak mengubah im-respon mune untuk 2,5 jam berjalan. *Int J Sport nutrisi* 1997; 7: 173-184.

67. Nieman DC, Peters EM, Henson DA, Nevines EI, Thompson MM. Pengaruh suplemen vitamin C-tasi pada perubahan sitokin setelah ultramarathon J Interferon Sitokin Res. 2000; 20: 1029-1035.

68. Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, dkk. masuk-pentingnya suplementasi vitamin C pada oksidatif dan perubahan kekebalan tubuh setelah ultramaraton. *J Aplikasi Fisiol.* 2002; 92: 1970-1977.

69. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, dkk. Luwes-mentation dengan vitamin C dan E menghambat pelepasan interleukin-6 dari kontrak kerangka manusia otot. *J Fisiol.* 2004; 558: 633-645.

70. Parry-Billings M. Budgett R, Koutedakis Y, dkk. Konsentrasi asam amino plasma dalam overtrain-sindrom ing: kemungkinan efek pada sistem kekebalan tem. *Latihan Olahraga Med Sci.* 1992; 24: 1353-1358.

71. Suplementasi Castell L. Glutamine in vitro dan in vivo, dalam latihan dan dalam imunodepresi. *Olahraga Med.* 2003; 33: 323-345.

72. Castell LM, Poortmans JR, Newsholme EA. Melakukan glutamin memiliki peran dalam mengurangi infeksi pada at-membiarkan? *Eur J Appl Fisiol.* 1996; 73: 488-490.

73. Rohde T, Asp S, Maclean D, Pedersen BK. ko-latihan berkelanjutan petitif pada manusia, dan limfo-aktivitas sel pembunuh yang diaktifkan kine – sebuah intervensi belajar. *Eur J Appl Fisiol.* 1998; 78: 448-453.

74. Walsh NP, Blannin AK, Uskup NC, Robson PJ, Suplementasi glutamin oral Gleeson M. tidak tidak melemahkan penurunan lipo- neutrofil manusia degranulasi yang distimulasi polisakarida berikut: latihan berkepanjangan. *Int J Sport Nutr.* 2000; 10: 39-50.

75. Bassit RA, Sawada LA, Bacurau RFP, dkk. Suplementasi asam amino rantai cabang dan respon imun atlet jarak jauh. *Nu-trisi.* 2002; 18: 376-379.

76. Alexander M, Newmark H Oral beta-karoten dapat meningkatkan jumlah sel CD4 dalam darah manusia. *Imunol Let.* 1985; 9: 221-224.

77. Watson RR, Prabhala RH, Plezia PM, Alberts DS. Pengaruh beta-karoten pada subpopulasi limfosit tion pada manusia lanjut usia: bukti untuk dosis re-hubungan sponsor. *Am J Clin Nutr.* 1991; 53: 90-94.

78. Santos MS, Meydani SN, Leka L, dkk. Pembunuh Alami aktivitas sel pada pria lanjut usia ditingkatkan oleh beta-suplementasi karoten. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64: 772-777.

79. Peters EM, Campbell A, Pawley L. Vitamin A gagal untuk meningkatkan resistensi terhadap infeksi saluran pernapasan atas di pelari jarak jauh. *Med Olahraga SAJ.* 1992; 7: 3-7.

80. Berg A, Northoff H, Konig D. Pengaruh Echinasin (E31) pengobatan pada kekebalan yang diinduksi oleh olahraga respon pada atlet. *J Clin Res.* 1998; 1: 367-380.

81. Burger RA, Torres AR, Warren RP, Caldwell VD, Hughes BG. Produksi sitokin yang diinduksi Echinacea tion oleh makrofag manusia. *Imunofarma Int J-kol.* 1997; 19: 371-379.

82. Steimmuller C, Roesler J, Grottrup E, Franke G, Wagner H, Lohmann-Matthes ML. Polisakarida diisolasi dari kultur tanaman Echinacea Purpurea meningkatkan resistensi tikus imunosupresi terhadap infeksi sistemik dengan Candida albicans dan Listeria monocytogenes. *Imunofarma Int J-kol.* 1993; 15: 605-614.

83. Barrett B. Sifat obat Echinacea: kritis tinjauan. *Fitomedika.* 2003; 10: 66-86.

84. Barrett BP, Brown RL, Locken K, Maberry R, Bobula JA, D'Alessio D. Pengobatan flu biasa dengan echinacea yang tidak dimurnikan. Sebuah acak, double-blind, uji coba terkontrol plasebo. *Ann Int Med.* 2002; 137: 939-946.

85. Gill HS. Stimulasi sistem kekebalan oleh laktat budaya. *Susu Internasional J.* 1998; 11:1-17.

86. Cebra JJ. Pengaruh mikrobiota pada im-pengembangan sistem mune. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69 (Suppl): 1046S-1051S.

87. Kopp-Hoolihan L. Profilaksis dan terapeutik penggunaan probiotik: ulasan. *J Am Dietetic Assoc.* 2001; 101: 229-238.

88. Standridge JB, Zylstra RG, Adama SM. Alkohol konsumsi: ikhtisar manfaat dan risiko. *South Med J.* 2004; 97: 664-672.

89. Pavia CS, La Mothe M, Kavanagh M. Pengaruh dari alkohol pada kekebalan antimikroba. *Farmasi Bioma-lain.* 2004; 58: 84-89.

90. Paluska SA. Kafein dan olahraga. *Med Olahraga Curr Rep.* 2003; 2: 213-219.

91. Graham TE. Kafein dan olahraga: metabolisme, en-daya tahan dan kinerja. *Olahraga Med.* 2001; 31: 785-807.

92. Rosenthal LA, Taub DD, Moors MA, Blank KJ. Penghambatan antigen-antigen yang diinduksi metilxantin dan aktivasi spesifik superantigen dari T dan B limfosit. *Imunofarmaka.* 1992; 24:203-217.

93. Kantamala D, Vongsakul M, Satayavivad J. The in vivo dan efek in vitro kafein pada kekebalan tikus aktivitas sel: sel B, T dan NK. *Asia Pac J Alergi kekebalan.* 1990; 8: 77-82

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>

halaman 13

94. Uskup NC, Fitzgerald C, Porter PJ, Scanlon GA, Smith AC. Pengaruh konsumsi kafein pada limfo-

95. Walker GJ, Caudwell P, Dixon N, Sheppard CE, Uskup NC. Efek konsumsi kafein pada

jumlah cyte dan aktivasi subset in vivo mengikuti bersepeda berat. Eur J Appl Physiol. 2005; 93: 606-613.

respon ledakan oksidatif neutrofil manusia mengikuti mengurangi latihan berkepanjangan. J. Fisiol. 2005; 559P: PC23.

Diunduh dari <https://academic.oup.com/nutritionreviews/art>