

# MODUL

# GIZI OLAHRAGA



**PROGRAM STUDI GIZI | FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN**

---

CHICA RISKA ASHARI

LUTHFIANA NURKUSUMANINGTYAS

WIDYA ASIH LESTARI

RAHMATIKA NUR AINI

FILDZAH BADZLINA

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>i</b>
<b>BAB I KONSEP KEBUGARAN UNTUK KESEHATAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Pengertian Kebugaran .....	1
1.2 Komponen Kebugaran Jasmani .....	2
1.3 Hubungan Kebugaran dengan Kesehatan .....	4
1.4 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kebugaran .....	7
1.5 Manfaat Kebugaran Jangka Pendek dan Jangka Panjang .....	10
<b>BAB II AKTIVITAS FISIK UNTUK MENCAPAI KEBUGARAN OPTIMAL ..</b>	<b>11</b>
2.1 Pengertian Aktivitas Fisik .....	11
2.2 Klasifikasi Aktivitas Fisik .....	12
2.3 Prinsip Latihan (FITT-VP).....	14
2.4 Rekomendasi Aktivitas Fisik untuk berbagai Kelompok Usia .....	17
2.5 Risiko Kurang Aktivitas Fisik .....	20
<b>BAB III ASUPAN GIZI UNTUK MENCAPAI KEBUGARAN OPTIMAL ....</b>	<b>23</b>
3.1 Prinsip Gizi Seimbang dalam Olahraga .....	23
3.2 Peran Makronutrien dalam Kebugaran.....	23
3.3 Peran Mikronutrien dalam Kebugaran.....	27
3.4 Strategi Asupan Sebelum, Saat, dan Sesudah Latihan .....	29
3.5 Asupan Sebelum Latihan (Pre-Exercise Nutrition) .....	30
3.6 Asupan Saat Latihan ( <i>During Exercise Nutrition</i> ).....	31
<b>BAB IV PENILAIAN STATUS KEBUGARAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Tujuan dan Manfaat Penilaian Kebugaran .....	33
4.2 Pengukuran Kapasitas Kardiorespirasi .....	35
4.3 Pengukuran Kekuatan dan Daya Tahan Otot .....	38
4.4 Pengukuran Fleksibilitas .....	41
4.5 Pengukuran Komposisi Tubuh .....	41
<b>BAB V KONSEP ATLET DAN KEBUTUHAN GIZINYA.....</b>	<b>48</b>

5.1	Definisi Atlet.....	48
5.2	Karakteristik Kebutuhan Gizi Atlet .....	49
5.3	Faktor yang Memengaruhi Kebutuhan Energi Atlet.....	50
5.4	Gizi Atlet berdasarkan Jenis Olahraga .....	51
<b>BAB VI PENILAIAN STATUS GIZI ATLET .....</b>		<b>53</b>
6.1	Antropometri Atlet.....	53
6.2	Komposisi Tubuh Atlet .....	54
6.3	Pengukuran Hidrasi .....	55
6.4	Pemeriksaan Biokimia .....	56
6.5	Analisis Pola Makan Atlet.....	57
<b>BAB VII KARBOHIDRAT UNTUK PERFORMA.....</b>		<b>59</b>
7.1	Fungsi Karbohidrat dalam Olahraga.....	59
7.2	Kebutuhan Karbohidrat Atlet.....	59
7.3	Indeks Glikemik dan Performa .....	60
7.4	Strategi Karbo-Loading .....	61
7.5	Asupan Karbohidrat Sebelum, Selama, dan Sesudah Latihan .....	62
<b>BAB VIII PROTEIN UNTUK PERFORMA.....</b>		<b>64</b>
8.1	Peran Protein dalam Olahraga .....	64
8.2	Kebutuhan Protein Atlet Menurut Cabang Olahraga .....	65
8.3	Waktu Konsumsi Protein (Protein Timing).....	65
8.4	Sumber Protein Berkualitas Tinggi.....	66
8.5	Suplementasi Protein.....	67
<b>BAB IX LEMAK UNTUK PERFORMA.....</b>		<b>68</b>
9.1	Fungsi Lemak dalam Olahraga .....	68
9.2	Kebutuhan Lemak Bagi Atlet .....	69
9.3	Jenis Lemak dan Dampaknya Terhadap Performa .....	69
9.4	Ketogenic Diet dan Olahraga (Pro-Kontra) .....	71

<b>BAB X MIKRONUTRIEN UNTUK PERFORMA.....</b>	<b>73</b>
10.1 Mineral Penting (Zat Besi, Kalsium, Magnesium, Zinc) .....	73
10.2 Vitamin Penting (Vitamin B Kompleks, Vitamin D, E, C).....	75
10.3 Risiko Defisiensi pada Atlet.....	77
10.4 Rekomendasi Asupan.....	78
<b>BAB XI CAIRAN UNTUK PERFORMA .....</b>	<b>80</b>
11.1 Pentingnya Hidrasi.....	80
11.2 Mekanisme Kehilangan Cairan .....	81
11.3 Penilaian Status Hidrasi .....	81
11.4 Rekomendasi Hidrasi Sebelum, Selama, dan Sesudah Latihan .....	82
11.5 Minuman Olahraga (Sport Drink) .....	83
<b>BAB XII SUPLEMEN, ERGOGENIC AID, DAN DOPING.....</b>	<b>85</b>
12.1 Klasifikasi Ergogenic Aid .....	85
12.2 Suplemen yang Terbukti Efektif .....	86
12.3 Suplemen yang Tidak Direkomendasikan .....	88
12.4 Bahaya Doping .....	89
12.5 Regulasi Anti-Doping (WADA).....	90
<b>BAB XIII KEBUTUHAN GIZI ATLET DENGAN KONDISI KHUSUS .....</b>	<b>92</b>
13.1 Atlet remaja.....	92
13.2 Atlet Perempuan .....	93
13.3 Atlet vegetarian/vegan .....	93
13.4 Atlet dengan intoleransi makanan.....	94
13.5 Atlet cedera .....	94
<b>BAB XIV PERENCANAAN DAN PENGATURAN .....</b>	<b>95</b>
14.1 Prinsip Meal Planning Untuk Atlet.....	95
14.2 Penyusunan Menu Harian .....	96
14.3 Nutrisi Sebelum Pertandingan .....	96

14.4	Nutrisi Saat Pertandingan.....	97
14.5	Nutrisi Setelah Pertandingan.....	97
14.6	Studi Kasus Penyusunan Menu Atlet.....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>99</b>

# BAB I

## KONSEP KEBUGARAN UNTUK KESEHATAN

### 1.1 Pengertian Kebugaran

Kebugaran jasmani merupakan kemampuan menyeluruh tubuh untuk melakukan aktivitas fisik secara efisien tanpa mengalami kelelahan berlebihan, serta tetap memiliki cadangan energi untuk menjalankan aktivitas tambahan maupun menghadapi keadaan darurat. Menurut Bucher dan Prentice (1985), kebugaran mencerminkan kapasitas individu menjalankan tugas harian secara efektif, sedangkan WHO (2010) menekankan bahwa kebugaran memungkinkan seseorang beraktivitas dengan cukup energi dan tetap mampu menikmati waktu luang serta menghadapi stres fisik. ACSM (2018) mendefinisikan kebugaran sebagai seperangkat atribut fisiologis—meliputi daya tahan kardiorespirasi, kekuatan dan daya tahan otot, fleksibilitas, serta komposisi tubuh—yang terkait dengan kemampuan melakukan aktivitas fisik. Sejalan dengan itu, Jourkesh et al. (2011) memandang kebugaran sebagai kondisi fisiologis optimal yang menunjukkan keseimbangan antara kekuatan, daya tahan, fleksibilitas, dan kelincahan dalam mendukung performa tubuh. Dengan demikian, kebugaran dapat dipahami sebagai kondisi fisik yang prima dan seimbang, yang memungkinkan tubuh bekerja secara efektif, sehat, dan berdaya tahan tinggi.

Kebugaran sangat dipengaruhi oleh pola hidup, termasuk aktivitas fisik yang teratur, asupan gizi seimbang, kualitas istirahat, dan manajemen stres. Gizi berperan penting dalam menunjang kebugaran karena makanan memberikan energi untuk aktivitas fisik dan memperbaiki jaringan tubuh

setelah latihan. Tanpa asupan gizi yang memadai, tubuh tidak mampu mencapai performa optimal meskipun melakukan latihan secara teratur.

Secara umum, kebugaran dibagi menjadi:

a. Kebugaran untuk Kesehatan (*Health-related fitness*)

Berfokus pada faktor-faktor yang berhubungan langsung dengan kesehatan, seperti daya tahan jantung-paru, kekuatan dan ketahanan otot, kelenturan, serta komposisi tubuh.

b. Kebugaran untuk Keterampilan (*Skill-related fitness*)

Berhubungan dengan kemampuan fisik yang mendukung performa olahraga, seperti kecepatan, kelincahan, koordinasi, keseimbangan, kekuatan daya, dan reaksi.

## 1.2 Komponen Kebugaran Jasmani

Secara umum, komponen kebugaran dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu kebugaran yang berhubungan dengan kesehatan (health related fitness) dan kebugaran yang berhubungan dengan keterampilan (skill related fitness). Pada modul ini, fokus pembahasan diarahkan pada komponen kebugaran yang berkaitan dengan kesehatan, sementara aspek kebugaran yang terkait dengan kemampuan akan dibahas secara singkat pada bagian akhir.

### 1. *Health Related Fitness*

a. Daya Tahan Kardiorespirasi (*Cardiorespiratory Endurance*)

Kemampuan sistem jantung, paru-paru, dan pembuluh darah dalam mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh selama aktivitas fisik berkepanjangan. Latihan aerobik seperti *jogging*, berenang, atau bersepeda sangat efektif meningkatkan daya tahan ini.

**b. Kekuatan Otot (*Muscular Strength*)**

Kemampuan otot untuk menggerakkan tenaga maksimal dalam satu kali usaha. Kekuatan otot meningkat melalui latihan beban seperti angkat besi, *bodyweight training*, atau *resistance band*.

**c. Daya Tahan Otot (*Muscular Endurance*)**

Kemampuan otot untuk melakukan aktivitas berulang secara berkesinambungan tanpa cepat lelah. Contohnya *push-up* berulang, *plank*, dan *squat*.

**d. Fleksibilitas (*Flexibility*)**

Kemampuan sendi untuk bergerak secara optimal. Fleksibilitas meningkatkan efisiensi gerak dan mengurangi risiko cedera. Latihan seperti *stretching* dinamis, *yoga*, dan *pilates* sangat dianjurkan.

**e. Komposisi Tubuh (*Body Composition*)**

Proporsi relatif antara massa lemak dan massa bebas lemak (otot, tulang, cairan tubuh). Komposisi tubuh yang sehat biasanya ditandai dengan persentase lemak tubuh yang ideal sesuai usia dan jenis kelamin. Gizi olahraga memiliki peran besar dalam menjaga komposisi tubuh tetap sehat.

**2. Skill Related Fitness**

- a. **Agility (Kelincahan)** adalah kemampuan mengubah arah gerak tubuh dengan cepat dan tepat.
- b. **Balance (Keseimbangan)** adalah kemampuan mempertahankan posisi tubuh baik saat diam maupun bergerak.
- c. **Coordination (Koordinasi)** adalah kemampuan menggabungkan gerakan berbagai bagian tubuh secara efisien.

- d. Power adalah kombinasi kekuatan dan kecepatan untuk menghasilkan tenaga maksimal dalam waktu singkat.
- e. Reaction Time (Waktu Reaksi) adalah kecepatan tubuh dalam merespons rangsangan atau stimulus.
- f. Speed (Kecepatan) adalah kemampuan bergerak dari satu titik ke titik lain dalam waktu sesingkat mungkin.

### 1.3 Hubungan Kebugaran dengan Kesehatan

Kebugaran memiliki hubungan yang sangat erat dengan kesehatan fisik, mental, dan fungsi tubuh secara keseluruhan. Semakin baik tingkat kebugaran seseorang, semakin optimal pula kemampuan tubuhnya dalam menjalankan aktivitas sehari-hari, menjaga keseimbangan fisiologis, serta mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit. Hubungan antara kebugaran dan kesehatan dapat dilihat dari berbagai aspek, mulai dari fungsi jantung, metabolisme, kekuatan otot, hingga kesehatan mental. Oleh karena itu, kebugaran fisik tidak hanya menjadi kebutuhan bagi atlet, tetapi juga penting bagi semua orang untuk mencapai hidup yang sehat, produktif, dan berkualitas.

Berikut hubungan kebugaran dengan kesehatan dilihat dari beberapa sistem tubuh:

#### a. Kesehatan Jantung dan Pembuluh Darah (Kardiovaskular)

Kebugaran fisik terutama yang terkait dengan daya tahan kardiorespirasi sangat berpengaruh pada kesehatan jantung. Hubungan kebugaran dengan kesehatan jantung:

- Meningkatkan kemampuan jantung memompa darah lebih efisien.
- Menjaga elastisitas pembuluh darah dan memperbaiki aliran darah.

- Menurunkan risiko hipertensi, penyakit jantung koroner, dan stroke.
- Menurunkan kadar LDL (kolesterol jahat) dan meningkatkan HDL (kolesterol baik).
- Mengurangi risiko penyumbatan arteri akibat penumpukan lemak.

b. Kesehatan Sistem Pernapasan

Manfaat kebugaran terhadap sistem pernapasan, yaitu:

- Meningkatkan kapasitas vital paru-paru.
- Meningkatkan kemampuan tubuh menyerap oksigen.
- Mengurangi sesak napas saat aktivitas berat.
- Mendukung pernapasan lebih teratur dan kuat.

c. Kesehatan Metabolisme dan Pengaturan Gula Darah

Kebugaran fisik berperan besar dalam menjaga keseimbangan metabolisme. Pengaruhnya terhadap kesehatan metabolisme:

- Meningkatkan sensitivitas insulin sehingga mencegah diabetes tipe 2.
- Membantu tubuh memanfaatkan glukosa lebih efektif sebagai sumber energi.
- Meningkatkan laju metabolisme basal.
- Membantu penurunan dan pengelolaan berat badan.
- Mengurangi risiko obesitas dan sindrom metabolismik.

d. Sistem Muskuloskeletal (Otot dan Tulang)

Kebugaran sangat menentukan kekuatan otot dan kesehatan tulang.

Hubungan kebugaran dengan kesehatan otot dan tulang:

- Meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot.
- Memperbaiki postur tubuh dan stabilitas gerak.
- Mencegah osteoporosis melalui peningkatan kepadatan tulang.
- Mengurangi risiko cedera, terutama pada lansia.

- Meningkatkan fleksibilitas dan rentang gerak sendi.
- e. Sistem Kekebalan Tubuh (Imun)
- Kebugaran jasmani berkaitan dengan meningkatnya kemampuan tubuh melawan penyakit. Dampaknya terhadap sistem imun:
- Meningkatkan sirkulasi sel-sel imun melalui aliran darah yang lancar.
  - Membantu tubuh merespon infeksi lebih cepat.
  - Mengurangi tingkat peradangan dalam tubuh.
  - Meningkatkan kualitas tidur, yang sangat berpengaruh pada imun tubuh.
- f. Kesehatan Mental dan Emosional
- Kebugaran tidak hanya berdampak pada fisik, tetapi juga psikologis. Manfaatnya bagi kesehatan mental:
- Meningkatkan hormon endorfin, serotonin, dan dopamin yang membuat mood lebih baik.
  - Mengurangi stres, kecemasan, dan risiko depresi.
  - Meningkatkan rasa percaya diri dan citra tubuh positif.
  - Membantu fokus dan konsentrasi.
  - Mendukung tidur lebih nyenyak dan berkualitas.
- g. Kualitas Hidup dan Produktivitas
- Kebugaran yang baik mendukung aktivitas sehari-hari dan produktivitas kerja. Dampaknya pada kualitas hidup:
- Tubuh terasa lebih segar dan bertenaga.
  - Aktivitas tidak cepat membuat lelah.
  - Meningkatkan stamina dalam bekerja dan belajar.
  - Menurunkan risiko penyakit kronis sehingga lebih efisien dalam beraktivitas.

- Mendukung kemandirian pada usia lanjut.

## 1.4 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kebugaran

Kebugaran jasmani seseorang tidak hanya bergantung pada aktivitas fisik yang dilakukan, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Faktor-faktor ini dapat berasal dari dalam diri seseorang (internal) maupun dari lingkungan dan kebiasaan hidup sehari-hari (eksternal). Pemahaman mengenai faktor-faktor tersebut sangat penting agar individu dapat merancang program olahraga dan pola hidup yang sesuai untuk mencapai tingkat kebugaran yang optimal. Berikut penjelasan lengkap mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kebugaran.

### a. Faktor Internal

Faktor internal adalah kondisi yang berasal dari dalam tubuh seseorang dan sulit atau tidak dapat diubah dengan cepat. Namun, beberapa faktor tetap dapat dioptimalkan melalui latihan yang tepat

#### 1) Genetik

Genetik adalah faktor yang menentukan potensi dasar kebugaran seseorang. Gen berpengaruh pada:

- Bentuk tubuh (somatotype).
- Proporsi serat otot (otot cepat/*fast-twitch* dan lambat/*slow-twitch*).
- Kapasitas paru-paru dan jantung.
- Metabolisme tubuh.
- Kecepatan pemulihan pasca latihan.

#### 2) Usia

Usia memengaruhi kemampuan fisiologis tubuh.

- Kebugaran mencapai puncaknya pada usia 20–30 tahun.
  - Setelah usia tersebut, massa otot, kekuatan, dan kapasitas aerobik mulai menurun.
  - Fleksibilitas juga cenderung berkurang seiring bertambahnya usia.
  - Namun, latihan teratur tetap dapat memperlambat penurunan tersebut.
- 3) Jenis Kelamin
- Jenis kelamin memiliki pengaruh terhadap:
- Massa otot: laki-laki cenderung memiliki massa otot lebih besar.
  - Lemak tubuh: perempuan secara alami memiliki persentase lemak lebih tinggi.
  - Kapasitas  $VO_{2\text{max}}$  umumnya lebih tinggi pada laki-laki.
- 4) Kesehatan dan Kondisi Medis
- Status kesehatan sangat berpengaruh terhadap kemampuan berolahraga.
- Orang dengan penyakit jantung, asma, atau obesitas memiliki batasan dalam latihan tertentu.
  - Kondisi cedera juga membatasi beban latihan.
  - Nutrisi yang tidak seimbang menyebabkan kelelahan dan performa menurun.
- 5) Motivasi dan Psikologis
- Motivasi tinggi membuat seseorang konsisten berolahraga.
  - Stres dapat menurunkan performa dan energi tubuh.
  - Dukungan sosial (keluarga, teman) meningkatkan semangat olahraga

## b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal berasal dari luar diri seseorang dan lebih mudah dimodifikasi untuk meningkatkan kebugaran.

### 1) Aktivitas Fisik / Latihan

- Frekuensi latihan (berapa kali per minggu).
- Intensitas latihan (ringan, sedang, berat).
- Jenis latihan (aerobik, kekuatan, kelenturan).
- Durasi latihan (berapa lama setiap sesi).

### 2) Asupan Gizi

Gizi olahraga sangat berperan dalam menyediakan energi dan membantu pemulihan. Pengaruh pola makan terhadap kebugaran:

- Karbohidrat sebagai sumber energi utama latihan.
- Protein untuk memperbaiki & membangun massa otot.
- Lemak sehat sebagai cadangan energi jangka panjang.
- Vitamin dan mineral untuk proses metabolisme.
- Hidrasi menjaga kestabilan fungsi tubuh saat latihan.

### 3) Istirahat dan Tidur

- Kurang tidur menurunkan performa latihan.
- Tidur optimal (7–9 jam) mempercepat pemulihan otot.
- *Overtraining* tanpa istirahat menyebabkan cedera dan kelelahan.

### 4) Lingkungan

- Cuaca panas dapat menyebabkan dehidrasi.
- Kualitas udara jelek berdampak pada pernapasan.
- Fasilitas olahraga yang memadai memotivasi aktivitas fisik.

### 5) Gaya Hidup

Kebiasaan hidup sehari-hari sangat menentukan kebugaran.

- Merokok menurunkan kapasitas paru-paru.
- Alkohol berlebihan mengganggu metabolisme.
- Pola makan tidak teratur dan stres kronis mengurangi kualitas kebugaran
- Aktivitas sedentari (banyak duduk) menurunkan daya tahan tubuh.

## 1.5 Manfaat Kebugaran Jangka Pendek dan Jangka Panjang

### a. Manfaat Jangka Pendek

- 1) Meningkatkan energi harian sehingga tubuh terasa lebih segar.
- 2) Memperbaiki mood dan mengurangi stres melalui peningkatan hormon endorfin.
- 3) Meningkatkan kualitas tidur sehingga tubuh lebih cepat pulih.
- 4) Meningkatkan konsentrasi dan fungsi kognitif.
- 5) Membantu pengaturan nafsu makan, yang bermanfaat dalam program penurunan berat badan.

### b. Manfaat Jangka Panjang

- 1) Mencegah penyakit tidak menular seperti jantung, diabetes, dan hipertensi.
- 2) Menjaga berat badan ideal melalui kombinasi aktivitas fisik dan gizi seimbang.
- 3) Memperkuat tulang dan otot, sehingga mampu beraktivitas hingga usia lanjut.
- 4) Menurunkan risiko stres kronis dan depresi.
- 5) Memperpanjang usia harapan hidup karena organ berfungsi optimal.
- 6) Meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.

## BAB II

# AKTIVITAS FISIK UNTUK MENCAPAI KEBUGARAN OPTIMAL

### 2.1 Pengertian Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan seluruh bentuk gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka dan membutuhkan pengeluaran energi. Dengan kata lain, aktivitas fisik adalah segala bentuk gerakan yang membuat tubuh bekerja lebih keras dibandingkan saat istirahat. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2020) mendefinisikan aktivitas fisik sebagai setiap gerakan tubuh yang memerlukan energi dan diproduksi oleh otot rangka, termasuk kegiatan seperti berjalan, berlari, bekerja, melakukan aktivitas rumah tangga, hingga olahraga terstruktur. Aktivitas fisik tidak terbatas pada latihan olahraga saja, tetapi mencakup seluruh aktivitas harian yang meningkatkan denyut jantung, meningkatkan frekuensi pernapasan, serta menggerakkan sebagian besar kelompok otot.

Dalam konteks kebugaran jasmani dan kesehatan, aktivitas fisik memiliki peran penting sebagai salah satu determinan utama kualitas hidup seseorang. Menurut Caspersen, Powell, & Christenson (1985), aktivitas fisik terdiri dari tiga elemen utama: frekuensi, durasi, dan intensitas, yang menentukan tingkat pengeluaran energi seseorang. Aktivitas fisik juga dibedakan dari *exercise* atau latihan jasmani, yang lebih bersifat terencana, terstruktur, dan bertujuan meningkatkan kebugaran. Sementara itu, aktivitas fisik bersifat lebih luas dan dapat mencakup kegiatan sehari-hari seperti menyapu, naik tangga, berkebun, ataupun aktivitas pekerjaan.

Secara fisiologis, aktivitas fisik sangat diperlukan untuk menjaga fungsi tubuh tetap optimal. Gerakan tubuh yang teratur membantu

meningkatkan fungsi kardiovaskular, memperkuat otot dan tulang, memperbaiki metabolisme energi, serta meningkatkan kesehatan mental. Penelitian oleh Warburton, Nicol, & Bredin (2006) menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang cukup dapat menurunkan risiko penyakit kronis seperti diabetes tipe 2, hipertensi, obesitas, dan penyakit jantung. Selain itu, aktivitas fisik juga berperan dalam mengelola stres, memperbaiki kualitas tidur, serta meningkatkan konsentrasi.

## 2.2 Klasifikasi Aktivitas Fisik

Berdasarkan tingkat intensitasnya, aktivitas fisik dibagi menjadi aktivitas fisik ringan, sedang, dan berat. Aktifitas fisik ringan adalah berjalan santai dan peregangan. Aktivitas fisik sedang apabila melakukan kegiatan fisik sedang (menyapu, mengepel, dll) minimal lima hari atau lebih dengan durasi beraktivitas minimal 150 menit dalam satu minggu. Sedangkan aktivitas fisik berat adalah kegiatan yang terus menerus dilakukan minimal selama 10 menit sampai denyut nadi dan napas meningkat lebih dari biasanya, contohnya ialah menimba air, mendaki gunung, lari cepat, mehebang pohon, mencangkul, dll. Sedangkan (WHO, 2015).

Tabel 2.1 Contoh Klasifikasi Aktivitas Fisik Berdasarkan Intensitasnya

Aktivitas Sedang	Aktivitas Berat
Berjalan pada kecepatan sedang atau cepat 4,8 – 7,2 Km/jam, sebagai contoh: <ul style="list-style-type: none"><li>• Berjalan ke kelas, kantor, atau toko;</li><li>• Berjalan untuk rekreasi;</li></ul>	Berjalan dengan kecepatan 8 Km/jam atau lebih <ul style="list-style-type: none"><li>• Jogging atau berlari</li><li>• Pendakian gunung, panjat tebing</li><li>• Bersepeda roda dengan kecepatan tinggi</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berjalan menuruni tangga atau menuruni bukit</li> <li>• Bersepatu roda dengan kecepatan sedang</li> <li>• Bersepeda dengan kecepatan 5 sampai 9 pada permukaan datar atau sedikit tanjakan Sepeda stasioner menggunakan usaha sedang</li> <li>• Kalistenik ringan</li> <li>• Yoga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersepeda dengan kecepatan lebih dari 10 mph atau bersepeda pada tanjakan yang curam</li> <li>• Sepedastasioner menggunakan usaha berat</li> <li>• Kalistenik berupa push up, pull up. Karate, judo, tae kwon do, jujitsue</li> </ul>
---	--

Metode untuk menggambarkan aktivitas fisik adalah Metabolic Equivalent of task (MET). Jumlah oksigen yang dikonsumsi saat duduk dan istirahat dapat disebut satu MET. Aktivitas fisik diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan MET, yaitu sebagai berikut:

a. Aktivitas fisik ringan

Aktivitas fisik ringan diklasifikasikan apabila <3 METs dan tidak mengalami perubahan baik denyut nadi maupun laju pernapasan. Beberapa contoh aktivitas fisik ringan adalah berbelanja, membersihkan tempat tidur, dan berjalan ringan.

b. Aktivitas fisik sedang

Aktivitas fisik diklasifikasikan apabila Jumlah METs berkisar 3 atau tidak lebih dari 6, dan adanya peningkatan konsumsi dari oksigen yang lebih signifikan disbanding aktivitas fisik ringan. Beberapa contoh

aktivitas fisik sedang adalah berjalan cepat, menyapu, dan menari Santai.

c. Aktivitas fisik berat

Aktivitas fisik dapat dikatakan berat apabila Jumlah METs lebih dari 6. Dibutuhkan Jumlah oksigen yang banyak untuk aktivitas ini. Beberapa contoh aktivitas berat adalah berlari, berenang dan membawa beban berat.

### 2.3 Prinsip Latihan (FITT-VP)

Prinsip latihan merupakan pedoman dasar yang digunakan untuk merancang program latihan fisik yang efektif, aman, dan sesuai dengan tujuan seseorang. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah prinsip FITT-VP, yaitu singkatan dari Frequency, Intensity, Time, Type, Volume, dan Progression. Prinsip ini membantu memastikan bahwa setiap latihan dilakukan secara terukur, memberikan rangsangan yang tepat bagi tubuh, serta mendukung peningkatan kebugaran secara optimal. Dengan memahami prinsip FITT-VP, seseorang dapat melakukan aktivitas fisik secara lebih terstruktur sehingga manfaat latihan terhadap kebugaran, komposisi tubuh, dan kesehatan dapat tercapai secara maksimal.

a. Frekuency

Frekuensi latihan menunjukkan berapa kali seseorang melakukan latihan dalam seminggu. Menurut American College of Sports Medicine (ACSM, 2021), frekuensi latihan aerobik yang direkomendasikan adalah 3–5 kali per minggu, sedangkan latihan kekuatan dianjurkan 2–3 kali per minggu. Frekuensi memengaruhi adaptasi fisiologis tubuh, seperti peningkatan kapasitas jantung, paru-

paru, serta kekuatan dan daya tahan otot. Frekuensi latihan yang cukup memungkinkan tubuh menerima stimulus yang konsisten tanpa memberikan beban berlebihan.

b. Intensity

Intensitas merupakan seberapa berat latihan yang dilakukan, baik berdasarkan beban, kecepatan, denyut jantung, maupun persepsi individu terhadap rasa lelah (*Rate of Perceived Exertion*). Salah satu ukuran intensitas latihan yang umum digunakan adalah Maximum Heart Rate (MHR) atau denyut jantung maksimal, yang dihitung dengan rumus sederhana yaitu  $MHR = 220 - \text{umur}$ .

American College of Sports Medicine merekomendasikan latihan aerobik dilakukan pada intensitas 65–85% dari MHR untuk memperoleh manfaat kebugaran kardiorespiratori yang optimal. Sebagai contoh, seseorang berusia 19 tahun memiliki MHR sebesar 201 denyut per menit, sehingga intensitas latihan yang dianjurkan berkisar antara 131 hingga 181 denyut per menit. Dengan menjaga latihan dalam rentang tersebut, individu dapat mencapai peningkatan kebugaran secara aman dan efektif sesuai standar latihan yang telah ditetapkan.

c. Time

Durasi latihan adalah total waktu yang dihabiskan untuk latihan, biasanya diukur dalam menit. ACSM merekomendasikan orang dewasa melakukan aktivitas aerobik intensitas sedang selama 150–300 menit per minggu, atau aktivitas intensitas tinggi selama 75–150 menit per minggu. Dalam latihan kekuatan, durasi ditentukan oleh jumlah set dan repetisi yang dilakukan. Durasi latihan harus disesuaikan dengan kemampuan individu, tujuan latihan, serta tingkat kebugarannya.

Tabel 2.2 Durasi Latihan Menurut Intensitas

Intensity	Time	Keterangan
Low to moderate (walking, slow swimming)	45 – 60 minutes	Direkomendasikan bagi pemula
High	20 minutes	Higher level
Extremely high	5 – 10 minutes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko injury</li> <li>• Risiko discontinue</li> </ul>

d. Type

Jenis latihan merujuk pada bentuk atau kategori latihan yang dilakukan. Pemilihan jenis latihan harus disesuaikan dengan tujuan, misalnya peningkatan kebugaran kardiovaskular, kekuatan otot, fleksibilitas, atau komposisi tubuh. Jenis latihan aerobik meliputi berjalan cepat, berlari, bersepeda, atau berenang. Latihan kekuatan dapat dilakukan menggunakan beban bebas (dumbbell, barbell), resistance band, atau latihan berat badan (*bodyweight training*). Sementara itu, latihan fleksibilitas dapat berupa peregangan statis maupun dinamis.

e. Volume

Volume latihan mengacu pada total akumulasi latihan dan merupakan kombinasi dari frekuensi, intensitas, dan durasi. Pada latihan kekuatan, volume dapat dihitung melalui jumlah set  $\times$  repetisi  $\times$  beban yang digunakan. Volume yang lebih tinggi biasanya berkorelasi dengan peningkatan adaptasi fisiologis, namun harus disesuaikan agar

tidak menyebabkan *overtraining* atau cedera. Pada latihan aerobik, volume dihitung dalam bentuk total waktu atau jarak

f. **Progression**

Progresi adalah peningkatan bertahap pada frekuensi, intensitas, durasi, atau volume latihan. Untuk mencapai peningkatan kebugaran, tubuh membutuhkan stimulus latihan yang terus berkembang. Progresi harus dilakukan secara bertahap agar tubuh dapat beradaptasi tanpa menyebabkan cedera. Misalnya, seseorang yang baru mulai berolahraga dapat menambah durasi latihan 5–10 menit per minggu, atau meningkatkan beban angkat sebesar 2–5% setelah tubuh mulai terbiasa.

## 2.4 Rekomendasi Aktivitas Fisik untuk berbagai Kelompok Usia

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan pada setiap tahap kehidupan. Namun, kebutuhan dan kemampuan fisik setiap kelompok usia berbeda, sehingga rekomendasi aktivitas fisik harus disesuaikan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2020) dan American College of Sports Medicine (ACSM, 2021) memberikan pedoman aktivitas fisik yang dapat dijadikan acuan bagi anak-anak, remaja, orang dewasa, hingga lansia. Dengan mengikuti rekomendasi ini, setiap kelompok usia dapat memperoleh manfaat optimal dari aktivitas fisik, seperti peningkatan daya tahan kardiorespiratori, kekuatan otot, kesehatan tulang, serta pencegahan penyakit kronis.

a. **Anak-anak Usia 5–12 Tahun**

- Dianjurkan melakukan aktivitas fisik setidaknya 60 menit per hari.

- Aktivitas harus bersifat aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi.
  - Setidaknya 3 kali seminggu melakukan aktivitas intensitas tinggi (lari, lompat, permainan aktif).
  - Sertakan aktivitas untuk menguatkan otot dan tulang minimal 3 kali per minggu (melompat, memanjat, bermain bola).
  - Aktivitas sebaiknya berbentuk permainan agar menyenangkan dan mendorong kebiasaan aktif sejak dini.
- b. Remaja Usia 13–17 Tahun
- Rekomendasinya sama dengan anak-anak, yaitu minimal 60 menit aktivitas fisik per hari.
  - Sebagian besar aktivitas berupa latihan aerobik intensitas sedang hingga tinggi.
  - Kegiatan yang meningkatkan kekuatan dan ketahanan otot dilakukan setidaknya 3 hari per minggu.
  - Aktivitas fisik teratur membantu menjaga berat badan ideal, meningkatkan kesehatan mental, dan mencegah perilaku sedentari berlebihan.
- c. Dewasa Usia 18–64 Tahun
- Aktivitas fisik aerobik intensitas sedang selama 150–300 menit per minggu
  - Aktivitas intensitas tinggi selama 75–150 menit per minggu.
  - Latihan kekuatan (resistance training) minimal 2 kali per minggu, melibatkan otot besar tubuh.
  - Latihan fleksibilitas dan mobilitas dianjurkan dilakukan secara rutin untuk mengurangi kekakuan dan meningkatkan kualitas gerak.

- Aktivitas dapat berupa berjalan cepat, jogging, bersepeda, berenang, senam aerobik, ataupun latihan beban.

d. Lansia Usia 65 Tahun ke Atas

- Rekomendasinya sama dengan orang dewasa, yaitu 150–300 menit per minggu aktivitas aerobik intensitas sedang.
- Latihan kekuatan 2 atau lebih kali per minggu untuk mempertahankan massa otot.
- Sangat dianjurkan latihan keseimbangan setidaknya 3 kali per minggu untuk mencegah jatuh (mis. tai chi, berdiri satu kaki, latihan koordinasi).
- Latihan disesuaikan dengan kondisi kesehatan, menggunakan intensitas yang aman dan bertahap.
- Aktivitas dapat berupa jalan santai, bersepeda ringan, senam lansia, atau aktivitas sehari-hari seperti berkebun dan membersihkan rumah.

e. Wanita Hamil dan Pasca Melahirkan

- Aktivitas fisik moderat 150 menit per minggu.
- Latihan aman: jalan kaki, berenang, yoga prenatal, senam hamil.
- Hindari aktivitas dengan risiko jatuh atau tekanan berlebih pada perut.
- Konsultasikan dengan tenaga medis jika memiliki komplikasi kehamilan.

f. Orang dengan Penyakit Kronis (Obesitas, Diabetes, Hipertensi)

- Rekomendasi sama dengan dewasa, namun intensitas harus disesuaikan dengan kondisi medis.
- latihan kombinasi aerobik + kekuatan sangat dianjurkan karena terbukti meningkatkan kontrol gula darah dan tekanan darah.

- Aktivitas dilakukan secara bertahap, mulai intensitas ringan.

## 2.5 Risiko Kurang Aktivitas Fisik

Kurang aktivitas fisik merupakan salah satu faktor risiko utama berbagai penyakit tidak menular dan berkontribusi terhadap menurunnya kualitas hidup. Ketika tubuh tidak bergerak secara optimal, fungsi organ, kemampuan otot, serta sistem metabolisme mengalami penurunan yang berdampak pada kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang. Berikut adalah risiko-risiko utama akibat kurangnya aktivitas fisik:

### a. Risiko Fisiologis (Kesehatan Tubuh)

1. Peningkatan risiko penyakit jantung dan pembuluh darah.

Rendahnya aktivitas fisik menyebabkan penumpukan lemak, peningkatan tekanan darah, dan gangguan sirkulasi yang memicu penyakit jantung koroner serta stroke.

2. Obesitas dan peningkatan lemak tubuh.

Kurangnya pergerakan mengganggu keseimbangan energi, sehingga tubuh mudah menyimpan kalori sebagai lemak.

3. Penurunan sensitivitas insulin.

Individu lebih rentan mengalami diabetes melitus tipe 2 akibat ketidakmampuan tubuh menggunakan glukosa secara efektif.

4. Penurunan kekuatan dan massa otot (sarcopenia).

Otot menjadi lebih lemah, mudah lelah, dan fungsi fisik menurun.

5. Penurunan kepadatan tulang (osteopenia/osteoporosis).

Kurangnya tekanan mekanis pada tulang membuat proses pembentukan tulang menurun.

6. Gangguan metabolisme lemak.

Kadar kolesterol total, trigliserida, dan LDL cenderung meningkat.

## 7. Risiko kanker tertentu.

Aktivitas fisik rendah dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker kolon, payudara, dan endometrium.

## b. Risiko Psikologis dan Mental

### 1. Peningkatan stres, kecemasan, dan depresi.

Aktivitas fisik berperan dalam meningkatkan hormon endorfin; tanpa gerak cukup, regulasi emosi terganggu.

### 2. Penurunan kualitas tidur.

Tubuh yang kurang aktif sulit mencapai tidur nyenyak.

### 3. Rendahnya kepercayaan diri dan motivasi.

Kurangnya aktivitas menurunkan citra diri dan produktivitas.

## c. Risiko Fungsional

### 1. Menurunnya daya tahan kardiorespirasi.

Kapasitas paru dan jantung menurun sehingga mudah lelah saat melakukan aktivitas sehari-hari.

### 2. Koordinasi dan keseimbangan terganggu.

Kurangnya latihan membuat tubuh kurang stabil dan lebih rentan jatuh.

### 3. Menurunnya fleksibilitas.

Otot menjadi kaku dan rentan cedera ketika digunakan tiba-tiba.

### 4. Kolaborasi sistem tubuh menurun.

Sistem kardiovaskular, muskuloskeletal, dan saraf tidak bekerja optimal.

d. Risiko Jangka Panjang

1. Angka kesakitan meningkat.

Individu yang kurang bergerak lebih sering mengalami masalah kesehatan sejak usia muda hingga dewasa.

2. Memperpendek harapan hidup.

WHO menegaskan bahwa kurang aktivitas fisik menjadi salah satu penyebab kematian global yang dapat dicegah.

3. Meningkatkan beban ekonomi.

Masyarakat dan keluarga menanggung biaya perawatan medis akibat penyakit yang sebenarnya preventable

## BAB III

### ASUPAN GIZI UNTUK MENCAPAI KEBUGARAN OPTIMAL

#### 3.1 Prinsip Gizi Seimbang dalam Olahraga

Gizi seimbang dalam olahraga merupakan dasar penting untuk mendukung aktivitas fisik, mempertahankan stamina, serta memaksimalkan pemulihan tubuh. Prinsip gizi seimbang menekankan pemenuhan kebutuhan energi, makronutrien, mikronutrien, cairan, dan pola makan yang teratur sesuai jenis dan intensitas latihan. Atlet atau individu yang aktif secara fisik membutuhkan energi lebih besar dibandingkan individu yang tidak aktif, sehingga pola makan harus disesuaikan agar tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan energi. Dalam konteks olahraga, gizi seimbang bukan hanya menjaga kesehatan, tetapi juga meningkatkan performa kerja otot, memperbaiki adaptasi latihan, serta mencegah cedera dan kelelahan.

Selain itu, *konsep balance, variety, dan moderation* tetap relevan dalam dunia olahraga. *Balance* berarti mengonsumsi makanan sesuai kebutuhan energi dan zat gizi. *Variety* menekankan pentingnya variasi bahan pangan agar kebutuhan semua zat gizi terpenuhi. Sementara *moderation* mengingatkan agar konsumsi makanan tinggi gula, lemak jenuh, dan garam tetap dikontrol. Ketika ketiga prinsip ini diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, maka tubuh akan berada dalam kondisi optimal untuk menerima beban latihan, meningkatkan kebugaran, dan menjaga kesehatan jangka panjang.

#### 3.2 Peran Makronutrien dalam Kebugaran

Makronutrien terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam mendukung performa dan kebugaran tubuh.

a. Karbohidrat

Karbohidrat (KH) merupakan zat gizi sebagai sumber energi utama. Karbohidrat dapat ditemukan dalam bentuk glukosa (dalam darah) dan disimpan dalam bentuk glikogen (dalam jaringan otot dan hati). Persediaan glikogen otot dan glukosa darah sangat memengaruhi produksi energi saat atlet melakukan latihan dan pertandingan. Dibandingkan sumber energi lain, Karbohidrat akan lebih digunakan saat  $VO_{2\text{max}}$  melebihi 65%.

Jenis Karbohidrat yang dianjurkan adalah Karbohidrat yang mengandung serat (biji-bijian, polong-polongan, kacang-kacangan, buah-buahan, dan sayur-mayur). Sumber Karbohidrat yang sudah diolah (highly processed foods) kurang dianjurkan karena mengandung lebih banyak gula, lemak, dan/atau tambahan garam (Kemenkes RI, 2021a).

Gizi yang tepat dapat membantu menunda kelelahan, menjaga motivasi tetap tinggi dan mengurangi risiko cedera, sakit dan kelelahan. Konsumsi Karbohidrat sangat penting untuk ketahanan dan daya tahan tubuh atlet karena Karbohidrat menjaga otak dan sistem saraf berfungsi dengan baik, menjaga massa otot tanpa lemak, dan membantu metabolisme lemak (Sumbal, 2018).

Indeks Glikemik (IG) merupakan tingkatan bahan makanan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah. Semakin tinggi indeks glikemik, semakin cepat bahan makanan tersebut dapat meningkatkan kadar gula darah. Sebaliknya, semakin rendah indeks glikemik, semakin lama bahan makanan tersebut dapat meningkatkan kadar gula darah. Contoh bahan makanan dengan IG rendah, sedang, dan tinggi dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 Glikemik Bahan Makanan

GI Rendah (0-55)		GI Sedang (56-69)		GI Tinggi (70-100)	
Yogurt	14	Mangga	56	Semangka	72
Brokoli	15	Pisang	57	Nasi putih	72
Tomat	15	Kiwi	57	Kentang	75
Kacang	21	Es krim	61	Wafel	80
Susu <i>full-cream</i>	27	Madu	65	<i>Sport drinks</i>	95
Sereal gandum	31	Nanas	66	Glukosa	100
Susu skim	32	Donat	67	Roti tawar	100
Apel	38	Cola	67	<i>Pancake</i>	100
Wortel	39	Roti gandum	68		
Jeruk	44	Spageti	68		
Anggur	46				
Jagung	54				
Nasi cokelat	55				

### a. Protein

Protein sangat penting bagi tubuh atlet, terutama untuk pertumbuhan jaringan otot dan juga mendukung sistem imun tubuh. Pada atlet endurance dianjurkan mengonsumsi suplemen protein jenis BCAA (Branched-Chain Amino Acids) sebanyak 10–30 g/hari. Sumber energi atlet endurance yang awalnya merupakan glikogen kemudian berubah menjadi asam amino dari metabolisme otot. Kadar BCAA yang cukup pada tubuh dapat menunda rasa lelah dan mengurangi pegal-pegal pada otot. Asupan protein sesaat setelah latihan atau pertandingan dapat meningkatkan sintesis protein pada seluruh tubuh, hal ini dapat mendukung pembentukan otot pada tubuh atlet dan mengoptimalkan masa pemulihan atlet (Kemenkes RI, 2021a).

Tabel 3.2 Bahan Makanan Sumber Protein

Bahan Makanan	URT*	Berat (g)	Jumlah protein per porsi (g)
Dada ayam	1 ptg sdg	120	38,4
Ikan lele	1 ekor	80	14
Kacang hijau	5 sdm	50	12,5
Tempe	4 ptg sdg	100	10
Telur ayam	1 buah	55	7
Tahu	1 biji besar	110	5
Sari kedelai bubuk	2½ gelas	185	5

\*URT: Ukuran Rumah Tangga

### b. Lemak

Lemak adalah sumber energi yang penting bagi atlet karena lemak merupakan sumber energi utama saat atlet dalam keadaan istirahat atau sedang menjalankan aktivitas yang intensitasnya rendah sampai sedang. Lemak disimpan dalam tubuh pada jaringan adiposa dalam bentuk trigliserida. Semua jenis lemak kecuali kolesterol dapat digunakan sebagai energi. Kolesterol dalam jumlah yang tidak berlebih tetap diperlukan oleh tubuh untuk pembentukan hormon-hormon penting. Akan tetapi, asupan kolesterol yang berlebih dapat berisiko terjadinya aterosklerosis.

Makanan sumber lemak dapat dikonsumsi oleh atlet ketika atlet ingin menekan rasa lapar untuk beberapa jam ke depan karena lemak dapat memberikan rasa kenyang lebih lama dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Lemak jenis omega-3 sangat baik dimasukkan ke dalam diet atlet karena dapat mendukung pembentukan otot, perbaikan otot, mengurangi pegal otot, dan meningkatkan sistem imun terutama saat pemulihan. Rekomendasi jumlah konsumsinya adalah >3 g/hari. Hal ini

bisa didapatkan dari makanan tinggi omega-3 yang bisa dilihat pada Tabel 3.3. Apabila makanan tidak dapat memenuhi kebutuhan omega-3 sehari, atlet dapat mengonsumsi suplemen minyak ikan (fish oil) (Kemenkes RI, 2021a).

Tabel 3.3 Makanan Sumber Lemak Omega-3

Bahan Makanan	URT*	Berat (g)	Jumlah omega-3 per porsi (g)
Ikan lele	1 ekor sdg	100	13,6
Ikan salmon	1 ptg sdg	100	2,3
Ikan sarden	1 cup	149	2,2
Ikan teri	5 sdm	100	2,1
Kacang kedelai	10 sdm	100	1,4

\*URT: Ukuran Rumah Tangga

### 3.3 Peran Mikronutrien dalam Kebugaran

Mikronutrien, yang terdiri dari vitamin dan mineral, memiliki peran sangat penting dalam menjaga kebugaran tubuh, mendukung proses metabolisme energi, serta memastikan fungsi otot dan sistem saraf berjalan optimal selama aktivitas fisik. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, mikronutrien berperan sebagai kofaktor berbagai reaksi biokimia, membantu kerja enzim, meningkatkan sistem imun, serta memengaruhi performa latihan dan pemulihan pascaaktivitas. Kekurangan mikronutrien tertentu dapat menyebabkan penurunan stamina, cepat lelah, kram otot, imunitas menurun, bahkan meningkatkan risiko cedera. Oleh karena itu, pemenuhan mikronutrien yang adekuat sangat penting bagi individu aktif maupun atlet.

#### a. Vitamin

Vitamin membantu mengoptimalkan proses metabolisme energi serta mendukung pemeliharaan jaringan tubuh. Dalam konteks kebugaran, beberapa vitamin memiliki peran yang sangat menonjol:

- Vitamin B Kompleks (B1, B2, B3, B6, B12, folat)

Berfungsi dalam metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein menjadi energi. Atlet membutuhkan lebih banyak vitamin B karena meningkatnya proses metabolisme selama latihan. Kekurangan vitamin B dapat menyebabkan kelelahan, detak jantung meningkat, dan performa menurun.

- Vitamin C

Berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel otot dari kerusakan akibat aktivitas intensif. Vitamin C juga mendukung pembentukan kolagen, membantu pemulihan jaringan, dan meningkatkan daya tahan tubuh.

- Vitamin D

Penting untuk penyerapan kalsium serta kesehatan tulang. Vitamin D juga memengaruhi kekuatan otot dan fungsi sistem imun. Kekurangan vitamin D dapat meningkatkan risiko cedera tulang, nyeri otot, dan penurunan kekuatan.

- Vitamin E

Berperan sebagai antioksidan kuat yang melindungi sel otot dari stres oksidatif akibat latihan intensitas tinggi. Vitamin E membantu mengurangi peradangan dan mempercepat pemulihan.

## b. Mineral

Mineral memiliki fungsi vital dalam regulasi cairan, kontraksi otot, kekuatan tulang, dan transportasi oksigen. Untuk mendukung kebugaran, beberapa mineral sangat penting:

- **Zat Besi (Fe)**

Berperan dalam pembentukan hemoglobin dan mioglobin yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Atlet, terutama perempuan, sangat rentan mengalami defisiensi zat besi. Kekurangan zat besi menyebabkan anemia, mudah lelah, dan performa menurun signifikan.

- **Kalsium (Ca)**

Mendukung kontraksi otot, pembekuan darah, dan kesehatan tulang. Latihan fisik yang intens memerlukan kalsium yang cukup untuk mencegah kram otot dan risiko patah tulang. Kombinasi kalsium dan vitamin D penting untuk menjaga kekuatan tulang atlet.

- **Magnesium (Mg)**

Terlibat dalam lebih dari 300 reaksi enzim, termasuk produksi energi dan relaksasi otot. Kekurangan magnesium dapat menyebabkan kram, tremor, dan gangguan neuromuskular, terutama setelah latihan berat.

- **Kalium (K), Natrium (Na), dan Elektrolit Lainnya**

Berperan dalam keseimbangan cairan, tekanan darah, serta kontraksi otot. Saat berolahraga dan berkeringat, tubuh kehilangan elektrolit dalam jumlah besar. Kekurangan elektrolit dapat menyebabkan kram, kelelahan, gangguan irama jantung, dan penurunan performa

### **3.4 Strategi Asupan Sebelum, Saat, dan Sesudah Latihan**

Pemenuhan asupan gizi sebelum, selama, dan setelah latihan merupakan kunci utama untuk mencapai performa optimal, menjaga hidrasi, mencegah kelelahan, serta mempercepat pemulihan tubuh. Setiap fase latihan membutuhkan strategi gizi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan energi, cairan, dan metabolisme tubuh. Ketepatan pemilihan jenis makanan dan

waktu konsumsi sangat berpengaruh terhadap kemampuan tubuh dalam menghasilkan tenaga, mempertahankan fungsi otot, dan mengurangi risiko cedera. Secara umum, strategi asupan latihan dibagi menjadi tiga fase: sebelum latihan (*pre-exercise*), saat latihan (*during exercise*), dan setelah latihan (*post-exercise*).

### 3.5 Asupan Sebelum Latihan (Pre-Exercise Nutrition)

Tujuan utama asupan sebelum latihan adalah menyediakan energi yang cukup, menjaga kadar glukosa darah tetap stabil, dan memastikan tubuh berada dalam kondisi siap untuk beraktivitas.

#### 1. Waktu Konsumsi

- **3–4 jam sebelum latihan:** makan besar (karbohidrat kompleks + protein + sedikit lemak).
- **1–2 jam sebelum latihan:** camilan ringan yang mudah dicerna (banana, roti, yogurt).
- **0–30 menit sebelum latihan:** minuman karbohidrat atau buah jika diperlukan energi cepat.

#### 2. Jenis Asupan Gizi

- **Karbohidrat:** 1–4 g/kg BB, untuk mengisi glikogen otot.
- **Protein:** 0,2–0,4 g/kg BB untuk mendukung fungsi otot dan mencegah kerusakan otot.
- **Lemak:** konsumsi minimal agar tidak menghambat pencernaan.
- **Cairan:** 5–7 mL/kg BB 2–4 jam sebelum latihan.

#### 3. Contoh Menu Sebelum Latihan

- Nasi + ayam panggang + sayur + buah
- Roti gandum + selai kacang + pisang
- Oatmeal + yogurt + madu

### 3.6 Asupan Saat Latihan (*During Exercise Nutrition*)

Asupan saat latihan penting untuk mempertahankan energi, mencegah dehidrasi, dan menunda kelelahan terutama pada aktivitas yang berlangsung lebih dari 60 menit.

#### 1. Karbohidrat

- Latihan < 60 menit: tidak wajib, cukup air.
- Latihan > 60 menit: 30–60 g karbohidrat/jam.
- Latihan ekstrem > 2,5 jam: 60–90 g karbohidrat/jam (kombinasi glukosa + fruktosa).

#### 2. Cairan & Elektrolit

- Minum 150–250 mL tiap 15–20 menit.
- Minuman isotonik disarankan untuk latihan panjang & berkeringat banyak.

#### 3. Contoh Menu/Konsumsi

- Air putih
- Minuman isotonik
- Buah pisang
- Gel karbohidrat, energy bar, madu
- Air kelapa (mengandung elektrolit alami)

### c. Asupan Setelah Latihan (*Post-Exercise Nutrition*)

Fase ini bertujuan mengisi kembali glikogen otot, memperbaiki kerusakan jaringan, dan mengembalikan cairan tubuh.

#### 1. Waktu Konsumsi

- Golden window: 0–2 jam setelah latihan
- Samaakin cepat mengisi energi, semakin optimal pemulihan otot.

## 2. Jenis Nutrisi

- Karbohidrat: 1–1,5 g/kg BB dalam 30 menit pertama untuk mengisi kembali glikogen.
- Protein: 20–40 g protein berkualitas tinggi (whey, telur, yogurt, ikan, daging).
- Rasio ideal karbohidrat:protein = 3:1 atau 4:1 untuk pemulihan optimal.
- Cairan: minum 150% dari Cairan yang hilang (berdasarkan berat badan sebelum-sesudah latihan).
- Elektrolit: natrium, kalium, dan magnesium untuk mengganti keringat.

## BAB IV

# PENILAIAN STATUS KEBUGARAN

### 4.1 Tujuan dan Manfaat Penilaian Kebugaran

Penilaian status kebugaran jasmani merupakan proses sistematis untuk mengetahui kemampuan fisik seseorang berdasarkan berbagai komponen kebugaran, seperti daya tahan kardiorespiratori, kekuatan, kelenturan, dan komposisi tubuh. Penilaian ini dilakukan dengan metode dan instrumen tertentu yang terstandar sehingga hasilnya dapat dipercaya serta digunakan sebagai dasar perencanaan program latihan. Dengan melakukan penilaian kebugaran secara berkala, individu maupun pelatih dapat memahami kondisi fisik saat ini, mengevaluasi progres, serta menentukan langkah peningkatan kebugaran yang tepat dan aman.

#### a. Tujuan Penilaian Kebugaran

##### 1. Mengetahui kondisi fisik awal (*baseline fitness*).

Penilaian digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kebugaran seseorang sebelum mengikuti latihan, sehingga dapat menjadi acuan dalam merancang program yang sesuai.

##### 2. Menentukan kebutuhan latihan.

Hasil pengukuran membantu menentukan jenis latihan, intensitas, dan durasi yang paling tepat untuk mencapai tujuan kebugaran.

##### 3. Memantau perkembangan dan efektivitas program.

Pengujian berkala memberikan gambaran apakah program latihan berjalan efektif atau perlu dilakukan penyesuaian.

##### 4. Mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan fisik.

Melalui pengukuran komponen kebugaran, individu dapat mengetahui aspek mana yang memerlukan perbaikan.

5. Mencegah cedera dan risiko kesehatan.

Penilaian yang tepat dapat mengidentifikasi kondisi yang mungkin menjadi faktor risiko cedera, sehingga program latihan dapat diperbaiki untuk mencegah hal tersebut.

6. Menentukan kesiapan mengikuti aktivitas fisik.

Digunakan untuk menilai apakah seseorang berada pada kondisi yang aman untuk mengikuti kegiatan olahraga tertentu, terutama aktivitas dengan intensitas tinggi.

b. Manfaat Penilaian Kebugaran

1. Meningkatkan motivasi latihan.

Mengetahui hasil pengukuran dan melihat peningkatan dari waktu ke waktu dapat meningkatkan motivasi dalam berlatih.

2. Menyediakan data objektif untuk evaluasi diri.

Data kebugaran memungkinkan individu menilai dirinya berdasarkan angka yang jelas, bukan hanya perasaan subjektif.

3. Mendukung perencanaan gaya hidup sehat.

Hasil penilaian dapat menjadi dasar untuk memperbaiki pola aktivitas harian, kebiasaan makan, dan kebiasaan hidup lainnya.

4. Mendukung pencegahan penyakit kronis.

Tingkat kebugaran yang baik berkaitan langsung dengan penurunan risiko penyakit tidak menular seperti obesitas, diabetes, hipertensi, dan penyakit jantung.

5. Memastikan latihan dilakukan secara aman.

Penilaian kondisi fisik membantu pelatih dan individu menetapkan batas aman latihan agar tidak terjadi overtraining atau cedera.

#### 6. Meningkatkan performa olahraga.

Dengan mengetahui aspek kebugaran yang masih perlu diperbaiki, atlet atau peserta didik dapat berlatih secara lebih terarah demi peningkatan performa

### 4.2 Pengukuran Kapasitas Kardiorespirasi

Kapasitas kardiorespirasi merupakan kemampuan jantung, paru-paru, dan sistem pembuluh darah dalam menyuplai oksigen secara optimal kepada jaringan tubuh selama melakukan aktivitas fisik berkepanjangan. Komponen ini merupakan indikator utama kebugaran jasmani seseorang, karena berhubungan langsung dengan kesehatan kardiovaskular, daya tahan tubuh, serta risiko terhadap penyakit tidak menular. Untuk mengetahui tingkat kapasitas kardiorespirasi, diperlukan pengukuran yang terstandar dan dapat memberikan gambaran objektif mengenai kemampuan sistem kerja jantung-paru.

Pengukuran kapasitas kardiorespirasi biasanya dinyatakan melalui  $VO_2$  maks, yaitu volume oksigen maksimal yang dapat digunakan tubuh per menit. **Semakin tinggi nilai  $VO_2$  max, semakin baik tingkat kebugaran kardiorespirasi seseorang.** Pengukuran dapat dilakukan secara langsung menggunakan alat khusus di laboratorium atau secara tidak langsung melalui berbagai tes lapangan yang praktis dan mudah diterapkan.

#### a. Tujuan Pengukuran Kapasitas Kardiorespirasi

- Menilai tingkat kebugaran kardiorespirasi seseorang secara objektif.
- Menentukan intensitas latihan aerobik yang aman dan efektif.

- Memantau perkembangan kebugaran setelah program latihan.
- Mengidentifikasi risiko kesehatan terkait fungsi jantung dan paru.
- Mengetahui kesiapan seseorang dalam mengikuti aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi.

b. Metode Pengukuran Kapasitas Kardiorespirasi

1. Pengukuran Langsung (*Direct Measurement*)

Dilakukan dengan menggunakan *metabolic analyzer* yang mengukur konsumsi oksigen secara real-time saat individu melakukan exercise maksimal di treadmill atau ergometer sepeda.

Keunggulannya yaitu akurat dan merupakan standar emas.

Keterbatasannya yaitu membutuhkan peralatan mahal, operator terlatih, kondisi laboratorium dan tidak praktis untuk penggunaan sekolah atau lapangan.

2. Pengukuran Tidak Langsung (*Indirect Field Tests*)

Tes lapangan digunakan untuk memperkirakan  $VO_2$  max berdasarkan kemampuan melakukan aktivitas lari, jalan, atau naik turun tangga dalam durasi tertentu. Tes ini lebih praktis, murah, dan mudah diterapkan dalam setting pendidikan.

c. Tes Lapangan yang Umum Digunakan

1. Tes Lari 12 Menit Cooper (*Cooper Test*)

Tes ini meminta peserta berlari atau berjalan secepat mungkin selama 12 menit. Jarak tempuh kemudian digunakan untuk memperkirakan  $VO_2$  max.

Kelebihan:

- Mudah dilakukan, tidak membutuhkan banyak peralatan.
- Cocok untuk penilaian massa.

**Contoh Rumus Estimasi  $VO_2$  max:**

$$VO_2 \text{ Maks} = (\text{Jarak tempuh dalam meter} - 504.9) / 44.73$$

## 2. Tes Multi-Stage Fitness Test (*Beep Test*)

Peserta berlari bolak-balik pada jarak 20 meter mengikuti suara “beep” dengan kecepatan yang terus meningkat.

Kelebihan: Memiliki validitas baik untuk usia sekolah hingga atlet.

## 3. Harvard Step Test

Peserta diminta naik turun bangku setinggi 30–50 cm selama 5 menit dengan kecepatan tertentu. Setelah selesai, denyut nadi diukur pada menit ke-1, ke-2, dan ke-3 pemulihian.

**Indeks Kebugaran (Fitness Index):**

$$FI = (\text{Durasi latihan dalam detik} \times 100) / (\text{Jumlah denyut nadi recovery} \times 2)$$

## 4. Rockport One-Mile Walk Test

Peserta berjalan cepat sejauh 1 mil (1,6 km). Waktu tempuh dan denyut nadi akhir digunakan untuk menghitung  $VO_2$  Max. Cocok untuk individu pemula, lansia, atau mereka yang memiliki keterbatasan fisik.

## 5. Six-Minute Walk Test (6MWT)

Tes berjalan selama 6 menit sejauh mungkin.

Kegunaan: Sering digunakan untuk menilai kapasitas fungsional pada pemula, pasien rehabilitasi, atau kelompok risiko.

### 4.3 Pengukuran Kekuatan dan Daya Tahan Otot

Kekuatan dan daya tahan otot merupakan dua komponen penting dalam kebugaran jasmani yang berfungsi menunjang aktivitas fisik sehari-hari, performa olahraga, serta menjaga kesehatan muskuloskeletal. Kekuatan otot adalah kemampuan otot untuk menghasilkan tegangan maksimal dalam satu kontraksi, sedangkan daya tahan otot adalah kemampuan otot untuk melakukan kontraksi berulang atau mempertahankan kontraksi statis dalam jangka waktu tertentu. Penilaian terhadap kedua komponen ini penting untuk memahami kondisi fungsional tubuh dan merancang program latihan yang tepat dan aman.

#### a. Metode Pengukuran Daya Tahan Otot

Berikut adalah beberapa jenis tes yang umum digunakan untuk menilai daya tahan otot pada berbagai kelompok usia dan tingkat kebugaran:

##### 1. Partial Curl-Up

Tes ini bertujuan mengukur daya tahan otot perut dan otot inti.

Pelaksanaan:

- Peserta berbaring telentang dengan lutut ditekuk 90°.
- Tangan diletakkan di samping tubuh, lalu peserta mengangkat badan sebagian sampai tangan bergerak mencapai garis yang telah ditandai.
- Gerakan dilakukan mengikuti tempo metronome (biasanya 50 bpm).
- Tes dihentikan ketika peserta tidak dapat mengikuti tempo atau teknik mulai salah

##### 2. Push-Up

Tes ini digunakan untuk menilai daya tahan otot lengan, dada, dan bahu.

Pelaksanaan:

- Peserta melakukan posisi push-up awal (prone position).
- Gerakan dilakukan berulang: menurunkan badan hingga siku membentuk  $90^\circ$ , lalu kembali ke posisi awal.
- Dapat dilakukan tanpa batas waktu atau dalam 60 detik, sesuai prosedur tes.

### 3. YMCA Bench Press Test

Tes ini bertujuan untuk mengukur daya tahan otot tubuh bagian atas menggunakan beban tertentu.

Pelaksanaan:

- Beban standar YMCA:
  - Pria: 36 kg (80 lbs)
  - Wanita: 16 kg (35 lbs)
- Peserta melakukan bench press mengikuti tempo metronome 60 bpm (30 repetisi per menit).
- Tes dihentikan ketika peserta tidak dapat mempertahankan tempo atau teknik sudah tidak benar.

## b. Metode Pengukuran Kekuatan Otot

Pengujian kekuatan otot dilakukan untuk mengetahui kemampuan otot menghasilkan gaya maksimal. Berikut metode yang umum digunakan:

### 1. Hand Grip Test (*Handgrip Dynamometer*)

Tes ini digunakan untuk menilai kekuatan genggaman tangan, yang juga menjadi indikator umum kekuatan tubuh bagian atas.

Pelaksanaan:

- Peserta memegang handgrip dynamometer dengan posisi berdiri tegak.

- Alat digenggam dan ditekan sekuat mungkin selama 2-3 detik.
- Dilakukan pada kedua tangan, dan nilai terbaik dicatat.

Kelebihan: Mudah dan cepat dilakukan, alat portable, cocok untuk berbagai usia.

## 2. *1-Repetition Maximum (1RM) Bench Press Test*

Tes ini bertujuan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat diangkat dalam satu repetisi dengan teknik yang benar.

Pelaksanaan:

- Peserta melakukan pemanasan dengan beban ringan hingga sedang.
- Beban ditambah secara bertahap sampai peserta hanya mampu melakukan 1 repetisi sempurna.
- Berat maksimum yang berhasil diangkat dicatat sebagai nilai 1RM.

Kelebihan: Akurat dalam menilai kekuatan otot spesifik (dada, bahu, triceps).

## 3. Isokinetic Testing

Tes ini menggunakan alat isokinetik (misalnya: Cybex, Biodex) untuk mengukur kekuatan otot pada kecepatan gerak yang terkontrol.

Pelaksanaan:

- Peserta melakukan kontraksi otot terhadap resistance mesin yang menyesuaikan kekuatan otot secara otomatis.
- Gerakan dilakukan pada kecepatan tertentu (misalnya 60°/detik atau 180°/detik).
- Mesin menganalisis torsi, kecepatan, power, dan kekuatan puncak otot.

Kelebihan:

- Sangat akurat, aman, dapat mengukur berbagai kelompok otot secara spesifik.
- Sering digunakan dalam rehabilitasi dan penelitian ilmiah.

#### 4.4 Pengukuran Fleksibilitas

Fleksibilitas merupakan kemampuan sendi dan otot untuk melakukan gerakan dengan ruang lingkup (range of motion/ROM) yang optimal. Fleksibilitas penting dalam menunjang aktivitas fisik, mencegah cedera, meningkatkan efisiensi gerakan, dan mempertahankan fungsi tubuh dalam jangka panjang.

Berikut beberapa tes yang paling umum digunakan untuk menilai fleksibilitas pada kelompok otot dan sendi tertentu:

1. Canadian flexibility test

Pelaksanaan:

- Peserta duduk dengan kedua kaki lurus, tumit menempel pada box.
- Tangan lurus ke depan, kemudian meraih sejauh mungkin ke depan tanpa menekuk lutut.
- Nilai diambil dari skala pada box sit-and-reach.

2. YMCA flexibility test: Subjek duduk dengan tolak ukur di antara kaki, dengan kaki memanjang. Tumit kaki harus menyentuh tepi garis yang ditempel dan berjarak sekitar 10 hingga 12 inci.

#### 4.5 Pengukuran Komposisi Tubuh

Pengukuran komposisi tubuh merupakan bagian penting dalam penilaian kebugaran karena memberikan gambaran mengenai proporsi jaringan lemak

(*fat mass*) dan jaringan bebas lemak (*fat-free mass*) dalam tubuh seseorang. Selain berat badan dan indeks massa tubuh (BMI), komposisi tubuh memberikan pemahaman yang lebih akurat mengenai status kesehatan, risiko penyakit, dan efektivitas program latihan atau diet. Individu dengan proporsi lemak tubuh berlebih berisiko mengalami penyakit metabolismik, sedangkan massa otot yang optimal mendukung performa fisik dan kebugaran.

Tujuan utama pengukuran komposisi tubuh adalah untuk memonitor perubahan tubuh akibat latihan, mengetahui risiko kesehatan terkait adipositas, serta membantu penyusunan intervensi gizi dan latihan yang lebih tepat. Metode pengukuran bisa beragam, dari yang sederhana hingga teknologi canggih, masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan dalam akurasi, biaya, dan kemudahan penggunaan.

Jenis-jenis metode pengukuran komposisi tubuh:

#### 1. Indeks Massa Tubuh (Body Mass Index/BMI)

Indeks Massa Tubuh (Body Mass Index/BMI) adalah metode paling umum dan sederhana untuk menilai status gizi seseorang berdasarkan hubungan antara berat badan dan tinggi badan. Meskipun tidak secara langsung mengukur persentase lemak tubuh, BMI memberikan gambaran awal mengenai kategori berat badan yang dapat dikaitkan dengan risiko kesehatan tertentu.

Rumus Perhitungan BMI

$$\text{Rumus BMI} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)}^2}$$

Tabel 4.1 Klasifikasi BMI Menurut WHO (2020)

Klasifikasi	BMI
<i>Underweight</i>	$\leq 18,5 \text{ kg/m}^2$
<i>Normal</i>	$18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$
<i>Overweight</i>	$25\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$
Obesitas 1	$30\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$
Obesitas 2	$35\text{--}39,9 \text{ kg/m}^2$
Obesitas ekstrim	$\geq 40 \text{ kg/m}^2$

## 2. Lingkar Pinggang dan Rasio Pinggang-Panggul

### a. Lingkar Pinggang

Lingkar pinggang adalah ukuran keliling tubuh pada area perut yang digunakan untuk menilai akumulasi lemak abdominal (visceral fat). Lemak visceral berkaitan erat dengan peningkatan risiko penyakit metabolik, seperti diabetes tipe 2, hipertensi, penyakit jantung koroner, dan sindrom metabolik.

Cara pengukuran menurut standar dari WHO (2008):

- 1) Peserta berdiri tegak, posisi relaks.
- 2) Pengukuran dilakukan pada pertengahan jarak antara tulang rusuk bawah (costal margin) dan puncak tulang panggul (Crista iliaca).
- 3) Pita ukur melingkar secara horizontal, tidak terlalu ketat atau longgar.
- 4) Pengukuran dilakukan pada akhir ekshale (hembusan napas).

Tabel 4.2 Batasan Lingkar Pinggang (WHO Asia-Pacific, 2000)

Kategori Risiko	Laki-Laki	Perempuan
Risiko Meningkat	$\geq 90$ cm	$\geq 80$ cm
Risiko Sangat Tinggi	$\geq 102$ cm	$\geq 88$ cm

### b. Rasio Pinggang-Panggul

Rasio Pinggang-Panggul adalah perbandingan antara lingkar pinggang dan lingkar panggul. Metode ini digunakan untuk menilai distribusi lemak tubuh, terutama apakah seseorang memiliki tipe:

- **Android (apple shape)** — lemak banyak di perut  $\rightarrow$  risiko metabolik tinggi
- **Gynoid (pear shape)** — lemak banyak di pinggul  $\rightarrow$  risiko metabolik lebih rendah

**Rumus Rasio Panggul (WHR):**

$$WHR = \frac{\text{Lingkar Pinggang (cm)}}{\text{Lingkar Panggul (cm)}}$$

Tabel 4.3 Batasan Nilai WHR

Kategori Risiko	Laki-Laki	Perempuan
Risiko Tinggi	$\geq 0,90$	$\geq 0,85$

Semakin tinggi WHR semakin besar risiko penyakit kardiometabolik.

### 3. Skinfold Thickness

Skinfold Thickness adalah metode pengukuran komposisi tubuh dengan mengukur ketebalan lipatan kulit dan jaringan lemak subkutan di beberapa titik tubuh menggunakan alat bernama skinfold caliper pada

beberapa titik tubuh, misalnya Triceps, Biceps, Subscapular, dan Suprailiac. Metode ini bertujuan memperkirakan persentase lemak tubuh (% body fat) berdasarkan asumsi bahwa ketebalan lemak di bawah kulit berhubungan dengan total lemak tubuh.

Metode ini merupakan salah satu teknik yang valid, praktis, dan banyak digunakan dalam dunia kebugaran, penelitian olahraga, hingga layanan kesehatan masyarakat.

#### 4. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) adalah metode pengukuran komposisi tubuh yang menggunakan aliran listrik berfrekuensi rendah untuk memperkirakan berbagai komponen tubuh, seperti:

- % Lemak tubuh (body fat percentage)
- Massa bebas lemak (lean body mass)
- Total body water (TBW)

BIA bekerja berdasarkan perbedaan hambatan listrik (impedansi) antara jaringan berair (otot, cairan) yang mudah dialiri listrik dan jaringan lemak yang memiliki aliran listrik rendah. Semakin tinggi kandungan lemak, semakin besar resistansinya.

#### 5. Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA)

Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) merupakan salah satu metode pengukuran komposisi tubuh yang dianggap paling akurat dan reliabel, terutama dalam menilai massa tulang, massa lemak, dan massa bebas lemak. Metode ini bekerja dengan menggunakan dua sinar X-ray yang memiliki tingkat energi berbeda untuk menembus tubuh manusia.

Perbedaan penyerapan sinar oleh jaringan tubuh memungkinkan alat ini membedakan antara tulang, jaringan lemak, dan jaringan non-lemak secara sangat detail. Karena kemampuan tersebut, DEXA sering disebut sebagai *gold standard* dalam analisis komposisi tubuh, terutama dalam penelitian ilmiah, bidang klinis, serta pemantauan atlet profesional.

Dalam praktiknya, proses pemeriksaan menggunakan DEXA sangat sederhana dan tidak menimbulkan rasa sakit. Individu hanya perlu berbaring diam di atas meja pemeriksaan sementara lengan pemindai bergerak perlahan di atas tubuh. Pemeriksaan umumnya memakan waktu sekitar 10–20 menit, tergantung luas area yang dianalisis. Paparan radiasi yang digunakan sangat rendah, jauh lebih kecil dibandingkan dengan sinar-X medis pada umumnya, sehingga dianggap aman untuk penggunaan berulang, terutama dalam pemantauan perkembangan komposisi tubuh dalam jangka panjang. Hasil pemeriksaan kemudian ditampilkan dalam bentuk angka dan citra visual yang memperlihatkan distribusi jaringan tubuh secara komprehensif.

Keunggulan utama DEXA terletak pada tingkat akurasinya yang tinggi. Tidak seperti metode lain yang hanya mengestimasi komposisi tubuh, DEXA mampu mengukur massa tulang dengan presisi tinggi, sehingga sangat penting dalam evaluasi risiko osteoporosis. Selain itu, DEXA mampu mengidentifikasi distribusi lemak tubuh, termasuk lemak visceral yang berhubungan dengan risiko penyakit metabolik seperti diabetes tipe 2 dan penyakit kardiovaskular. Hal ini membuat DEXA sangat berguna dalam bidang kesehatan masyarakat maupun klinis, terutama dalam mendeteksi risiko penyakit dan merancang intervensi gizi atau olahraga yang tepat.

Dalam dunia olahraga, DEXA banyak digunakan untuk memantau perubahan komposisi tubuh atlet secara rinci. Misalnya, pelatih dan ahli gizi dapat melihat apakah penurunan berat badan atlet berasal dari penurunan lemak atau massa otot. Informasi ini sangat berharga untuk merancang program latihan dan nutrisi yang efektif, sekaligus menjaga performa atlet tetap optimal. Dengan data yang sangat detail, DEXA dapat membantu mengevaluasi apakah sebuah program latihan berhasil meningkatkan massa otot tanpa menambah lemak tubuh atau sebaliknya.

Meskipun demikian, DEXA memiliki beberapa keterbatasan. Biaya pemeriksaan tergolong tinggi jika dibandingkan dengan metode sederhana seperti BMI, skinfold, atau BIA. Selain itu, alat ini belum tersedia secara luas di semua fasilitas kesehatan, terutama di daerah terpencil. Kelemahan lainnya adalah adanya sedikit variasi hasil jika dilakukan pada waktu berbeda, terutama bila terjadi perubahan hidrasi atau jika alat kalibrasinya kurang optimal. Namun, secara keseluruhan, manfaat dan akurasi DEXA tetap menjadikannya salah satu metode terbaik untuk analisis komposisi tubuh yang komprehensif.

Dengan berbagai keunggulan tersebut, DEXA sangat relevan digunakan pada individu yang membutuhkan pemantauan kesehatan secara detail, seperti lansia, penderita penyakit metabolismik, atau atlet profesional. Penggunaannya memberikan gambaran penuh tentang struktur tubuh seseorang, sehingga para ahli dapat menyusun rekomendasi olahraga, asupan nutrisi, serta perawatan medis secara lebih tepat sasaran. DEXA bukan hanya alat ukur, tetapi juga instrumen penting untuk memahami kondisi tubuh secara mendalam dan berbasis data ilmiah.

## BAB V

### KONSEP ATLET DAN KEBUTUHAN GIZINYA

#### 5.1 Definisi Atlet

Atlet adalah individu yang secara konsisten melakukan aktivitas fisik atau latihan olahraga terstruktur dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan fisik, keterampilan teknik, serta pencapaian prestasi dalam suatu cabang olahraga tertentu. Seorang atlet tidak hanya melakukan latihan secara rutin, tetapi juga hidup di bawah disiplin yang tinggi, mengikuti jadwal latihan yang terencana, serta menjalani pola hidup yang menunjang performa. Atlet dapat berasal dari berbagai tingkat, mulai dari atlet pemula, amatir, hingga profesional yang berkompetisi pada level nasional maupun internasional.

Dalam konteks ilmu olahraga dan gizi olahraga, atlet dipandang sebagai populasi khusus karena tuntutan fisik dan fisiologis yang tinggi. Aktivitas fisik intens yang dilakukan atlet memengaruhi metabolisme tubuh, komposisi tubuh, kebutuhan energi, serta status fisiologis lain seperti keseimbangan cairan, pemulihan otot, dan fungsi imun. Oleh karena itu, atlet membutuhkan pendekatan nutrisi yang berbeda dengan individu umum. Asupan gizi yang tepat tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai bagian penting untuk menunjang adaptasi latihan, mempercepat pemulihan, menjaga kesehatan, serta mengoptimalkan performa selama latihan maupun pertandingan. Dengan demikian, definisi atlet bukan hanya seseorang yang melakukan olahraga, tetapi seseorang yang melakukan olahraga dengan intensitas, frekuensi, dan komitmen tinggi demi mencapai prestasi spesifik.

## 5.2 Karakteristik Kebutuhan Gizi Atlet

Kebutuhan gizi atlet memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari populasi umum. Hal ini disebabkan oleh tingginya tuntutan energi serta perubahan fisiologis yang terjadi selama latihan intens. Tubuh atlet bekerja lebih keras dalam memproduksi energi, memperbaiki jaringan otot, serta mempertahankan keseimbangan cairan. Oleh sebab itu, kebutuhan makronutrien seperti karbohidrat, protein, dan lemak harus disesuaikan dengan beban latihan dan fase kompetisi.

Pertama, **karbohidrat** merupakan sumber energi utama bagi atlet, terutama pada latihan intensitas sedang hingga tinggi. Simpanan glikogen dalam otot dan hati harus dijaga agar tidak cepat habis, karena glikogen yang rendah dapat menyebabkan kelelahan dini dan menurunkan performa. Atlet memerlukan karbohidrat dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan orang biasa, yaitu antara 5–12 g/kg berat badan per hari, tergantung tingkat aktivitas.

Kedua, **protein** sangat dibutuhkan untuk memperbaiki dan membangun jaringan otot, mendukung adaptasi latihan, dan membantu pemulihan. Kebutuhan protein atlet berkisar antara 1,2–2,0 g/kg berat badan per hari. Beberapa atlet, seperti atlet kekuatan (strength training), memerlukan asupan lebih tinggi untuk menunjang hipertrofi otot.

Ketiga, **lemak** tetap berperan penting sebagai sumber energi jangka panjang, terutama pada olahraga daya tahan. Lemak juga berfungsi dalam penyerapan vitamin, produksi hormon, dan menjaga kesehatan sel. Kebutuhan lemak atlet berkisar 20–30% dari total energi harian.

Selain makronutrien, atlet juga memerlukan **mikronutrien** seperti zat besi, kalsium, vitamin D, vitamin B kompleks, antioksidan, dan elektrolit.

Kekurangan zat gizi mikro dapat menyebabkan gangguan performa, mudah lelah, atau risiko cedera meningkat. Karakteristik lainnya adalah peningkatan kebutuhan cairan, karena kehilangan cairan melalui keringat jauh lebih tinggi pada atlet.

### 5.3 Faktor yang Memengaruhi Kebutuhan Energi Atlet

Kebutuhan energi atlet ditentukan oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Yang pertama adalah jenis olahraga, karena aktivitas berintensitas tinggi seperti sepak bola, basket, renang, atau atletik memerlukan energi lebih besar dibandingkan olahraga teknik dengan intensitas lebih rendah.

Faktor kedua adalah durasi dan intensitas latihan. Semakin lama dan berat latihan dilakukan, semakin besar energi yang dibutuhkan tubuh. Atlet yang berlatih dua kali sehari tentu membutuhkan energi jauh lebih besar dibandingkan atlet yang hanya berlatih sekali.

Faktor ketiga adalah komposisi tubuh, terutama massa otot. Atlet yang memiliki massa otot lebih banyak akan membutuhkan energi lebih tinggi karena otot merupakan jaringan tubuh yang paling metabolik.

Selain itu, usia, jenis kelamin, kondisi fisiologis, dan fase kompetisi juga memengaruhi kebutuhan energi. Atlet muda yang sedang dalam masa pertumbuhan memerlukan tambahan energi untuk menunjang perkembangan tubuh. Atlet perempuan memiliki kebutuhan energi sedikit lebih rendah dibandingkan laki-laki karena massa otot yang lebih kecil, tetapi kebutuhan zat gizi mikro seperti zat besi sering kali lebih tinggi.

Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban turut berpengaruh. Latihan di lingkungan panas meningkatkan kehilangan cairan dan energi yang

digunakan untuk menjaga suhu tubuh. Terakhir, kondisi psikologis, stress, dan kualitas tidur dapat memengaruhi metabolisme energi dan pemulihan, sehingga mempengaruhi kebutuhan energi secara tidak langsung.

#### 5.4 Gizi Atlet berdasarkan Jenis Olahraga

Kebutuhan gizi atlet berbeda-beda sesuai dengan jenis olahraga yang dijalani karena setiap cabang memiliki karakteristik fisiologis yang berbeda. Secara umum, kebutuhan gizi atlet dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan jenis olahraga:

##### 1. Olahraga Daya Tahan (Endurance)

Contoh: maraton, triathlon, bersepeda, renang jarak jauh. Olahraga ini menuntut energi jangka panjang dengan penggunaan oksigen tinggi. Atlet endurance membutuhkan karbohidrat yang sangat tinggi (8–12 g/kg/hari) untuk menjaga simpanan glikogen. Asupan cairan dan elektrolit harus optimal untuk mencegah dehidrasi. Protein 1,2–1,4 g/kg diperlukan untuk pemulihan jaringan.

##### 2. Olahraga Kekuatan (Strength)

Contoh: angkat besi, bodybuilding, powerlifting. Fokus olahraga ini adalah pembentukan massa otot dan kekuatan. Kebutuhan protein lebih tinggi (1,6–2,2 g/kg/hari) untuk mendukung pertumbuhan otot. Karbohidrat juga penting untuk menyediakan energi latihan intensitas tinggi, sekitar 4–6 g/kg/hari.

##### 3. Olahraga Kecepatan dan Kelincahan

Contoh: sprint, bulu tangkis, sepak bola, basket. Atlet membutuhkan energi cepat dari karbohidrat serta pemulihan otot

yang baik. Kebutuhan protein 1,4–1,8 g/kg/hari dan Karbohidrat 6–10 g/kg/hari, tergantung intensitas latihan.

#### 4. Olahraga Estetika dan Berat Badan

Contoh: senam artistik, bela diri tertentu, menari, pencak silat kelas kompetisi berat. Asupan energi harus seimbang untuk menjaga performa sekaligus mempertahankan berat badan ideal. Pemantauan status gizi sangat penting untuk mencegah risiko malnutrisi atau gangguan makan.

#### 5. Olahraga Tim

Contoh: sepak bola, voli, futsal, hoki. Olahraga ini membutuhkan kombinasi daya tahan, kekuatan, dan kelincahan. Oleh karena itu, kebutuhan Karbohidrat cukup tinggi (6–10 g/kg/hari), protein moderat, dan cairan sangat penting karena aktivitas berlangsung lama dengan intensitas bervariasi.

## BAB VI

# PENILAIAN STATUS GIZI ATLET

### 6.1 Antropometri Atlet

Antropometri adalah metode pengukuran tubuh yang bertujuan untuk mengetahui ukuran, proporsi, dan bentuk tubuh atlet. Pada atlet, antropometri sangat penting karena tipe tubuh (*body type*) dapat memengaruhi performa pada cabang olahraga tertentu.

Indikator Antropometri untuk Atlet

#### 1. Berat Badan (BB)

Digunakan untuk memantau perubahan massa tubuh selama program latihan atau kompetisi.

#### 2. Tinggi Badan (TB)

Menentukan potensi fisik atlet dan indeks-indeks pengukuran lain.

#### 3. Body Mass Index (BMI)

Pada atlet kurang akurat karena massa otot tinggi dapat membuat BMI tampak “overweight”, padahal lemak tubuh rendah.

#### 4. Lingkar Lengan Atas (LLA)

Menentukan cadangan energi dan massa otot.

#### 5. Lingkar Paha, Betis, dan Pinggang

Menilai distribusi otot dan lemak sesuai kebutuhan cabang olahraga.

#### 6. Somatotype (Ectomorph, Mesomorph, Endomorph)

Sangat relevan untuk analisis tipe tubuh atlet.

- Sprinter → mesomorph
- Pelari jarak jauh → ectomorph
- Atlet gulat/angkat besi → endomorph-mesomorph

## Kegunaan Antropometri bagi Atlet

- Menentukan kategori “ideal” sesuai cabang olahraga
- Evaluasi efektivitas program latihan (bulking/cutting)
- Pemantauan risiko cedera akibat perubahan massa tubuh ekstrem
- Menentukan kisaran berat badan kompetisi (combat sport seperti tinju, pencak silat, judo)

## 6.2 Komposisi Tubuh Atlet

Komposisi tubuh yaitu persentase lemak tubuh, massa otot, massa tulang, dan cairan tubuh. Pada atlet, komposisi tubuh sangat penting karena berhubungan langsung dengan performa, kekuatan, daya tahan, dan efisiensi energi.

### Metode Penilaian Komposisi Tubuh Atlet

#### 1. Skinfold Thickness

Mengukur ketebalan lemak di beberapa titik tubuh menggunakan *caliper*.

Contoh titik ukur: triceps, biceps, subscapular, suprailiac.

#### 2. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

Mengukur resistensi listrik tubuh untuk menghitung kadar lemak dan otot.

#### 3. Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA)

*Gold standard* untuk pengukuran lemak tubuh, massa tulang, dan distribusi jaringan.

#### 4. Hydrostatic Weighing (Underwater Weighing)

Mengukur densitas tubuh melalui perendaman dalam air.

## 5. Air Displacement Plethysmography (Bod Pod)

Mengukur volume udara untuk menentukan densitas tubuh.

Mengapa Komposisi Tubuh Penting bagi Atlet?

- Menentukan *body fat percentage* ideal sesuai olahraga
- Mengoptimalkan performa dan kecepatan
- Menurunkan risiko cedera dan inflamasi
- Menentukan strategi gizi dan latihan
- Menilai adaptasi latihan: peningkatan massa otot vs lemak

## 6.3 Pengukuran Hidrasi

Status hidrasi berpengaruh langsung pada performa, suhu tubuh, konsentrasi, dan daya tahan atlet. Atlet harus menjaga keseimbangan cairan sebelum, selama, dan setelah latihan.

Metode Penilaian Hidrasi

### 1. Warna Urin (Urine Color Chart)

- Warna jernih → hidrasi baik
- Kuning pekat → dehidrasi

### 2. Berat Badan Sebelum dan Sesudah Latihan

Penurunan berat badan = kehilangan cairan

1 kg berat badan ≈ 1 liter cairan hilang.

### 3. Urine Specific Gravity (USG)

Alat refraktometer untuk mengukur konsentrasi urin.

### 4. Osmolalitas Urin/Plasma

Digunakan dalam fasilitas medis/riset.

### 5. Total Body Water (TBW)

Menggunakan metode BIA atau DEXA.

## Dampak Dehidrasi pada Atlet

- Penurunan performa 10–30%
- Kram otot
- Peningkatan detak jantung
- Penurunan konsentrasi dan koordinasi
- Risiko heatstroke

## 6.4 Pemeriksaan Biokimia

Pemeriksaan biokimia sangat penting untuk mengetahui status gizi internal atlet yang tidak terlihat dari luar. Pemeriksaan ini meliputi darah, urin, dan kadang air liur.

### Jenis Pemeriksaan Biokimia Atlet

#### 1. Profil Hematologi

- Hemoglobin (Hb)
- Hematokrit
- Ferritin (status zat besi)

Atlet sering mengalami *sports anemia* → perlu pantauan ketat.

#### 2. Elektrolit

Natrium, Kalsium, Magnesium. Penting untuk kontraksi otot dan mencegah kram.

#### 3. Profil Energi Metabolik

- Glukosa
- Laktat
- Urea dan Creatinine

Menggambarkan intensitas latihan dan pemulihan.

#### 4. Lipid Profile

Menilai metabolisme lemak, terutama pada atlet ketahanan (*endurance*).

#### 5. Hormon Terkait Latihan

- Kortisol (stres latihan)
- Testosteron (pembentukan otot)
- T3/T4 (metabolisme)

#### 6. Vitamin dan Mineral

- Vitamin D
- Vitamin B12
- Kalsium
- Zinc

Defisiensi mikronutrien dapat menurunkan performa dan imunitas.

### 6.5 Analisis Pola Makan Atlet

Analisis pola makan dilakukan untuk menilai kecukupan energi, makronutrien, dan mikronutrien, serta memastikan asupan makanan sesuai dengan kebutuhan latihan maupun kompetisi.

#### Metode Penilaian Pola Makan Atlet

##### 1. Food Recall 24 Jam

Mencatat semua makanan dalam 24 jam terakhir.

##### 2. Food Record 3–7 Hari

Atlet mencatat makanan langsung saat konsumsi → lebih akurat.

##### 3. Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Menilai frekuensi konsumsi kelompok makanan tertentu.

##### 4. Analisis Asupan Energi dan Nutrisi

Menggunakan perangkat lunak (NutriSurvey, NutriSoft, dsb.)

Parameter yang Dinilai dalam Analisis Pola Makan

- Total energi harian
- Komposisi makronutrien:
  - Karbohidrat 45–65%
  - Protein 1.2–2 g/kg BB
  - Lemak 20–35%
- Kecukupan Cairan
- Asupan vitamin dan mineral
- Waktu makan (nutrient timing)
- Asupan sebelum, selama, dan sesudah latihan

## BAB VII

# KARBOHIDRAT UNTUK PERFORMA

### 7.1 Fungsi Karbohidrat dalam Olahraga

Karbohidrat memegang peran sentral dalam menunjang performa atlet.

Fungsi utamanya meliputi:

#### 1. Sumber Energi Utama Selama Aktivitas

Karbohidrat menyediakan energi cepat melalui pemecahan glukosa menjadi ATP. Semakin intens latihan, semakin besar kontribusi karbohidrat terhadap energi.

#### 2. Pengisi dan Pendorong Stamina (Glikogen Otot dan Hati)

Glikogen berfungsi sebagai “bahan bakar cadangan” yang digunakan ketika aktivitas berlangsung lama atau intens. Rendahnya glikogen menyebabkan kelelahan lebih cepat (fatigue).

#### 3. Mencegah Pemecahan Protein Otot

Ketersediaan karbohidrat yang cukup mencegah tubuh menggunakan protein sebagai sumber energi, sehingga massa otot tetap terjaga.

#### 4. Mendukung Fungsi Sistem Saraf

Otot menggunakahn glukosa sebagai sumber energi utama → penting untuk fokus, koordinasi, dan reaksi cepat selama pertandingan.

### 7.2 Kebutuhan Karbohidrat Atlet

Kebutuhan karbohidrat atlet lebih tinggi dibandingkan populasi umum, tergantung jenis olahraga dan intensitas latihan. Rekomendasi ini mengacu pada ACSM dan IOC.

Tabel 7.1 Rekomendasi Asupan Karbohidrat Harian

Jenis Aktivitas/Intensitas	Kebutuhan Karbohidrat
Latihan ringan (<1 jam/hari)	3–5 g/kg BB/hari
Latihan sedang (1 jam/hari)	5–7 g/kg BB/hari
Latihan intens (1–3 jam/hari)	6–10 g/kg BB/hari
Latihan ekstrem (>4 jam/hari)	8–12 g/kg BB/hari

Contoh:

Atlet 60 kg yang berlatih 2 jam/hari membutuhkan:

$6–10 \text{ g/kg} \times 60 = 360–600 \text{ g Karbohidrat/hari}$  (setara 12–20 porsi makanan pokok).

### 7.3 Indeks Glikemik dan Performa

Indeks Glikemik (IG) menggambarkan kecepatan suatu makanan meningkatkan kadar gula darah dibanding glukosa (IG = 100).

#### 1. Karbohidrat IG Rendah ( $\leq 55$ )

- Penyerapan lambat
- Memberi energi stabil
- Cocok 1–3 jam sebelum latihan
- Contoh: beras merah, oat, apel, yogurt, kacang-kacangan

#### 2. Karbohidrat IG Sedang (56–69)

- Menaikkan glukosa secara moderat
- Cocok sebelum aktivitas intensitas sedang

#### 3. Karbohidrat IG Tinggi ( $\geq 70$ )

- Penyerapan cepat
- Penting untuk pemulihan cepat dan saat pertandingan
- Contoh: roti putih, nasi putih, kentang, madu, semangka

## Pengaruh IG terhadap Performa

- IG rendah → meningkatkan ketahanan (*endurance*)
- IG tinggi → mengembalikan glikogen dengan cepat setelah latihan
- IG sedang → energi cepat tanpa lonjakan tajam

## 7.4 Strategi Karbo-Loading

Carbo-loading adalah strategi meningkatkan simpanan glikogen otot untuk memaksimalkan daya tahan (*endurance*). Digunakan pada cabang olahraga >90 menit seperti marathon, triathlon, sepak bola, dan balap sepeda.

### Tujuan Karbo-Loading

- Meningkatkan cadangan glikogen 50–100%
- Menunda kelelahan
- Meningkatkan performa 2–3%

### Metode Karbo-Loading yang Direkomendasikan (Modern Method)

Dilakukan 1–3 hari sebelum pertandingan:

- Konsumsi karbohidrat 8–12 g/kg BB/hari
- Kurangi aktivitas fisik (tapering)
- Pilih karbohidrat kompleks + Cair

Contoh: nasi, pasta, roti, oatmeal, jus buah, minuman isotonik

### Contoh Menu Karbo-Loading (Atlet 60 kg → 480 g CHO/hari)

- Pagi: oatmeal + madu + pisang
- Snack: jus buah + roti tawar
- Siang: nasi + ayam panggang + kentang

- Snack: biskuit tinggi karbo
- Malam: pasta + saus tomat
- Sebelum tidur: susu rendah lemak + roti

## 7.5 Asupan Karbohidrat Sebelum, Selama, dan Sesudah Latihan

### a. Sebelum Latihan

Tujuan: mengisi glikogen, menjaga kadar glukosa darah.

Rekomendasi

- 1–4 jam sebelum latihan: 1–4 g/kg BB karbohidrat
- Pilih: IG rendah-sedang
- Contoh: roti gandum, pisang, oatmeal, nasi merah, yogurt

Contoh: Atlet 55 kg  $\rightarrow$  1–4 g/kg = 55–220 g CHO sebelum latihan.

### b. Selama Latihan

Diperlukan pada aktivitas intens >60 menit.

Rekomendasi

- 30–60 g Karbohidrat per jam
- Pada olahraga ekstrem: hingga 90 g/jam (kombinasi glukosa+fruktosa)

Sumber

- Minuman isotonik
- Gel energi
- Pisang
- Gummy Karbohidrat
- Roti tawar/madu (praktis)

### c. Sesudah Latihan

Tujuan pemulihan:

- Mengisi ulang glikogen
- Memperbaiki jaringan otot
- Mengembalikan kadar glukosa darah

Rekomendasi

- 1–1.2 g/kg BB per jam Karbohidrat selama 4 jam pertama
- IG tinggi lebih dianjurkan
- Kombinasikan dengan protein (rasio 3:1 atau 4:1)

Contoh Makanan IG Tinggi

- Nasi putih
- Kentang tumbuk
- Roti putih + selai
- Jus buah manis
- Minuman recovery

## BAB VIII

# PROTEIN UNTUK PERFORMA

### 8.1 Peran Protein dalam Olahraga

Protein adalah makronutrien esensial yang berfungsi sebagai *building block* untuk pembentukan jaringan tubuh, termasuk otot rangka. Pada atlet, peran protein menjadi sangat penting karena terlibat dalam sintesis dan perbaikan jaringan otot, adaptasi terhadap latihan, pemeliharaan massa otot, serta fungsi imun dan metabolismik.

Peran utama protein bagi atlet:

#### 1. Sintesis Protein Otot (Muscle Protein Synthesis/MPS)

Aktivitas fisik, terutama latihan resistensi dan latihan intensitas tinggi, menimbulkan kerusakan mikroskopis pada otot. Protein membantu memperbaiki dan membangun kembali serat otot sehingga menjadi lebih kuat.

#### 2. Pemulihan dan Adaptasi Latihan

Asupan protein yang cukup mendukung proses pemulihan pascalatihan dan meningkatkan adaptasi fisiologis seperti peningkatan ukuran dan kekuatan otot.

#### 3. Produksi Enzim dan Hormon

Banyak enzim metabolismik dan hormon penting (seperti insulin, hormon pertumbuhan) berasal dari protein.

#### 4. Fungsi Imun

Atlet sering mengalami penurunan imunitas akibat latihan intensitas tinggi. Asupan protein adekuat membantu produksi antibodi dan menjaga sistem imun.

## 5. Sumber Energi Cadangan

Meski bukan sumber energi utama, protein dapat digunakan sebagai energi ketika cadangan glikogen rendah.

## 8.2 Kebutuhan Protein Atlet Menurut Cabang Olahraga

Kebutuhan protein atlet lebih tinggi dibandingkan orang umum (0,8 g/kg BB/hari), karena aktivitas latihan mempercepat turnover protein dan kerusakan jaringan.

Tabel 8.1 Rekomendasi Protein untuk Atlet

Jenis Olahraga	Kebutuhan Protein
Atlet Endurance (lari jarak jauh, bersepeda, renang)	1,2 – 1,4 g/kg BB/hari
Atlet Kekuatan / Resistance training	1,6 – 2,2 g/kg BB/hari
Atlet Tim (sepak bola, basket, voli)	1,4 – 1,7 g/kg BB/hari
Atlet Penurunan Berat Badan (cutting)	2,0 – 2,5 g/kg BB/hari untuk mempertahankan massa otot
Atlet Pemula	1,2 – 1,4 g/kg BB/hari
Atlet Vegetarian / Vegan	Tambah 10–20% dari kebutuhan, karena kualitas protein nabati lebih rendah

## 8.3 Waktu Konsumsi Protein (Protein Timing)

Protein timing berpengaruh pada peningkatan MPS serta pemulihan pascalatihan.

### a. Sebelum Latihan

Asupan protein 10–20 g bersama karbohidrat membantu menjaga kadar asam amino sirkulasi dan meminimalkan kerusakan otot.

### b. Setelah Latihan

Waktu emas (*anabolic window*) 0–2 jam pasca latihan memaksimalkan sintesis protein otot. Rekomendasi:

- 20–40 g protein berkualitas tinggi, atau
- 0,25–0,40 g/kg BB

c. Sebelum Tidur

Konsumsi protein lambat cerna (Casein) 30–40 g membantu pemulihan malam hari dan mempercepat adaptasi kekuatan.

d. Distribusi Harian

Asupan protein dibagi merata setiap 3–4 jam: 0,25–0,40 g/kg tiap kali makan

#### 8.4 Sumber Protein Berkualitas Tinggi

Kualitas protein ditentukan berdasarkan kandungan asam amino esensial (AAE) dan daya cerna.

a. Protein Hewani (kualitas tinggi/complete protein)

- Telur
- Daging sapi, ayam, ikan
- Susu, yogurt, whey, casein

b. Protein Nabati

- Kacang-kacangan (kedelai, kacang merah)
- Tahu, tempe
- Biji-bijian (chia, quinoa)
- Gandum utuh

## 8.5 Suplementasi Protein

Suplementasi protein diperlukan ketika kebutuhan harian sulit dipenuhi dari makanan. Umumnya aman dan efektif bagi atlet.

### a. Jenis Suplemen Protein

#### 1. Whey Protein

- Diserap cepat
- Tinggi leucine

#### 2. Casein

- Diserap lambat
- Ideal sebelum tidur

#### 3. Soy Protein

- Alternatif untuk vegetarian
- Profil AAE cukup baik

#### 4. Pea Protein / Rice Protein

- Cocok untuk alergi susu
- Kualitas lebih rendah, disarankan kombinasi

### b. Manfaat Suplementasi

- Memperbaiki pemulihan otot
- Meningkatkan hiperstrofi
- Mendukung penurunan lemak sambil mempertahankan massa otot

### c. Dosis Umum

- 20–40 g per porsi
- Maksimal hasil jika dikonsumsi pasca latihan atau di antara waktu makan.

## BAB IX

# LEMAK UNTUK PERFORMA

### 9.1 Fungsi Lemak dalam Olahraga

Lemak merupakan sumber energi penting bagi tubuh, terutama dalam aktivitas intensitas rendah hingga sedang dan olahraga dengan durasi panjang. Selain berperan sebagai cadangan energi, lemak memiliki beberapa fungsi fisiologis penting bagi atlet:

#### a. Sumber Energi Utama Durasi Panjang

Lemak menyediakan 9 kkal per gram, lebih tinggi dibandingkan karbohidrat dan protein. Pada olahraga endurance, tubuh memanfaatkan oksidasi lemak untuk mempertahankan energi lebih stabil.

#### b. Pelindung Organ dan Termoregulasi

Lemak berfungsi sebagai bantalan organ vital dan menjaga suhu tubuh melalui penyimpanan energi termal.

#### c. Komponen Membran Sel

Asam lemak esensial (omega-3 dan omega-6) berperan dalam menjaga integritas membran sel dan proses inflamasi.

#### d. Pengangkutan Vitamin Larut Lemak (A, D, E, K)

Tanpa lemak, vitamin ini tidak dapat diserap optimal, sehingga performa dan kesehatan atlet dapat terganggu.

#### e. Modulasi Inflamasi dan Pemulihan

Omega-3 membantu mengurangi inflamasi akibat latihan intensitas tinggi, meningkatkan pemulihan dan kesehatan sendi.

## 9.2 Kebutuhan Lemak Bagi Atlet

Kebutuhan lemak atlet dapat bervariasi berdasarkan jenis olahraga, intensitas latihan, dan kebutuhan energi total. Secara umum, lemak tetap penting sebagai bagian dari diet seimbang.

Rekomendasi Lemak Harian untuk Atlet:

- 20–35% dari total energi harian (ACSM, 2016)
- Tidak dianjurkan < 15% energi, karena dapat mengganggu fungsi hormonal dan penyerapan vitamin
- Atlet endurance: 25–35% energi
- Atlet kekuatan: 20–30% energi

Ketika kebutuhan energi meningkat sangat tinggi (misalnya pelari jarak jauh, triathlon), konsumsi lemak sering membantu memenuhi kebutuhan kalori tanpa terlalu banyak makanan bervolume besar.

## 9.3 Jenis Lemak dan Dampaknya Terhadap Performa

Tidak semua lemak memiliki efek yang sama pada performa atlet. Berikut jenis-jenis lemak dan dampaknya:

### a. Lemak Tak Jenuh Tunggal (Monounsaturated Fatty Acid/MUFA)

Sumber: minyak zaitun, alpukat, kacang almond.

Manfaat:

- Mendukung kesehatan jantung
- Mengurangi inflamasi
- Sumber energi yang baik

## b. Lemak Tak Jenuh Ganda (PUFA)

### 1) Omega-3 (EPA & DHA)

Sumber: ikan salmon, tuna, sarden, biji rami.

Manfaat:

- Mengurangi inflamasi
- Meningkatkan pemulihan
- Memperbaiki fungsi kognitif saat latihan
- Meningkatkan sensitivitas insulin

### 2) Omega-6

Sumber: minyak nabati (jagung, kedelai). Perlu seimbang dengan omega-3 untuk menghindari inflamasi berlebih.

## c. Lemak Jenuh

Sumber: daging berlemak, mentega, santan.

Catatan:

- Konsumsi berlebihan dapat meningkatkan LDL
- Namun *tidak perlu dihindari sepenuhnya* — tetap boleh dalam jumlah moderat (<10% energi)

## d. Lemak Trans

Sumber: makanan cepat saji, gorengan, margarin keras.

Dampak:

- Meningkatkan inflamasi
- Menurunkan kesehatan kardiovaskular
- Menurunkan performa → *Harus dihindari oleh atlet.*

### e. Medium Chain Triglyceride (MCT)

Sumber: minyak kelapa, MCT oil.

Manfaat (potensial):

- Cepat diubah menjadi energi
  - Tidak perlu transport melalui karnitin
  - Dapat membantu endurance pada beberapa atlet
- Namun efeknya bervariasi, dan dosis tinggi sering menyebabkan gangguan pencernaan.

## 9.4 Ketogenic Diet dan Olahraga (Pro-Kontra)

Diet ketogenik (KD) adalah pola makan tinggi lemak (70–80%), rendah karbohidrat (<10%), dan protein moderat yang bertujuan meningkatkan produksi keton sebagai sumber energi.

Diet ini menimbulkan pro-kontra di dunia olahraga.

### a. PRO (Keuntungan Diet Ketogenik untuk Atlet)

#### 1. Peningkatan Pemanfaatan Lemak

Adaptasi keto meningkatkan oksidasi lemak sebagai energi sehingga cocok untuk aktivitas intensitas rendah-sedang dan endurance yang sangat panjang.

#### 2. Stabilitas Energi

Keton dapat menjadi bahan bakar lebih stabil dibanding karbohidrat, sehingga beberapa atlet melaporkan peningkatan fokus dan kestabilan energi.

#### 3. Manfaat Metabolik

Baik untuk atlet yang mengalami resistensi insulin, obesitas, atau ingin menurunkan berat badan.

#### 4. Mengurangi Inflamasi

Beberapa penelitian menunjukkan keton memiliki sifat anti-inflamasi.

#### b. KONTRA (Keterbatasan Diet Ketogenik)

##### 1. Menurunkan Performa Intensitas Tinggi

Latihan intensitas tinggi membutuhkan karbohidrat sebagai bahan bakar utama. KD mengurangi cadangan glikogen sehingga performa anaerob dan eksploratif menurun.

##### 2. Penurunan Kecepatan dan Power

Banyak studi menunjukkan sprint, power, dan latihan interval intensitas tinggi menjadi kurang optimal pada atlet keto.

##### 3. Adaptasi Memakan Waktu Panjang (3–6 minggu)

Sebelum adaptasi, atlet mengalami *keto flu* (lemas, pusing, menurunnya performa).

##### 4. Asupan Mikronutrien Kurang

KD membatasi konsumsi buah, biji-bijian, dan beberapa sayuran, sehingga berisiko kekurangan vitamin dan mineral.

##### 5. Tidak Cocok untuk Semua Cabang Olahraga, terutama olahraga:

- sepak bola
- basket
- sprint
- angkat besi
- HIIT

## BAB X

### MIKRONUTRIEN UNTUK PERFORMA

#### 10.1 Mineral Penting (Zat Besi, Kalsium, Magnesium, Zinc)

##### a. Zat Besi (Iron)

Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin dan mioglobin yang bertugas mengangkut oksigen ke jaringan tubuh dan otot. Atlet, terutama perempuan dan pelari jarak jauh, memiliki risiko tinggi mengalami defisiensi besi.

- Fungsi dalam performa
  - Meningkatkan kapasitas aerobik
  - Menunjang transportasi oksigen
  - Mengurangi risiko kelelahan kronis
  - Mempercepat pemulihan
- Risiko kekurangan  
Anemia, penurunan  $VO_{2\text{max}}$ , lemah, pucat, mudah lelah
- Sumber makanan  
Hati, daging merah, seafood, sayuran hijau gelap, Kacang-kacangan, fortified cereals.

##### b. Kalsium (Calcium)

Kalsium penting untuk kekuatan tulang, kontraksi otot, dan transmisi saraf. Atlet membutuhkan kalsium cukup untuk mencegah cedera tulang.

- Fungsi:
  - Pembentukan dan pemeliharaan tulang

- Mencegah osteoporosis dan fraktur stress
  - Koordinasi kontraksi otot dan impuls saraf
- Risiko kekurangan:
- Kekejangan otot, tulang rapuh, peningkatan risiko cedera stres
- Sumber:
- Susu dan produk susu, ikan bertulang lunak, tempe, tahu, sayuran hijau, almond.

### c. Magnesium

Magnesium berperan dalam lebih dari 300 reaksi enzimatis, termasuk produksi energi (ATP).

- Fungsi dalam atlet:
- Mengatur kontraksi dan relaksasi otot
  - Mendukung metabolisme karbohidrat dan lemak
  - Menjaga fungsi saraf
  - Mengurangi risiko kram otot
- Risiko kekurangan:
- Kram, kelelahan, penurunan koordinasi, iritabilitas otot
- Sumber:
- Kacang-kacangan, biji-bijian, alpukat, sayuran hijau, gandum utuh.

### d. Zinc (Seng)

Zinc penting untuk sistem imun, penyembuhan luka, dan sintesis protein.

- **Fungsi:**
  - Mendukung pemulihan pasca-latihan
  - Meningkatkan kekebalan tubuh
  - Berperan dalam metabolisme energi
  - Mendukung pertumbuhan dan regenerasi jaringan
- **Risiko kekurangan:**

Luka lama sembuh, penurunan nafsu makan, rentan infeksi
- **Sumber:**

Daging merah, ayam, seafood (tiram paling tinggi), Kacang-Kacangan, gandum.

## 10.2 Vitamin Penting (Vitamin B Kompleks, Vitamin D, E, C)

### a. Vitamin B Kompleks

Mencakup B1, B2, B3, B6, B12, folat, dan lainnya.

- **Fungsi:**
  - Membantu metabolisme energi
  - Mendukung fungsi saraf
  - Membentuk sel darah merah
  - Mencegah kelelahan
- **Risiko defisiensi:**
  - Kelelahan cepat
  - Daya tahan menurun
  - Gangguan saraf
- **Sumber:**

Telur, daging, susu, biji-bijian, sayuran hijau.

## b. Vitamin D

Vitamin yang berperan penting dalam kekuatan tulang dan fungsi imun.

➤ Fungsi:

- Meningkatkan penyerapan kalsium
- Mendukung kesehatan otot
- Mengurangi risiko cedera tulang
- Meningkatkan fungsi imun

➤ Risiko defisiensi:

Tulang lemah, penurunan kekuatan otot, risiko fraktur

➤ Sumber:

Paparan sinar matahari, ikan berlemak, telur, fortified milk.

## c. Vitamin E

Antioksidan kuat yang melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas.

➤ Fungsi:

- Melindungi sel otot dari kerusakan
- Membantu pemulihan
- Menurunkan stres oksidatif setelah olahraga intens

➤ Risiko defisiensi:

Kelemahan otot, gangguan saraf

➤ Sumber:

Minyak nabati, kacang, biji-bijian, alpukat.

#### d. Vitamin C

Vitamin penting untuk imunitas dan sintesis kolagen.

➤ Fungsi:

- Mempercepat pemulihan jaringan
- Antioksidan kuat
- Meningkatkan penyerapan zat besi
- Menurunkan risiko infeksi pada atlet

➤ Risiko defisiensi:

Mudah sakit, nyeri sendi, luka sulit sembuh

➤ Sumber:

Jeruk, kiwi, stroberi, paprika, brokoli.

### 10.3 Risiko Defisiensi pada Atlet

Atlet lebih rentan terhadap defisiensi mikronutrien karena:

- a. Penggunaan energi dan pengeluaran keringat lebih tinggi  
Mineral seperti natrium, magnesium, dan zinc hilang melalui keringat.
- b. Tekanan metabolismik dan stres oksidatif lebih tinggi  
Menuntut lebih banyak vitamin antioksidan (C dan E).
- c. Diet restriktif atau pembatasan makanan  
Misalnya atlet estetika (senam, dance), pelari, dan atlet berbasis berat badan.
- d. Kehilangan darah (terutama atlet perempuan)  
Meningkatkan risiko anemia defisiensi besi.
- e. Asupan makanan tidak mencukupi  
Karena jadwal latihan padat.

## 10.4 Rekomendasi Asupan

Tabel 10.4 Rekomendasi Asupan Zat Gizi

Zat Gizi	Rekomendasi
Zat Besi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pria: 8–10 mg/hari</li> <li>Wanita: 15–18 mg/hari</li> <li>Atlet endurance: dapat lebih tinggi (12–18 mg)</li> </ul>
Kalsium	<ul style="list-style-type: none"> <li>1000–1300 mg/hari</li> <li>Atlet remaja dan perempuan sangat dianjurkan mencukupi asupan</li> </ul>
Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> <li>400–420 mg/hari (pria)</li> <li>310–320 mg/hari (wanita)</li> </ul>
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pria: 11 mg/hari</li> <li>Wanita: 8 mg/hari</li> </ul>
Vitamin B Kompleks	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ikuti AKG/DRI</li> <li>Pastikan asupan dari sumber alami, bukan hanya suplemen</li> </ul>
Vitamin D	<ul style="list-style-type: none"> <li>600–800 IU/hari</li> <li>Atlet indoor atau tinggal di daerah minim matahari sering membutuhkan suplementasi</li> </ul>
Vitamin C	<ul style="list-style-type: none"> <li>75–90 mg/hari</li> <li>Atlet endurance: dapat butuh lebih (100–200 mg)</li> </ul>
Vitamin E	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 mg/hari (dewasa)</li> </ul>



## BAB XI

# CAIRAN UNTUK PERFORMA

### 11.1 Pentingnya Hidrasi

Hidrasi merupakan salah satu komponen terpenting dalam menjaga performa fisik, fungsi fisiologis, serta kesehatan secara keseluruhan. Tubuh manusia terdiri dari sekitar 55–70% air, tergantung usia, jenis kelamin, dan komposisi tubuh. Air berperan sebagai medium untuk reaksi kimia, pengatur suhu tubuh, pelumas sendi, pengangkut nutrisi, dan pembuangan sisa metabolisme. Pada aktivitas fisik, kebutuhan cairan meningkat secara signifikan karena tubuh kehilangan air melalui keringat, pernapasan, dan urin. Kondisi dehidrasi sekecil 1–2% dari berat badan saja sudah dapat menurunkan performa fisik, terutama ketahanan (endurance), kemampuan kognitif, fokus, serta daya reaksi atlet.

Pada kegiatan olahraga intensitas tinggi, produksi keringat meningkat untuk menjaga homeostasis suhu tubuh. Jika cairan tidak segera diganti, tubuh tidak mampu mempertahankan volume darah yang adekuat. Akibatnya, pengiriman oksigen ke otot menurun, detak jantung meningkat lebih cepat, terjadi kelelahan dini, hingga risiko heat cramps, heat exhaustion, bahkan heat stroke. Oleh karena itu, atlet maupun individu aktif harus memahami pentingnya hidrasi yang tepat, bukan hanya berdasarkan rasa haus, tetapi berdasarkan kebutuhan fisiologis dan beban latihan yang dilakukan.

Hidrasi optimal tidak hanya menjaga performa fisik, tetapi juga meningkatkan fungsi kognitif seperti konsentrasi, pengambilan keputusan, dan koordinasi motorik. Di berbagai cabang olahraga, aspek mental menjadi

penentu kemenangan, sehingga hidrasi merupakan bagian tak terpisahkan dari strategi latihan dan kompetisi.

## 11.2 Mekanisme Kehilangan Cairan

Tubuh kehilangan cairan melalui beberapa mekanisme utama:

1. **Keringat** – mekanisme utama pengeluaran cairan saat olahraga. Ketika suhu tubuh meningkat, kelenjar keringat mengeluarkan cairan untuk mendinginkan kulit. Penguapan keringat inilah yang membantu menurunkan suhu tubuh.
2. **Pernapasan** – saat latihan intensitas tinggi, laju pernapasan meningkat sehingga lebih banyak uap air dikeluarkan.
3. **Urin** – volume urin dapat menurun saat olahraga karena tubuh mempertahankan cairan, tetapi tetap menyumbang kehilangan cairan harian.
4. **Feses** – pada umumnya kecil, tetapi dapat meningkat pada kondisi olahraga ekstrem atau gangguan gastrointestinal.

## 11.3 Penilaian Status Hidrasi

Penilaian status hidrasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik yang sederhana maupun yang berbasis laboratorium:

### 1. **Warna Urin**

Metode paling praktis. Urin berwarna kuning muda menandakan hidrasi baik, sementara warna kuning gelap atau amber menunjukkan dehidrasi.

### 2. **Berat Badan Sebelum dan Sesudah Latihan**

Metode yang paling akurat untuk lingkungan olahraga.

- Jika berat badan turun 1%, berarti kehilangan cairan sekitar 1% dari berat tubuh.
- Setiap penurunan 1 kg berat badan  $\approx$  kehilangan 1 liter cairan.

### 3. Urine Specific Gravity (USG)

Menggunakan refraktometer.

- Nilai  $<1.020$  menunjukkan hidrasi baik.
- Nilai  $>1.025$  menandakan dehidrasi.

### 4. Osmolalitas Plasma atau Urin

Metode laboratorium yang paling valid, tetapi jarang digunakan di lapangan karena tidak praktis.

### 5. Rasa Haus

Cukup subjektif dan tidak selalu akurat, karena rasa haus muncul ketika tubuh sudah mengalami dehidrasi.

Secara praktis, kombinasi warna urin dan perubahan berat badan adalah metode yang paling banyak digunakan oleh pelatih dan atlet.

## 11.4 Rekomendasi Hidrasi Sebelum, Selama, dan Sesudah Latihan

### a. Sebelum Latihan

Tujuan: memastikan tubuh dalam kondisi terhidrasi optimal sebelum memulai aktivitas.

Rekomendasi:

- 4 jam sebelum latihan: minum 5–7 ml/kg BB.
- 2 jam sebelum latihan: minum tambahan 3–5 ml/kg BB jika belum cukup urin.
- Hindari minuman tinggi gula atau tinggi kafein.
- Perhatikan warna urin sebagai indikator hidrasi.

### b. Selama Latihan

Tujuan: mengganti cairan yang hilang agar tidak terjadi penurunan performa.

- Minum 150–250 ml setiap 15–20 menit, tergantung intensitas.
- Pada olahraga >60 menit, pilih minuman yang mengandung:
  - karbohidrat 6–8% sebagai sumber energi,
  - natrium 20–50 mmol/L untuk mengganti elektrolit.
- Jangan menunggu rasa haus untuk minum.

### c. Setelah Latihan

Tujuan: memulihkan cairan tubuh dan elektrolit yang hilang.

- Ganti cairan 150% dari berat badan yang hilang.  
Contoh: kehilangan 1 kg → minum 1,5 liter.
- Minuman dengan natrium lebih efektif mengembalikan cairan daripada air putih saja.
- Kombinasikan minuman, makanan berkuah, buah, dan konsumsi garam dalam jumlah wajar.

## 11.5 Minuman Olahraga (Sport Drink)

Minuman olahraga dirancang untuk mengganti cairan, elektrolit, dan energi selama aktivitas fisik. Minuman ini memiliki komposisi khusus untuk mendukung performa atlet.

### Jenis Minuman Olahraga

#### 1. Isotonik

- Mengandung garam dan gula dengan konsentrasi mirip cairan tubuh.
- Diserap cepat, cocok untuk aktivitas 1–2 jam.

## 2. Hipotonik

- Konsentrasi gula lebih rendah dari cairan tubuh.
- Cocok untuk atlet dengan laju keringat tinggi, misalnya pelari maraton.

## 3. Hipertonik

- Konsentrasi gula tinggi.
- Digunakan untuk mengisi ulang energi setelah latihan, bukan saat latihan.

### Komposisi Ideal Minuman Olahraga

- Karbohidrat 6–8% (glukosa, sukrosa, maltodekstrin)
- Natrium 20–50 mmol/L
- Kalium & magnesium sebagai elektrolit tambahan
- Osmolaritas 200–330 mOsm/L agar cepat diserap

### Kapan Minuman Olahraga Dibutuhkan?

- Latihan >60 menit
- Latihan intensitas tinggi
- Latihan di lingkungan panas dan lembab
- Atlet dengan keringat asin atau laju keringat tinggi
- Saat pertandingan dengan banyak babak (sepak bola, basket)

## BAB XII

# SUPLEMEN, ERGOGENIC AID, DAN DOPING

### 12.1 Klasifikasi Ergogenic Aid

Ergogenic aid adalah segala bentuk bantuan—baik berupa zat, metode, atau alat—yang digunakan untuk meningkatkan performa latihan maupun kompetisi olahraga. Dalam dunia olahraga modern, ergogenic aid menjadi bagian penting dari strategi pelatihan, nutrisi, dan pemulihan atlet. Secara umum, ergogenic aid diklasifikasikan menjadi beberapa kategori utama:

#### 1. Ergogenic Nutrisi (Nutritional Ergogenic Aid)

Kategori ini mencakup suplemen nutrisi atau strategi makan yang bertujuan meningkatkan energi, mengoptimalkan metabolisme, dan mempercepat pemulihan. Contohnya: karbohidrat, protein, kafein, creatine, beta-alanine, natrium bikarbonat, dan minuman olahraga.

#### 2. Ergogenic Fisiologis

Ini mencakup metode yang memengaruhi sistem tubuh secara fisiologis untuk meningkatkan performa olahraga. Misalnya altitude training, manipulasi panas, pemulihan aktif, terapi kompresi, atau aklimatisasi suhu.

#### 3. Ergogenic Mekanis

Menggunakan alat atau teknologi untuk meningkatkan efisiensi gerak, seperti sepeda aerodinamis, sepatu lari berteknologi tinggi, pakaian kompresi, atau alat bantu latihan.

#### **4. Ergogenic Psikologis**

Termasuk teknik mental seperti visualisasi, konsentrasi, hipnosis, meditasi, dan kontrol napas. Pendekatan ini penting untuk fokus atlet dan pengambilan keputusan di lapangan.

#### **5. Ergogenic Farmakologis**

Berupa obat atau zat kimia yang dapat meningkatkan performa. Banyak dari kelompok ini dilarang karena risiko kesehatan dan pelanggaran etika olahraga, seperti steroid anabolik, hormon pertumbuhan (HGH), EPO, dan stimulan tertentu.

### **12.2 Suplemen yang Terbukti Efektif**

Tidak semua suplemen terbukti meningkatkan performa. Namun beberapa jenis telah melalui penelitian ilmiah yang kuat dan dinyatakan efektif, aman, serta legal jika digunakan sesuai dosis.

#### **1. Creatine Monohydrate**

Creatine merupakan salah satu suplemen paling banyak diteliti.

Fungsinya meningkatkan cadangan phosphocreatine di otot sehingga mendukung energi cepat (ATP) dalam aktivitas intensitas tinggi seperti sprint dan angkat beban.

Manfaat:

- Meningkatkan kekuatan otot
- Meningkatkan power
- Mempercepat pemulihan
- Membantu hipertrofi otot

## 2. Kafein

Kafein bekerja sebagai stimulan sistem saraf pusat, meningkatkan fokus, reaksi, dan ketahanan.

Manfaat:

- Meningkatkan endurance
- Menurunkan persepsi lelah
- Meningkatkan konsentrasi

Dosis efektif: 3–6 mg/kg berat badan.

## 3. Beta-Alanine

Berfungsi membantu penyangga ion hidrogen dalam otot, mengurangi rasa panas atau asam pada otot saat latihan intensitas tinggi.

Manfaat:

- Cocok untuk olahraga 1–4 menit durasi
- Mengurangi kelelahan otot

Efek samping: sensasi kesemutan (parestesia) yang tidak berbahaya.

## 4. Sodium Bicarbonate

Bekerja sebagai buffer untuk menetralkan keasaman darah.

Manfaat:

- Meningkatkan performa high-intensity interval training (HIIT)
- Mengurangi penumpukan asam laktat

Dosis mesti hati-hati karena dapat menyebabkan gangguan pencernaan.

## 5. Protein dan Asam Amino (Whey Protein, BCAA, EAA)

Protein membantu perbaikan dan pertumbuhan otot setelah latihan.

Whey protein adalah jenis yang paling cepat diserap.

Manfaat:

- Meningkatkan sintesis protein otot
- Mempercepat pemulihan setelah latihan
- Mendukung pembentukan otot

Suplemen di atas direkomendasikan oleh lembaga seperti Australian Institute of Sport (AIS) dan International Olympic Committee (IOC) sebagai suplemen yang aman dan efektif ketika digunakan dengan tepat di bawah pengawasan ahli.

### **12.3 Suplemen yang Tidak Direkomendasikan**

Tidak semua suplemen aman atau efektif. Banyak yang dipasarkan dengan klaim besar tetapi tidak memiliki bukti ilmiah memadai. Beberapa bahkan dapat berbahaya bagi kesehatan dan berisiko mengandung zat terlarang.

#### **1. Fat Burner atau Pembakar Lemak**

Banyak mengandung stimulan kuat, bahan herbal tidak jelas, atau kombinasi zat yang tidak terkontrol.

Risiko:

- Denyut jantung meningkat
- Hipertensi
- Gangguan tidur
- Potensi doping karena kontaminasi

#### **2. Suplemen “Penguat Testosteron”**

Banyak produk yang mengklaim meningkatkan hormon testosteron padahal tidak memiliki bukti ilmiah.

Risiko:

- Gangguan hormon
- Potensi mengandung steroid tersembunyi

- Berbahaya bagi ginjal dan hati

### 3. Herbal Tidak Terstandar

Produk herbal tertentu tidak memiliki regulasi jelas dan sering terkontaminasi logam berat atau bahan kimia ilegal.

### 4. Suplemen Non-Evidence Based

Contoh: HMB tanpa program latihan yang tepat, suplemen oksigen cair, deer antler spray, dan ionized water.

Kebanyakan tidak memiliki manfaat signifikan berdasarkan penelitian.

### 5. Suplemen dari Sumber Tidak Terpercaya

Suplemen dari produsen tidak resmi atau toko online yang tidak berizin sangat berbahaya. Banyak kasus doping terjadi akibat kontaminasi suplemen.

## 12.4 Bahaya Doping

Doping adalah penggunaan zat atau metode tertentu untuk meningkatkan performa secara tidak sah. Selain melanggar etika olahraga, doping membahayakan kesehatan jangka pendek maupun panjang.

### a. Bahaya Fisiologis Doping

- **Steroid Anabolik:** kerusakan hati, gangguan jantung, tekanan darah tinggi, perubahan mood ekstrem, gangguan hormon.
- **Hormon Pertumbuhan (HGH):** pembesaran organ tubuh, diabetes, hipertrofi jantung.
- **EPO (Erythropoietin):** darah mengental, risiko stroke atau serangan jantung.
- **Stimulan:** jantung berdebar, insomnia, tekanan darah tinggi, risiko kematian mendadak.

- **Diuretik:** dehidrasi ekstrem, ketidakseimbangan elektrolit, kegagalan ginjal.

### b. Bahaya Psikologis

- Depresi
- Aggressive behavior (“roid rage”)
- Ketergantungan
- Gangguan kecemasan

## 12.5 Regulasi Anti-Doping (WADA)

WADA (World Anti-Doping Agency) merupakan lembaga internasional yang membuat regulasi dan mengawasi kebijakan anti-doping di seluruh dunia. Regulasi ini dituangkan dalam **World Anti-Doping Code**, yang diadopsi oleh semua federasi olahraga internasional.

### Komponen Utama Regulasi WADA

#### 1. Daftar Zat Terlarang (Prohibited List)

Diperbarui setiap tahun dan mencakup:

- Zat yang dilarang setiap saat (in competition & out of competition)
- Zat yang hanya dilarang saat kompetisi
- Zat yang dilarang dalam cabang olahraga tertentu

Kategori zat terlarang mencakup stimulan, steroid anabolik, hormon, beta-2 agonist, modulator hormon, diuretik, narcotics, cannabinoids tertentu, dan banyak lainnya.

## 2. Testing dan Biological Passport

Atlet dapat diuji secara mendadak kapan saja. Athletes Biological Passport (ABP) memonitor biomarker darah dan urin untuk mendeteksi tanda doping bahkan jika zat sudah tidak terdeteksi.

## 3. Sanksi Pelanggaran

Sanksi doping dapat berupa:

- Larangan bertanding 2–4 tahun atau seumur hidup
- Pembatalan medali dan prestasi
- Denda dan penalti
- Pengawasan ketat pasca-sanksi

## 4. TUE (Therapeutic Use Exemption)

Atlet yang memiliki kondisi medis tertentu dapat menggunakan obat terlarang jika ada indikasi medis jelas dan izin resmi melalui TUE.

## 5. Prinsip Strict Liability

Atlet bertanggung jawab penuh atas apapun yang masuk ke tubuhnya—tanpa alasan kelalaian, kontaminasi, atau ketidaktahuan.

## BAB XIII

### KEBUTUHAN GIZI ATLET DENGAN KONDISI KHUSUS

#### 13.1 Atlet remaja

Atlet remaja memiliki kebutuhan gizi yang unik karena berada pada fase pertumbuhan dan perkembangan, selain menuntut performa fisik dalam latihan atau kompetisi. Nutrisi yang memadai sangat penting untuk mendukung:

- **Pertumbuhan tulang dan otot:** Protein berkualitas tinggi, kalsium, vitamin D, dan magnesium penting untuk pembentukan tulang yang kuat dan perkembangan otot.
- **Perkembangan sistem saraf dan fungsi kognitif:** Asam lemak omega-3, vitamin B kompleks, dan zat besi membantu konsentrasi dan daya ingat.
- **Energi untuk aktivitas fisik:** Karbohidrat kompleks menjadi sumber energi utama agar remaja tetap berenergi saat latihan.

#### Tips Asupan untuk Atlet Remaja

- Konsumsi 3–5 kali makan utama dan 1–2 camilan sehat per hari.
- Pastikan asupan karbohidrat 5–7 g/kg BB/hari untuk latihan intensitas sedang.
- Protein 1.2–1.6 g/kg BB/hari, terutama setelah latihan untuk pemulihan otot.
- Perhatikan hidrasi, karena remaja lebih rentan terhadap dehidrasi dibanding orang dewasa.

## 13.2 Atlet Perempuan

Atlet perempuan menghadapi tantangan gizi khusus karena faktor hormonal, menstruasi, dan risiko Female Athlete Triad (FAT) yang terdiri dari: energi rendah, gangguan menstruasi, dan kepadatan tulang rendah.

### Kebutuhan Energi dan Nutrisi

- Energi harus cukup untuk mendukung latihan dan menjaga berat badan sehat. Kekurangan energi dapat mengganggu siklus menstruasi.
- Zat besi penting karena kehilangan darah selama menstruasi. Sumber: daging, ikan, sayuran hijau, kacang-kacangan.
- Kalsium dan vitamin D untuk menjaga kesehatan tulang.
- Protein 1.2–1.7 g/kg BB/hari untuk pemeliharaan massa otot.

## 13.3 Atlet Vegetarian/Vegan

Atlet vegetarian atau vegan memiliki tantangan gizi tertentu karena beberapa nutrien cenderung kurang pada pola makan nabati.

### Asupan Penting

- Protein: Kombinasi berbagai sumber nabati (kacang, biji-bijian, tempe, tahu, quinoa) untuk mendapatkan semua asam amino esensial.
- Zat besi: Zat besi nabati (non-heme) kurang mudah diserap; konsumsi bersama vitamin C untuk meningkatkan penyerapan.
- Vitamin B12: Biasanya kurang pada diet vegan, diperlukan suplemen atau makanan fortifikasi.
- Kalsium & Vitamin D: Penting untuk tulang, bisa diperoleh dari susu nabati fortifikasi atau suplemen.
- Asam lemak omega-3: Dari chia seed, flaxseed, atau suplemen alga.

### 13.4 Atlet dengan intoleransi makanan

Beberapa atlet mengalami intoleransi atau alergi makanan, seperti intoleransi laktosa atau gluten. Kondisi ini dapat membatasi pilihan makanan dan memengaruhi status gizi.

#### Strategi Asupan

- **Intoleransi laktosa:** Gunakan susu bebas laktosa, yogurt, atau suplemen kalsium.
- **Gluten-free:** Perhatikan sumber karbohidrat alternatif seperti beras, quinoa, kentang, jagung.
- **Alergi makanan lain:** Ganti sumber protein atau vitamin/mineral dengan alternatif yang aman.

### 13.5 Atlet cedera

Cedera olahraga dapat memengaruhi kemampuan atlet berlatih, sehingga kebutuhan energi menurun tetapi kebutuhan protein dan mikronutrien untuk penyembuhan meningkat.

#### Asupan untuk Pemulihan Cedera

- **Protein tinggi:** 1.5–2.0 g/kg BB/hari untuk mendukung sintesis protein otot dan perbaikan jaringan.
- **Karbohidrat moderat:** Tetap memberikan energi, tetapi hindari surplus kalori yang dapat menyebabkan penumpukan lemak.
- **Vitamin & Mineral:** Vitamin C, E, zinc, selenium mendukung proses penyembuhan luka dan antioksidan.
- **Asam lemak omega-3:** Mengurangi peradangan dan nyeri otot.

## BAB XIV

# PERENCANAAN DAN PENGATURAN GIZI ATLET

### 14.1 Prinsip Meal Planning Untuk Atlet

Perencanaan gizi atau meal planning untuk atlet bertujuan memastikan kebutuhan energi dan nutrisi tercukupi agar performa optimal, pemulihan cepat, serta kesehatan terjaga. Prinsip utama meal planning untuk atlet meliputi:

#### 1. Keseimbangan Makronutrien

- Karbohidrat: 50–65% dari total energi, sebagai sumber utama energi.
- Protein: 1.2–2.0 g/kg BB/hari untuk perbaikan dan pertumbuhan otot.
- Lemak: 20–30% dari total energi, terutama lemak tak jenuh.

#### 2. Penuhi Kebutuhan Mikronutrien

- Vitamin (B kompleks, C, D, E) dan mineral (zat besi, kalsium, magnesium, zinc) harus tercukupi agar fungsi metabolisme dan pembentukan jaringan optimal.

#### 3. Hidrasi Optimal

- Minum cukup air sebelum, selama, dan setelah latihan/kompetisi.
- Gunakan minuman olahraga bila aktivitas >60 menit atau intensitas tinggi.

#### 4. Timing Nutrisi

- Asupan harus disesuaikan dengan jadwal latihan dan kompetisi, termasuk snack atau minuman pemulihan.

#### 5. Individualisasi

- Sesuaikan kebutuhan gizi dengan usia, jenis kelamin, cabang olahraga, dan kondisi khusus atlet.

## 14.2 Penyusunan Menu Harian

Menu harian atlet harus mengacu pada kebutuhan energi dan nutrisi harian serta jadwal latihan. Prinsip dasar:

- Sarapan: 25–30% energi harian, fokus Karbohidrat kompleks, protein sedang, lemak sehat.
- Snack pagi/siang: ringan, mudah dicerna, mendukung energi latihan.
- Makan siang: seimbang, cukup protein, Karbohidrat kompleks, sayuran.
- Snack sore atau pre-latihan: Karbohidrat mudah dicerna, rendah lemak.
- Makan malam: protein untuk pemulihan otot, sayuran, Karbohidrat secukupnya.
- Snack malam (opsional): bila atlet latihan malam atau pemulihan.

Contoh menu harian:

- Sarapan: oatmeal dengan susu, telur rebus, buah pisang
- Snack pagi: yogurt dengan granola
- Makan siang: nasi merah, ayam panggang, sayur hijau, buah pepaya
- Snack sore: roti gandum dengan selai kacang, jus jeruk
- Makan malam: ikan panggang, kentang rebus, brokoli, salad

## 14.3 Nutrisi Sebelum Pertandingan

Tujuan: memastikan energi dan hidrasi optimal serta mencegah gangguan pencernaan.

- Waktu makan: 2–4 jam sebelum pertandingan
- Komposisi:
  - Karbohidrat 1–4 g/kg BB
  - Protein sedang (0.15–0.25 g/kg BB)
  - Lemak rendah untuk mencegah rasa kenyang berlebihan

- **Contoh makanan:** nasi dengan sayur dan ayam, pasta dengan saus tomat dan sedikit minyak, roti gandum dengan telur
- **Hidrasi:** 5–7 ml/kg BB 4 jam sebelum, tambahan 3–5 ml/kg BB 2 jam sebelum pertandingan jika diperlukan

#### 14.4 Nutrisi Saat Pertandingan

Selama pertandingan atau latihan intensitas tinggi:

- Tujuan: menjaga kadar glukosa darah, mencegah dehidrasi, dan mendukung endurance.
- Pilihan:
  - Minuman olahraga (6–8% karbohidrat, elektrolit)
  - Gel energi atau buah yang mudah dicerna (pisang, jeruk)
- Volume minum: 150–250 ml setiap 15–20 menit, tergantung cuaca dan intensitas

#### 14.5 Nutrisi Setelah Pertandingan

Tujuan: pemulihan energi, sintesis protein, rehidrasi, dan perbaikan jaringan.

- Waktu konsumsi: dalam 30–60 menit setelah latihan/pertandingan
- Komposisi:
  - Karbohidrat 1–1.2 g/kg BB untuk mengganti glikogen otot
  - Protein 0.25–0.4 g/kg BB untuk sintesis otot
- Contoh makanan: smoothie pisang + whey protein, nasi + ayam panggang + sayuran, yogurt + buah
- Hidrasi: ganti cairan minimal 150% dari berat badan yang hilang

## 14.6 Studi Kasus Penyusunan Menu Atlet

### Kasus 1: Atlet Sepak Bola, Pria 20 tahun, 70 kg

- Latihan sore 16.00–18.00
- Menu sarapan: oatmeal + susu + telur rebus + buah pisang
- Snack pagi: roti gandum + selai kacang
- Makan siang: nasi merah + ayam panggang + brokoli + buah pepaya
- Snack sore (pre-latihan): pisang + minuman olahraga 200 ml
- Setelah latihan: smoothie whey protein + buah, air putih 1.5 L
- Makan malam: ikan panggang + kentang rebus + salad sayur

### Kasus 2: Atlet Renang, Perempuan 18 tahun, 60 kg

- Latihan pagi 06.00–08.00
- Sarapan: roti gandum + telur orak-ariK + jus jeruk
- Snack setelah latihan: yogurt + granola + buah berry
- Makan siang: nasi + tempe + sayur + buah pepaya
- Snack sore: smoothie protein + buah
- Makan malam: pasta + ayam + sayuran, air putih 1 L

## DAFTAR PUSTAKA

- American College of Sports Medicine (ACSM). (2016). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Maughan, R., & Shirreffs, S. (2012). *Nutrition for Sport and Exercise*. Oxford University Press.
- American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2022). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Burke, L., & Deakin, V. (2015). *Clinical Sports Nutrition* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S17–S27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Roberts, W. O., & Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212–224. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-35.2.212>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131.
- Havemann, L., & Goedecke, J. H. (2006). High-fat diet's effect on endurance and high-intensity cycling performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(5), 545–555.
- Jeukendrup, A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: Carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine*, 44(1), 25–33.

- Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2019). *Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Kerksick, C., et al. (2018). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*.
- Kemenkes RI. (2020). *Pedoman Aktivitas Fisik untuk Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Loucks, A. B., & Thuma, J. R. (2003). Luteal phase deficiency and energy availability in female athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(11), 1841–1847. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000093615.42426.27>
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2011). *Nutrition and Sport*. Wiley-Blackwell.
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., & Mountjoy, M. (2018). IOC consensus statement: Nutrition for athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 104–125. <https://doi.org/10.1123/ijsem.2018-0070>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- NASEM. (2020). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Protein, and Amino Acids*. National Academies Press.
- Nieuwenhuys, A., & Oudejans, R. (2017). *Sport and Exercise Psychology*. Routledge.
- Petchey, W. (2012). *The science of sports nutrition*. London: Routledge
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2017). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. McGraw-Hill Education.

- Rodriguez, N. R., DiMarco, N. M., & Langley, S. (2009). Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(3), 509–527.  
<https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.01.005>
- Simopoulos, A. P. (2011). Evolutionary aspects of diet: The omega-6/omega-3 ratio and chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(8), 365–379.
- Supariasa, I. D. N., Bakri, B., & Fajar, I. (2017). *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: EGC.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and ACSM: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*.
- Tipton, K. D., & Wolfe, R. R. (2004). Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 65–79.  
<https://doi.org/10.1080/0264041031000140554>
- Volek, J. S., & Phinney, S. D. (2012). *The Art and Science of Low Carbohydrate Performance*. Beyond Obesity, LLC
- WADA. (2024). *Prohibited List*. World Anti-Doping Agency.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- WHO. (2020). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. World Health Organization.
- Williams, M. H., & Branch, J. D. (1998). *Nutrition for health, fitness, and sport* (7th ed.). Dubuque, IA: Brown & Benchmark

- World Anti-Doping Agency (WADA). (2025). *World Anti-Doping Code: The 2025 Prohibited List*. Montreal, Canada: WADA. <https://www.wada-ama.org/>
- World Health Organization. (2020). *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. Geneva: WHO.
- Ziegler, P. J., & Nelson, M. M. (2017). *Sports nutrition: A practice manual for professionals* (6th ed.). Chicago, IL: Academy of Nutrition and Dietetics