DAPATKAH LATIHAN INTENSITAS SEDANG MENGOPTIMALKAN SISTEM IMUN ?

DOES EXERCISE IMPROVE IMMUNE SYSTEM ?

Farid Rahman[1], Ilham Setya Budi[2]
[1]Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta Kampus Satu, Jalan Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta 57162, Jawa Tengah, Indonesia
[2] Unit Fisioterapi, Instalasi Rehabilitasi Medik RSUD Muhamad Sani, Jalan Soekarno Hatta No.1, Harjosari, Tebing, Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau 29663
Email: farid.rahman@ums.ac.id

Submitted : 6 January 2022 ***Reviewed : 2 March 2022*** ***Accepted : 22 March 2022***

ABSTRAK

Aktivitas latihan merupakan bagian dari domain aktivitas fisik dimana latihan merupakan aktivitas yang terstruktur, berulang dan bermanfaat untuk meningkatkan atau mempertahankan satu atau lebih komponen pada aspek kebugaran. Berbagai panduan aktivitas fisik dan latihan telah direkomendasikan berbagai konsensus guna mencapai tujuan optimalisasi tingkat kesehatan. Namun, variasi intensitas latihan rendah, sedang, tinggi berpengaruh pada aspek fisiologis manusia yang memberikan manfaat kesehatan tetapi secara bersamaan dapat memberikan efek yang merugikan khususnya sistem imun. Artikel ini menyajikan mengenai bagaimana intensitas latihan sedang dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sistem imun dibanding latihan dengan intensitas tinggi dalam rangka meningkatkan status kesehatan individu. Berbagai sumber digunakan untuk mendukung studi ini seperti artikel akademik, literatur, dan sumber media yang diekstrak dari basis data. Selanjutnya, ulasan pada sumber-sumber tersebut dilakukan sintesis mengenai bagaimana latihan intensitas sedang dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sistem imun. Proses dan desain review terdiri dari 3 tahapan: (1) identifikasi pertanyaan dan literatur terkait; (2) proses seleksi literatur; dan (3) menyusun bagan alur proses, menyusun review dan meringkas data. Mayoritas 15 sumber yang telah dilakukan proses review, mendeskripsikan latihan sedang dipandang lebih aman untuk individu yang melaksanakan program latihan fisik secara rutin untuk meningkatkan sistem imun. Intensitas sedang menunjukkan manfaat pada berbagai komponen imun sementara latihan fisik dengan menggunakan intensitas tinggi dapat meningkatkan risiko infeksi dan berbagai efek negatif pada kesehatan tubuh. Oleh karena itu, latihan sedang memiliki efek yang positif dan aman bagi individu. Hal ini dapat menjadi rekomendasi ditinjau dari bukti empiris dimana secara umum latihan fisik dibutuhkan untuk meningkatkan derajat kesehatan jika dilakukan dengan dosis yang tepat.

Kata kunci : Latihan, Menetap, Imun, Sedang, Kesehatan.

ABSTRACT

Physical exercise is part physical activity domain where it is structurized activity, repetitive for health and wellness purpose. Several physical activity guideline has been recommended by concensus for healthy optimal reason. various intensity (mild, moderate, high) affect human physiological function for health aspect but also in spesific condition give deterioration effect for immune system. This study describe how moderate exercise become solution to improve immune system compared with high intensity. Several refference and source was used to support this study such as literatur academic, and media from database. Then, these article was synthesized by describe about how moderate exercise intensity can be a solution to

improve immune system. Process and review design consist of 3 steps: (1) Question identification and literature (2) Literature selection process (3) presenting chart, compiling, and data summarizing. Most of 15 refferenced that reviewed describe exercise with moderate intensity more safe for people who undergo reguler physical exercise program to improve immune system. Moderate intensity shows benefit for various immune system component while high intensity can threat for infection risk and negative health effect. Exercise with moderate intensity has positive effect and safe for health purpose. This imply for recommendation that exercise will take a benefit with properly progam design.

***Keywords**: Exercise, sedentary, immune, moderate, health*

Penulis Korespondensi :
Farid Rahman
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta 57162, Jawa Tengah, Indonesia
Email : *farid.rahman@ums.ac.id*

PENDAHULUAN

American College Sport Medicine (ACSM) telah memberikan panduan kepada masyarakat guna mencapai status sehat yang optimal aktivitas fisik jenis aerobik minimal dilakukan 150 menit per minggu, 3 kali seminggu dengan aturan tidak konsekutif atau tidak berturut-turut dan latihan penguatan serta fleksibilitas minimal 2 kali seminggu (Porcari et al., 2015). Aktivitas fisik dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai apakah aktivitas fisik dilakukan dengan tujuan mencapai status kesehatan yang optimal atau ditujukkan untuk aktivitas atletik/olahraga dalam hal ini prestasi. Namun, apapun tujuan yang ingin dicapai aturan pedoman aktivitas olahraga harus diketahui dan dipatuhi karena aturan tersebut menyangkut pengaruh olahraga atau aktivitas fisik terhadap kondisi fisiologis terutama terkait dengan sistem imun (World Health Organization, 2018).

Respon imun tergantung dari intensitas latihan, penelitian membuktikan latihan berat dan durasi panjang dapat menghasilkan penurunan fungsi pada sel darah putih dan penurunan ini akan mengindikasikan pada suatu mekanisme yang dinamakan dengan '*open window*' yang akan bermanifestasi terhadap penurunan proteksi *host* sehingga akan meningkatkan risiko infeksi. Latihan intensitas tinggi dapat mengganggu sistem imun yang dapat mengganggu proses homeostasis seluler dan meningkatkan respon stressor dalam tubuh (Scheffer & Latini, 2020). Beberapa situasi dapat meningkatkan risiko paparan terhadap agen infeksius seperti latihan dalam kondisi panas dan dengan intensitas tinggi yaitu paparan pada bakteri dan virus diudara oleh karena frekuensi pernapasan yang cepat dan dalam. Peningkatan permeabilitas pembuluh darah memberikan kesempatan bakteri endotoksin masuk kedalam sirkulasi dan menjadi faktor risiko kejadian infeksi (Gleeson & Williams, 2013).

Latihan intensitas sedang yang rutin mampu menginduksi perbaikan pada sistem imun, melalui pengawasan imunosurveilance atau fungsi identifikasi sistem imun terhadap sel kanker dan virus (Jones & Davison, 2020). Latihan intensitas sedang menunjukkan penurunan proliferasi *mikroglia hippocampal* (sel-sel imun yang mirip makrofag didalam *Central Nervous System*), mengekspresikan hippocampal gen yang berhubungan dengan sistem imun, serta mengekspresikan sitokin pro-inflamasi seperti TNF-a, IFN-y dan IL-1b (Scheffer & Latini, 2020). Sehingga latihan intensitas *moderate* di rekomendasikan untuk memengaruhi sistem imun dan mencegah adanya penyakit kronis. Latihan intensitas moderat dapat memodifikasi profil dari sitokin terutama penurunan IL-6 dan TNF-a, hal ini akan menimbulkan penurunan dari massa lemak visceral karena adanya peningkatan konsumsi oksigen yang diperlukan sebagai tenaga, meningkatkan produksi antioksidan dalam darah seperti superoksida dismutase, katalase dan glutatiom peroksida yang berguna untuk menekan radikal bebas yang ada didalam darah, menurunkan kerja saraf simpatik dan meningkatkan sensitivitas reseptor adregenik B (Abd El-Kader & Al-Shreef, 2018). Pentingnya latihan dengan memperhatikan durasi dan intensitas yang dapat memengaruhi sistem imun.

METODE PENELITIAN

Desain studi/strategi

Artikel ini merupakan *scoping review* yang dilandasi oleh pertanyaan bagaimana program latihan dengan intensitas sedang untuk mengoptimalkan sistem imun ?. Sumber yang digunakan untuk mendukung penyusunan artikel ini merupakan artikel akademik, literatur, dan sumber media yang berasal dari basis data yang telah dihimpun guna menjawab pertanyaan studi. Strategi pencarian 1 dilakukan dengan basis pencarian data didapatkan dari beberapa mesin pencari literatur seperti *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *Science direct*, NCBI dan Literatur Kelabu (*Grey Literature*) dan Jane Biosemantics yang dicari melalui kata kunci "*Exercis effect on immune system*"; "*Exercise effect on Cytokine*" atau "*Physical Exercise effect on Cytokine*" kemudian dikombinasi dengan beberapa kata kunci guna mendukung tujuan spesifik berupa "*Sedentery life style Phenomena*" atau "*Exercise Intensity and Cytokine level*" dan "*Moderate intensity and immune effect*".

Selanjutnya, dilakukan strategi pencarian 2 yang merupakan identifikasi menggunakan literatur *Grey* dengan menggunakan mesin pencarian google. Hasil dari pencarian nanti akan dilakukan identifikasi meliputi *peak body* (institusi), regulasi organisasi, organisasi nirlaba dan dokumen kebijakan.

Pengumpulan dan Ekstraksi Data

Semua abstrak akan direview berdasarkan kriteria inklusi dan ekslusi. Kriteria sumber yang digunakan berbentuk *full-text* dengan sumber relevan dan sesuai dengan judul tulisan. Berikut kriteria inklusi dan ekslusi literatur studi yang dijadikan basis data:

1) Kriteria Inklusi

Jenis teks dan tahun terbit	Jenis studi	Standar PICO
Fullteks Artikel Ilmiah yang diterbitkan 2000-2019	Studi yang dipakai dalam paper ini adalah *case study, randomized control trial, literarure review, systematica review* atau meta analisis	Standar PICO yang digunakan dalam review ini adalah: P = Subjek sehat atau sedenter berusia 18-50 tahun I = *Physical Exercise* dengan intensitas sedang/*moderate* C = *Physical Exercise* dengan intensitas tinggi/*High* O = Sistem imun tubuh

2) Kriteria Ekslusi

Tipe literatur yang diekskusikan dari studi ini adalah editorial, laporan anekdot dan artikel yang dipublikasikan dalam bentuk abstrak.

Tahapan pertama pada *scoping review* adalah untuk menemukan jawaban dari pertanyaan mengenai bagaimana latihan yang tepat untuk sistem imun. Identifikasi dikembangkan untuk menjawab pertanyaan. Tim paper kemudian mengidentifikasi studi yang bervariasi dan relevan sesuai dengan kondisi *keywords* pada Tabel I yang terdiri dari 5 kategori dengan memberikan nama: (1) fokus (contoh: latihan); *what* (contoh: dosis latihan); *who* (contoh: dewasa muda kelompok sedenter); *why* (e.g., efek); *where* (lingkungan tempat untuk latihan). Efek latihan dilakukan proses identifikasi dalam kategori *why* (menjadi solusi terutama menjawab mekanisme fisiologi) dan kata kunci yang relevan dengan penjelasan yang relevan. Kategori *where* diberikan untuk meninjau fenomena spesifik dibeberapa kondisi lingkungan sesuai dengan studi yang menjadi dasar pada proses *literature review*.

Tabel I. Kata kunci/*keyword* scoping review strategi pencarian

Focus	What	Who	Where	Why
Latihan (*Aerobik exercise atau strenghtening*)	Dosis Latihan	Dewasa muda Sedenter		Fungsi fisiologis yang akan dipengaruhi oleh intensitas latihan baik aerobik atau strengthening
	Ringan	Dewasa muda sedenter	1. Berbagai negara dan lingkungan 2. *Home Exercise*	Latihan fisik dengan intensitas ringan selama kurang lebih 30 menit dapat meningkatkan sistem imun
	Sedang	Dewasa muda sedenter	1. Berbagai negara dan lingkungan 2. *Home Exercise*	Optimalisasi sistem kardiovaskuler dan sistem imun
	Tinggi	Dewasa muda sedenter	1. Berbagai negara dan lingkungan 2. *Home Exercise*	Sistem fisiologi dalam tubuh dapat optimal namun dapat menurunkan fungsi imun

Strategi pencarian basis data artikel bekerjasama dengan rekan sejawat yang fokus pada bidang yang relevan yaitu terapi latihan sehingga akan ditemukan sumber data yang cukup luas sehingga dapat menjawab pertanyaan dalam pemecahan solusi intensitas latihan yang tepat terhadap sistem imun. Kombinasi dari semua kata kunci dikaitkan dengan basis data latihan dan sistem imun seperti yang tertera dalam Tabel II semua data diperoleh dari basis data yang bersifat akademik beserta media sesuai lima kata kunci berdasarkan kategori sesuai dengan Tabel I. Berdasarkan hasil pencarian telah ditemukan kombinasi kata kunci yang menghasilkan ratusan sumber. Pasca pencarian data yang dilakukan dengan kombinasi kata kunci berdasarkan manajemen pencarian ditemukan sejumlah sumber. Meskipun hanya ditemukan beberapa sumber, karena tulisan artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi studi ini, namun strategi ini dipandang berhasil untuk meningkatkan relevansi sumber yang telah teridentifikasi dengan baik.

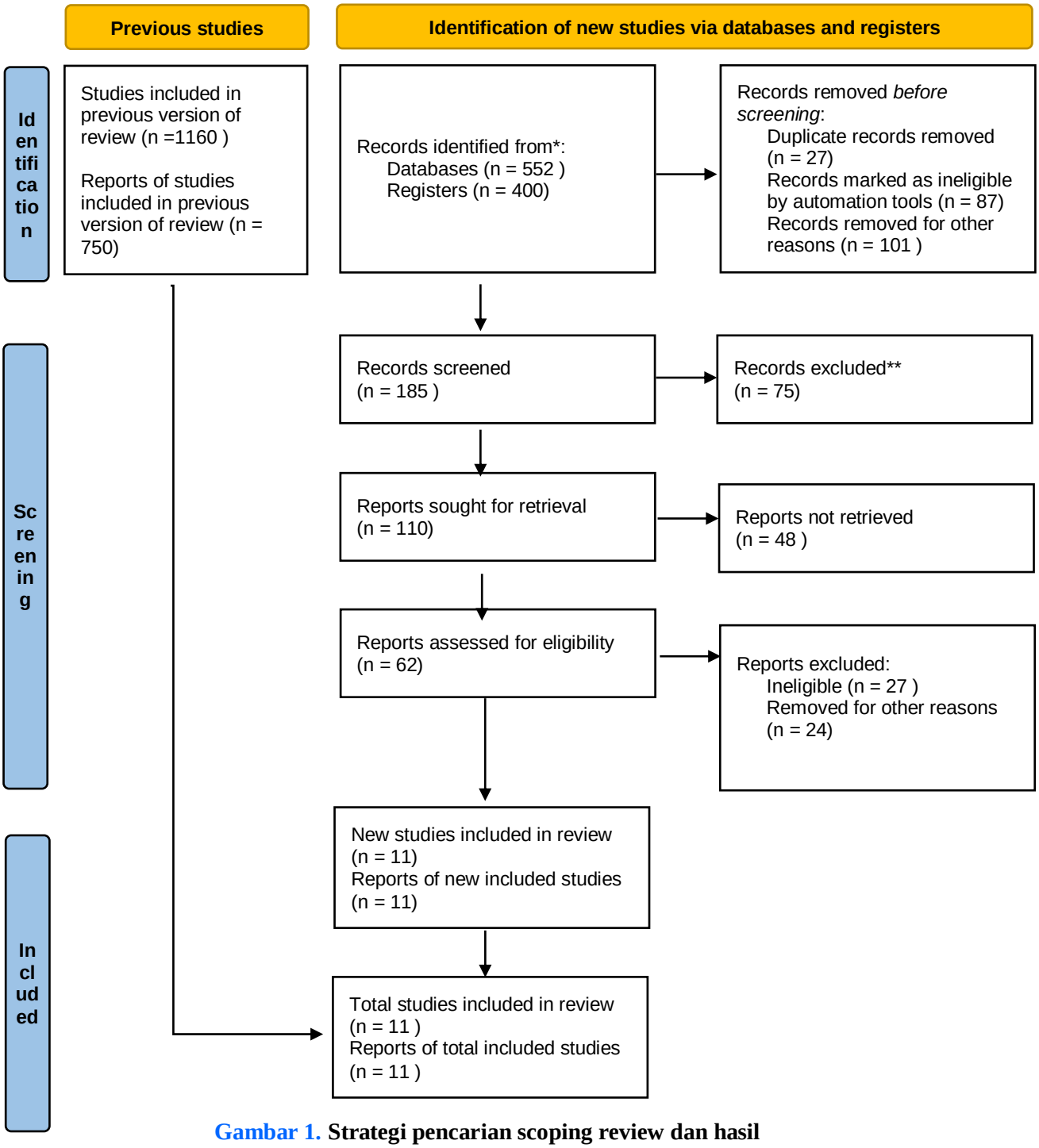
Tabel II. Data base yang dipakai

Tipe Data Base	Data base	Rentang Periode
	PubMed	2012-2019
	ScienceDirect	2012-2019
	PEDro	2012-2019
	Jane biosemantic	2012-2019
	Grey Literature	2015

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Proses pencarian, seleksi dan identifikasi artikel dilakukan dengan mengikuti diagram folw chart PRISMA sebagai berikut:



Gambar 1. Strategi pencarian scoping review dan hasil

1. Latihan dan sistem imun
   a. *Natural Killer Cells*
      Latihan aerobik > 60 menit dengan intensitas latihan > 60% VO2 Maks, aktivitas NK Cell meningkat dengan segera setelah latihan dan kemudian menurun dibawah nilai resting untuk beberapa jam kemudian selama *recovery* dan akan kembali normal dalam waktu 24 jam (Sukendra, 2015).
   b. *Lymphocyte proliferation*
      latihan dengan intenstias 40-60% VO2 Maks diperlukan untuk meningkatkan secara signifikan pada apoptosis *lymphocyte* daripada saat latihan.
   c. Aktivitas Neutrofill dan monocyte
      Fungsi neutrofil dan monosit dapat diekspresikan melalui pengukuran phagocytosis (kemampuan untuk menelan patogen) atau *burst* oksidatif (kemampuan untuk membunuh patogen saat ditelan). *Acute exercise* mengaktivasi *phagocytic* neutrophil dan monocyte, meningkatkan phagocytosis tetapi intensitas tinggi akan menurunkan aktivitas oxidative *burst*.
   d. *Cytokine*
      Cytokine merupakan glikoprotein yang larut dan diproduksi oleh beberapa jenis sel, termasuk sel imun, sel endotel dan miosit serta adiposit. *Cytokine* dapat membantu komunikasi antar sel, organ dan sistem organ lain diseluruh tubuh baik di sistem imun, inflamasi dan beberapa lainnya. Aktivitas fisik yang berat menghasilkan peningkatan produksi sitokin, baik sitokin proinflamasi (IL-2,IL-5,IL-6,IL-8,TNF-a) dan antiinflamasi (IL-1ra,IL-10).
   e. *Immunoglobulin*
      Immunoglobulin (Ig) adalah salah satu glikoprotein yang disekresikan oleh sel B dalam tubuh, berupa serum, air mata, dan air liur. IgA merupakan immunoglobin yang terletak paling banyak diair liur. *Immunoglobin* beraksi dengan antigen spesifik yaitu antibodi. Antibodi berfungsi untuk mengikat antigen ke permukaan patogen, sehingga mampu merangsang aktivasi dan diferensiasi sel imun lainnya. Olahraga biasanya akan menghasilkan peningkatan kandungan protein total air liur, sehingga menurunkan kadar IgA saliva. IgA adalah *immunoglobulin* yang dominan dalam cairan mukosa yang menghambat perlengkatan dan reflikasi virus (Koch, 2010).

2. Dosis latihan dan risiko infeksi

   Latihan sendiri dapat menimbulkan respon biokimia, fisiologis akut atau kronis berdasarkan frekuensi, volume dan intensitas latihan, *Exercise* mampu mengaktivasi sistem kekebalan tubuh yang memicu respon terhadap stresor, bertujuan untuk mengembalikan homeostasis seluler dalam sel (Scheffer & Latini, 2020). Intensitas latihan dapat menentukan respon fisiologis pasca latihan, dosis latihan yang sesuai mampu mengaktivasi sistem kekebalan tubuh.

   Latihan dengan intensitas *moderate* mendorong proteksi melawan infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme intraseluler. Latihan dengan intensitas *moderate* mengarahkan pada respon sel Th1. Sebaliknya intensitas tinggi mendorong peningkatan antiinflamasi sitokin (Pola Th2). Walaupun memiliki efek untuk menurunkan bahaya terhadap jaringan otot, efek ini akan meningkatkan kesempatan untuk terinfeksi virus (Terra, 2012), (Bessa et al., 2016). Latihan intensitas sedang direkomendasikan dalam peradangan kronis tingkat rendah, mampu menurunkan proliferasi mikroglia hippocampus berkaitan dengan sistem imun, membantu mengekspresikan hippocampal dari gen yang berhubungan dengan sistem kekebalan dan ekspresi proinflamasi sitokin seperti TNF-a dan IL-1b (Scheffer & Latini, 2020).

   Latihan akut (*moderate* sampai dengan intensitas berat kurang dari 60 menit merupakan sistem yang membantu imun untuk menstimulasi aktivitas imun yang tinggi pada jaringan dan sirkulasi (Nieman & Wentz, 2019). Berdasarkan efek latihan akut menunjang imunitas alami akan meningkat selama latihan dengan dosis sedang. Jumlah dan fungsi sel yang bertugas sebagai mediator aktivitas sitokin melawan infeksi virus dan

sel target tumor tertekan setelah latihan dengan dosis tinggi dan durasi yang lama (Koch, 2010). Perubahan akut pada sistem imunitas terhadap latihan dengan intensitas berat (termasuk latihan *resistance*) secara tipikal merupakan *markers* potensial untuk efek sementara terhadap immunosupresi. Keadaan ini membawa pada formulasi teori "*open window*" *immunosupresi* yang didorong melalui latihan yang berat yang akan meregulasi *immunosurveillance*. Sebagai konsekuensi, patogen asing mendapatkan pijakan untuk menginfeksi host (Koch, 2010).

3. Latihan dan penyakit kronis

   Inaktivitas fisik membuat penurunan fungsi dari sel organ dan sistem tubuh yang dapat memengaruhi homeostasis didalam tubuh. Seiring berjalannya waktu inaktivitas fisik menjadi penyebab utama dari *chronic disease* dimana progresnya lambat dengan kontiunitas yang panjang sehingga dapat memengaruhi penurunan kesehatan (Booth, Frank W, Christian K. Roberts, 2012). Obesitas sindroma metabolik dan penyakit kronis yang membuat terjadinya akumulasi penumpukan jaringan visceral adiposa yang menjadi faktor predisposisi awal terjadinya penyakit kronis seperti atheroskeloris, tipe spesifik kanker dan diabetes tipe 2 dikarakteristikan dengan inflamasi yang tinggi, stres oksidatif dan disfungsi imun (Booth et al., 2017).

   Secara umum latihan dapat mendorong resirkulasi kunci sel imun dan mediasi antiinflamasi dan antioksidan melalui berbagai mekanisme. Latihan dipandang dapat melawan perkembangan penyakit metabolik kronis saat lemak tubuh dikurangi (Nieman & Wentz, 2019). Program latihan melawan elemen-elemen proses penyakit, menstimulus perubahan seluler dan molekuler melalui seluruh jaringan tubuh yang dapat mendorong antiinflamasi dan respon antioksidan dan meningkatkan *immunosurveillance* sebagai contoh IL-1B merupakan sitokin proinflamasi yang terlibat dalam patogenesis dan produksi IL-6 oleh karena latihan mendorong plasma IL-1ra yang tinggi selama *recovery* dan secara kompetitif menghambat sinyal IL-1 beta. Program training latihan menurunkan regulasi ekspresi reseptor 4 *Toll-like*, kunci reseptor transmembran yang diaktivasi oleh berbagai molekul termasuk oksidasi *Low density* lipoprotein dan terlibat dalam obesitas yang mengakibatkan resistensi insulin dan DM tipe II dan aterosklerosis.

4. Latihan dan efek kesehatan secara umum

   Aktivitas fisik menunjukkan adanya pengaruh adaptasi sistem fisiologis pada tubuh, terutama dalam sistem neuromuscular untuk mengkoordinasi gerakan, sistem kardiopulmoner untuk mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh dan proses metabolisme terutama mengatur metabolisme glukosa dan asam lemak yang secara kolektif meningkatkan kekuatan aerobik jaringan dan kemampuan fisik (McPhee et al., 2016).

Pembahasan

Perilaku hidup sedenter dengan inaktivitas fisik selalu dikaitkan dengan konsekuensi penurunan kesehatan misalnya penyakit autoimun maupun penyakit kardiovaskuler (Gleeson et al., 2011). Inaktivitas fisik menjadi faktor predisposisi perubahan fisiologis ditandai dengan percepatan pengosongan isi lambung yang membuat peningkatan nafsu makan, sehingga terjadi peningkatan *visceral adipose* (Cronin, Owen, David M. Keohane, Michael G. Molloy, 2017). Disfungsi dari *visceral adipose* menjadi faktor resistensi insulin yang berkorelasi dengan obesitas, hal ini akan berkaitan dengan infiltrasi sel-sel kekebalan tubuh (makrofag dan limfosit T) dan sekresi sitokin dari jaringan adiposa (Wainright et al., 2015).

Prevalensi gaya hidup sedenter atau hipokinetik pada remaja dan dewasa cukup tinggi sehingga diperlukan penerapan aktivitas fisik untuk mendorong efek perubahan yang positif (Nascente et al., 2016). Lebih dari satu dekade yang lalu terdapat peningkatan usaha guna meningkatkan tingkat kesadaran individu mengenai manfaat aktivitas fisik *moderate*/sedang dan *high interval training* (HITT) terhadap kesehatan. *The American College Sport Medicine* atau ACSM memberikan rekomendasi setiap individu dewasa memiliki waktu minimal 30 menit atau lebih pada aktivitas fisik sedang pada kesehariannya dalam satu minggu (Porcari et al., 2015). Rekomendasi umum ACSM pada tahun 2007 untuk panduan aktivitas fisik orang dewasa adalah sebagai berikut: minimal melakukan aktivitas aerobik 30 menit 5 hari per

minggu, individu didorong untuk melakukan latihan kekuatan dan daya tahan otot serta fleksibilitas paling tidak 2 hari perminggu (Porcari et al., 2015).

Durasi dan intensitas ketika latihan sangat memengaruhi perubahan dari jaringan adiposa. Latihan dengan intensitas sedang memiliki pengaruh terhadap perubahan berupa penurunan dari glukosa dan asam laktat, sedangkan pada intensitas tinggi dapat meningkatkan glukosa dan gliserol yang dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam latihan (Bertholdt et al., 2020), (Gleeson et al., 2011). Selain itu, latihan dapat memengaruhi produksi dari sitokin. Sitokin adalah suatu protein kecil yang diproduksi dan dikeluarkan oleh sel, yang memiliki peran penting dalam menghubungkan dan mengatur komunikasi antar sel baik lokal maupun sistemik (Knuiman et al., 2018).

Salah satunya sitokin yang berperan yaitu *Interleukin* 6 (IL-6), IL-6 tampil dalam sel otot berupa *myoblast* dan *myotube* keduanya memiliki fungsi membantu proses regenerasi otot (Podbregar et al., 2013). Besar peningkatan IL-6 tergantung pada durasi dan intensitas latihan, terutama jika dalam latihan yang digunakan menyebabkan penipisan glikogen dan penggunaan energi yang terlalu banyak, hal ini akan berkorelasi dengan produksi laktat yang ada diotot (Hojman et al., 2019). Adapun IL-6 dapat keluar setelah latihan intensitas sedang maupun latihan intensitas tinggi.

Latihan intensitas sedang selama 30 menit/hari dapat memodifikasi profil dari sitokin terutama penurunan IL-6 dan TNF-a, hal ini akan menimbulkan penurunan dari massa lemak visceral sehingga latihan dengan intensitas sedang direkomendasi untuk terapi antiinflamasi (Abd El-Kader & Al-Shreef, 2018). Latihan intensitas tinggi menunjukkan adanya peningkatan pada IL-6 yang lebih banyak karena adanya kontraksi otot secara terus menerus sehingga proses membutuhkan substrat energi yang banyak. Akan tetapi, IL-6 dalam latihan intensitas tinggi dapat berperan menjadi antiinflamasi dengan cara memproduksi *antagonis reseptor* untuk melawan IL-1b dan TNF-a (Vella, Chantal A, Katrina Taylor, 2017).

Durasi dan intensitas ketika latihan harus diperhatikan untuk membuat IL-6 disekresi secara optimal sesuai fungsinya. Latihan dengan intensitas tinggi secara terus-menerus membuat IL-6 dan TNF-a disekresi secara berlebihan dapat menginduksi adanya atrofi otot rangka (Vijayaraghava & Doreswamy, 2017). Selain itu, latihan intensitas tinggi akan menimbulkan kelelahan menyebabkan terjadinya pelepasan dari *chemokine* dan faktor penstimulus *colony* untuk mengaktivasi dari neurtropil dan makrofag yang menyebabkan inflamasi, terjadi pelepasan dari IL-6 yang multifungsi dapat memengaruhi dari pemanfaatan dan pendistribusian susbtrat energi yang dihasikan oleh otot, sehingga otot menjadi mudah lelah atau bahkan bisa sampai memengaruhi sistem imun karena penekanan berlebih pada limfosit T dan aktivitas berlebih dari Sel NK (Suzuki, 2018). Penerapan *exercise* dengan intensitas yang tepat dapat memengaruhi sekresi dari interleukin 6 secara optimal dan sesuai fungsinya.

KESIMPULAN

Ditinjau berdasarkan ulasan berbagai literatur menunjukkan bahwa program latihan fisik memiliki efek yang bervariatif pada sistem imun tubuh. Latihan dosis sedang terbukti aman dan memberikan manfaat yang signifikan pada sistem imun dan derajat kesehatan sedangkan latihan dosis tinggi jangka panjang tanpa disertai *interval recovery* yang tepat dapat memberikan efek negatif bagi sistem imun tubuh dan berimplikasi pada derajat kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Kader, S. M., & Al-Shreef, F. M. (2018). *Inflammatory cytokines and immune system modulation by aerobic versus resisted exercise training for elderly. African Health Sciences*, *18*(1), 120–131. https://doi.org/10.4314/ahs.v18i1.16

Bertholdt, L., Gudiksen, A., Ringholm, S., & Pilegaard, H. (2020). *Impact of skeletal muscle IL-6 on subcutaneous and visceral adipose tissue metabolism immediately after high- and moderate-intensity exercises. Pflugers Archiv European Journal of Physiology*, *472*(2), 217–233. https://doi.org/10.1007/s00424-019-02332-w

Bessa, A. L., Oliveira, V. N., Agostini, G. G., Oliveira, R. J. S., Oliveira, A. C. S., White, G. E., Wells, G. D., Teixeira, D. N. S., & Espindola, F. S. (2016). *Exercise intensity and recovery: Biomarkers of injury, inflammation, and oxidative stress. Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(2), 311–319. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828f1ee9

Booth, Frank W, Christian K. Roberts, M. J. L. (2012). *Lack of exercise and chronic disease*. *Compr Physio*, *5*(2), 159–169. https://doi.org/10.1002/cphy.c110025.Lack

Booth, F. W., Roberts, C. K., Thyfault, J. P., Ruegsegger, G. N., & Toedebusch, R. G. (2017). *Role of inactivity in chronic diseases: Evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. Physiological Reviews*, *97*(4), 1351–1402. https://doi.org/10.1152/physrev.00019.2016

Cronin, Owen, David M. Keohane, Michael G. Molloy, F. S. (2017). *The effect of exercise interventions on inflammatory biomarkers in healthy, physically inactive subjects: a systematic review. Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 287. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). *The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. Nature Reviews Immunology*, *11*(9), 607–610. https://doi.org/10.1038/nri3041

Gleeson, M., & Williams, C. (2013). *Intense exercise training and immune function. Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, *76*, 39–50. https://doi.org/10.1159/000350254

Hojman, P., Brolin, C., Nørgaard-Christensen, N., Dethlefsen, C., Lauenborg, B., Olsen, C. K., Åbom, M. M., Krag, T., Gehl, J., & Pedersen, B. K. (2019). *IL-6 release from muscles during exercise is stimulated by lactate-dependent protease activity. American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, *316*(5), E940–E947. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00414.2018

Jones, A. W., & Davison, G. (2020). *Exercise , Immunity , and Illness. Muscle Metabolism and Exercise Physiology*, *January*.

Knuiman, P., Hopman, M. T. E., Hangelbroek, R., & Mensink, M. (2018). *Plasma cytokine responses to resistance exercise with different nutrient availability on a concurrent exercise day in trained healthy males. Physiological Reports*, *6*(11), 1–11. https://doi.org/10.14814/phy2.13708

Koch, A. J. (2010). *Immune response to exercise. Brazilian Journal of Biomotricity*, *4*(2), 92–103.

McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). *Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. Biogerontology*, *17*(3), 567–580. https://doi.org/10.1007/s10522-016-9641-0

Nascente, F. M. N., Jardim, T. V., Peixoto, M. do R. G., Carneiro, C. de S., Mendonça, K. L., Póvoa, T. I. R., Sousa, A. L. L., Barroso, W. K. S., & Jardim, P. C. B. V. (2016). *Sedentary lifestyle and its associated factors among adolescents from public and private schools of a Brazilian state capital. BMC Public Health*, *16*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12889-016-3836-9

Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). *The compelling link between physical activity and the body's defense system. Journal of Sport and Health Science*, *8*(3), 201–217. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009

Podbregar, M., Lainscak, M., Prelovsek, O., & Mars, T. (2013). *Cytokine response of cultured skeletal muscle cells stimulated with proinflammatory factors depends on differentiation stage. The Scientific World Journal*, *2013*. https://doi.org/10.1155/2013/617170

Porcari, J. P., Bryant, C. X., & Comana, F. (2015). *Exercise Physiology (Foundations of Exercise Science) 1st Edition* (pp. 1–15).

Scheffer, D. da L., & Latini, A. (2020). *Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, *1866*(10), 165823. https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165823

Sukendra, D. M. (2015). *Efek Olahraga Ringan Pada Fungsi Imunitas Terhadap Mikroba Patogen : Infeksi Virus Dengue. Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, *5*(2), 57–65. https://doi.org/10.15294/miki.v5i2.7890

Suzuki, K. (2018). *Cytokine response to exercise and its modulation. Antioxidants*, *7*(1). https://doi.org/10.3390/antiox7010017

Terra, R. (2012). *Effect Of Exercise On The Immune System: Response, Adaptation And Cell Signaling. Exercise and Sports Science*, *18*(3), 15–16.

Vella, Chantal A, Katrina Taylor, D. D. (2017). *High-intensity Interval and Moderate-intensity Continuous Training Elicit Similar Enjoyment and Adherence Levels in Overweight and Obese Adults*. *Euro Journal Sport Science*, *176*(1), 139–148. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040

Vijayaraghava, A., & Doreswamy, V. (2017). *Exercise and the cytokines-interleukin-6 (IL-6) and tumor necrosis factor-α (TNF-α)*: A review. *Annals of Medical Physiology*, *1*(1), 3. https://doi.org/10.23921/amp.2017v1i1.263485

Wainright, K. S., Fleming, N. J., Rowles, J. L., Welly, R. J., Zido, T. M., Park, Y. M., Gaines, T. L., Scroggin, R. J., Anderson-Baucum, E. K., Hasty, A. H., Vieira-Potter, V. J., & Padilla, J. (2015). *Retention of sedentary obese visceral white adipose tissue phenotype with intermittent physical activity despite reduced adiposity. American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, *309*(5), R594–R602. https://doi.org/10.1152/ajpregu.00042.2015

World Health Organization. (2018). *Physical activity*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity