



Efek Olahraga terhadap Perbaikan Gejala Rinitis Alergi

Hans Kristian,¹ Olivia C. P. Pelealu,² Steward K. Mengko²

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

²Bagian Ilmu Penyakit THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

Penulis Korespondensi: oliviapelealu@unsrat.ac.id

Abstract: Allergic rhinitis is a chronic inflammatory disease that affects about 10-20% of the world's population. The therapy of this disease is based on its pathophysiology. Some research said that exercise can affect the cytokines involved in allergic rhinitis pathophysiology. This study aims to explain the effect of exercise on allergic rhinitis symptoms improvement. The design of this study is literature review and PICOS framework as the selection criteria. Exercise improves allergic rhinitis symptoms by modulating cytokines, such as IL-2, IL-4, IL-13, and TNF- α . Furthermore, exercise can increase lung function, modulate the autonomic nervous system, decrease airway resistance, and increase VO₂max. However, these effects can only be obtained from moderate-intensity exercise, such as yoga, aquatic exercise, winter exercise, and treadmill. Exercise can improve allergic rhinitis symptoms in some way that fits its pathophysiology.

Keywords: allergic rhinitis; symptom; exercise

Abstrak: Rinitis alergi merupakan penyakit inflamasi kronis yang diperkirakan diderita oleh 10-20% populasi dunia. Terapi penyakit ini disesuaikan dengan patofisiologinya. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa olahraga dapat memengaruhi sitokin-sitokin yang berperan dalam patofisiologi rinitis alergi. Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan efek olahraga terhadap perbaikan gejala rinitis alergi. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review* dengan menggunakan kriteria seleksi *PICOS framework*. Olahraga memperbaiki gejala rinitis alergi dengan memodulasi sitokin-sitokin, seperti IL-2, IL-4, IL-13, dan TNF- α . Selain itu, olahraga dapat meningkatkan fungsi paru, memodulasi sistem saraf otonom, menurunkan resistensi jalan napas, dan meningkatkan VO₂max. Akan tetapi, efek-efek ini hanya didapatkan dari olahraga-olahraga intensitas sedang, seperti yoga, olahraga akuatik, olahraga musim dingin, dan *treadmill*. Olahraga dapat memperbaiki gejala rinitis alergi melalui beberapa cara yang sesuai dengan patofisiologinya.

Kata kunci: rinitis alergi; gejala; olahraga

PENDAHULUAN

Rinitis alergi merupakan penyakit kronis yang umum ditemukan dan biasanya menetap seumur hidup. Penderita penyakit ini mencapai 10-20% populasi dunia dan prevalensi ini diperkirakan akan terus meningkat.¹ Di Indonesia, berdasarkan data terakhir didapatkan 24,3 kasus per 1000 penduduk dan 27,8 kasus per 1000 penduduk Sulawesi Utara pada tahun 2007.²

Penyakit ini menimbulkan gejala-gejala, seperti hidung gatal, bersin, rinore, dan

hidung tersumbat. Selain itu, gejala pada mata, seperti mata merah, gatal, dan berair, serta batuk, gatal pada langit-langit, dan *postnasal drip* juga dapat ditemukan.³ Gejala-gejala ini timbul akibat adanya inflamasi yang diperantarai oleh imunoglobulin E (IgE) pada mukosa hidung sebagai respon terhadap alergen.^{4,5}

Reaksi ini merupakan reaksi hipersensitivitas tipe 1 yang timbul setelah alergen mengalami kontak dengan mukosa hidung. Alergen dikenali oleh sel penyaji

antigen dan membentuk suatu peptida. Peptida ini akan mengubah sel T menjadi sel Th2 yang akan melepaskan sitokin-sitokin, seperti IL-3, IL-4, IL-5, IL-9, IL-10, dan IL-13 yang akan merangsang sintesis IgE dan proliferasi sel mast. Paparan alergen pada IgE yang terikat pada sel mast akan memicu degranulasi sel mast yang melepaskan histamin, leukotrien, dan eikosanoid. Hal ini mengakibatkan timbulnya gejala-gejala rinitis. Selain itu, juga terjadi rekrutmen eosinofil, neutrofil, makrofag, sel mast, limfosit B dan T ke mukosa hidung.^{6,7}

Patofisiologi ini berhubungan erat dengan terapi yang diberikan kepada pasien. Saat ini, terapi yang diberikan berupa penghindaran alergen, medikamentosa (antihistamin, anti-leukotrien, kortikosteroid, dekongestan), imunoterapi, dan operasi.⁸ Olahraga telah dikenal memiliki dampak positif terhadap kesehatan tubuh, termasuk sistem pertahanan tubuh. Dalam memengaruhi sistem imun, olahraga dapat memberi dampak positif dan negatif bergantung pada intensitas dan durasi aktivitasnya. Olahraga rutin memiliki efek anti-inflamasi melalui beberapa jalur, seperti kontrol pada persinyalan inflamasi, pelepasan miokin yang akan merangsang produksi antagonis reseptor IL-1 (IL-1ra) dan IL-10 yang merupakan sitokin anti-inflamasi, dan lain-lain.⁹ Olahraga jangka panjang terbukti meningkatkan kadar IL-6, IL-8, dan IL-10 dalam plasma. Sedangkan, kadar TNF α dan IL-1 β tidak mengalami perubahan, bahkan dapat menurun.¹⁰

Meskipun telah disebutkan bahwa olahraga meningkatkan kadar sitokin anti-inflamasi dan menurunkan kadar sitokin pro-inflamasi, efek olahraga terhadap kadar sitokin IL-4 yang berhubungan dengan reaksi alergi masih kontroversial. Ada studi yang menyatakan bahwa olahraga akan meningkatkan kadar IL-4 dalam plasma.¹¹ Namun, ada juga yang menyatakan bahwa kadar IL-4 tetap, bahkan mengalami penurunan setelah olahraga.¹²⁻¹⁴

Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan efek olahraga terhadap perbaikan gejala rinitis alergi dan jenis olahraga yang dapat memperbaiki gejala rinitis alergi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi *literature review*. Penelusuran literatur dilakukan pada basis data *Google Scholar*,

Pubmed, dan *ClinicalKey* dengan kata kunci *allergic rhinitis AND exercise OR sport*. Literatur yang didapat diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sesuai dengan PICOS *framework*, yaitu *population, intervention, comparator, outcome, dan study design* (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria inklusi dan eksklusi jurnal

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
<i>Population</i>	Kelompok dengan rinitis alergi	Tanpa rinitis alergi
<i>Intervention</i>	Olahraga	Selain olahraga
<i>Comparator</i>	-	-
<i>Outcome</i>	Efek olahraga terhadap gejala rinitis alergi	-
<i>Study design</i>	Studi potong lintang, kohort, kasus-kontrol, studi eksperimental	<i>Case report, case series, review</i>
Tahun publikasi	Post-2011	Pre-2011
Bahasa	Inggris dan Indonesia	Selain bahasa Inggris dan Indonesia

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil pencarian literatur melalui tiga basis data dan kata kunci, peneliti mendapatkan artikel sebanyak 185 artikel pada *PubMed*, 122 artikel pada *ClinicalKey*, dan 16.500 artikel pada *Google Scholar* (n=16.807) yang sesuai kata kunci dan tahun publikasi. Kemudian dilakukan skrining eksklusi berdasarkan kriteria judul (n=63). Enam puluh tiga artikel tersebut diskriminasi berdasarkan abstrak dan *fulltext* sehingga didapatkan sebelas jurnal (n=11) untuk dilakukan telaah (Tabel 2).

BAHASAN

Olahraga aerobik dengan intensitas sedang, seperti berjalan atau berlari di atas *treadmill* dengan intensitas 65-70% *heart rate reserve*, terbukti dapat menurunkan gejala rinitis alergi, seperti rasa gatal, hidung tersumbat, rinore, dan bersin secara

signifikan berdasarkan hasil kuesioner TNSS.^{15,22} Olahraga lain seperti Hatha yoga selama 60 menit per sesi yang dilakukan tiga kali seminggu selama delapan minggu, juga berdampak positif terhadap perbaikan gejala rinitis alergi. Hal ini dibuktikan dengan adanya perbaikan gejala yang signifikan pada kelompok yang melakukan yoga selama delapan minggu dan juga penurunan nilai kuesioner TNSS dan SNOT sesudah dilakukan intervensi yoga.^{16,17} Selain itu olahraga musim dingin, seperti mendaki dan bermain ski, memiliki efek waktu yang signifikan terhadap nilai total kuesioner kualitas hidup *RhinAsthma* versi Jerman.^{18,19} Selain itu, olahraga jenis ini juga secara signifikan berdampak pada perbaikan VAS untuk gejala alergi.¹⁹

Olahraga memiliki peran dalam perbaikan gejala rinitis alergi melalui beberapa cara. Pertama, olahraga berperan dalam memodulasi sistem imunitas tubuh. Berdasarkan hasil penelitian, kelompok yang melakukan olahraga aerobik, berupa *treadmill* intensitas sedang yang dilakukan tiga kali seminggu selama delapan minggu (kelompok EX) mengalami peningkatan kadar IL-2 ($p=0,024$) dan penurunan kadar IL-4 ($p=0,001$) dibandingkan dengan kontrol yang tidak melakukan olahraga (kelompok CON). Satu sesi olahraga ini terdiri dari lima menit pemanasan dan peregangan diikuti dengan berjalan dan/atau berlari menggunakan *treadmill* dengan intensitas 65-70% *heart rate reserve* selama 40 menit dan diakhiri dengan pendinginan selama 5 menit.¹⁵ Hasil penelitian lain, juga menyatakan bahwa olahraga dapat meningkatkan kadar IL-2 dibandingkan hasil *pre-test* ($p=0,024$) dan kelompok CON ($p=0,019$). Akan tetapi ada perbedaan jenis olahraga yang diberikan pada penelitian ini, yaitu berupa Hatha yoga selama enam puluh menit per sesi tiga kali seminggu yang dilakukan selama delapan minggu.¹⁶ Ada juga penelitian yang menunjukkan peningkatan kadar IL-2, penurunan kadar IL-4 dan TNF- α pada kelompok dengan olahraga sedang dan olahraga berat. Selain itu, kadar IL-13 mengalami peningkatan pada kelompok dengan olahraga berat dan mengalami penurunan pada kelompok dengan olahraga sedang.²² Penurunan kadar IL-4, IL-13 dan TNF- α menunjukkan bahwa olahraga dapat berdampak baik terhadap rinitis alergi karena kedua sitokin ini berperan dalam produksi IgE, peningkatan

permeabilitas vaskular, dan perangsangan emigrasi leukosit yang mana akan bermanifestasi pada gejala-gejala rinitis.^{5,8,26} Oleh karena itu, olahraga sedang lebih efektif untuk memperbaiki gejala rinitis alergi dibandingkan olahraga berat. Peningkatan IL-2 meningkatkan aktivasi Treg yang akan memproduksi IL-10 dan TGF- β . Kedua sitokin ini akan menekan sistem imun dan menjaga keseimbangan Th1 dan Th2. Pasien dengan rinitis alergi mengalami defisiensi Treg. Oleh karena itu, peningkatan IL-2 akan berdampak baik bagi perbaikan rinitis alergi.²⁷

Olahraga juga dapat memperbaiki kongesti hidung yang merupakan salah satu gejala dari rinitis alergi. Hal ini terbukti dari peningkatan PNIF pada kelompok yang melakukan olahraga aerobik, olahraga dalam air, dan kelompok yang diberikan intervensi Hatha yoga.^{15,16,21} Hatha yoga juga dapat menurunkan *total nasal airway resistance*. Parameter ini menggambarkan derajat obstruksi hidung selama bernapas.¹⁷ Sedangkan dengan olahraga berupa *treadmill* selama 6 menit hingga denyut nadi mencapai lebih dari 160 kali per menit, dapat meningkatkan volume rongga hidung sebesar $2,1 \pm 1,4 \text{ cm}^3$.²⁵ Efek dekongestif ini timbul akibat adanya refleks simpatis. Akan tetapi, kemungkinan peningkatan volume rongga hidung ini hanya merupakan efek jangka pendek. Meskipun pada literatur ini tidak disebutkan secara langsung, intervensi serupa pada anak-anak dengan *skin-prick test* positif menunjukkan terjadi peningkatan volume hidung sebesar 15% setelah sepuluh menit berolahraga. Sementara itu, reaksi ini pada orang dewasa meningkat hingga 10 menit dan akan bertahan hingga 30 menit.²⁸

Dalam patofisiologi rinitis alergi, salah satu perubahan yang terjadi adalah adanya peningkatan responsivitas mukosa hidung yang juga berkontribusi pada hiperresponsivitas bronkus.⁷ Hiperresponsivitas bronkus ini menyebabkan pasien dengan rinitis alergi sering memiliki komorbid berupa asma.²⁹ Oleh karena itu, pasien dengan rinitis alergi juga mengalami penurunan fungsi paru.^{30,31} Olahraga, seperti yoga, olahraga musim dingin, dan *treadmill*, menunjukkan dampak positif terhadap perbaikan fungsi paru. Dengan melakukan yoga selama enam minggu dapat meningkatkan parameter fungsi paru, seperti MVV, FVC, dan FEV1 secara

signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya efek bronkodilatasi dari yoga pada pola simpatovagal.^{17,20} Olahraga musim dingin menunjukkan hasil yang signifikan pada peningkatan parameter FEV1/FVC(%), tetapi tidak pada parameter fungsi paru yang lain.¹⁸ Perbaikan fungsi paru pada olahraga musim dingin juga tergambar pada hasil 6MWT pada kelompok intervensi.^{18,19} Olahraga menggunakan *treadmill* juga menunjukkan hal serupa dengan olahraga musim dingin.²⁴ Melakukan peregangan dan penguatan otot-otot leher (*M. sternocleidomastoid*, *M. scalenus*, *M. trapezius*, dan *M. suboccipitals*) sepuluh kali sehari selama lima hari dalam satu minggu dapat meningkatkan volume tidal, VE, VO₂, dan VCO₂. Efek ini kemungkinan didapatkan karena adanya perbaikan postur kepala ke posisi normal.²³

Perbaikan gejala rinitis alergi oleh olahraga juga ditunjukkan oleh efek olahraga terhadap penanda inflamasi jalan napas, FeNO. Berdasarkan penelitian, pasien dengan rinitis alergi memiliki tingkat FeNO yang tinggi.³² Olahraga musim dingin dapat menurunkan FeNO. Penurunan signifikan parameter ini dapat menunjukkan bahwa olahraga rekreasi pada suhu -5,6 °C sampai 8,7 °C memiliki efek menguntungkan terhadap inflamasi jalan napas yang disebabkan oleh reaksi alergi.^{18,19}

Peran lain olahraga dalam perbaikan gejala rinitis alergi adalah penurunan aliran darah ke hidung, waktu klirens mukosiliar, jumlah eosinofil nasal, dan peningkatan VO₂max.^{15,16,18,19} Penurunan aliran darah ke hidung berdampak pada penurunan resistensi atau kongesti hidung.¹⁵ Efek ini serupa dengan efek dekongestan yang mengaktifasi reseptor adrenergik sehingga terjadi vasokonstriksi dari pembuluh darah.³³ Hal ini dapat mengatasi peningkatan permeabilitas vaskular dan dilatasi arteriol yang terjadi pada rinitis alergi yang diinduksi oleh sitokin-sitokin.²⁶

Olahraga musim dingin juga memiliki efek waktu yang signifikan terhadap penurunan jumlah eosinofil nasal dan waktu klirens mukosiliar. Akan tetapi, efek ini hanya merupakan efek jangka pendek.¹⁸ Dalam patofisiologi rinitis alergi terjadi rekrutmen eosinofil ke mukosa hidung yang diperantarai oleh sitokin, seperti ECF-A.^{7,26} Oleh karena itu, efek jangka pendek, berupa penurunan eosinofil nasal berdampak baik pada perbaikan gejala. Selain terjadinya

peningkatan eosinofil nasal, pasien rinitis alergi juga mengalami defek klirens mukosiliar. Defek ini berupa hilangnya silia dan adanya mukus yang menghambat gerak dari silia sehingga waktu klirens mukosiliar akan meningkat.³⁴ Penurunan waktu klirens mukosiliar ini menunjukkan perbaikan pada gejala rinitis alergi. Peningkatan VO₂max dapat menurunkan stres oksidatif yang akan memengaruhi pola ekspresi sitokin-sitokin.¹⁵ Selain itu, VO₂max terbukti memiliki korelasi negatif dengan biomarker pro-inflamasi TNF- α dan korelasi positif dengan IL-10 yang merupakan sitokin anti-inflamasi.³⁵

Pasien dengan rinitis alergi akut mengalami disfungsi sistem saraf otonom. Disfungsi ini merupakan salah satu penyebab terjadinya vasodilatasi dan sumbatan hidung pada pasien rinitis alergi akut.³⁶ Olahraga juga terbukti dapat memengaruhi sistem saraf otonom. Penilaian sistem saraf otonom ini dilakukan berdasarkan variasi denyut jantung. Komponen pemeriksaan ini terdiri dari LF (0,04-0,15 Hz) yang dimodulasi oleh sistem simpatis dan HF (0,15-0,4 Hz) yang dimodulasi oleh sistem parasimpatis. Berdasarkan penelitian T. Janyacharoen, *et al*, olahraga akuatik dapat meningkatkan LF dan rasio LF/HF serta menurunkan komponen HF. Hasil ini didapatkan setelah intervensi selama 6 minggu. Dengan kata lain, olahraga akuatik meningkatkan fungsi simpatis. Akan tetapi, peningkatan ini tidak membahayakan karena olahraga mengembalikan fungsi simpatis ke fungsi normalnya dari keadaan sebelumnya yang hipofungsi. Perbaikan fungsi sistem saraf otonom ini diduga dapat mereduksi sekresi mukus, tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran sekresi.²¹

Olahraga akuatik yang dimaksudkan oleh Janyacharoen berupa olahraga yang dilakukan di dalam air bersuhu 28-30°C. Subjek diistirahatkan lebih dahulu 15 menit, lalu diberikan olahraga selama 30 menit sehari, tiga kali per minggu selama enam minggu. Olahraga ini diawali dengan pemanasan, dilanjutkan dengan program inti yang terdiri dari dua belas langkah, dan diakhiri dengan pendinginan.²¹

Berdasarkan literatur yang dibahas, bentuk olahraga yang diberikan antara lain, olahraga aerobik (*treadmill* intensitas sedang dan berat), yoga, olahraga otot servikal, olahraga akuatik, dan olahraga

musim dingin. Dua jenis olahraga yang banyak dibahas dalam literatur adalah olahraga aerobik dan yoga. Kedua olahraga ini memiliki dampak yang baik terhadap perbaikan gejala rinitis alergi. Akan tetapi, olahraga aerobik dengan intensitas sedang tampak lebih superior dalam menurunkan gejala berdasarkan TNSS. Akan tetapi, yoga lebih superior dalam hal perbaikan fungsi paru dan penurunan kongesti berdasarkan perubahan nilai PNIF dan NBF. Sementara itu, literatur yang menyatakan efek yoga dalam memodulasi sistem imun masih terbatas sehingga tidak dapat dibandingkan dengan olahraga aerobik intensitas sedang.^{15-17,20,22}

Efek modulasi sistem imun oleh yoga menyatakan bahwa yoga akan meningkatkan antioksidan yang selanjutnya akan mereduksi radikal bebas. Hal ini akan menurunkan terjadinya inflamasi.¹⁶ Penelitian pada populasi remathoid arthritis menunjukkan bahwa yoga dapat menurunkan ekskresi gen NFkB1 yang berperan dalam jalur persinyalan inflamasi.³⁷ Sementara itu, efek perbaikan fungsi paru didapatkan dari rangsangan yang ditimbulkan saat yoga pada reseptor regang paru-paru sehingga otot-otot polos pada laring dan bronkus akan mengalami relaksasi. Efek ini didapatkan terutama dari latihan pernapasan dalam pada yoga yang juga disebut Pranayama.^{16,17} Selain itu berdasarkan literatur lain, kombinasi latihan pernapasan dan steroid intranasal disebutkan dapat memperbaiki gejala rinitis alergi dan bahkan lebih superior dibandingkan pemberian steroid intranasal saja yang mana kemungkinan disebabkan oleh distribusi obat yang lebih baik dengan latihan pernapasan.³⁸

SIMPULAN

Olahraga dapat memperbaiki gejala rinitis alergi dengan memodulasi sistem imunitas, memperbaiki fungsi paru, dan memperbaiki fungsi saraf otonom, menurunkan aliran darah di hidung yang berdampak pada penurunan resistensi hidung atau kongesti. Olahraga juga dapat menurunkan FeNO yang merupakan salah satu penanda inflamasi saluran nafas. Olahraga yang disarankan adalah olahraga dengan intensitas sedang, seperti yoga, berlari atau berjalan di atas *treadmill*, olahraga akuatik, serta mendaki dan

bermain ski di musim dingin. Olahraga aerobik dengan intensitas sedang, seperti berlari atau berjalan di atas *treadmill* menunjukkan perbaikan gejala yang lebih baik dibandingkan jenis olahraga lain sehingga dapat dijadikan pilihan terapi tambahan bagi pasien rinitis alergi.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan pada studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Small P, Keith PK, Kim H. Allergic rhinitis. *Allergy, Asthma Clin Immunol*. 2018;14(Suppl. 2):1-11.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Laporan Nasional Riskesdas 2007 [Internet]. Laporan Nasional 2007. 2007. Available from: [http://kesga.kemkes.go.id/images/pedoman/Riskesdas 2007 Nasional.pdf](http://kesga.kemkes.go.id/images/pedoman/Riskesdas%2007%20Nasional.pdf)
3. Brożek JL, Bousquet J, Agache I, Agarwal A, Bachert C, Bosnic-Anticevich S, et al. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) guidelines—2016 revision. *J Allergy Clin Immunol*. 2017;140(4):950-8.
4. Schuler IV CF, Montejo JM. Allergic Rhinitis in Children and Adolescents. *Pediatr Clin North Am*. 2019;66(5):981-93.
5. Liva GA, Karatzanis AD, Prokopakis EP. Review of Rhinitis: Classification, Types, Pathophysiology. *J Clin Med*. 2021;10(14):3183.
6. Ridolo E, Martignago I, Masieri S. Mechanisms of allergic diseases in Otorhinolaryngology. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2018;32(1 Suppl. 1):9-12.
7. Bjermer L, Westman M, Holmström M, Wickman MC. The complex pathophysiology of allergic rhinitis: Scientific rationale for the development of an alternative treatment option. *Allergy, Asthma Clin Immunol*. 2019;15(1):1-16.
8. Hafil A, Cahyono A, Armiyanto, Hadiwikarta A, Roezin A, Hermani B, et al. *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala & Leher*. 7th ed. Jakarta: Badan Penerbit FKUI; 2018.
9. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the

- body's defense system. *J Sport Heal Sci*. 2019;8(3):201-17.
10. Nielsen HG, Øktedalen O, Opstad P-K, Lyberg T. Plasma Cytokine Profiles in Long-Term Strenuous Exercise. *J Sports Med*. 2016;2016:1-7.
 11. Al-Obaidi S, Mahomoud F. Immune responses following McKenzie lumbar spine exercise in individuals with acute low back pain: a preliminary study. *Acta Med Acad*. 2014;43(1):19-29.
 12. Del Giacco S, Scorcu M, Argiolas F, Firinu D, Del Giacco G. Exercise training, lymphocyte subsets and their cytokines production: experience of an Italian professional football team and their impact on allergy. *Biomed Res Int*. 2014;2014:429248.
 13. Kjølhede T, Dalgas U, Gade A, Bjerre M, Stenager E, Petersen T, et al. Acute and chronic cytokine responses to resistance exercise and training in people with multiple sclerosis. *Scand J Med Sci Sport*. 2016;26(7):824-34.
 14. Zheng G, Qiu P, Xia R, Lin H, Ye B, Tao J, et al. Effect of Aerobic Exercise on Inflammatory Markers in Healthy Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Aging Neurosci*. 2019;11:98.
 15. Tongtako W, Klaewsongkram J, Mickleborough TD, Suksom D. Effects of aerobic exercise and vitamin C supplementation on rhinitis symptoms in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific J Allergy Immunol*. 2018;36(4):222-31.
 16. Chanta A, Kalewsongkram J, Mickleborough TD, Tongtako W. Effect of Hatha yoga training on rhinitis symptoms and cytokines in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific J Allergy Immunol*. 2019. doi:10.12932/AP-260419-0547.
 17. Chellaa R, Soumya MS, Inbaraj G, Nayar R, Saidha PK, Menezes VH, et al. Impact of Hatha Yoga on the Airway Resistances in Healthy Individuals and Allergic Rhinitis Patients. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;71(Suppl. 3):1748-56.
 18. Freidl J, Huber D, Braunschmid H, Romodow C, Pichler C, Weisböck-erdheim R, et al. Winter exercise and speleotherapy for allergy and asthma: A randomized controlled clinical trial. *J Clin Med*. 2020;9(10):1-18.
 19. Prosegger J, Huber D, Grafetstätter C, Pichler C, Braunschmid H, Weisböck-Erdheim R, et al. Winter exercise reduces allergic airway inflammation: A randomized controlled study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(11):2040.
 20. Gupta DM, Jit DS, Kaur DP. Effectiveness of selected Yoga postures and procedures for improvement in pulmonary functions in 8-14 year old children of Nasobronchial allergy. *Int J Med Res Rev*. 2017;5(2):149-55.
 21. Janyacharoen T, Kunbootsri N, Arayawichanon P, Chainansamit S, Sawanyawisuth K. Responses of six-weeks aquatic exercise on the autonomic nervous system, peak nasal inspiratory flow and lung functions in young adults with allergic rhinitis. *Iran J Allergy, Asthma Immunol*. 2015;14(3):280-6.
 22. Tongtako W, Klaewsongkram J, Jaronsukwimal N, Buranapraditkun S, Mickleborough TD, Suksom D. The effect of acute exhaustive and moderate intensity exercises on nasal cytokine secretion and clinical symptoms in allergic rhinitis patients. *Asian Pacific J Allergy Immunol*. 2012;30(3):185-92.
 23. Han D, Ha M, Son Y. The effect of cervical muscle exercise on respiratory gas in allergic rhinitis. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(1):119-21.
 24. Arshi S, Nabavi M, Babaie D, Bahrami A, Ghalehbaghi B. Exercise induced changes in spirometry and impulse oscillometry measurements in persistent allergic rhinitis. *Iran J Allergy, Asthma Immunol*. 2012;11(3):259-66.
 25. Irander K, Borres MP, Ghafouri B. The effects of physical exercise and smoking habits on the expression of SPLUNC1 in nasal lavage fluids from allergic rhinitis subjects. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014;78(4):618-22.
 26. Rote N. Innate Immunity. In: *Pathophysiology The Biologic Basis for Disease in Adults and Children*. 8th ed. Missouri; 2019.
 27. Resi Utomo BS, Hatta M, Sirait RH, Pratiwi S, Nasrum Massi M. The Role of Cytokine Interleukin-2, Transcription Factor of FoxP3 in the Immunological Regulation of Allergic Rhinitis. *Int J Otolaryngol Head & Neck Surg*. 2018;07(01):7-19.

28. Haavisto LE, Lukkarinen M, Lukkarinen H, Jartti T, Papadopoulos NG, Sipilä JI. Physical exercise increases nasal patency in asthmatic and atopic preschool children. *Am J Rhinol Allergy*. 2013;27(6):451-6.

29. Monga S, Malik J, Sharma AP, Jan S, Nabi N, Bahadur S. Deranged Pulmonary Function Tests in Allergic Rhinitis in North Indian Patients. *Clin Med Insights Ear, Nose Throat*. 2019;12:1179550619888856.

30. Vekovic V, Zivkovic Z, Vekovic B, Tomašević M. Allergic rhinitis co-morbidity as risk factor on lung function parameters recovery after asthma exacerbation. *Eur Respir J*. 2019;54:PA1048.

31. Medina L. Characterization the Lung Function of Patients with Allergic Rhinitis Without Astma. *J Allergy Clin Immunol*. 2018;141(2):AB103.

32. Kim H-B, Eckel S, Kim J, Gilliland F. Exhaled NO: Determinants and Clinical Application in Children With Allergic Airway Disease. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2016;8(1):12-21.

33. Xiao Q, Bates AJ, Cetto R, Doorly DJ. The effect of decongestion on nasal airway patency and airflow. *Sci Rep*. 2021;11(1):1-13.

34. Fokkens W, Lund V, Hopkins C, Hellings P, Kern R, Reitsma S, et al. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020. *Rhinology*. 2020;58(Suppl. 29):1-464.

35. Rosado-Pérez J, Mendoza-Núñez VM. Relationship Between Aerobic Capacity With Oxidative Stress and Inflammation Biomarkers in the Blood of Older Mexican Urban-Dwelling Population. *Dose Response*. 2018;16(2):1559325818773000-1559325818773000.

36. Değirmenci E, Tekin S, Tümkaya F, Erdoğan Ç, Ardiç FN, Kara CO, et al. Local Sympathetic System Dysfunction in Patients with Acute Allergic Rhinitis; an Electrophysiological study of Local Sympathetic Skin Responses Test. *Turkish J Immunol*. 2018;6(3):104-7.

37. Gautam S, Kumar M, Kumar U, Dada R. Effect of an 8-Week Yoga-Based Lifestyle Intervention on Psycho-Neuro-Immune Axis, Disease Activity, and Perceived Quality of Life in Rheumatoid Arthritis Patients: A Randomized Controlled Trial. *Front Psychol*. 2020;11:2259.

38. Nair S. Nasal Breathing Exercise and its Effect on Symptoms of Allergic Rhinitis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012;64(2):172-6

Tabel 2. Hasil Telaah Literatur

Judul	Peneliti (Tahun)	Desain Studi/ Sampel	Hasil
<i>Effects of aerobic exercise and vitamin C supplementation on rhinitis symptoms in allergic rhinitis patients</i>	Tongtako W, Klaewsongkram J, Mickleborough TD, Suksom D (2018)	Randomized control trial/ 27 RA persisten berusia 18-45 tahun (CON; n=8, EX; n=9, EX+VitC; n=10)	Setelah pemberian intervensi olahraga dengan treadmill dengan intensitas 65-70% heart rate reserve selama 8 minggu didapatkan peningkatan VO2max (p=0,004) dibandingkan dengan grup CON. Selain itu, pada grup EX juga didapatkan penurunan gejala, seperti hidung tersumbat (p=0,015), bersin (p=0,013) dan rinore (p=0,012) dari skor TNSS 2 menjadi 1, serta skor gatal dari 3 menjadi 1 (p=0,009) Sementara itu, skor gejala total mengalami penurunan dari 8 menjadi 5 (p=0,001). Setelah uji provokasi, gejala pada grup perlakuan mengalami penurunan (p=0,001). <i>Post-test</i> pada grup perlakuan menunjukkan peningkatan PNIF (p=0,001) dan penurunan NBF (p=0,002) dibandingkan <i>pre-test</i> . Setelah intervensi, grup perlakuan memiliki kadar IL-2 yang lebih tinggi (p=0,024) dan IL-4 yang lebih rendah (p=0,001) dibandingkan hasil <i>pre-test</i> . ¹⁵
<i>Effect of Hatha yoga training on rhinitis</i>	Chanta A, Klaewsongkram J, Mickleborough, TD,	Randomized control trial/ 27 RA persisten berusia 18-	Setelah intervensi Hatha yoga selama 8 minggu, kelompok YOG mengalami penurunan gejala, seperti

<i>symptoms and cytokines in allergic rhinitis patients</i>	Tongtako, W (2019)	45 tahun (CON; n=14, YOG; n=13)	hidung tersumbat dari 2,38±0,50 menjadi 1,07±0,86 (p=0,001), gatal dari 2,23 ±0,44 menjadi 1,23±0,44 (p=0,000), bersin dari 2,23±0,60 menjadi 1,55±0,69 (p=0,003), rinore dari 2,46±0,51 menjadi 1,23±0,73 (p=0,003), dan gejala total dari 9,31±1,25 menjadi 4,69±1,43 (p=0,000) dibandingkan <i>pre-test</i> dan CON. Selain itu, didapatkan juga peningkatan PNIF (p=0,001; p=0,03) dan penurunan NBF (p=0,000; p=0,001). Kelompok YOG mengalami peningkatan IL-2 dibandingkan <i>pre-test</i> dan kelompok CON (p=0,024; p=0,019). ¹⁶
<i>Impact of Hatha Yoga on the Airway Resistances in Healthy Individuals and Allergic Rhinitis Patients</i>	Chellaa R, Soumya MS, Inbaraj G, Nayar R, Saidha PK, Menezes VH, et al (2019)	<i>Prospective non blinded study</i> /51 sehat dan 51 RA berusia 18-50 tahun.	<i>Total Nasal Airflow Resistance</i> pada 51 peserta dengan RA sebesar 0,24 Pa/cm ³ /s sebelum yoga dan 0,19 Pa/cm ³ /s setelah yoga pada 150 Pa (p<0,05). FVC sebelum dan sesudah yoga berurutan 2,59 dan 2,79, FEV1 1,73 sebelum yoga dan 2,11 setelah yoga (p<0,01). Selain itu, skor kuesioner SNOT sebesar 14,68 sebelum perlakuan dan 12,17 setelah perlakuan (p<0,001). ¹⁷
<i>Winter Exercise and Speleotherapy for Allergy and Asthma: A Randomized Controlled Clinical Trial</i>	Freidl J, Huber D, Braunschmid H, Tomodow C, Pichler C, Weisböck-Erdheim R, et al (2020)	<i>Randomized control trial</i> /63 RA dan/atau asma berusia 18-55 (kontrol; n=23, olahraga musim dingin; n=18, dan speleoterapi; n=23)	Tidak ada efek yang signifikan dari intervensi terhadap FeNO. Namun, efek terapi relatif menunjukkan olahraga menurunkan FeNO. Olahraga juga memiliki efek waktu signifikan terhadap FEV1/FVC(%). Efek waktu dan interaksi jangka pendek terhadap FeNO secara signifikan didapatkan dari olahraga. Uji ANOVA dari nilai total <i>RhinAsthma</i> QOL menunjukkan efek waktu yang signifikan dan didapatkan perbaikan gejala pada kelompok olahraga. Selain itu, olahraga memiliki efek waktu yang signifikan terhadap jumlah eosinofil nasal dan waktu klirens mukosiliar. Efek terapi relatif menunjukkan penurunan jumlah sel darah putih. ¹⁸
<i>Winter Exercise Reduces Allergic Airway Inflammation: A Randomized Controlled Study</i>	Prosegger J, Huber D, Grafetstatter C, Pichler C, Braunschmid H, Weisböck-Erdheim R, et al (2019)	<i>Randomized control trial</i> /63 RA dan/atau asma berusia 18-55 (kontrol; n=23, olahraga musim dingin; n=18, dan speleoterapi; n=23)	Grup olahraga mengalami penurunan FeNO jangka pendek (p=0,008) dan tidak ada hasil signifikan untuk uji spirometri. Uji ANOVA dari nilai total kuesioner <i>RhinAsthma</i> versi Jerman menunjukkan efek waktu yang signifikan. Selain itu, didapatkan juga perubahan yang signifikan terhadap jumlah eosinofil hidung (p=0,021). Efek terapi dan interaksi yang bermakna juga didapatkan pada hitung sel darah putih (p=0,007; p=0,004). Analisis hasil 6MWT menunjukkan efek waktu yang signifikan (p=0,009). Terdapat juga efek waktu dan interaksi yang signifikan pada VAS untuk gejala alergi (p=0,002; p<0,001) dan <i>post-hoc test</i> menunjukkan efek interaksi signifikan pada hari ke-10 (p=0,005) dan hari ke-60 (p<0,001). ¹⁹
<i>Effectiveness of selected Yoga postures and procedures for improvement in pulmonary functions in 8-14 year old children of Nasobronchial allergy</i>	Gupta M, Jit S, Kaur P (2017)	<i>Randomized controlled trial</i> /150 anak berusia 8-14 tahun dengan alergi nasobronkial (kontrol; n=75 dan intervensi; n=75), terbagi dalam Grup I: hanya rinitis alergi Grup II: hanya asma bronkial Grup III: rinitis alergi dan asma bronkial	Grup dengan intervensi yoga selama enam minggu signifikan meningkatkan fungsi paru, seperti FVC, FEV1, dan MVV (p=0,001). ²⁰

<i>Responses of Six-Weeks Aquatic Exercise on the Autonomic Nervous System, Peak Nasal Inspiratory Flow and Lung Functions in Young Adults with Allergic Rhinitis</i>	Janyacharoen T, Kunbootsri N, Arayawichanon P, Chainansamit S, Sawanyawisuth K (2015)	<i>Randomized controlled trial</i> /25 RA berusia 18-30 tahun (kontrol; n=13 dan akuatik; n=12) dengan terapi antihistamin	Terdapat perubahan signifikan pada variabilitas denyut nadi, berupa peningkatan LF, penurunan HF dan peningkatan rasio LF/HF setelah intervensi selama 6 minggu baik pada kelompok kontrol maupun kelompok akuatik ($p < 0,05$). PNIF meningkat setelah intervensi selama 3 minggu dan 6 minggu pada kelompok akuatik, tetapi tidak ada perubahan pada kontrol ($p < 0,05$). Sementara itu, tidak ada perubahan yang signifikan terhadap fungsi paru setelah 6 minggu. ²¹
<i>The effect of acute exhaustive and moderate intensity exercises on nasal cytokine secretion and clinical symptoms in allergic rhinitis patients</i>	Tongtako W, Klaewsongkram J, Jaronsukwimal N, Buranapraditkun S, Mickleborough TD, Suksom D (2012)	<i>Experimental study</i> /27 subjek berusia 18-45 tahun (sehat; n=14 dan RA persisten; n=13)	Setelah olahraga intensitas berat (<i>treadmill</i> dengan intensitas ditingkatkan hingga individu mengalami kelelahan) dan sedang (<i>treadmill</i> dengan intensitas 65-70% <i>heart rate reserve</i> selama 30 menit), semua gejala rinitis mengalami penurunan yang signifikan ($p < 0,05$) dari 7,60 ke 1,23 dan 6,46 ke 0,53, secara berurutan. Persentase perubahan kadar IL-2, IL-4, IL-13, dan TNF- α setelah olahraga berat pada kelompok sehat/rinitis adalah 21,13:35,25; -2,31:-2,46, 0,15:1,49; dan -16,21:-15,42, secara berurutan. Sementara itu setelah olahraga sedang rasio perbedaan sebesar 35,25:58,36; -40,67:-11,74; -1,76:-1,29; dan -28,7:-27,23, secara berurutan. ²²
<i>The Effect of Cervical Muscle Exercise on Respiratory Gas in Allergic Rhinitis</i>	Han D, Ha M, Son Y (2011)	<i>Randomized control trial</i> /18 RA (kontrol; n=9 berusia 20,22 \pm 1,39 tahun dan intervensi; n=9 berusia 21 \pm 1,65 tahun)	Setelah olahraga peregangan <i>M. sternocleidomastoidei</i> dan <i>M. scalenus</i> serta penguatan <i>M. trapezius</i> dan <i>suboccipitalis</i> 10 kali sehari untuk 5 kali seminggu, kelompok kontrol mengalami peningkatan VE ($p < 0,05$), sementara parameter pemapasan yang lain tidak mengalami perubahan. Namun, kelompok intervensi mengalami peningkatan volume tidal, VO ₂ , VCO ₂ , VE, BF, dan HR yang signifikan setelah intervensi ($p < 0,05$). ²³
<i>Exercise Induced Changes in Spirometry and Impulse Oscillometry Measurements in Persistent Allergic Rhinitis</i>	Arshi S, Nabavi M, Babaie D, Bahrami A, Ghalehbaghi B (2012)	<i>Experimental study</i> /98 RA persisten berusia 12-44 tahun.	Setelah olahraga menggunakan <i>treadmill</i> hingga denyut nadi mencapai 80-90% denyut nadi maksimal, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada fungsi paru sebelum dan sesudah olahraga kecuali FEV ₁ /FVC% pada spirometri yang mana menunjukkan peningkatan setelah olahraga ($p = 0,01$) dan juga penurunan frekuensi resonansi ($p = 0,02$). ²⁴
<i>The effects of physical exercise and smoking habits on the expression of SPLUNC1 in nasal lavage fluids from allergic rhinitis subjects</i>	Irander K, Borres MP, Ghafouri B (2014)	<i>Experimental study</i> /39 orang berusia 18 tahun (RA persisten; n=18, RA intermiten n=8, dan sehat; n=13)	Setelah menggunakan <i>treadmill</i> selama 6 menit orang berusia 18 tahun (RA (denyut nadi ≥ 160 kali/menit), volume rongga hidung meningkat $2,1 \pm 1,4$ cm ³ . ²⁵

RA Rinitis Alergi, CON control group, EX exercise group, EX+VitC exercise and vitamin C supplementation group, VO₂max maximum volume of oxygen uptake, TNSS Total Nasal Symptom Score, PNIF Peak Nasal Inspiratory Flow, NBF Nasal Blood Flow, YOG yoga group, FVC Forced Vital Capacity, FEV₁ Forced Expiratory Volume in 1 second, SNOT Sinonasal Outcome Test, FeNO Fractional Exhaled Nitric Oxide, ANOVA Analysis of Variance, QOL Quality of Life, 6MWT 6-Minute Walk Test, VAS Visual Analogue Scale, MVV Maximum Voluntary Ventilation, LF low frequency, HF high frequency, TNF- α Tumor Necrosis Factor- α , VE minute ventilation, VO₂ volume of oxygen uptake, VCO₂ volume of exhaled carbon dioxide, BF breathing frequency, HR heart rate