



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah ukuran sederhana untuk menilai status gizi seseorang berdasarkan berat badan dan tinggi badan. IMT dihitung menggunakan rumus berat badan dalam kilogram (kg) dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (m²) (*World Health Organization* [WHO], 2000). Berdasarkan klasifikasi WHO, IMT dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu underweight (<18,5 kg/m²), normal (18,5–24,9 kg/m²), overweight (25–29,9 kg/m²), dan obesitas (≥30 kg/m²). Di Indonesia, terdapat modifikasi klasifikasi untuk populasi Asia, di mana overweight dimulai dari 23 kg/m², sedangkan obesitas dimulai dari 25 kg/m² (Parvaresh *et al.*, 2021).

IMT sering digunakan dalam penilaian kesehatan karena mudah dihitung dan tidak memerlukan peralatan canggih. Penggunaan IMT dapat memberikan gambaran umum tentang status gizi, risiko penyakit metabolik, dan keseimbangan antara massa otot dan lemak tubuh. Meski demikian, IMT memiliki keterbatasan karena tidak dapat membedakan antara massa lemak dan massa otot. Oleh karena itu, pada individu dengan massa otot tinggi seperti atlet, pengukuran IMT perlu dilengkapi dengan metode lain seperti pengukuran persentase lemak tubuh untuk memberikan hasil yang lebih akurat (Aqmain & Irsyada, 2018).

Dalam konteks olahraga, IMT menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi komposisi tubuh atlet. Atlet dengan IMT yang terlalu rendah atau

terlalu tinggi dapat mengalami penurunan performa fisik. IMT yang rendah sering dikaitkan dengan kekurangan nutrisi, yang dapat mengurangi massa otot dan energi cadangan tubuh. Sebaliknya, IMT yang tinggi, terutama akibat akumulasi jaringan lemak, dapat menghambat kapasitas kardiorespiratori dan menurunkan efisiensi metabolisme energi, sehingga memengaruhi daya tahan dan kinerja atlet (Indrayana and Yuliawan, 2019; Kurniawan *et al.*, 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa IMT juga berhubungan dengan kemampuan tubuh dalam aktivitas fisik yang intens. Orang dengan IMT yang lebih tinggi cenderung memiliki lebih banyak jaringan lemak dibandingkan jaringan otot, yang menyebabkan peningkatan beban metabolik saat melakukan aktivitas fisik. Hal ini berdampak pada menurunnya efisiensi oksigenasi jaringan, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kapasitas aerobik atau $VO_2\text{Max}$ (Arif, 2018).

Dalam program pelatihan atlet, pemantauan IMT dapat digunakan untuk menyesuaikan pola latihan dan kebutuhan nutrisi. Atlet dengan IMT yang ideal cenderung memiliki keseimbangan massa otot dan lemak tubuh yang optimal, yang penting untuk menunjang performa fisik dan mencegah cedera. Oleh karena itu, pengelolaan IMT tidak hanya menjadi bagian dari evaluasi rutin atlet, tetapi juga berkontribusi dalam perencanaan program pelatihan berbasis bukti untuk meningkatkan kebugaran dan performa mereka (Raditya Perdana Aryasatya *et al.*, 2024).

Dengan demikian, IMT tidak hanya berfungsi sebagai indikator status gizi, tetapi juga dapat menjadi alat penting dalam mengevaluasi kebugaran dan performa atlet. Hubungannya dengan $VO_2\text{Max}$ menjadi topik yang menarik untuk diteliti

lebih lanjut, khususnya pada populasi atlet dengan berbagai cabang olahraga, guna memahami lebih baik dampaknya terhadap kapasitas aerobik dan kinerja mereka.

2.2 VO_2Max (Kapasitas Oksigen Maksimal)

VO_2Max adalah volume oksigen maksimal yang dapat dikonsumsi, diangkut, dan digunakan oleh tubuh selama aktivitas fisik intens yang dilakukan hingga mencapai titik kelelahan. Parameter ini mencerminkan kapasitas maksimal sistem kardiorespiratori dan kemampuan metabolisme otot dalam menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi melalui proses aerobik (Indrayana & Yuliawan, 2019). Nilai VO_2Max umumnya diukur dalam satuan mililiter oksigen per kilogram berat badan per menit (ml/kg/menit) untuk mengakomodasi perbedaan ukuran tubuh.

VO_2Max menjadi salah satu indikator utama kebugaran kardiorespiratori dan kapasitas aerobik, terutama dalam olahraga yang memerlukan daya tahan tinggi. Semakin tinggi nilai VO_2Max , semakin baik kemampuan tubuh untuk mengangkat dan menggunakan oksigen selama aktivitas fisik. Nilai ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk usia, jenis kelamin, genetika, tingkat kebugaran, dan jenis olahraga yang dijalani individu (Supramaniyam *et al.*, 2015).

Pengukuran VO_2Max dapat dilakukan melalui dua metode utama, yaitu metode langsung di laboratorium dan metode tidak langsung di lapangan. Metode langsung, seperti tes treadmill yang dilengkapi analisis gas pernapasan, memberikan hasil yang sangat akurat tetapi memerlukan peralatan mahal dan tenaga ahli. Sebaliknya, metode tidak langsung, seperti tes Cooper 12 menit atau tes Balke, lebih praktis digunakan karena tidak memerlukan peralatan khusus,

meskipun hasilnya bersifat estimasi (Arif, 2018; Kurniawan *et al.*, 2024).

VO₂Max juga dipengaruhi oleh variabel lain yang terkait dengan komposisi tubuh. Penelitian menunjukkan bahwa individu dengan kadar lemak tubuh tinggi cenderung memiliki VO₂Max yang lebih rendah dibandingkan individu dengan massa otot yang proporsional. Hal ini disebabkan oleh jaringan lemak yang tidak aktif secara metabolik dan cenderung menghambat efisiensi kardiorespiratori. Sebaliknya, massa otot yang lebih besar memungkinkan metabolisme aerobik yang lebih efektif (Cohen-Cline *et al.*, 2016; Di *et al.*, 2016)

Dalam dunia olahraga, VO₂Max tidak hanya digunakan sebagai indikator kebugaran, tetapi juga sebagai alat evaluasi keberhasilan program pelatihan. Atlet dengan VO₂Max yang tinggi cenderung memiliki daya tahan yang lebih baik, yang sangat penting untuk mempertahankan performa dalam olahraga ketahanan seperti lari jarak jauh, sepak bola, atau renang. Dengan demikian, VO₂Max sering menjadi salah satu target utama dalam pelatihan atlet, khususnya melalui program latihan aerobik intensif yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas kardiorespiratori (Fitrianto, 2016; Indrayana and Yuliawan, 2019).

VO₂Max juga dapat digunakan untuk memprediksi batas kemampuan fisik seorang atlet. Pelatih dapat memanfaatkan data VO₂Max untuk menentukan intensitas latihan yang tepat, mengidentifikasi potensi atlet dalam cabang olahraga tertentu, dan memonitor perkembangan kebugaran selama periode pelatihan. Dengan demikian, pengukuran VO₂Max memiliki peran penting dalam mendukung perencanaan program pelatihan berbasis bukti (Indrayana and Yuliawan, 2019; Kurniawan *et al.*, 2024).

Pemahaman yang mendalam tentang $VO_2\text{Max}$ menjadi esensial, khususnya dalam konteks penelitian yang bertujuan mengeksplorasi hubungan antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan $VO_2\text{Max}$. Dengan menganalisis kedua variabel ini, penelitian dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan kebugaran atlet serta optimalisasi program pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan individu.

2.3 Cara Pemeriksaan $VO_2\text{Max}$ di Koni Jawa Timur

Tes Kebugaran Multitahap (Multistage Fitness Test/MFT), atau beep test, merupakan metode lapangan yang umum digunakan untuk menilai kapasitas aerobik maksimal ($VO_2\text{Max}$). Dalam tes ini, peserta berlari bolak-balik sejauh 20 meter dengan kecepatan yang meningkat secara bertahap, diatur melalui sinyal suara. Setiap level berlangsung sekitar satu menit dengan peningkatan kecepatan sebesar 0,5 km/jam. Peserta harus mencapai garis sebelum bunyi beep berikutnya; tes berlanjut hingga peserta tidak lagi mampu mengikuti ritme kecepatan (Oktaviani, 2024). Pelaksanaan dimulai dari garis start, peserta berlari ke garis seberang dan kembali sebelum beep berikutnya. Durasi antar beep akan semakin singkat di setiap level, memaksa peserta untuk terus meningkatkan kecepatan. Tes dihentikan jika peserta gagal mencapai garis tepat waktu sebanyak dua kali berturut-turut, yang menandakan kapasitas $VO_2\text{Max}$ telah tercapai (Rohmah & Hamdani, 2022; Ihsan, 2024).

Metode Multistage Fitness Test (MFT) memiliki sejumlah keunggulan, hanya memerlukan alat yang sederhana seperti meteran, pemutar audio, dan area terbuka. Kelebihan lainnya adalah kemampuannya untuk dilakukan secara serentak oleh

banyak peserta, sehingga sangat efisien untuk pengujian skala besar. MFT juga memiliki tingkat validitas yang cukup tinggi, dengan nilai koefisien validitas sebesar 0,88 pada orang dewasa dan 0,80 pada remaja, yang menjadikannya alat estimasi $VO_2\text{Max}$ yang andal dalam menilai kebugaran kardiorespirasi. Penggunaan MFT untuk mengukur $VO_2\text{Max}$ sangat bermanfaat dalam mengevaluasi dan memantau peningkatan kebugaran fisik secara berkala (Fitriyadi, 2018).

Sistem metabolisme energi juga berperan penting dalam menentukan kapasitas tubuh untuk melakukan aktivitas fisik. Tubuh menggunakan tiga jalur metabolisme utama untuk menghasilkan energi, yaitu sistem fosfagen, glikolisis anaerobik, dan metabolisme aerobik. Dalam olahraga ketahanan, seperti lari jarak jauh atau sepak bola, metabolisme aerobik mendominasi karena memberikan energi yang stabil dan efisien melalui oksidasi karbohidrat dan lemak. Sebaliknya, dalam olahraga intensitas tinggi seperti sprint atau angkat beban, tubuh lebih bergantung pada jalur metabolisme anaerobik untuk memenuhi kebutuhan energi yang cepat (Diószegi *et al.*, 2019).

Otot rangka merupakan komponen utama dalam gerakan fisik. Otot berkontraksi sebagai respons terhadap sinyal dari sistem saraf, yang dipicu oleh aktivitas fisik (Januareva, 2023). Otot yang terlatih memiliki kemampuan lebih baik untuk menggunakan oksigen, menyimpan glikogen, dan menahan kelelahan. Adaptasi fisiologis akibat latihan fisik, seperti peningkatan jumlah mitokondria, kapilarisasi otot, dan aktivitas enzim oksidatif, dapat meningkatkan efisiensi otot dalam menghasilkan energi. Hal ini secara langsung memengaruhi $VO_2\text{Max}$ dan

daya tahan tubuh atlet (Bassett, David R.; Howley, 2020).

Selain itu, respon hormonal juga memengaruhi kinerja atlet. Saat berolahraga, hormon seperti adrenalin, noradrenalin, dan kortisol dilepaskan untuk meningkatkan aliran darah, merangsang metabolisme energi, dan memobilisasi simpanan energi tubuh. Peningkatan hormon insulin dan sensitivitas insulin setelah olahraga juga membantu dalam pemulihan energi tubuh, terutama melalui pemulihan simpanan glikogen otot (Kaunang & Wangko, 2013).

Pemahaman fisiologis pada olahraga menjadi penting dalam konteks hubungan antara IMT dan $VO_2\text{Max}$. IMT yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengubah fungsi fisiologis tubuh, seperti efisiensi kardiorespiratori dan metabolisme energi. Sebagai contoh, individu dengan IMT tinggi cenderung memiliki jaringan lemak berlebih, yang dapat menghambat kerja otot pernapasan dan distribusi oksigen ke jaringan tubuh. Sebaliknya, IMT yang terlalu rendah dapat membatasi ketersediaan massa otot untuk menyimpan dan menghasilkan energi yang dibutuhkan selama aktivitas fisik (Arif, 2018; Chen & Tseng, 2015).

2.4 Hubungan IMT dengan $VO_2\text{Max}$

Indeks Massa Tubuh (IMT) dan $VO_2\text{Max}$ memiliki hubungan yang kompleks dan telah menjadi subjek penelitian di berbagai populasi, termasuk atlet. IMT, sebagai indikator status gizi dan komposisi tubuh, berpengaruh terhadap efisiensi metabolisme energi dan performa fisik. Sementara itu, $VO_2\text{Max}$ mencerminkan kapasitas maksimal tubuh dalam menggunakan oksigen, yang menjadi salah satu penentu kebugaran fisik (Arif, 2018; Kurniawan *et al.*, 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa IMT yang tinggi, terutama akibat tingginya massa lemak tubuh, dapat berdampak negatif pada $VO_2\text{Max}$. Penumpukan jaringan lemak meningkatkan beban metabolik tubuh tanpa memberikan kontribusi terhadap aktivitas fisik, sehingga menurunkan efisiensi kardiorespiratori. Jaringan lemak juga meningkatkan resistensi mekanis, yang dapat mengurangi kemampuan otot pernapasan dalam mendukung suplai oksigen selama latihan fisik berat (Muscella *et al.*, 2020).

Sebaliknya, IMT yang terlalu rendah sering kali dikaitkan dengan kurangnya massa otot. Massa otot yang tidak mencukupi dapat membatasi kapasitas tubuh untuk menghasilkan energi melalui metabolisme aerobik, sehingga memengaruhi $VO_2\text{Max}$. Oleh karena itu, nilai IMT yang ideal diperlukan untuk mendukung keseimbangan antara massa otot dan lemak tubuh guna menunjang performa fisik optimal (B. Liu *et al.*, 2021).

Beberapa penelitian telah menemukan korelasi negatif antara IMT dan $VO_2\text{Max}$. Studi di Kota Pasuruan melaporkan koefisien korelasi sebesar -0,252, yang menunjukkan bahwa peningkatan IMT dihubungkan dengan penurunan $VO_2\text{Max}$. Namun, korelasi ini termasuk dalam kategori lemah, dan hanya 6,4% dari variabilitas $VO_2\text{Max}$ dapat dijelaskan oleh IMT, sementara 93,6% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain seperti intensitas latihan dan genetika (B. Liu *et al.*, 2021; D. Liu *et al.*, 2013).

Di sisi lain, penelitian pada pemain sepak bola usia remaja menunjukkan hasil yang berbeda, di mana tidak ditemukan hubungan signifikan antara IMT dan $VO_2\text{Max}$. Studi ini menunjukkan bahwa intensitas latihan dan faktor lain seperti

jenis olahraga dapat lebih berperan dalam menentukan VO_2Max . Hal ini mengindikasikan bahwa hubungan antara IMT dan VO_2Max mungkin bersifat kontekstual dan dipengaruhi oleh karakteristik sampel yang diteliti (Reijnierse *et al.*, 2015).

IMT tidak sepenuhnya mencerminkan komposisi tubuh, terutama pada atlet dengan massa otot tinggi. Oleh karena itu, penelitian tentang hubungan antara IMT dan VO_2Max perlu mempertimbangkan variabel tambahan seperti persentase lemak tubuh dan massa otot. Pengukuran yang lebih spesifik dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang dampak komposisi tubuh terhadap kebugaran fisik (Kennedy *et al.*, 2008; Raditya Perdana Aryasatya *et al.*, 2024).

Dengan menganalisis hubungan antara IMT dan VO_2Max , penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam mengembangkan program pelatihan yang lebih terarah. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan kebugaran dan kesehatan atlet, khususnya di KONI Jawa Timur, sehingga mereka dapat mencapai performa optimal dalam kompetisi (Kurniawan *et al.*, 2024; Raditya Perdana Aryasatya *et al.*, 2024).

2.5 Hubungan IMT dan VO_2Max pada Atlet

Penelitian mengenai hubungan antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan VO_2Max memiliki signifikansi penting dalam konteks olahraga, terutama untuk mendukung peningkatan performa atlet. Dalam dunia olahraga, kebugaran fisik yang optimal menjadi salah satu penentu keberhasilan seorang atlet. IMT, yang merupakan indikator sederhana dari komposisi tubuh, dapat memengaruhi

kapasitas aerobik yang diukur melalui VO_2Max . Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan tersebut, terutama pada atlet dengan latar belakang olahraga yang beragam (Sheikh *et al.*, 2014).

VO_2Max merupakan indikator penting kebugaran kardiorespiratori, yang menggambarkan efisiensi tubuh dalam menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi selama aktivitas fisik intens. Nilai ini tidak hanya menjadi alat evaluasi kebugaran atlet, tetapi juga menjadi dasar bagi pelatih dalam merancang program pelatihan yang terarah. Dengan memahami pengaruh IMT terhadap VO_2Max , program pelatihan dapat disesuaikan untuk mengoptimalkan kondisi fisik atlet, terutama dalam cabang olahraga yang menuntut kapasitas daya tahan tinggi (Cohen-Cline *et al.*, 2016; Indrayana and Yuliawan, 2019).

Penelitian ini juga memiliki relevansi praktis dalam pengelolaan atlet di KONI Jawa Timur. Atlet yang berada di bawah naungan KONI Jawa Timur berasal dari berbagai cabang olahraga dengan tuntutan fisik yang beragam. Memahami hubungan antara IMT dan VO_2Max akan membantu pelatih dan tenaga medis dalam mengelola status gizi dan kebugaran atlet secara lebih holistik. Hal ini penting untuk memastikan bahwa atlet tidak hanya memiliki performa yang optimal, tetapi juga bebas dari risiko kesehatan akibat komposisi tubuh yang tidak ideal (Nevill *et al.*, 2010).

Selain manfaat praktis, penelitian ini juga memiliki kontribusi teoretis yang signifikan. Studi sebelumnya menunjukkan hasil yang bervariasi mengenai hubungan antara IMT dan VO_2Max , mulai dari korelasi negatif yang signifikan

hingga tidak adanya hubungan yang berarti. Ketidakkonsistenan ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode penelitian, karakteristik sampel, atau faktor eksternal lain seperti intensitas latihan. Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan pengetahuan tersebut dengan memberikan data berbasis populasi atlet di Indonesia, yang relatif kurang dieksplorasi dalam literatur global (Aqmain & Irsyada, 2018). Dari perspektif pengembangan ilmu keolahragaan, penelitian ini dapat menjadi pijakan untuk mengintegrasikan pendekatan berbasis bukti dalam pengelolaan atlet. Dengan data yang lebih komprehensif mengenai hubungan IMT dan $VO_2\text{Max}$, pelatih, ahli gizi, dan tenaga medis dapat bekerja sama untuk mengembangkan strategi pelatihan yang lebih efektif. Hal ini meliputi optimalisasi pola makan, penyesuaian intensitas latihan, hingga intervensi khusus untuk atlet dengan IMT yang terlalu tinggi atau terlalu rendah (Kurniawan *et al.*, 2024).

