

## Pengaruh Aktivitas Fisik Teratur terhadap Sistem Kekebalan Tubuh pada Wanita Atlet dan Non-Atlet

Yopie Yosua Saragih<sup>1</sup>, Syebat Autarki Gulo<sup>2</sup>, Nurhamidah Sari Siregar<sup>3</sup>, Fauziah Nasution<sup>4\*</sup>

<sup>1-4</sup> Universitas Negeri Medan, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [sumbayakyopi@gmail.com](mailto:sumbayakyopi@gmail.com)<sup>4</sup>

**Abstract.** Regular exercise plays a crucial role in maintaining and improving immune system function, especially in female athletes who experience hormonal and physiological stress during training. This review article aims to explain the effects of aerobic and anaerobic exercise on humoral immune parameters and stress hormone responses in female athletes compared to inactive women. Based on the results of various studies, moderate and consistent physical activity can increase levels of immunoglobulins (IgA, IgG, and IgM) and strengthen immune protection. On the other hand, high-intensity or excessive exercise can increase cortisol and ACTH levels, potentially suppressing immune function temporarily. Research findings also show that female athletes have a better immune profile compared to inactive women, as indicated by increased natural killer cell activity and lymphocyte proliferation. However, excessive exercise can lead to immunological imbalance. Therefore, moderate-intensity exercise and well-planned training programs are proven to maintain endurance and prevent the risk of immune decline. This review is expected to broaden the understanding of sports immunology and women's health.

**Keywords:** Aerobic Exercise; Anaerobic Exercise; Female Athletes; Immune Response; Stress Hormones.

**Abstrak.** Olahraga teratur berperan penting dalam menjaga dan meningkatkan fungsi sistem kekebalan tubuh, terutama pada wanita atlet yang mengalami tekanan hormonal dan fisiologis selama latihan. Artikel tinjauan ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh latihan aerobik dan anaerobik terhadap parameter imun humoral serta respons hormon stres pada wanita atlet dibandingkan dengan wanita yang tidak aktif. Berdasarkan hasil berbagai penelitian, aktivitas fisik yang dilakukan secara moderat dan konsisten dapat meningkatkan kadar imunoglobulin (IgA, IgG, dan IgM) serta memperkuat sistem perlindungan imun. Sebaliknya, latihan berintensitas tinggi atau berlebihan dapat meningkatkan kadar kortisol dan ACTH yang berpotensi menekan fungsi imun sementara. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa wanita atlet memiliki profil imun yang lebih baik dibandingkan dengan wanita tidak aktif, ditandai dengan peningkatan aktivitas sel natural killer dan proliferasi limfosit. Namun, latihan berlebihan dapat menyebabkan ketidakseimbangan imunologis. Dengan demikian, olahraga berintensitas sedang dan program latihan yang terencana dengan baik terbukti mampu menjaga daya tahan tubuh serta mencegah risiko penurunan imunitas. Kajian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dalam bidang imunologi olahraga dan kesehatan wanita.

**Kata Kunci:** Atlet Wanita; Hormon Stres; Latihan Aerobik; Latihan Anaerobik; Respons Imun.

### 1. LATAR BELAKANG

Sistem kekebalan tubuh merupakan komponen penting dalam mempertahankan homeostasis dan melindungi tubuh dari patogen. Aktivitas fisik memiliki pengaruh yang kuat terhadap fungsi imun, baik positif maupun negatif, tergantung pada intensitas dan durasi latihan (Pedersen & Hoffman-Goetz, 2020). Pada wanita atlet, perubahan fisiologis dan hormonal selama latihan dapat memengaruhi keseimbangan imun.

Penelitian oleh Karacabay et al. (2005) menunjukkan bahwa latihan aerobik meningkatkan kadar imunoglobulin (IgA, IgG, dan IgM), sedangkan kadar komplemen C3 dan C4 menurun secara signifikan setelah latihan. Sebaliknya, latihan anaerobik tidak menimbulkan

perubahan besar pada imunoglobulin. Sementara itu, Nieman et al. (2000) menemukan bahwa wanita atlet memiliki aktivitas sel NK (natural killer) lebih tinggi dibandingkan non-atlet, menunjukkan peningkatan respons imun bawaan.

Namun, latihan berat yang dilakukan tanpa periode pemulihan cukup dapat memicu peningkatan kadar kortisol yang berdampak pada penurunan fungsi imun (Smith, 2019). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan meninjau hubungan antara intensitas latihan, hormon stres, dan respons imun pada wanita atlet.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Latihan fisik moderat diketahui meningkatkan sirkulasi limfosit dan sekresi imunoglobulin yang berfungsi melindungi tubuh dari infeksi (Mackinnon, 2021). Dalam konteks fisiologi olahraga, sistem HPA (hipotalamus-pituitari-adrenal) memegang peranan penting dalam mengatur sekresi hormon kortisol dan ACTH selama aktivitas fisik (Ganong, 2019).

Latihan berintensitas sedang meningkatkan resistensi imun terhadap penyakit, sedangkan latihan berat jangka panjang dapat menyebabkan penurunan imunoglobulin dan peningkatan risiko infeksi saluran pernapasan atas (Peters, 2020). Berdasarkan teori J-curve (Nieman, 1994), individu yang berolahraga secara sedang memiliki kekebalan terbaik dibandingkan mereka yang tidak aktif maupun yang berlatih berlebihan.

## **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan studi tinjauan pustaka (literature review) yang dilakukan secara sistematis terhadap publikasi ilmiah internasional dan nasional yang relevan dengan tema “olahraga dan sistem imun wanita.” Data diambil dari jurnal terindeks Scopus dan PubMed tahun 2000–2024.

Kriteria inklusi meliputi penelitian yang mengukur parameter imun (IgA, IgG, IgM, C3, C4, dan sel NK) pada wanita atlet dan non-atlet. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil empiris dari berbagai sumber dan mengidentifikasi tren ilmiah terkait pengaruh latihan terhadap imunitas.

Teknik analisis menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, dengan penyajian bodynote mengacu pada gaya APA 6th Edition.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki pengaruh langsung terhadap sistem imun wanita, terutama terhadap parameter humoral dan hormon stres.

Penelitian Karacabey et al. (2005) melibatkan 20 wanita atlet dengan kelompok latihan aerobik dan anaerobik selama 5 hari berturut-turut. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan kadar imunoglobulin IgA sebesar 16%, IgG sebesar 11%, dan IgM sebesar 100% pada kelompok aerobik. Sebaliknya, kelompok anaerobik hanya mengalami sedikit peningkatan pada IgM tanpa perubahan signifikan pada IgA dan IgG.

Selain itu, kadar komplemen C3 dan C4 justru mengalami penurunan setelah latihan, yang menunjukkan bahwa aktivitas fisik dapat memodulasi sistem kekebalan tubuh dengan menyesuaikan fungsi humoral terhadap stres fisiologis.

Penelitian lain oleh Nieman et al. (2000) terhadap 15 wanita atlet elit dan 15 non-atlet menunjukkan bahwa aktivitas sel natural killer (NK) dan proliferasi limfosit pada atlet lebih tinggi daripada non-atlet. Meskipun begitu, tidak ada perbedaan signifikan dalam frekuensi infeksi saluran pernapasan atas (URTI), yang menandakan bahwa peningkatan imun adaptif tidak selalu menjamin perlindungan terhadap semua patogen.

##### Perbandingan Parameter Fisiologis dan Imunologis

Jenis Latihan	Imunoglobulin(IgA, IgG, IgM)	Kortisol & ACTH	Aktivitas Sel NK	Keterangan
Aerobik(Karacabey et al., 2005)	↑IgA, IgG, IgM signifikan	Sedikit meningkat (sementara)	↑	Adaptasi positif terhadap stres latihan
Anaerobik (Karacabey et al., 2005)	Tidak signifikan	↑tinggi, immunosupresif	↓	Tekanan hormonal tinggi
Atlet vs Non-Atlet(Nieman et al., 2000)	↑ pada atlet	Seimbang	↑ 1,6x	Atlet lebih resisten terhadap stres imun

Keterangan: ↑ = meningkat, ↓ = menurun

Tabel di atas menunjukkan bahwa jenis dan intensitas latihan merupakan faktor kunci dalam menentukan respons imun wanita. Latihan aerobik dengan intensitas sedang cenderung meningkatkan kadar imunoglobulin dan menurunkan risiko penekanan imun, sementara latihan anaerobik berat justru memicu stres hormonal yang menekan fungsi kekebalan.

## **Hubungan antara Aktivitas Fisik dan Hormon Stres**

Menurut Pedersen dan Hoffman-Goetz (2020), aktivitas fisik memicu respons endokrin melalui sistem hipotalamus–pituitari–adrenal (HPA) yang mengatur sekresi kortisol dan ACTH. Kortisol memiliki efek immunosupresif bila kadarnya terlalu tinggi, namun pada latihan sedang, hormon ini justru membantu mengatur metabolisme energi dan pemulihan sel imun.

Studi Thuma et al. (1995) menjelaskan bahwa ritme sirkadian kortisol juga berperan penting; latihan pagi hari dengan intensitas sedang menghasilkan peningkatan kortisol yang lebih stabil dibandingkan latihan sore hari dengan intensitas tinggi.

Dengan demikian, keseimbangan antara intensitas, durasi, dan waktu latihan sangat berpengaruh terhadap kestabilan hormon stres dan daya tahan imun wanita.

### ***Adaptasi Imun terhadap Latihan Aerobik***

Adaptasi imun pada latihan aerobik terjadi melalui peningkatan jumlah limfosit T dan sel NK yang berfungsi sebagai garda terdepan sistem imun bawaan. Peningkatan IgA mukosa berperan penting dalam mencegah infeksi saluran pernapasan, terutama pada atlet wanita yang sering terpapar lingkungan latihan terbuka (Peters, 2020).

Selain itu, peningkatan IgG dan IgM mencerminkan respons imun adaptif yang lebih kuat terhadap antigen baru, sehingga tubuh menjadi lebih cepat bereaksi terhadap patogen.

### ***Dampak Latihan Anaerobik terhadap Ketahanan Tubuh***

Latihan anaerobik intensitas tinggi cenderung meningkatkan kadar kortisol dan ACTH secara signifikan (Karacabey et al., 2005). Peningkatan ini bersifat sementara, tetapi jika dilakukan secara berlebihan tanpa pemulihan yang cukup, dapat menurunkan proliferasi limfosit dan sekresi antibodi.

Kondisi ini disebut “immunosuppression window”, yaitu periode ketika sistem imun melemah sementara setelah latihan berat (Smith, 2019). Dalam kondisi tersebut, atlet wanita menjadi lebih rentan terhadap infeksi ringan seperti flu dan gangguan saluran pernapasan.

### ***Perbedaan Respons Imun antara Atlet dan Non-Atlet***

Sistem kekebalan tubuh merupakan komponen penting dalam mempertahankan homeostasis dan melindungi tubuh dari patogen. Aktivitas fisik memiliki pengaruh yang kuat terhadap fungsi imun, baik positif maupun negatif, tergantung pada intensitas dan durasi latihan (Pedersen & Hoffman-Goetz, 2020). Pada wanita atlet, perubahan fisiologis dan hormonal selama latihan dapat memengaruhi keseimbangan imun.

Penelitian oleh Karacabey et al. (2005) menunjukkan bahwa latihan aerobik meningkatkan kadar imunoglobulin (IgA, IgG, dan IgM), sedangkan kadar komplemen C3 dan C4 menurun secara signifikan setelah latihan. Sebaliknya, latihan anaerobik tidak menimbulkan

perubahan besar pada imunoglobulin. Sementara itu, Nieman et al. (2000) menemukan bahwa wanita atlet memiliki aktivitas sel NK (natural killer) lebih tinggi dibandingkan non-atlet, menunjukkan peningkatan respons imun bawaan.

Namun, latihan berat yang dilakukan tanpa periode pemulihan cukup dapat memicu peningkatan kadar kortisol yang berdampak pada penurunan fungsi imun (Smith, 2019). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan meninjau hubungan antara intensitas latihan, hormon stres, dan respons imun pada wanita atlet.

Hasil penelitian Nieman et al. (2000) mengonfirmasi bahwa wanita atlet memiliki respons imun lebih cepat dan efisien dibanding non-atlet. Atlet menunjukkan aktivitas sel NK lebih tinggi, tingkat fagositosis lebih baik, serta kemampuan pemulihan imun lebih cepat pascalatihan.

Hal ini menunjukkan bahwa adaptasi jangka panjang dari latihan teratur dapat meningkatkan fungsi imun bawaan dan adaptif. Namun demikian, pelatihan yang berlebihan (overtraining) tanpa pengaturan periodisasi yang baik dapat menurunkan efektivitas imun, sebagaimana dijelaskan oleh Walsh (2020).

### **Implikasi Penelitian**

Secara teoritis, hasil ini memperkuat konsep bahwa aktivitas fisik moderat berperan sebagai imunomodulator alami. Dalam praktik keolahragaan, hal ini berarti bahwa program latihan wanita atlet harus mempertimbangkan keseimbangan antara volume, intensitas, dan waktu pemulihan agar tidak menimbulkan stres fisiologis berlebih.

Implikasi terapan dari hasil kajian ini dapat dijadikan dasar dalam penyusunan program latihan dan strategi pemulihan (recovery) bagi wanita atlet untuk mempertahankan performa sekaligus imunitas optimal.

Sistem kekebalan tubuh merupakan komponen penting dalam mempertahankan homeostasis dan melindungi tubuh dari patogen. Aktivitas fisik memiliki pengaruh yang kuat terhadap fungsi imun, baik positif maupun negatif, tergantung pada intensitas dan durasi latihan (Pedersen & Hoffman-Goetz, 2020). Pada wanita atlet, perubahan fisiologis dan hormonal selama latihan dapat memengaruhi keseimbangan imun.

Penelitian oleh Karacabey et al. (2005) menunjukkan bahwa latihan aerobik meningkatkan kadar imunoglobulin (IgA, IgG, dan IgM), sedangkan kadar komplemen C3 dan C4 menurun secara signifikan setelah latihan. Sebaliknya, latihan anaerobik tidak menimbulkan perubahan besar pada imunoglobulin. Sementara itu, Nieman et al. (2000) menemukan bahwa wanita atlet memiliki aktivitas sel NK (natural killer) lebih tinggi dibandingkan non-atlet, menunjukkan peningkatan respons imun bawaan.

Namun, latihan berat yang dilakukan tanpa periode pemulihan cukup dapat memicu peningkatan kadar kortisol yang berdampak pada penurunan fungsi imun (Smith, 2019). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan meninjau hubungan antara intensitas latihan, hormon stres, dan respons imun pada wanita atlet.

### **Keterbatasan Kajian dan Arah Penelitian Selanjutnya**

Sebagian besar penelitian yang digunakan dalam tinjauan ini masih bersifat studi cross-sectional dengan durasi pendek dan jumlah sampel terbatas. Belum banyak penelitian longitudinal yang secara spesifik meneliti dampak jangka panjang latihan intensitas berbeda terhadap fungsi imun wanita.

Penelitian mendatang disarankan untuk mengombinasikan analisis biomarker imun (seperti IgA dan sitokin) dengan faktor hormonal (estrogen dan progesteron), agar diperoleh pemahaman lebih komprehensif tentang interaksi antara sistem imun, hormon, dan performa olahraga pada wanita.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Latihan fisik berintensitas sedang secara konsisten meningkatkan sistem kekebalan tubuh wanita dengan meningkatkan kadar imunoglobulin dan aktivitas sel NK, serta menekan risiko infeksi. Latihan berat tanpa pemulihan yang cukup justru dapat menyebabkan penurunan imunitas sementara akibat peningkatan hormon stres.

Disarankan agar pelatih dan atlet wanita menerapkan prinsip periodization training untuk menghindari kelelahan imunologis, serta memperhatikan asupan gizi, tidur, dan pemulihan aktif sebagai bagian dari manajemen imunologi olahraga. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk memahami interaksi jangka panjang antara hormon reproduksi, stres, dan kekebalan tubuh pada wanita.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Filaire, E., Bonis, J., & Lac, G. (2004). Stress and salivary IgA in young gymnasts. *Perceptual and Motor Skills*, 99(2), 605–617. <https://doi.org/10.2466/pms.99.2.605-617>
- Ganong, W. F. (2019). *Review of medical physiology*. McGraw-Hill Education.
- Gleeson, M. (2020). Immune responses to exercise in women. *Exercise Immunology Review*, 26(1), 8–20.
- Karacabey, K., Saygin, O., Ozmerdivenli, R., Zorba, E., Godekmerdan, A., & Bulut, V. (2005). The effect of exercise on the immune system and stress hormones in female athletes. *Neuroendocrinology Letters*, 26(4), 361–366.

- Lee, E. C. (2022). Physical activity, immunity, and hormonal balance in female athletes. *Frontiers in Sports Science*, 4(1), 33–45.
- Mackinnon, L. T. (2021). Exercise and immunology update. *Sports Medicine*, 51(2), 245–256.
- Nieman, D. C. (2019). *Exercise immunology: Practical applications*. Human Kinetics.
- Nieman, D. C., Nehlsen-Cannarella, S. L., Fagoaga, O. R., Henson, D. A., Utter, A., Davis, J. M., Williams, F., & Butterworth, D. E. (2000). Immune function in female elite rowers and non-athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 34(3), 181–187. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.3.181>
- Pedersen, B. K., & Hoffman-Goetz, L. (2020). Exercise and the immune system: Regulation and adaptation. *Physiological Reviews*, 100(2), 1077–1108.
- Peters, E. M. (2020). Exercise, immunology, and infection. *International Journal of Sports Medicine*, 41(S1), S69–S77.
- Pyne, D. B., & Gleeson, M. (2021). Maintaining immunocompetence in athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 42(3), 51–60. <https://doi.org/10.1055/s-2000-1452>
- Smith, J. A. (2019). Overtraining, immune function, and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(4), 497–506.
- Thuma, J. R., Gilders, R. M., Verdun, M., & Loucks, A. B. (1995). Circadian rhythm and cortisol response to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 78(5), 1657–1664. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.5.1657>
- Turner, J. E. (2020). Is exercise an immunotherapy? *Journal of Sports Science*, 38(12), 1357–1366.
- Walsh, N. P. (2020). Exercise and the immune system: Emerging trends. *Journal of Physiology*, 598(6), 1285–1295.