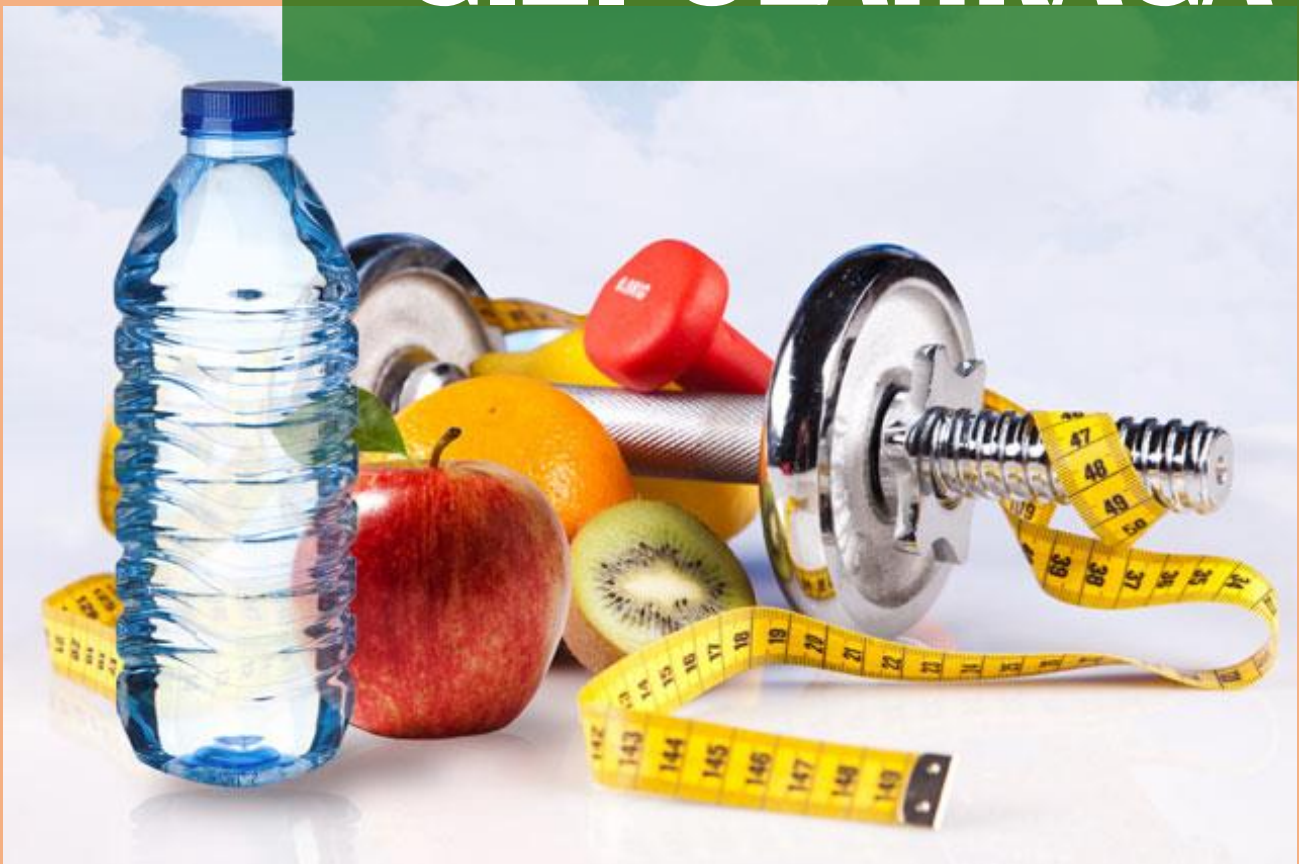


MODUL PEMBELAJARAN

GIZI OLAH RAGA



Tim Penyusun:
Anna Fitriani, S.K.M., M.K.M.
Desiani Rizki Purwangingtyas, S.Gz., M.Si.

Program Studi Ilmu Gizi
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka
Jakarta, 2021

Ucapan Terimakasih

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Innalhamdalillah nahmaduhu wanasta'inuhu, wanastaghfiruhu, wana'udzubillahi minsyururi anfusina wa min sayyiaati a'malina. Manyahdilahu falamudhillalah wamanyudlil fala hadiyalah. Asyahaduan laailaha ilallah wahdahu laasyarikalahu, wa asyahadu anna sayyidana Muhammadan 'abduhu wa rasuluhu. La nabiya ba'dah.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berbagai macam nikmat, khususnya nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan modul digital "Gizi Olahraga" ini dengan baik dan tepat waktu. Modul digital ini disusun sebagai salah satu bahan ajar berkemajuan yang bertujuan meningkatkan pemahaman aplikatif mahasiswa. Modul ini berfungsi dalam menjembatani teori ke dalam praktik. Oleh karena itu, fokus materi pada modul ini diarahkan kepada capaian kompetensi.

Tentunya modul ini masih memiliki banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan masukan dari segi apa pun untuk perbaikan modul ini ke depan. Modul ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam memahami teori gizi olahraga, baik bagi mahasiswa Prodi Ilmu Gizi UHAMKA maupun mahasiswa gizi dari institusi lainnya.

Akhirul kalam, billahi taufiq wal hidayah
Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Jakarta, April 2021

Penulis

Daftar Isi

| | |
|--|----|
| Ucapan Terimakasih | 2 |
| Daftar Isi | 3 |
| Daftar Tabel | 8 |
| Daftar Gambar | 9 |
| MODUL 1 : Kebugaran Jasmani dan Kesehatan | 12 |
| Materi 1 | 12 |
| I Pendahuluan | 12 |
| II Definisi Kebugaran | 12 |
| III Komponen Kebugaran | 12 |
| IV Faktor-faktor yang memengaruhi kebugaran | 20 |
| Latihan 1 | 21 |
| Jawaban Latihan 1 | 21 |
| Rangkuman 1 | 23 |
| Tes Formatif 1 | 23 |
| Jawaban Tes Formatif 1 | 24 |
| MODUL 2 : Aktivitas Fisik untuk Kebugaran | 25 |
| Materi 2 | 25 |
| I Pendahuluan | 25 |
| II Definisi | 25 |
| III Konsep FITT | 26 |
| Latihan 2 | 34 |
| Jawaban Latihan 2 | 34 |
| Rangkuman 2 | 35 |
| Tes Formatif 2 | 35 |
| Jawaban Tes Formatif 2 | 36 |
| MODUL 3 : Asupan Gizi dan Kebugaran | 38 |
| Materi 3 | 38 |
| I Lemak dan Kebugaran | 38 |
| II Karbohidrat dan kebugaran | 40 |
| III Protein dan Kebugaran | 43 |

| | |
|---|----|
| IV Zat Besi dan Kebugaran..... | 46 |
| V Zinc dan Kebugaran..... | 47 |
| VI Kalsium dengan Kebugaran..... | 48 |
| VII Vitamin C dan Kebugaran | 49 |
| Latihan 3 | 50 |
| Jawaban Latihan 3 | 50 |
| Rangkuman 3 | 50 |
| Tes Formatif 3 | 51 |
| Jawaban Tes Formatif 3 | 52 |
| MODUL 4 : Konsep Olahraga, Atlet dan Periodisasi | 53 |
| Materi 4 | 53 |
| I Metabolisme Energi saat Olahraga | 53 |
| II Jenis-jenis Olahraga Berdasarkan Metabolisme..... | 55 |
| III Periodisasi Atlet | 57 |
| IV Efek Olahraga yang Mengganggu Performa | 59 |
| V Recovery Gizi..... | 60 |
| VI Pengaturan Gizi Saat Latihan/Pertandingan | 64 |
| Latihan 4 | 66 |
| Jawaban Latihan 4 | 67 |
| Rangkuman 4 | 67 |
| Tes Formatif 4 | 68 |
| Jawaban Tes Formatif 4 | 70 |
| MODUL 5 : Penilaian Status Kebugaran | 71 |
| Materi 5 | 71 |
| I Penilaian Status Kebugaran Kardiorespiratori..... | 71 |
| II Penilaian Daya Tahan Otot | 75 |
| III Penilaian Kekuatan Otot..... | 76 |
| IV Penilaian Komposisi Tubuh | 77 |
| V Penilaian Fleksibilitas | 78 |
| Latihan 5 | 79 |
| Jawaban Latihan 5..... | 79 |
| Rangkuman 5 | 80 |
| Tes Formatif 5..... | 80 |

| | |
|---|------------|
| Jawaban Tes Formatif 5 | 81 |
| MODUL 6 KARBOHIDRAT | 83 |
| Materi 6 | 83 |
| I PENDAHULUAN | 83 |
| II INDEKS GLIKEMIK | 83 |
| III KARBOHIDRAT LOADING | 86 |
| IV PENGATURAN ASUPAN KARBOHIDRAT ATLET | 86 |
| Latihan 6 | 89 |
| Jawaban Latihan 6 | 89 |
| Rangkuman 6 | 89 |
| Tes Formatif 6 | 90 |
| Jawaban Tes Formatif 6 | 91 |
| MODUL 7 PROTEIN | 92 |
| Materi 7 | 92 |
| I PENDAHULUAN | 92 |
| II METABOLISME PROTEIN DI SEL OTOT | 92 |
| III PENGATURAN ASUPAN PROTEIN ATLET | 95 |
| Latihan 7 | 96 |
| Jawaban Latihan 7 | 96 |
| Rangkuman 7 | 97 |
| Tes Formatif 7 | 98 |
| Jawaban Tes Formatif 7 | 99 |
| MODUL 8 LEMAK UNTUK PERFORMA | 100 |
| Materi 8 | 100 |
| I PENDAHULUAN | 100 |
| II LEMAK SEBAGAI SUMBER ENERGI | 100 |
| III PENGATURAN ASUPAN LEMAK ATLET | 101 |
| Latihan 8 | 103 |
| Jawaban Latihan 8 | 103 |
| Rangkuman 8 | 104 |
| Tes Formatif 8 | 104 |
| Jawaban Tes Formatif 8 | 105 |
| MODUL 9 : Vitamin dan Mineral untuk Performa | 106 |

| | |
|--|-----|
| Materi 9 | 106 |
| I Fungsi, sumber dan anjuran | 106 |
| II Prinsip konsumsi | 107 |
| Latihan 9 | 107 |
| Jawaban Latihan 9 | 107 |
| Rangkuman 9 | 108 |
| Tes Formatif 9 | 108 |
| Jawaban Tes Formatif 9 | 109 |
| MODUL 10 CAIRAN UNTUK PERFORMA | 110 |
| Materi 10 | 110 |
| I PENDAHULUAN..... | 110 |
| II KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT | 110 |
| III ASUPAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT ATLET | 112 |
| Latihan 10 | 113 |
| Jawaban Latihan 10 | 113 |
| 1. Air keluar dari tubuh dapat melalui urin, feses, keringat, dan evaporasi dari sistem pernafasan. | 113 |
| Rangkuman 10 | 114 |
| Tes Formatif 10 | 115 |
| Jawaban Tes Formatif 10 | 116 |
| MODUL 11 PENILAIAN STATUS GIZI ATLET | 117 |
| Materi 11 | 117 |
| I PENDAHULUAN..... | 117 |
| II ANTROPOMETRI..... | 117 |
| Latihan 11 | 121 |
| Jawaban Latihan 11 | 121 |
| Rangkuman 11 | 121 |
| Tes Formatif 11 | 121 |
| Jawaban Tes Formatif 11 | 122 |
| MODUL 12 <i>ERGOGENIC AIDS</i> | 123 |
| Materi 12 | 123 |
| I PENDAHULUAN..... | 123 |
| II ZAT ERGOGENIK GIZI..... | 123 |

| | |
|--|-----|
| Latihan 12 | 126 |
| Jawaban Latihan 12 | 126 |
| Rangkuman 12 | 127 |
| Tes Formatif 12 | 127 |
| Jawaban Tes Formatif 12 | 128 |
| MODUL 13 ATLET DENGAN KONDISI KHUSUS | 129 |
| Materi 13 | 129 |
| I PENDAHULUAN | 129 |
| II ATLET VEGETARIAN | 129 |
| III. ATLET DENGAN DIABETES MELLITUS | 130 |
| MODUL 14: Skenario / Kasus Gizi Olahraga | 135 |
| Materi 14 | 135 |
| I. Langkah 1: menemukan kata sulit dan kata kunci | 137 |
| II. Langkah 2: menyusun kalimat masalah | 137 |
| III. Langkah 3: menyusun pohon masalah | 137 |
| IV. Langkah 4: membuat dan menjawab pertanyaan | 137 |
| V. Langkah 5: Menyusun pemecahan kasus | 138 |
| Latihan 14 | 138 |
| Jawaban Latihan 14 | 138 |
| Rangkuman 14 | 138 |
| Tes Formatif 14 | 139 |
| Jawaban Tes Formatif 14 | 140 |
| Glosarium | 141 |
| Daftar Pustaka | 141 |

Daftar Tabel

| | |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 Intensitas Aktivitas Menurut METS | 27 |
| Tabel 2. 2 Latihan Otot bagi Level Lanjut Dan Tinggi | 31 |
| Tabel 2. 3 Intensitas Latihan Kekuatan Otot..... | 32 |
| Tabel 2. 4 Durasi Latihan menurut Level Individu..... | 33 |
| Tabel 2. 5 Konsep FITT untuk Body Composition | 33 |
| Tabel 2. 6 Konsep FITT untuk Fleksibilitas | 34 |
| | |
| Tabel 3. 1 Kebutuhan Karbohidrat bagi Atlet | 41 |
| Tabel 3. 2 Kebutuhan Protein bagi Atlet | 45 |
| Tabel 3. 3 Perbedaan Kesegaran Jasmani Berdasarkan Asupan Zat Besi..... | 47 |
| | |
| Tabel 4. 1 Komposisi Penggunaan Sistem Energi Sesuai Cabang Olahraga..... | 55 |
| Tabel 4. 2 Level Aktivitas Fisik dengan Nilai Aktivitas Fisik..... | 57 |
| Tabel 4. 3 Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi | 58 |
| | |
| Tabel 5. 1 Jenis-Jenis Step Test..... | 73 |
| Tabel 5. 2 Tabel Norma VO ₂ Max..... | 74 |
| Tabel 5. 3 Perbandingan Metode Pengukuran VO ₂ Max | 75 |
| Tabel 5. 4 Tabel Norma Tes Push Up..... | 76 |
| Tabel 5. 5 Norma Hand Grip Test | 77 |
| | |
| Tabel 6. 1 Nilai Indeks Glikemik Pangan..... | 85 |
| Tabel 6. 2 Kebutuhan Karbohidrat Harian Atlet..... | 87 |
| | |
| Tabel 10. 1 Kategori Warna Urin..... | 111 |
| Tabel 10. 2 Pengkategorian Status Hidrasi..... | 112 |
| Tabel 10. 3 Jadwal Pemberian Cairan Selama Bertanding | 113 |
| | |
| Tabel 13. 1 Anjuran Asupan Karbohidrat Sebelum Latihan Untuk Atlet DM | 132 |
| Tabel 13. 2 Anjuran Asupan Karbohidrat Sebelum Latihan Untuk Atlet DM | 132 |

Daftar Gambar

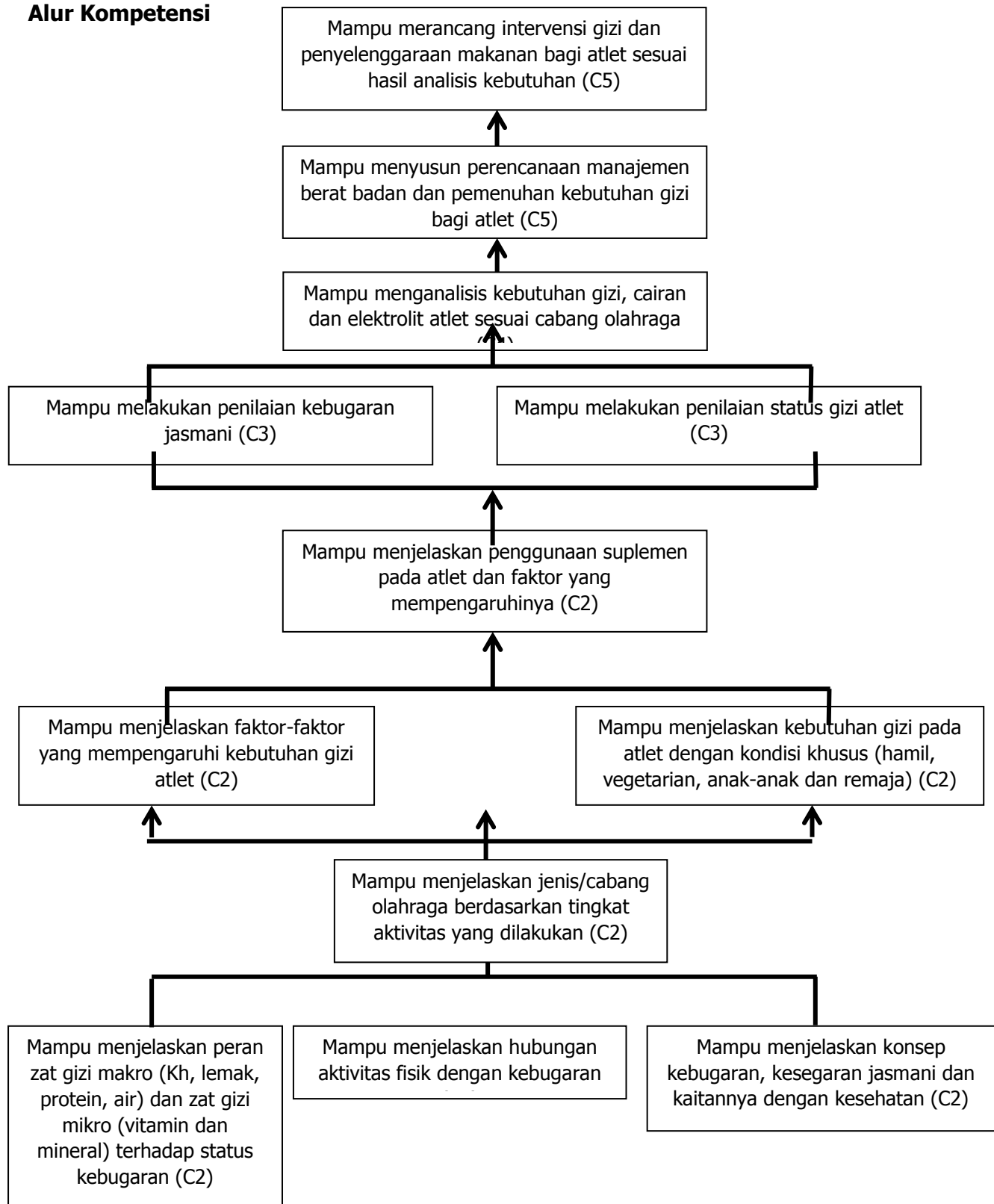
| | |
|--|-----|
| Gambar 0. 1 Alur Kompetensi | 11 |
| Gambar 1. 1 Komponen Kebugaran | 13 |
| Gambar 1. 2 Contoh Latihan Aerobik | 14 |
| Gambar 1. 3 Perbedaan Ukuran Jantung Menurut Tingkat Latihan Aerobik..... | 15 |
| Gambar 1. 4 Latihan dan Aktifitas untuk Kekuatan Otot | 17 |
| Gambar 1. 5 IMT sama, komposisi tubuh berbeda | 18 |
| Gambar 1. 6 Klasifikasi Persen Lemak Individu Non-atlet..... | 19 |
| Gambar 1. 7 Klasifikasi Persen Lemak Individu Atlet..... | 19 |
| Gambar 1. 8 Contoh latihan dynamic stretching..... | 20 |
| | |
| Gambar 2. 1 Padanan Aktivitas, METS dan Kalori..... | 28 |
| Gambar 2. 2 Full Body Workout bagi Pemula..... | 30 |
| Gambar 2. 3 Rencana Latihan Otot bagi Pemula | 31 |
| | |
| Gambar 3. 1 Proporsi Pembakaran Lemak Seiring dengan Meningkatnya Intensitas Olahraga..... | 38 |
| Gambar 3. 2 Laju Metabolisme Lemak dan Karbohidrat selama Latihan | 39 |
| Gambar 3. 3 Hubungan antara Cadangan Karbohidrat dengan Performa..... | 41 |
| Gambar 3. 4 Keseimbangan Asam Amino selama Latihan | 44 |
| | |
| Gambar 4. 1 Periodisasi Atlet | 57 |
| Gambar 4. 2 Pemberian Minuman terhadap Volume Cairan Lambung | 64 |
| | |
| Gambar 5. 1 Treadmill yang Terhubung dengan Spirometry | 72 |
| Gambar 5. 2 Berbagai Metode Penilaian Komposisi Tubuh | 78 |
| Gambar 5. 3 Canadian Flexibility Test | 78 |
| Gambar 5. 4 Flexibility Test | 79 |
| | |
| Gambar 6. 1 Peningkatan Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Indeks Glikemik Pangan | 84 |
| | |
| Gambar 7. 1 Metabolisme Protein di Pool Asam Amino | 93 |
| Gambar 7. 2 Metabolisme Asam Amino Di Otot..... | 94 |
| Gambar 7. 3 Siklus Glukosa-Alanin | 94 |
| Gambar 7. 4 Reaksi Alanine Transferase | 95 |
| | |
| Gambar 8. 1 Pengaruh Intensitas Latihan Terhadap Proporsi Penggunaan Lemak Sebagai Sumber Energi | 101 |
| | |
| Gambar 11. 1 Pengukuran Antropometri Atlet: (I) Lebar Humerus; (Ii) Lebar Femur; (Iii) Skinfold Trisepts; (Iv) Skinfold Subskapula; (V) Skinfold Supraspinal; (Vi) Skinfold Betis; (Vii) Lingkar Lengan Atas; (Viii) Lingkar Betis | 118 |
| Gambar 11. 2 Tipe Tubuh Ekstrim Berdasarkan Somatotype..... | 119 |
| Gambar 11. 3 Posisi Ideal Somatochart Beberapa Cabang Olahraga | 120 |

Deskripsi Matakuliah & Alur Kompetensi

Deskripsi Matakuliah

Mata kuliah ini menjelaskan peran gizi untuk mencapai kebugaran dan performa olahraga yang optimal. Secara garis besar, materi pembelajaran terbagi menjadi 2 sesi, yakni gizi kebugaran dan gizi olahraga. Sesi gizi kebugaran (materi 1-4) menguraikan konsep kebugaran dan peran gizi dalam mencapai kebugaran optimal. Dengan mempelajari sesi ini, diharapkan mahasiswa memahami: 1) konsep kebugaran; 2) aktivitas fisik untuk kebugaran optimal; 3) asupan gizi untuk kebugaran optimal; dan 4) penilaian status kebugaran. Sesi gizi olahraga (materi 5-14) menguraikan konsep olahraga dan peran gizi dalam mencapai performa yang optimal bagi atlet. Dengan mempelajari sesi ini, diharapkan mahasiswa memahami: 1) konsep olahraga, atlet dan periodisasi; 2) karbohidrat untuk performa; 3) protein untuk performa; 4) lemak untuk performa; 5) vitamin untuk performa; 6) mineral untuk performa; 7) cairan untuk performa; 8) penilaian status gizi atlet; 9) suplemen, *ergogenic aid*, dopping; dan 10) kebutuhan gizi atlet dengan kondisi khusus.

Alur Kompetensi



Gambar 0. 1 Alur Kompetensi

MODUL 1: Kebugaran Jasmani dan Kesehatan

Materi 1

I Pendahuluan

Selama beberapa dekade terakhir terjadi penurunan tingkat kebugaran secara global pada masyarakat usia muda. Sebuah artikel meta-analisis mengungkap terjadinya penurunan kebugaran kardiorespiratori (daya tahan jantung dan paru-paru) pada anak dan dewasa muda sebesar 43% per tahun sejak tahun 1981- 2000 di negara-negara maju ([1]. Di Amerika Serikat misalnya, bila dibandingkan dengan tahun 1960an dan 1970an, kebugaran kaum muda di negara tersebut mulai menurun tajam sejak 1990an [2]. Hal yang sama terjadi di Korea, di mana sejak tahun 1968-2000 telah terjadi penurunan level kebugaran kardiorespiratori pada anak dan usia muda [3]. Di Hongaria terjadi penurunan level kebugaran kardiorespiratori pada mahasiswa dalam 15 tahun terakhir (1997-2012) [4]. Di Indonesia sendiri, penelitian menunjukkan bahwa 86,3% mahasiswa Universitas Indonesia tidak bugar [5]. Selanjutnya, masih di kampus yang sama, penelitian menunjukkan bahwa 67,9% mahasiswa tidak bugar [6]. Penelitian terakhir menyebutkan bahwa 87,56% mahasiswa Prodi Gizi FIKES UHAMKA memiliki kebugaran kardiorespiratori yang rendah (Fitriani dan Purwaningtyas, 2018). Selain itu, ditemukan juga bahwa 48,7% mahasiswi Prodi Gizi di kampus FIKES UHAMKA memiliki kekuatan otot genggam yang rendah [7].

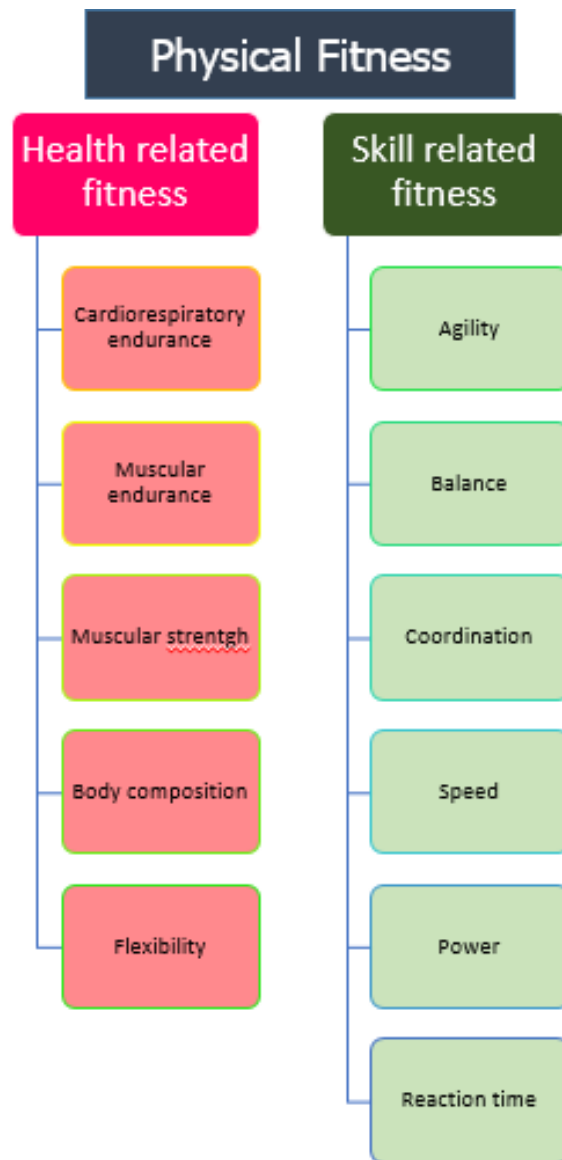
II Definisi Kebugaran

Berikut ini beberapa definisi kebugaran:

1. *Fitness*/Kebugaran adalah keseluruhan sistem tubuh yang sehat dan berfungsi secara efisien sehingga memungkinkan seseorang melakukan aktivitas berat dan aktivitas waktu luang (Bucher and Prantice, 1985)
2. Kebugaran adalah kemampuan untuk melakukan kegiatan sehari-hari dengan optimal tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan serta memiliki cukup energi untuk waktu luang dan hal tak terduga [8]
3. Kebugaran adalah tingkat kemampuan seseorang melakukan aktivitas fisik dalam berbagai macam kondisi (Jourkesh et.al., 2011)

III Komponen Kebugaran

Berikut ini komponen kebugaran menurut [8]



Gambar 1. 1 Komponen Kebugaran

Seperti terlihat pada gambar 1.1, secara garis besar komponen kebugaran dibagi menjadi 2, yakni kebugaran yang terkait dengan kesehatan (*health related fitness*) dan kebugaran yang terkait dengan kemampuan (*skill related fitness*). Pada modul ini, pembahasan akan difokuskan pada kebugaran yang terkait dengan kesehatan. Namun, pada bagian akhir akan sedikit diulas mengenai kebugaran yang terkait dengan kemampuan.

1. Health Related Fitness

a. Cardiorespiratory fitness

Cardiorespiratory fitness (kebugaran kardiorespiratori) adalah kemampuan sistem sirkulasi (jantung, pembuluh darah dan darah) dan respiratori (paru-paru) dalam menyuplai oksigen dan zat gizi secara terus-menerus ke sel-sel yang membutuhkan

selama aktivitas endurans. Jenis aktivitas fisik yang dapat meningkatkan *cardiorespiratory fitness* adalah aktivitas aerobik yang meningkatkan denyut nadi secara terus-menerus, contoh: *swimming, brisk walking, jogging, cycling*.

Latihan fisik yang bersifat aerobik dapat meningkatkan kapasitas jantung dan paru-paru melalui karena selama latihan aerobik terjadi adaptasi fisiologis sebagai berikut.

- Meningkatnya denyut nadi hingga 170-210 denyut/menit
- Meningkatnya *stroke volume* (jantung memompa lebih banyak darah setiap ketukannya)
- Meningkatnya *cardiac output* (jumlah darah yang keluar dari jantung ke sirkulasi setiap menitnya)
- Meningkatnya aliran darah ke otot (85-90%)
- Tekanan darah sistolik meningkat, sedangkan diastolik tetap dan menurun perlahan
- Bernapas lebih dalam dan lebih cepat (40 – 60 hembusan nafas/menit)



Gambar 1. 2 Contoh Latihan Aerobik

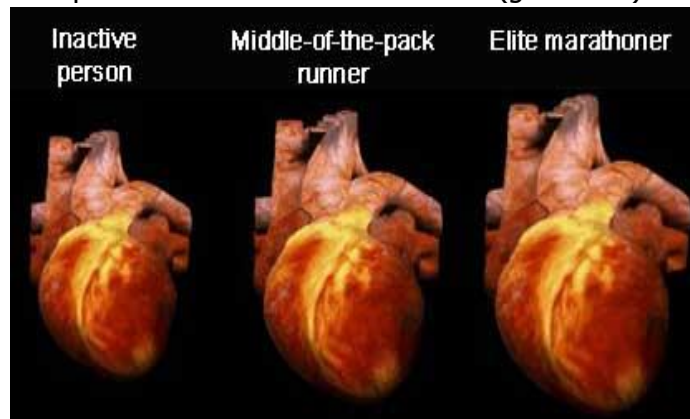
Latihan aerobik melatih tubuh untuk semakin efisien membakar energi menggunakan oksigen. Dalam rangka mengompensasi kebutuhan oksigen ke seluruh tubuh yang membutuhkan selama pembakaran, jantung dan paru-paru sebagai organ utama penyuplai oksigen akan bekerja lebih "giat". Apabila latihan aerobik dilakukan secara teratur maka kapasitas kerja jantung dan paru-paru akan meningkat.

Berikut ini manfaat latihan aerobik bagi kesehatan.

- Meningkatkan fungsi kardiorespiratori
 - Menjaga dan meningkatkan volume darah jantung dan suplai oksigen
 - Meningkatkan fungsi otot jantung di mana jantung memompa darah lebih banyak per ketukannya. Hal ini menyebabkan denyut nadi permenit saat istirahat/*resting heart rate* lebih rendah (orang yg bugar umumnya memiliki RHR 10-20 denyut/menit lebih rendah dibandingkan orang yg tidak bugar).
 - Memperkuat kontraksi otot jantung
 - Meningkatkan ukuran jantung bagi orang dewasa muda

- Meningkatkan volume darah yang beredar di sirkulasi setiap kali kontraksi sehingga meningkatkan jumlah oksigen beredar
- Menurunkan tekanan darah

Pada gambar 3 terlihat bahwa ukuran jantung orang yang tidak pernah atau jarang berlatih aerobik memiliki ukuran jantung paling kecil dibandingkan mereka yang aktif dan rajin berlatih. Meningkatnya ukuran jantung pada orang terlatih disebabkan terjadinya hipertrofi (pembesaran) otot jantung yang selalu dilatih dalam memompa darah selama latihan aerobik (gambar 3).



Gambar 1. 3 Perbedaan Ukuran Jantung Menurut Tingkat Latihan Aerobik

- Meningkatkan metabolisme seluler (produksi energi lebih efisien)
 - Selama latihan aerobik terjadi peningkatan jumlah pembuluh darah kapiler di otot. Akibatnya, terjadi suplai zat gizi dan oksigen lebih banyak ke otot dan membuang asam laktat hasil metabolisme. Hal ini secara terus menerus akan meningkatkan daya tahan otot
 - Sel otot "terlatih" untuk produksi energi sehingga bekerja lebih efisien
 - Meningkatkan ukuran dan jumlah mitokondria pada sel yang aktif membakar energi selama latihan
 - Mencegah deplesi/kehabisan glikogen dan meningkatkan kapasitas sel otot untuk menggunakan asam laktat dan lemak menjadi energi
- Mengurangi risiko penyakit kronis (CVD, kanker, DM tipe 2, osteoporosis)
 - *Cardiovascular disease (CVD)*: latihan aerobik meningkatkan HDL, menurunkan LDL, mencegah hipertensi, mencegah obesitas dan DM tipe 2 yg merupakan faktor risiko CVD
 - Kanker: latihan terbukti menurunkan risiko kanker kolon, payudara
 - DM tipe 2: latihan meningkatkan penggunaan gula menjadi energi, meningkatkan sensitifitas insulin)
 - Osteoporosis: latihan pada masa pertumbuhan akan meningkatkan densitas tulang → menurunkan risiko keropos di usia selanjutnya)

- Mengontrol lemak tubuh
 - Umumnya asupan masyarakat saat ini tinggi kalori sehingga sulit mencapai komposisi tubuh yang ideal. Latihan aerobik dalam waktu lama >30 menit mampu membakar lemak tubuh
 - Latihan aerobik teratur akan meningkatkan pembakaran lemak tubuh secara efisien sehingga persen lemak tubuh dapat dibatasi

- Meningkatkan fungsi imun
 - Latihan dengan tingkat moderat (sedang) dapat meningkatkan fungsi imun. Hal ini karena latihan tingkat moderat meningkatkan jumlah sel dan zat kimia yang terlibat dalam respon imun, sehingga orang yang bugar akan lebih jarang sakit

- Meningkatkan kesehatan psikologis dan emosional
 - Latihan fisik meningkatkan keterampilan dan penguasaan diri sehingga meningkatkan citra diri
 - Olahraga rekreasi memberikan kesempatan untuk bersosialisasi, bersenang-senang dan berusaha untuk unggul/kompetitif
 - Olahraga endurance mengurangi kecemasan, depresi, stress, kemarahan, permusuhan
 - Olahraga teratur memperbaiki kualitas tidur

Meta-analisis menunjukkan bahwa kebugaran kardiorespiratori berhubungan dengan kejadian penyakit jantung koroner, penyakit kardiovaskuler dan semua penyebab kematian pada dewasa sehat ([9]; [10]). Kebugaran kardiorespiratori juga berhubungan dengan kesehatan tulang [11]. Tidak hanya itu, kebugaran kardiorespiratori juga berhubungan dengan fungsi kognitif pada seluruh golongan usia (Pinilla & Hillman, 2013) dan performa akademis pada usia muda (Ariza et.al., 2017).

2. **Muscular strength**

Muscular strength adalah kemampuan otot mengerahkan seluruh kekuatan saat melakukan aktivitas (*U.S. Department of Health and Human Services*). Berbagai latihan kekuatan otot tingkat sedang – berat dapat meningkatkan kekuatan otot. Tidak hanya latihan di gym/pusat kebugaran, aktivitas lain yang mengerahkan kerja otot hingga kelelahan seperti kerja kuli bangunan juga dapat meningkatkan kekuatan otot, contoh: mengangkat, mendorong, menarik beban berat dan lain-lain (gambar 1.4).



Gambar 1. 4 Latihan dan Aktifitas untuk Kekuatan Otot

Mekanisme terbentuknya kekuatan otot melalui latihan otot adalah melalui 2 hal berikut ini:

- a) Meningkatnya sejumlah unit sel otot yang berkontraksi. Kekuatan otot ditentukan oleh jumlah unit otot yang berkontraksi secara bersama-sama. Semakin banyak jumlah unit kontraksi maka otot semakin kuat.
- b) Terjadi pemecahan protein otot karena dioksidasi menjadi energi. Terjadi keseimbangan protein negatif saat latihan, di mana pembentukan protein otot lebih rendah dari pemecahannya. Asupan protein dari makanan akan membuat keseimbangan protein di otot menjadi positif. Keseimbangan protein yang positif inilah yang kemudian dapat menstimulus sintesis protein otot yang dapat menyebabkan hipertrofi (pembesaran) otot.

3. Muscular endurance

Muscular endurance (daya tahan otot) adalah kemampuan otot untuk mengerahkan kekuatan secara terus-menerus tanpa kelelahan. Berbeda dengan *muscular strength*, fokus utama latihan otot untuk mencapai *muscular endurance* bukan untuk pembesaran otot. *Muscular endurance* lebih fokus pada kemampuan kardiovaskular dalam memasok aliran darah ke otot untuk kontraksi terus-menerus.

Perbedaan latihan daya tahan dan kekuatan otot menghasilkan jenis serabut otot yang berbeda dan digunakan pada jenis cabang olahraga yang berbeda pula seperti penjelasan berikut:

- Latihan daya tahan otot: Mengubah tipe jaringan/serabut otot menjadi *slow twitch fibers*. *Slow twitch fibers* adalah jenis serabut otot yang bekerja lebih lambat, menghasilkan kontraksi yang lebih ringan hingga sedang namun memiliki daya tahan lebih lama. Serabut otot ini bekerja dengan pembakaran aerobik (adanya bantuan oksigen dalam pembakaran). Itulah sebabnya warna serabut otot ini cenderung kemerahan karena banyak mengandung sel darah merah akibat mengalirnya aliran darah untuk mengangkut oksigen ke otot selama latihan. Individu dengan serabut otot jenis ini sangat cocok untuk menjadi atlet pada cabang olahraga daya tahan/endurans seperti dayung, marathon (lari jarak jauh), renang jarak jauh, sepeda jarak jauh.
- Latihan kekuatan otot: Mengubah tipe jaringan/serabut otot menjadi *fast twitch fibers*. *Fast twitch fibers* adalah jenis erabut otot yang bekerja lebih cepat, menghasilkan kontraksi lebih besar namun hanya bekerja dalam waktu singkat. Serabut otot ini bekerja dengan pembakaran anerobik (tanpa bantuan oksigen dalam pembakaran). Itulah sebabnya warna serabut otot ini cenderung putih pucat karena tidak adanya aliran darah untuk mengangkut oksigen ke otot

selama latihan. Individu dengan serabut otot jenis ini sangat cocok untuk menjadi atlet pada cabang olahraga berdaya ledak tinggi seperti angkat berat, binaraga, tinju, tolak peluru, lari jarak pendek, renang jarak pendek.

4. *Body composition*

Body composition adalah ukuran jumlah relatif/proporsi dari otot, tulang, lemak dan air dalam tubuh. Beberapa individu bisa saja memiliki Indeks Massa Tubuh yang sama, tetapi persen lemak dan otot jauh berbeda seperti ditunjukkan gambar 5. Pada gambar tersebut, kedua pria sama-sama memiliki berat badan 80 kg dan tinggi 180 cm (IMT sama), namun komposisi otot dan lemak jauh berbeda.



Gambar 1. 5 IMT sama, komposisi tubuh berbeda

Latihan fisik baik yang bersifat aerobik/daya tahan maupun latihan kekuatan dapat memperbaiki komposisi tubuh. Latihan aerobik mampu membakar lemak secara efisien sehingga dapat menurunkan massa lemak. Sedangkan latihan kekuatan mampu menstimulus sintesis protein otot sehingga meningkatkan massa otot. Tentunya semua ini diiringi dengan asupan gizi yang seimbang serta sesuai dengan intensitas dan durasi latihan fisiknya.

Persen lemak tubuh merupakan salah satu komposisi tubuh yang seering menjadi indikator penting bagi kesehatan karena berhubungan dengan pencegahan penyakit degeneratif. Pada atlet, persen lemak tubuh sangat berarti karena mempengaruhi performa. Dibandingkan IMT, persen lemak tubuh menjadi ukuran yang lebih penting bagi pelatih maupun atlet itu sendiri untuk capaian kapasitas fisik menjelang pertandingan. Berikut ini daftar batasan persen lemak dan klasifikasinya pada individu non-atlet dan atlet.

| Males | Females | Rating |
|-------|---------|------------|
| 5-10 | 8-15 | Athletic |
| 11-14 | 16-23 | Good |
| 15-20 | 24-30 | Acceptable |
| 21-24 | 31-36 | Overweight |
| >24 | >37 | Obese |

Gambar 1. 6 Klasifikasi Persen Lemak Individu Non-atlet

(Sport Nutrition, Second Edition, by Asker Jeukendrup, PhD, and Michael Gleeson, PhD)

| Sport | Male | Female | Sport | Male | Female |
|--------------------|--------|---------|--------------------|--------|---------|
| Baseball | 12-15% | 12-18% | Rowing | 6-14% | 12-18% |
| Basketball | 6-12% | 20-27% | Shot Putters | 16-20% | 20-28% |
| Body building | 5-8% | 10-15% | Skiing (X country) | 7-12% | 16-22% |
| Cycling | 5-15% | 15-20% | Sprinters | 8-10% | 12-20% |
| Football (Backs) | 9-12% | No data | Soccer | 10-18% | 13-18% |
| Football (Linemen) | 15-19% | No data | Swimming | 9-12% | 14-24% |
| Gymnastics | 5-12% | 10-16% | Tennis | 12-16% | 16-24% |
| High/long Jumpers | 7-12% | 10-18% | Triathlon | 5-12% | 10-15% |
| Ice/field Hockey | 8-15% | 12-18% | Volleyball | 11-14% | 16-25% |
| Marathon running | 5-11% | 10-15% | Weightlifters | 9-16% | No data |
| Racquetball | 8-13% | 15-22% | Wrestlers | 5-16% | No data |

Gambar 1. 7 Klasifikasi Persen Lemak Individu Atlet

(Sport Nutrition, Second Edition, by Asker Jeukendrup, PhD, and Michael Gleeson, PhD)

5. Flexibility

Fleksibilitas adalah rentang pergerakan suatu sendi. Fleksibilitas dibutuhkan untuk pergerakan tubuh yang lancar selama beraktivitas dan mencegah cedera. Fleksibilitas bersifat spesifik untuk setiap sendi dan dipengaruhi oleh ketatnya ligament dan tendon.

Berikut ini cara meningkatkan fleksibilitas:

Fleksibilitas akan meningkat dengan jenis latihan yang dirancang untuk meregangkan ligament, sendi dan tendon.

Ada 3 jenis latihan fleksibilitas:

- *Dynamic stretching*: kemampuan untuk menyelesaikan serangkaian gerakan pada sendi-sendi tertentu. Biasanya digunakan sbg *warming up* standar sebelum berolahraga.
- *Static-active-stretching*: menahan tubuh atau bagian tubuh dalam posisi teregang dlm beberapa saat. Contoh: split

- *Ballistic stretching*: hanya dilakukan pada saat tubuh sudah pemanasan dan lentur. Peregangan dilakukan dalam berbagai posisi, termasuk gerakan memantul-mantul/*bouncing*



Gambar 1. 8 Contoh latihan dynamic stretching

6. Skill Related Fitness

- *Agility*/kelincahan adalah kemampuan untuk mengubah posisi tubuh secara cepat dan akurat.
- *Balance*/keseimbangan adalah kemampuan menjaga tubuh dalam posisi equilibrium/setimbang, baik pada saat diam maupun bergerak.
- *Coordination*/koordinasi adalah kemampuan untuk menggunakan panca indera seperti pendengaran dan penglihatan, bersama-sama dengan anggota tubuh dalam melakukan gerakan motoric secara halus dan akurat
- *Speed*/kecepatan adalah kemampuan tubuh untuk bergerak dalam durasi yang singkat
- *Power* adalah daya yang dikeluarkan dalam melakukan suatu kerja
- *Reaction time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi terhadap stimulus yang diberikan

IV Faktor-faktor yang memengaruhi kebugaran

Beragam faktor mempengaruhi kebugaran, baik faktor yang tidak dapat diubah (umur, jenis kelamin, genetik) maupun faktor lainnya yang dapat diubah (status gizi, asupan gizi, aktivitas fisik)

- Umur

Kebugaran akan menurun seiring bertambahnya umur, namun penurunan ini dapat ditekan apabila berolahraga teratur sejak dini. Kebugaran meningkat di usia 25 – 30 tahun, kemudian menurun 0,8-1% per tahun di usia selanjutnya.

- Jenis kelamin

terkait dengan perbedaan massa otot, kekuatan otot, jumlah hemoglobin, hormon, kapasitas paru-paru, dsb.

- Genetik

Genetik memengaruhi perbedaan *skill related fitness*. Selain itu, genetik juga memengaruhi tipe serabut otot (*fast twitch/slow twitch*)→memengaruhi fungsi otot.

- Status gizi

Penelitian menunjukkan bahwa individu dengan IMT normal memiliki kebugaran lebih baik dibandingkan IMT kurang maupun lebih.

- Aktivitas fisik

Aktivitas/latihan fisik yang teratur meningkatkan salah satu atau lebih komponen health related fitness.

- Asupan gizi

Asupan gizi makro maupun mikro memengaruhi kebugaran. Kelebihan dan defisiensi zat gizi makro menurunkan VO₂ max. Defisiensi zat gizi mikro seperti Vit. C, Zn, Ca, Fe menurunkan penampilan fisik.

Latihan 1

1. Sebutkan komponen kebugaran yang berkaitan dengan kesehatan dan jelaskan !
2. Sebutkan manfaat latihan aerobik untuk kebugaran kardiorespiratori!
3. Apa perbedaan *muscular strength* dengan *muscular endurance*?
4. Bagaimana mekanisme latihan fisik meningkatkan kekuatan otot?
5. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kebugaran dan jelaskan!

Jawaban Latihan 1

1. Berikut ini 5 komponen *health related fitness*:
 - a. *Cardiorespiratory fitness*: kemampuan sistem sirkulasi (jantung, pembuluh darah dan darah) dan respiratori (paru-paru) dalam menyuplai oksigen dan zat gizi secara terus-menerus ke sel-sel yang membutuhkan selama aktivitas endurans.
 - b. *Muscular strength*: adalah kemampuan otot mengerahkan seluruh kekuatan saat melakukan aktivitas
 - c. *Muscular endurance*: kemampuan otot untuk mengerahkan kekuatan secara terus-menerus tanpa kelelahan.
 - d. *Body composition*: ukuran jumlah relatif dari otot, tulang, lemak dan air dalam tubuh
 - e. *Flexibility*: rentang pergerakan suatu sendi
2. Berikut ini manfaat latihan aerobik untuk kesehatan:
 - a. Meningkatkan fungsi kardiorespiratori
 - b. Meningkatkan metabolisme seluler (produksi energi lebih efisien)
 - c. Mengurangi risiko penyakit kronis (CVD, kanker, DM tipe 2, osteoporosis)

- d. Mengontrol lemak tubuh
 - e. Meningkatkan fungsi imun
 - f. Meningkatkan kesehatan psikologis dan emosional
3. Berikut ini perbedaan latihan *muscular strength* dengan *muscular endurance*:
Perbedaan latihan daya tahan dan kekuatan otot menghasilkan jenis serabut otot yang berbeda dan digunakan pada jenis cabang olahraga yang berbeda pula.
- Latihan daya tahan otot: Mengubah tipe jaringan/serabut otot menjadi *slow twitch fibers*. *Slow twitch fibers* adalah jenis serabut otot yang bekerja lebih lambat, menghasilkan kontraksi yang lebih ringan hingga sedang namun memiliki daya tahan lebih lama
 - Latihan kekuatan otot: Mengubah tipe jaringan/serabut otot menjadi *fast twitch fibers*. *Fast twitch fibers* adalah jenis erabut otot yang bekerja lebih cepat, menghasilkan kontraksi lebih besar namun hanya bekerja dalam waktu singkat.
4. Berikut ini mekanisme latihan fisik dalam meningkatkan kekuatan otot:
Mekanisme terbentuknya kekuatan otot melalui latihan otot adalah melalui 2 hal berikut ini:
- a) Meningkatnya sejumlah unit sel otot yang berkontraksi. Semakin banyak jumlah unit kontraksi maka otot semakin kuat.
 - b) Terjadi pemecahan protein otot karena dioksidasi menjadi energi. Terjadi keseimbangan protein negatif saat latihan, di mana pembentukan protein otot lebih rendah dari pemecahannya. Asupan protein dari makanan akan membuat keseimbangan protein di otot menjadi positif. Keseimbangan protein yang positif inilah yang kemudian dapat menstimulus sintesis protein otot yang dapat menyebabkan hipertrofi (pembesaran) otot.
5. Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi kebugaran:
- Umur
Kebugaran meningkat di usia 25 – 30 tahun, kemudian menurun 0,8-1% per tahun di usia selanjutnya.
 - Jenis kelamin
Terkait dengan perbedaan massa otot, kekuatan otot, jumlah hemoglobin, hormon, kapasitas paru-paru, dsb.
 - Genetik
Genetik memengaruhi perbedaan *skill related fitness*.
 - Status gizi
Individu dengan IMT normal memiliki kebugaran lebih baik dibandingkan IMT kurang maupun lebih.
 - Aktivitas fisik

Aktivitas/latihan fisik yang teratur meningkatkan salah satu atau lebih komponen health related fitness.

- Asupan gizi

Asupan gizi makro maupun mikro memengaruhi kebugaran. Kelebihan dan defisiensi zat gizi makro menurunkan kebugaran kardiorespiratori. Defisiensi zat gizi mikro seperti Vit. C, Zn, Ca, Fe menurunkan penampilan fisik.

Rangkuman 1

1. Kebugaran adalah keseluruhan sistem tubuh yang sehat dan berfungsi secara efisien sehingga memungkinkan seseorang melakukan aktivitas berat dan aktivitas waktu luang
2. Komponen kebugaran secara garis besar dibagi 2 yakni health related fitness dan skill related fitness
3. Terdapat 5 komponen *health related fitness* yakni cardiorespiratory fitness, muscular strength, muscular endurance, body composition dan flexibility
4. Terdapat 5 komponen *skill related fitness* yakni *agility, coordination, speed, power, reaction time*
5. Faktor-faktor yang memengaruhi kebugaran antara lain: umur, jenis kelamin, genetik, status gizi, aktivitas fisik dan asupan gizi

Tes Formatif 1

1. Berikut ini yang merupakan komponen dari *health related fitness* adalah

 - a. *Agility*
 - b. *Coordination*
 - c. *Flexibility*
 - d. *Power*
 - e. *Speed*

2. Manakah berikut ini adaptasi fisiologis tubuh saat melakukan latihan aerobik?
 - a. Meningkatnya tekanan diastolik
 - b. Menurunnya *cardiac output*
 - c. Menurunnya *stroke volume*
 - d. Meningkatnya denyut nadi
 - e. Menurunnya aliran darah ke otot
3. Berikut ini perbedaan *muscular strength* dan *muscular endurance* yang benar adalah

 - a. Muscular strength menghasilkan slow twitch muscle fiber
 - b. Muscular endurance dilatih dengan latihan anaerobik
 - c. Muscular endurance menghasilkan slow twitch muscle fiber
 - d. Muscular strength dilatih dengan latihan aerobik
 - e. Muscular strength cocok dimiliki atlet endurans/daya tahan

4. Diketahui seorang pria memiliki persen lemak 27%. Pada klasifikasi persen lemak, pria tersebut tergolong

- a. Athletic*
 - b. Good*
 - c. Acceptable*
 - d. Overweight*
 - e. Obes*
5. Diketahui seorang wanita memiliki persen lemak 25%. Pada klasifikasi persen lemak, wanita tersebut tergolong
- a. Athletic*
 - b. Good*
 - c. Acceptable*
 - d. Overweight*
 - e. Obes*

Jawaban Tes Formatif 1

- 1. C
- 2. D
- 3. C
- 4. E
- 5. C

MODUL 2: Aktivitas Fisik untuk Kebugaran

Materi 2

I Pendahuluan

Untuk mencapai kebugaran yang optimal diperlukan aktivitas fisik yang teratur. Namun sayangnya, aktivitas fisik masyarakat masih belum memenuhi anjuran Kementerian Kesehatan RI yakni minimal 30 menit sehari dengan frekuensi 3 kali seminggu. Aktivitas fisik yang kurang merupakan salah satu dari 4 faktor utama penyumbang 6% kematian di dunia [12]. Aktifitas fisik yang kurang juga merupakan penyebab 21-25% kanker payudara dan kolon, 27% diabetes melitus dan 30% jantung iskhemik di dunia. Di Indonesia, aktivitas fisik yang kurang merupakan salah satu penyebab utama terjadinya perubahan pola penyakit, atau yang sering disebut dengan transisi epidemiologi, yang ditandai dengan meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular (PTM) seperti stroke, jantung, diabetes dan lain-lain (Kemenkes RI, 2012).

II Definisi

Sebelum mendalami lebih lanjut mengenai aktivitas fisik untuk kebugaran, berikut ini beberapa definisi untuk dipahami terlebih dahulu.

1. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik (Inggris: *physical activity*) adalah seluruh pergerakan yang melibatkan otot rangka dan **mengeluarkan energi**. Aktivitas fisik meliputi kegiatan sehari-hari yang biasa kita lakukan untuk memenuhi kebutuhan hidup, **tidak terencana dan terstruktur**, seperti berjalan, membersihkan rumah, berkebun, berkendara, belajar, mandi dan lain sebagainya. Bagi anak-anak dan remaja, aktivitas fisik umumnya lebih beragam dari orang dewasa, seperti bermain, bersendagurau, berkejaran, melompat-lompat, dan lain sebagainya. Aktivitas fisik dapat meningkatkan *energy expenditure*, membantu menyeimbangkan *energy intake* dari asupan sehingga mencegah gizi lebih dan obesitas.

2. Latihan Fisik

Untuk mencapai kebugaran yang optimal, aktivitas fisik perlu diselingi dengan latihan fisik yang terprogram. Latihan fisik (Inggris: *exercise/workout/training*) adalah aktivitas fisik yang **mengeluarkan energi, terencana dan terstruktur**, bertujuan untuk meningkatkan dan atau memelihara **kebugaran fisik**. Latihan fisik bersifat spesifik sesuai dengan tujuan kebugaran fisik yang ingin dicapai, yakni:

- a)Latihan untuk kebugaran kardiorespiratori
- b)Latihan untuk daya tahan otot
- c)Latihan untuk kekuatan otot
- d)Latihan untuk komposisi tubuh
- e)Latihan untuk fleksibilitas

3. Olahraga

Olahraga (Inggris: *sport/game/competition*) adalah latihan fisik yang tidak hanya bertujuan mencapai kebugaran tetapi lebih kepada memenangkan pertandingan atau kompetisi. Individu yang melakukan olahraga disebut olahragawan/atlet. Pada olahraga, latihan fisik memiliki intensitas yang lebih berat dan durasi yang lebih lama sehingga kebutuhan gizi pun akan lebih tinggi. Inilah yang menyebabkan seorang atlet memiliki kebutuhan gizi yang lebih tinggi dibandingkan non-atlet, terlebih bagi atlet profesional (atlet nasional dan dunia).

III Konsep FITT

1. Definisi

FITT merupakan singkatan dari *Frequency, Intensity, Time dan Type*. Konsep FITT digunakan untuk mendeskripsikan rencana latihan fisik yang dijalankan, terdiri dari:

- a) Frequency : seberapa sering latihan fisik dilakukan
- b) Intensity : Seberapa berat latihan fisik dilakukan
- c) Time : Seberapa lama latihan fisik dilakukan
- d) Type : Tipe latihan fisik yang dilakukan

2. Konsep FITT untuk *Cardiorespiratory Fitness*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada modul 1, jenis latihan fisik untuk mencapai kebugaran kardiorespiratori adalah latihan aerobik. Berikut ini rincian FITT latihan aerobik yang dianjurkan menurut *American College of Sport Medicine*.

a) Frequency

- Lakukanlah latihan fisik 3 – 5 kali /minggu
- Bagi pemula dimulai 3 kali/minggu, bertahap meningkat menjadi 5 kali/minggu
- Apabila pemula langsung melakukan > 5 kali /minggu akan berisiko cedera
- Sebaliknya apabila dilakukan < 3 kali/minggu tidak cukup untuk mencapai kebugaran kardiorespiratori, kecuali intensitasnya sangat tinggi
- Selain itu, latihan serobik yang < 3 kali/minggu mengakibatkan tubuh sulit beradaptasi terhadap efek dari latihan. Hal ini juga dapat mengakibatkan cedera.

b) Intensity

- Sesuaikan intensitas latihan dengan kondisi individu dan lingkungan/cuaca
- Contoh: para pemula, individu pada masa pemulihan, cuaca panas hendaknya pilih intensitas ringan
- Berikut ini beberapa ukuran intensitas latihan aerobik:
 - Maximum heart rate (MHR)
 - Dianjurkan latihan dengan intensitas 65 – 85% MHR
 - $MHR = 220 - \text{umur}$
 - Contoh seseorang dengan usia 19 th maka $MHR = 220 - 19 = 201$

- 65% dari 201 = 131 denyut/menit
- 90% dari 201 = 181 denyut/menit
- Jadi, org tsb dianjurkan melakukan latihan yg bisa meningkatkan denyut nadi sebesar 131 – 181 denyut/menit untuk mencapai kebugaran kardiorespiratori.
(Sumber : *American College of Sport Medicine*)

□ METs

- METs merupakan satuan metabolisme /penggunaan energi di atas metabolisme saat istirahat
- Mets digunakan sbg ukuran metabolisme saat aktivitas sehari-hari maupun latihan/berolahraga
- 1 Met → istirahat (*resting metabolic rate/RMR*)
- Nilai METs saat latihan adalah sekian kali nilai MET saat istirahat
- Contoh: nilai METs =2 artinya nilai metabolisme org tsb selama latihan adalah 2 kali metabolisme saat istirahat

Tabel 2. 1 Intensitas Aktivitas Menurut METS

| METS | Intensitas | Jenis aktivitas |
|-------------|-------------------|--|
| 3 – 4 | Low | Pekerjaan rumah tangga, industry Tdk dapat meningkatkan kebugaran |
| 6 – 8 | Moderate | Cocok untuk yg baru memulai latihan |
| >10 | Vigorous | Sprint, renang cepat, olahraga permainan |

| Activity | METs | Caloric Expenditure (kilocalories/min) |
|---------------------------|------|--|
| Rest | 1 | 1.2 |
| Light housework | 2–4 | 2.4–4.8 |
| Bowling | 2–4 | 2.5–5 |
| Walking | 2–7 | 2.5–8.5 |
| Archery | 3–4 | 3.7–5 |
| Dancing | 3–7 | 3.7–8.5 |
| Hiking | 3–7 | 3.7–8.5 |
| Horseback riding | 3–8 | 3.7–10 |
| Cycling | 3–8 | 3.7–10 |
| Basketball (recreational) | 3–9 | 3.7–11 |
| Swimming | 4–8 | 5–10 |
| Tennis | 4–9 | 5–11 |
| Fishing (fly, stream) | 5–6 | 6–7.5 |
| In-line skating | 5–8 | 6–10 |
| Skiing (downhill) | 5–8 | 6–10 |
| Rock climbing | 5–10 | 6–12 |
| Scuba diving | 5–10 | 6–12 |
| Skiing (cross-country) | 6–12 | 7.5–15 |
| Jogging | 8–12 | 10–15 |

NOTE: Intensity varies greatly with effort, skill, and motivation.

SOURCE: Adapted from American College of Sports Medicine. 2006. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.

Gambar 2. 1 Padanan Aktivitas, METS dan Kalori

c) Time

- Direkomendasikan total durasi latihan 20 – 60 menit
- Dapat berupa *single session* atau *multiple session* @ 10 menit
- Durasi total latihan tergantung dari intensitas latihan

Tabel 1. Durasi latihan menurut intensitas

| Intensity | Time | Keterangan |
|---|------------------------|---|
| <i>Low to moderate</i> (<i>walking, slow swimming</i>) | <i>45 – 60 minutes</i> | Direkomendasikan bagi pemula |
| <i>High</i> | <i>20 minutes</i> | <i>Higher level</i> |
| <i>Extremely high</i> | <i>5 – 10 minutes</i> | <input type="checkbox"/> Risiko injury <input type="checkbox"/> Risiko discontinue |

d) Type

- Latihan yg dianjurkan untuk meningkatkan kebugaran kardiorespiratori adalah latihan yang bersifat *aerobik endurance*, yang melibatkan pergerakan sebagian besar otot secara ritmik.
- Aerobik = menggunakan oksigen untuk pembakaran energy
- Endurance= long lasting = berlangsung lama, minimal 30 menit
- Konsekuensi dari latihan durasi lama → intensitas rendah – sedang
- Jenis latihan/olahraga = walking, jogging, swimming, cycling, aerobic dancing

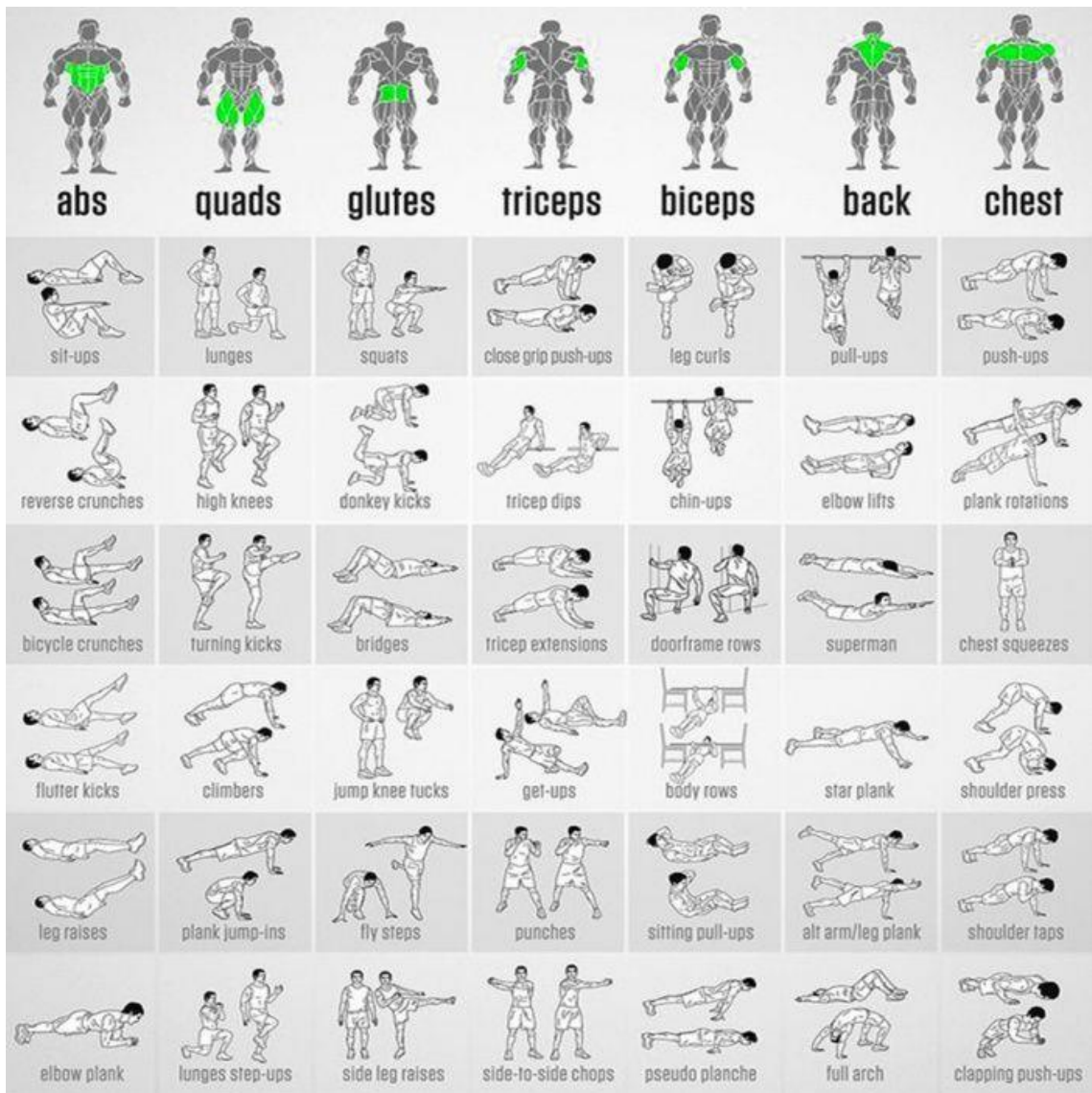
3. Konsep FITT untuk *Muscular Strength & Muscular Endurance*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada modul 1, jenis latihan fisik untuk mencapai kekuatan otot adalah latihan kekuatan sedangkan untuk latihan daya tahan otot adalah dengan latihan resistance. Namun kedua latihan ini seringkali digabung, di mana latihan daya tahan otot ditujukan bagi pemula/pemanasan sedangkan latihan kekuatan otot merupakan latihan lanjutan untuk intensitas yang lebih tinggi. Berikut ini rincian FIIT latihan kekuatan yang dianjurkan menurut *American College of Sport Medicine*.

a) Frequency

Level pemula

- Dianjurkan 2 – 3 hari seminggu
- Latihan ditujukan kepada seluruh bagian tubuh (full body), setidaknya 6 bagian tubuh utama: abs, quads, glutes, tricep-bicep, back, chest
- Ada jeda istirahat 2-3 hari antar latihan



Gambar 2. 2 Full Body Workout bagi Pemula



Gambar 2. 3 Rencana Latihan Otot bagi Pemula

- ❑ Level lanjut dan tinggi
 - Frekuensi dapat lebih sering yakni 4 – 5 hari/minggu
 - Target bagian tubuh dapat lebih spesifik, missal ingin memperbesar ukuran otot bagian tertentu saja selama periode waktu tertentu
 - Ada jeda istirahat 2-3 hari antar latihan

Tabel 2. 2 Latihan Otot bagi Level Lanjut Dan Tinggi

| Day | Exercise |
|-----------|---------------------------------------|
| Monday | Chest, shoulders, triceps, abdominals |
| Tuesday | Back, legs, biceps |
| Wednesday | Rest |
| Thursday | Chest, shoulders, triceps, abdominals |
| Friday | Back, legs, biceps |
| Saturday | Rest |
| Sunday | Rest |

Konsep Set dan Repetisi

Set

- Set adalah volume latihan dalam satu waktu
- Setiap 1 set terdiri dari beberapa repetisi/pengulangan

- Biasanya dalam 1 waktu latihan terdiri dari :
 - ❑ 2 – 3 set pemanasan
 - ❑ 2 – 3 set latihan intensif
- Jumlah set dapat ditambah secara bertahap
- Berger (1963) → untuk mendapatkan kekuatan optimal lakukanlah 3 set yg terdiri dr 6 repetisi
- Semakin banyak jml set, semakin cepat kekuatan bertambah

Repetisi

- Repetisi adalah jumlah pengulangan setiap set
- Bagi beginner atau atlet yg sudah lama tdk berlatih → 12 repetisi / set
- Latihan awal dimulai dengan set ringan dengan jumlah repetisi yg banyak

b) Intensity

- **1 maximum repetition** = beban maksimum yang dapat dilakukan dalam 1 kali repetisi
- Misal: seorang atlet dapat mengangkat *bench press* 300 kg dalam satu kali angkat, bila beban ditambahkan tdk dapat diangkat, maka 300 kg adalah 1 MR untuk latihan bench press bagi atlet tsb.
- *Maximum repetition* dipengaruhi oleh umur, pengalaman dan kondisi latihan
- Mengetahui MR penting untuk menentukan intensitas latihan

Tabel 2. 3 Intensitas Latihan Kekuatan Otot

| Repetition | Persentase MR (%) |
|------------|-------------------|
| 1 | 100 |
| 2 | 95 |
| 3 | 86 |
| 4 | 78 |
| 5 | 70 |
| 6 | 61 |
| 7 | 53 |

Ketentuan:

Bagi pemula: 50 – 70% MR

Level lanjut dan tinggi: > 70 – 90% MR

Sumber: Davies dalam Sprague (1993)

c) Time

Tabel 2. 4 Durasi Latihan menurut Level Individu

| Level | Set & repts | Time |
|----------------------|--|--------------------|
| Beginner | 1–3 Sets 8–12 repetitions | 30 sec to 1 minute |
| Intermediate to high | Endurance 2–3 Sets 12–20++ Repts | 30 sec to 1 minute |
| | Strength 3–5 Sets 2–6 Repts | 2 to 5 minutes |

d) Type

- *Weight machine*: menggunakan mesin pemberat di gym
- *Free weights*: menggunakan beban bebas seperti barbel
- *Resistance with band*: menggunakan karet resistan
- *Medicine ball*: menggunakan bola terapi
- *Own body weight*: menggunakan berat badan sendiri seperti pilates, yoga

4. Konsep FITT untuk Body Composition

Tabel 2. 5 Konsep FITT untuk Body Composition

| | |
|------------------|--|
| Frequency | Daily |
| Intensity | Low |
| Time | 60 minutes |
| Type | <p>Maksimalkan berbagai aktivitas fisik & latihan fisik yg dapat dilakukan, mulai dari pekerjaan rumah, walking, playing, cycling Misal: walking bike to work bike to school use the stairs rather than elevator playing soccer, volleyball, basketball, badminton with friends</p> |

5. Konsep FITT untuk Flexibility

Tabel 2. 6 Konsep FITT untuk Fleksibilitas

| Frequency | Daily |
|-----------|--|
| Intensity | Regangkan otot dan tahan hingga melebihi panjang normalnya |
| Time | Masing-masing regangan, tahan 10 – 15 detik |
| Type | Lakukan latihan peregangan yg memungkinkan tubuh bergerak dalam berbagai gerak <ul style="list-style-type: none">- Dynamic stretching- Static stretching- Ballistic stretching |

Latihan 2

1. Jelaskan Perbedaan antara aktivitas fisik, latihan fisik dan olahraga!
2. Apa yang dimaksud dengan FITT?
3. Bagaimana Anda menganjurkan latihan fisik bagi individu yang ingin meningkatkan daya tahan jantung dan paru-paru?
4. Bagaimana menentukan intensitas latihan aerobik?
5. Bagaimana menentukan intensitas latihan kekuatan otot?

Jawaban Latihan 2

1. **Aktivitas fisik** adalah seluruh aktivitas sehari-hari yang tidak terencana dan tidak terstruktur, namun cukup meningkatkan keluaran energi, meskipun tidak berperan banyak meningkatkan kebugaran
Latihan fisik adalah aktivitas fisik yang direncanakan dan terstruktur, dapat diukur, dan bertujuan mencapai kebugaran spesifik
Olahraga adalah latihan fisik dengan intensitas dan durasi maksimal karena ditujukan untuk memenangkan kompetisi
2. FITT adalah rencana, rancangan atau deksripsi dari suatu latihan fisik yang terdiri dari frekuensi, intensity, time dan type.
3. Bagi pemula yang ingin meningkatkan daya tahan jantung dan paru-paru maka latihan yang tepat adalah latihan erobik dengan FITT sebagai berikut.
 1. Frequency
Bagi pemula dimulai 3 kali/minggu, bertahap meningkat menjadi 5 kali/minggu
 2. Intensity
para pemula hendaknya pilih intensitas ringan
 3. Time

Direkomendasikan total durasi latihan 20 – 60 menit

4. Type

Jalan cepat, renang, lari, senam aerobik

4. Intensitas latihan aerobik dapat diukur dengan ukuran *maximum heart rate* (MHR) atau mets
5. Intensitas latihan kekuatan otot dapat diukur dengan ukuran maximum repetition (MR)

Rangkuman 2

1. Terdapat perbedaan antara aktivitas fisik, latihan fisik dan olahraga. perbedaan terletak pada perencanaan, tujuan dan intensitas.
2. Deskripsi latihan fisik menggunakan konsep FITT
3. Terdapat 5 jenis latihan fisik, tergantung dari tujuan kebugaran yang ingin dicapai. Masing-masing memiliki konsep FITT nya sendiri-sendiri
4. Ukuran intensitas latihan adalah hal yang menarik dan bersifat khas pada berbagai jenis latihan. Untuk latihan aerobic, intensitas dapat dinyatakan dalam *maximum heart rate* (MHR) maupun mets. Sedangkan untuk latihan kekuatan otot intensitas dinyatakan dalam maximum repetition (MR).
5. Konsep FITT perlu mempertimbangkan tujuan kebugaran dan kondisi individu, apakah pemula atau level lanjut.

Tes Formatif 2

Untuk menjawab soal nomor 1 – 5, bacalah scenario berikut.

Ranti adalah seorang remaja perempuan berusia 17 tahun dengan level kebugaran yang kurang (*Resting Heart Rate/RHR* = 85 denyut/menit). Untuk meningkatkan level kebugaran, dia pun memulai latihan fisik secara teratur dengan konsep FITT yang sesuai bagi dirinya sebagai seorang pemula. Berikut ini konsep FITT yang disusun oleh Ranti:

- *Frequency*: 7 kali/minggu (setiap hari)
- *Intensity*: moderate
- *Time*: 30 – 45 menit
- *Type*: aerobic endurance: jogging/swimming/cycling

1. Berdasarkan konsep FITT yang disusun, terlihat bahwa komponen kebugaran (*health related fitness*) yang ingin dicapai oleh Ranti adalah ...
 - a. Muscular strength
 - b. Muscular endurance
 - c. Cardiorespiratory fitness
 - d. Flexibility
 - e. Agility
2. Efek yang akan terjadi pada tubuh saat melakukan latihan fisik dengan pola FITT seperti yang Ranti lakukan antara lain ...

- a. menurunnya tekanan darah sistolik
 - b. meningkatnya penimbunan lemak
 - c. meningkatnya *stroke volume* dan *cardiac output*
 - d. menurunnya aliran darah ke otot
 - e. menurunnya denyut nadi saat latihan
3. Sebagai seorang pemula yang baru memulai latihan fisik, *frequency* latihan yang ditetapkan oleh Ranti ...
- a. Sudah sesuai dengan anjuran, yakni langsung dilaksanakan setiap hari agar pembakaran maksimal
 - b. Kurang banyak, sebaiknya lebih dari 7 kali/minggu agar pembakaran lemak lebih banyak
 - c. Berlebih, sebagai pemula hendaknya dimulai dari 3 kali/minggu, kemudian ditingkatkan bertahap menjadi 5 kali/minggu
 - d. Jauh di atas anjuran, karena sebaiknya latihan untuk kebugaran cukup 1 kali/minggu
 - e. Sudah sesuai anjuran, bahkan seharusnya ditingkatkan juga intensitasnya menjadi vigorous
4. Mets adalah ukuran metabolisme di atas *basal metabolic rate*. Mets biasa digunakan untuk mengukur intensitas latihan fisik dan menggolongkannya menjadi intensitas ringan, sedang/moderate dan bera/vigorous. Menurut ukuran Mets, maka intensitas latihan yang dilakukan Ranti termasuk pada rentang ...
- a. 1 – 2 Mets
 - b. 3 – 4 Mets
 - c. 6 – 8 Mets
 - d. 9 – 10 Mets
 - e. > 10 Mets
5. Selain Mets, intensitas latihan aerobik juga dapat ditentukan dengan *Maximum Heart Rate* (MHR). Bagi pemula, Ranti dianjurkan melakukan latihan fisik dengan intensitas ...
- a. 40 – 50% MHR
 - b. 50 – 85% MHR
 - c. 55 – 95% MHR
 - d. 65 – 85% MHR
 - e. 85 – 90% MHR

Jawaban Tes Formatif 2

1. C
2. C
3. C

- 4. C
- 5. D

MODUL 3: Asupan Gizi dan Kebugaran

Materi 3

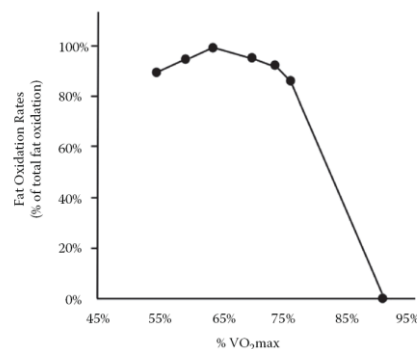
I Lemak dan Kebugaran

Metabolisme Lemak selama Olahraga

Lemak merupakan sumber energi terbesar dalam tubuh. Lemak digunakan bersama dengan karbohidrat sebagai sumber energi selama berolahraga. Proporsi penggunaan lemak dan karbohidrat sebagai bahan bakar silih berganti. Ada saatnya lemak dimetabolisme sebagai sumber energi utama dan ada saatnya karbohidrat yang dipakai sebagai energi utama, tergantung dari intensitas dan durasi olahraga. Kejadian ini dikenal dengan *metabolic shift* yang umum terjadi saat seseorang berolahraga.

Saat istirahat dan saat berolahraga dengan intensitas ringan sampai sedang (misalnya saat jogging atau pada pelari jarak jauh yang masih menempuh separuh lintasan), lemak menjadi bahan bakar utama (hingga 66% pengeluaran energi). Pada kondisi ini, karbohidrat juga digunakan namun dalam proporsi yang lebih sedikit dan digunakan bersama dengan lemak dalam metabolisme aerobik (diketahui bahwa saat berolahraga dengan intensitas ringan-sedang tubuh masih mendapatkan pasokan oksigen).

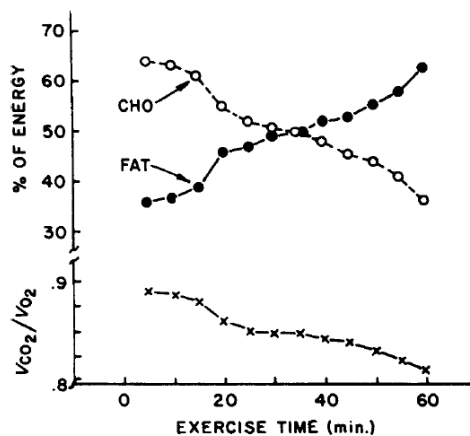
Di sisi lain, saat intensitas olahraga meningkat (misalnya pada pelari jarak jauh yang meningkatkan kecepatannya menjelang garis finish) terjadilah *metabolic shift* di mana dominasi lemak sebagai sumber utama bahan bakar mulai menurun dan berganti dengan meningkatnya metabolisme karbohidrat. Bahkan saat intensitas semakin meningkat, metabolisme lemak menjadi semakin rendah dan tubuh benar-benar mengandalkan karbohidrat sebagai bahan bakar melalui glikolisis. Namun pada kondisi ini, glikolisis yang terjadi bukan lagi glikolisis aerob, melainkan glikolisis anaerob/glikolisis laktat (diketahui bahwa saat berolahraga dengan intensitas tinggi tubuh sulit mendapatkan pasokan oksigen).



Gambar 3. 1 Proporsi Pembakaran Lemak Seiring dengan Meningkatnya Intensitas Olahraga

Keterangan gambar: Gambar 3.1 menunjukkan bahwa semakin meningkat intensitas (ditandai dengan meningkatnya %VO₂Maks), maka semakin rendah oksidasi lemak.

Tidak seperti karbohidrat, mobilisasi, uptake dan pemanfaatan lemak terjadi dalam proses yang lama. Oleh karena itu saat berolahraga, sebagian besar energi berasal dari pemecahan karbohidrat. Namun semakin lama berolahraga maka ketersediaan karbohidrat (glikogen) pun menurun. Guna menghemat glikogen untuk gerakan-gerakan intensitas tinggi berikutnya, tubuh pun meningkatkan utilisasi lemak sebagai bahan bakar. Sebagai gantinya, metabolisme karbohidrat menurun. Setelah 20 menit berolahraga, laju metabolisme lemak meningkat dan laju pemecahan karbohidrat mulai menurun seperti dijelaskan pada gambar 2.9 (Costill, 1979 dalam Brouns, 2002). Pembakaran lemak bahkan akan terus meningkat hingga 60 menit pasca olahraga.



Gambar 3. 2 Laju Metabolisme Lemak dan Karbohidrat selama Latihan

(Sumber: Costill, 1979 dalam Brouns, 2002)

Saat berolahraga, khususnya olahraga *endurance*, atlet harus mempertahankan intensitas olahraga yang submaksimal (di bawah *lactat threshold*) guna menghemat glikogen otot dan mencegah penumpukan laktat. Dengan intensitas olahraga yang submaksimal, metabolisme tubuh saat berolahraga *endurance* akan diarahkan untuk meningkatkan pembakaran lemak dan menurunkan pembakaran karbohidrat guna menghemat glikogen (*glycogen sparing effect*). Itulah sebabnya tubuh seorang atlet *endurance* maupun orang yang secara teratur berolahraga *endurance* akan memiliki pembakaran lemak yang efektif.

3.1.2 Kebutuhan Lemak Harian

Anjuran lemak bagi atlet didasarkan total kalori dan keseimbangan zat gizi makro. Setelah dilakukan penghitungan yang presisi untuk total kalori, karbohidrat dan protein, maka barulah didapat kebutuhan lemak. Sebagai contoh: seorang atlet pelari 800 m wanita dengan berat badan 64 kg membutuhkan asupan kalori 2700 kkal. Kebutuhan karbohidrat untuk resintesis glikogen otot sebesar 7 gr/kg BB/hari (455 gram/hari). Kebutuhan protein untuk resintesis protein otot sebesar 1,4 gram/kg

BB/hari (89 gram/hari). Bila dijumlah, maka kebutuhan kalori dari karbohidrat dan protein sebesar 2136 kkal. Dengan begitu didapatkanlah kebutuhan energi dari lemak sebesar 564 kkal (63 gram/hari) (Dunford dan Doyle, 2008).

Secara umum asupan lemak yang optimal bagi atlet berkisar antara 25 - 35% total kalori dengan komposisi 10% PUFA, 10% MUFA dan 10% SAFA. Semakin terlatih seorang atlet, maka semakin rendah kebutuhan lemak karena kebutuhan karbohidrat dan protein yang semakin tinggi. Namun meskipun seorang atlet tengah menjalani diet rendah lemak, asupan lemak tidak boleh terlalu rendah (< 20%). Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi lemak <20% menurunkan performa, terutama atlet *strength/power*.

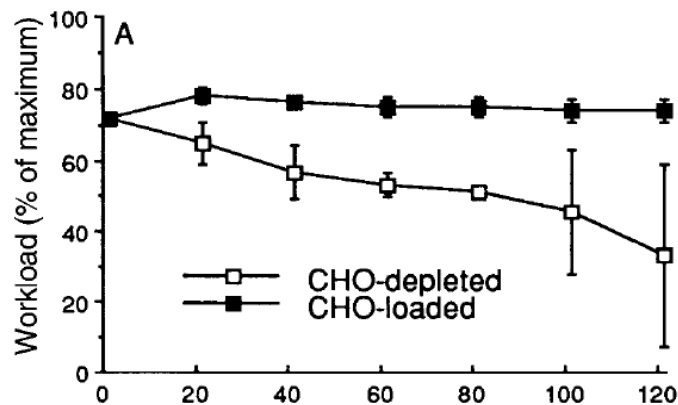
II Karbohidrat dan kebugaran

Metabolisme Karbohidrat saat Latihan

Karbohidrat merupakan sumber energi utama tubuh saat berolahraga. Simpanan karbohidrat tubuh yakni glikogen yang disimpan dalam hati dan otot dimetabolisme selama olahraga bersamaan dengan lemak. Tidak seperti lemak yang menyuplai energi saat istirahat dan berolahraga ringan, karbohidrat merupakan sumber energi yang cepat saat berolahraga dengan intensitas berat. Mengingat latihan dan kompetisi umumnya terdiri dari gerakan dengan intensitas yang berat, maka pemenuhan simpanan karbohidrat menjadi sangat krusial.

Selain itu, karena keterbatasan tubuh menyimpan glikogen, maka seiring berjalannya waktu olahraga konsentrasi glikogen pun menurun. Telah dibahas sebelumnya bahwa laju pemecahan glikogen paling tinggi adalah pada menit-menit awal olahraga dan terus menurun karena cadangannya menipis. Tidak seperti lemak yang dimetabolisme secara lambat, simpanan karbohidrat dimetabolisme secara cepat dengan jumlah yang signifikan sehingga atlet yang memiliki cadangan karbohidrat rendah akan cepat mengalami kelelahan. Oleh karena itu konsentrasi glikogen awal sebelum berolahraga sangat menentukan seberapa lama atlet mampu bertahan.

Bagi atlet *endurance*, penting untuk memasok cadangan karbohidrat sebagai sumber energi selama berolahraga dalam waktu yang lama. Penelitian menunjukkan bahwa simpanan glikogen di awal pertandingan berhubungan erat dengan performa yang diukur dari *time to exhaustion*/waktu kelelahan. Atlet *endurance* yang memulai olahraga dengan konsentrasi glikogen awal yang rendah akan memiliki *time to exhaustion* yang singkat. Gambar 3.3 menunjukkan bahwa semakin rendah cadangan karbohidrat maka semakin rendah performa.



Gambar 3.3 Hubungan antara Cadangan Karbohidrat dengan Performa

Kebutuhan Karbohidrat Harian bagi Atlet

Atlet endurans adalah yang paling perlu mendapat perhatian terkait asupan karbohidrat harian dan suplementasi. Hal ini disebabkan keterbatasan tubuh dalam menyimpan karbohidrat dan depleksi karbohidrat akan mengakibatkan kelelahan (Campbell, 2014). Berbeda dengan kebutuhan lemak, kebutuhan karbohidrat ditentukan secara presisi dengan nilai absolut dalam satuan gram/kg BB/hari, bukan persentase total energi. Hal ini didasarkan atas pertimbangan pemulihan glikogen yang harus dicapai atlet menurut intensitas dan durasi olahraganya. Tabel berikut menjawab kebutuhan karbohidrat harian bagi atlet yang dapat disesuaikan berdasarkan intensitas dan durasi olahraga.

Tabel 3.1 Kebutuhan Karbohidrat bagi Atlet

| Exercise Intensity and Duration | Examples of Sports | Daily Carbohydrate Recommendation (Energy intake must be adequate) |
|---|---|--|
| Very high intensity, very short duration (less than 1 minute) | Field events such as shot put, discus, or high jump Track sprints (50–200 m) Swimming sprints (50 m) Sprint cycling (200 m) Weightlifting Power lifting Bobsled (running start) | 5–7 g/kg |
| High intensity, short duration (1 to 30 minutes continuous) | Track (200 to 1,500 m) Swimming (100 to 1,500 m) Cycling (short distance) Rowing (crew) Canoeing/Kayaking (racing) Skiing (downhill racing) Figure skating Mountain biking | 5–7 g/kg |

| | | |
|---|---|--|
| High intensity, short duration (1 to 30 minutes with some rest periods) | Gymnastics Wrestling Boxing Fencing Judo Tae kwon do | 5-8 g/kg |
| Moderate intensity, moderate duration (30 to 60 minutes) | 10 km running (elite runners finish in < 30 minutes) | 6-8 g/kg |
| Intermittent high intensity, moderate to long duration (more than 1 hour) | Soccer (football) Basketball Ice hockey Field hockey Lacrosse Tennis Water polo | 6-8 g/kg; 8 to 10 g/kg during heavy training and competition |
| Moderate intensity, long duration (1 to 4 hours) | Distance running (marathon) Distance swimming Distance cycling Nordic (cross country) skiing | 8-10 g/kg during periods of heavy training and competition |
| Moderate intensity, ultralong duration (more than 4 hours) | Ultradistance running Ultradistance swimming Ultradistance cycling Triathlon Adventure sports | 8-10 g/kg depending on the stage of training |
| Low intensity, long duration (more than 1 hour) | Golf Baseball Softball | 5-7 g/kg |
| Other | Bodybuilding American football | 5-10 g/kg depending on the stage of training 5-8 g/kg; Varies according to position |

Bagi atlet endurance, pada latihan yang lama (lebih dari 1 jam) dan berkali-kali pada hari yang berurutan maka dibutuhkan karbohidrat pada batas atas, yakni 8 – 10 gr/kg BB/hari. Jumlah ini dapat mengganti glikogen yang hilang dalam waktu 24 jam. Namun saat berlatih atau bertanding dengan intensitas tinggi, nilai tersebut pun tidak cukup. Bahkan pada kondisi tersebut atlet membutuhkan 10 – 12 ++ gr/kg BB/hari untuk mengembalikan glikogen otot. Sedangkan untuk keadaan latihan biasa, 6 – 10 gr/Kg BB/hari sudah cukup untuk menjaga cadangan KH bagi atlet endurans yang berlatih pada hari berturutan. Pada atlet resistan/strength/power, dianjurkan mengonsumsi karbohidrat sebesar 6-8 gr/kg BB/hari. Jumlah ini setara dengan 450 – 600 gram karbohidrat untuk atlet dengan BB 75 kg atau 1800 – 2400 kkal energi karbohidrat/hari (Volek, 2001).

Sekali lagi perlu diperhatikan bahwa pertimbangan anjuran karbohidrat bukan untuk performanya, melainkan lebih kepada tingkat restorasi glikogen otot setelah latihan. Dengan kata lain, konsumsi karbohidrat sebanyak 6 – 10 gr/kg BB/hari sudah cukup untuk memulihkan glikogen otot mengingat terlalu tinggi pun tidak bermanfaat. Hindari asupan rendah karbohidrat karena akan mengganggu adaptasi latihan dan menurunkan performa.

III Protein dan Kebugaran

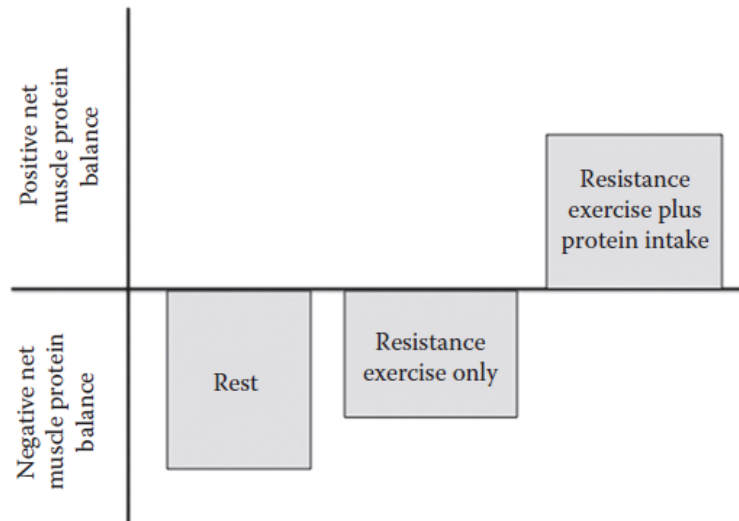
Metabolisme Protein selama Latihan

Tidak seperti lemak dan karbohidrat, protein bukanlah sumber energi utama saat berolahraga. Protein menjadi sumber energi terakhir saat cadangan karbohidrat dan lemak sudah menipis (Lemon, 1991), yakni dengan dipecahnya asam amino rantai bercabang/*branched chain amino acids* (BCAA) seperti leusin, isoleusin dan valin (Wagenmakers, 1991). Protein utamanya lebih dibutuhkan untuk membantu adaptasi tubuh terhadap stimulus olahraga yakni: mendorong sintesis jaringan otot; memperbaiki sel otot yang rusak; meningkatkan massa dan kekuatan otot. Sebagai contoh: pada olahraga dengan intensitas yang berat seperti sprint, mendaki atau angkat besi, protein otot terkuras dan menyebabkan kerusakan serabut otot. Kerusakan serabut otot mengakibatkan inflamasi sehingga timbulah persepsi nyeri yang dirasakan 2-4 hari kemudian. Pada binaraga, peningkatan massa otot setelah latihan yang teratur merupakan hal yang mutlak dicapai. Pada olahraga yang mengandalkan kekuatan tangan seperti dayung, bulutangkis, tolak peluru, dan lempar cakram maka kekuatan otot tangan harus ditingkatkan. Penyesuaian-penyesuaian ini tentunya memerlukan asam amino yang adekuat yang hasilnya akan dicapai setelah latihan teratur dan berkesinambungan. Oleh karena itu, tujuan pemberian protein bagi atlet merupakan tujuan jangka panjang yang membantu adaptasi olahraga (Brouns, 2002; Campbell, 2014).

Perlu diperhatikan bahwa keseimbangan protein positif setelah berolahraga sangat dibutuhkan, terutama oleh atlet olahraga resistan/strength/power (angkat besi, angkat barbel, binaraga). *Net Muscle Protein Balance* (NMPB) merupakan ukuran keseimbangan protein diperoleh dengan menghitung selisih antara laju sintesis protein dan pemecahan protein. NMPB positif diperoleh apabila sintesis protein melebihi pemecahan protein. NMPB positif merupakan sinyal anabolik yang mendorong peningkatan massa otot (hipertrofi).

Kumar et. al.(2009) melakukan penelitian terkait NMPB selama istirahat dan berolahraga dan hasilnya adalah sebagai berikut.

- Saat istirahat (tidur/tidak berolahraga), terjadi NMPB negatif (pemecahan protein otot lebih besar dari sintesis protein otot).
- Saat berolahraga resistan (tanpa asupan), terjadi peningkatan sintesis protein otot namun NMPB masih negatif karena pemecahan protein otot juga meningkat
- Saat *recovery* (setelah berolahraga), konsumsi asam amino (terutama leusin) mendorong sintesis protein otot dan terjadilah NMPB positif



Gambar 3. 4 Keseimbangan Asam Amino selama Latihan

Berdasarkan gambar diatas maka dapat disimpulkan bahwa asupan protein yang adekuat dibutuhkan pasca olahraga guna mendorong NMPB positif. NMPB positif inilah yang mendorong sintesis protein otot untuk: memperbaiki kerusakan otot, memulihkan nyeri otot, meningkatkan massa dan kekuatan otot.

Kebutuhan Protein Harian bagi Atlet

Tidak seperti lemak dan karbohidrat, manfaat protein terhadap performa latihan tidak dapat dilihat langsung setelah mengonsumsinya. Pemenuhan protein yang adekuat bagi atlet lebih kepada upaya jangka panjang yang dampaknya baru dapat dilihat setelah melalui latihan yang teratur. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa protein yang adekuat meningkatkan adaptasi tubuh terhadap latihan (misal: membesarnya otot), tentunya setelah latihan yang teratur. Oleh karena itu, diet protein atlet bertujuan mendorong terjadinya NMPB positif untuk:

- a. Mengganti protein yang dimetabolisme selama olahraga (1 – 5% total energi)
- b. Menyediakan substrat untuk penambahan *lean body mass*
- c. Memperbaiki jaringan otot yang rusak akibat olahraga

Sama halnya dengan karbohidrat, anjuran protein didasarkan atas satuan gram/kg berat badan perhari dengan pertimbangan tercapainya sintesis protein otot menurut intensitas olahraga yang dilakukan. Berikut ini anjuran protein harian menurut aktifitas dan intensitas olahraga.

Tabel 3. 2 Kebutuhan Protein bagi Atlet

| Level of Activity | Recommended Daily Protein Intake |
|---|----------------------------------|
| Sedentary adults | 0.8 g/kg |
| Active adults (e.g., recreational athletes not in training) | 0.8 to 1.0 g/kg |
| Endurance athletes | 1.2 to 1.4 g/kg |
| Ultraendurance athletes | 1.2 to 2.0 g/kg |
| Strength athletes | 1.6 to 1.7 g/kg |

Atlet olahraga resistan/strength/power adalah yang paling perlu mendapat perhatian asupan protein. National strength and Conditioning Association menganjurkan asupan protein sebesar 1,5 – 2,0 gr/kg BB/hari cukup untuk mempertahankan NMPB positif. Jumlah ini setara dengan 112 – 150 gram protein untuk atlet BB 75 kg atau 450 – 600 kkal energi protein/hari (Volek, 2001).

Asupan protein tidak perlu terlalu banyak, yang penting kualitasnya (terutama yang mengandung asam amino lengkap, atau terutama leusin yang merupakan asam amino kunci sintesis protein otot). Penelitian menunjukkan bahwa protein berlebih justru tidak meningkatkan sintesis protein otot. Hal ini disebabkan, protein berlebih akan memasuki jalur metabolisme pembakaran energi atau disimpan sebagai lemak dibandingkan untuk sintesis protein.

Secara umum, sintesis protein meningkat 2 – 3 jam setelah konsumsi asam amino berkualitas tinggi yang mengandung leusin. Oleh karena itu jalan terbaik adalah dengan memberikan 4 – 5 kali protein berkualitas tinggi (asam amino lengkap, mengandung leusin) masing-masing sebanyak 20-30 gram, yakni saat sarapan, makan siang, makan malam dan minuman pasca olahraga. Selain itu, mengingat asupan protein meningkatkan respon insulin maka asupan protein dengan frekuensi yang sering akan memelihara situasi anabolik tubuh untuk resintesis glikogen otot.

Jumlah protein yang harus diberikan pada atlet tergantung dari jumlah leusin yang terkandung di dalamnya. Jumlah leusin yang diyakini dapat meningkatkan sintesis protein otot adalah sekitar 20 - 45 mg/kg BB untuk sekali makan. Daging, ikan, unggas, telur dan kasein (susu) mengandung 8-9% leusin sedangkan whey mengandung 12% leusin. Tabel berikut ini menunjukkan jumlah protein yang harus dikonsumsi untuk mendapatkan 45 mg/Kg BB leusin menurut berat badan atlet.

| Body Mass (lb.) | Whey Protein Isolate (g) | Casein (g) | Soy Protein Isolate (g) | Milk Protein (g) | Chicken (g) |
|--------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------|---------------------|----------------|
| 100 (~46 kg) | 8–17 | 11–23 | 11–25 | 10–21 | 13–28 |
| 125 (~57 kg) | 10–21 | 13–29 | 14–31 | 12–26 | 16–34 |
| 150 (~68 kg) | 12–25 | 15–35 | 17–38 | 14–31 | 19–41 |
| 175 (~80 kg) | 14–30 | 18–40 | 11–25 | 16–36 | 22–48 |
| 200 (~91 kg) | 16–34 | 21–46 | 11–25 | 18–41 | 25–55 |
| 225 (~102 kg) | 17–38 | 23–52 | 11–25 | 21–46 | 28–61 |
| 250 (~114 kg) | 19–43 | 25–58 | 11–25 | 23–51 | 31–68 |

Sumber protein yang biasa menjadi andalan atlet adalah whey, casein dan soy. Khusus bagi atlet vegan, soy (terutama dalam bentuk *soy powder*) menjadi sumber protein nabati dengan kandungan leusin tertinggi (meskipun masih di bawah protein hewani). Ketiganya (whey/casein/soy) memiliki efek yang sama baiknya dalam peningkatan massa dan kekuatan otot apabila dikonsumsi secara berkelanjutan dengan latihan yang teratur.

IV Zat Besi dan Kebugaran

- Terdapat dalam tubuh 3 – 4 gram
- Asupan iron umumnya 15 – 25 mg, diabsorpsi 1 – 5 gr (10%) di saluran cerna
- Fungsi biokimiawi Fe di dalam tubuh terkait dengan terikatnya Fe dengan senyawa² yang memiliki fungsi penting bagi tubuh yakni:
 - transport O₂ antar sel (hemoglobin) & transport O₂ di dalam sel (myoglobin)
 - transport electron ke O₂ (sitokrom)
 - melawan antioksidan dan toksikan (katalase, peroksidase, Sitokrom P450)
 - mengikat Nitrogen dari atmosfer (nitrogenase)
 - Sintesis asam nukleat dan lipid (ribonucleotide reductase, fatty acid desaturase)
- Tubuh dapat mengatur absorpsi dan penyimpanan besi dengan seefisien mungkin, namun cenderung kurang baik dalam ekskresi → potensi overload
- Zat besi biologis Dalam ilmu gizi dikenal 2 jenis zat besi, yakni:
 - Besi heme → terdapat dalam ikatan protein heme. Besi dilingkupi oleh cincin porfirin dlm kompleks octahedral. Besi heme menyusun 2/3 besi dlm tubuh. hadir dalam bentuk Ferri (F³⁺) dan Ferro (F²⁺) yang dapat berubah-ubah menjadi satu bentuk ke bentuk lainnya
 - Besi non heme → terdapat dalam bentuk inti besi-sulfur di dalam protein maupun dalam bentuk kompleks besi dengan berat mol rendah. Fe tdk dalam bentuk Ferri maupun ferro.
- Terdapat 3 bentuk besi heme : hemoglobin, myoglobin dan sitokrom
 - Hemoglobin → pengangkut O₂ di dalam darah
 - Mioglobin → pengangkut O₂ dalam sel otot

- Sitokrom → pengangkut electron ke O₂ dalam transport electron →

Pengaruh zat besi kepada kebugaran:

Zat besi berpengaruh terhadap kardiorespiratori fitness. Fe tersebut mengatur terbentuknya hemoglobin yang berfungsi dalam mengikat oksigen. Kalau kita kekurangan Fe dan Hemoglobin maka oksigen tidak akan terserap dengan baik dan juga membuat tubuh menjadi lelah, sehingga pasokan energi juga akan berpengaruh karena tidak adanya oksigen yang cukup dalam tubuh.

Contoh studi hubungan zat besi dengan kebugaran:

- hubungan asupan zat besi dan kadar hemoglobin dengan kesegaran jasmani yang dilakukan pada remaja putri di SMA N 1 Polokarto Kabupaten Sukoharjo. Penelitian ini dilakukan pada umur 16-18 tahun dengan jumlah 68 orang.

Tabel 3. 3 Perbedaan Kesegaran Jasmani Berdasarkan Asupan Zat Besi

| Asupan zat besi | Kesegaran jasmani | | | | | | jumlah | Nilai p | R | R ² |
|-----------------|-------------------|------|--------|------|------|------|--------|---------|---------|----------------|
| | Kurang | | sedang | | Baik | | | | | |
| | n | % | N | % | N | % | | | | |
| kurang | 17 | 73,9 | 5 | 21,7 | 1 | 4,3 | 23 | 0,0001* | 0,564** | 0,319** |
| cukup | 18 | 62,1 | 7 | 24,1 | 4 | 13,8 | 29 | | | |
| baik | 2 | 12,5 | 1 | 6,3 | 13 | 81,3 | 16 | | | |
| jumlah | 37 | 54,4 | 13 | 19,1 | 18 | 26,5 | 68 | | | |

*uji *Pearson Product Moment*

**uji regresi linear sederhana

- Hasilnya menunjukkan bahwa rendahnya asupan zat besi dapat berpengaruh pada kebugaran. Pada tabel terlihat bahwa proporsi kesegaran jasmani kurang paling banyak terdapat pada mereka yang asupan zat besinya kurang (73,9%).

V Zinc dan Kebugaran

- Tubuh manusia mengandung 1,5 – 2,5 gram Zn (>80% nya tersimpan di tulang dan otot rangka)
- Sumber Zn yg baik → MFP
- Rendah Zn → grain & cereals
- Dalam tubuh, Zn dlm bentuk terikat dgn protein dan asam nukleat di inti sel
- Berfungsi sbg kofaktor dari >300 enzim
- Fungsi lain: regulator brain transmitter dan cell signalling
- Kekurangan Zn → stunting dan skin disorder
- Disebut sbg multipurpose mineral

Fungsi zat zinc ini sendiri sangat penting bagi tubuh karena berperan sebagai katalisator saat terjadinya reaksi-reaksi biokimia di dalam tubuh serta juga menjadi salah satu komponen penting di dalam sel lainnya seperti DNA, RNA dan dalam penyusun asam nukleat. Berikut beberapa fungsi Zink bagi tubuh :

1. Mengatur Kekebalan Tubuh
2. Mengobati Diare

- 3. Mempengaruhi Proses Belajar dan Memori Anak
- 4. Mengatasi Pilek
- 5. Menyembuhkan Luka
- 6. Membuat Penglihatan Menjadi Lebih Tajam
- 6. Menjadi Antioksidan
- 7. Menyuburkan Rambut
- 8. Mengoptimalkan Fungsi Reproduksi
- 9. Membantu regenerasi sel

Fungsi Zinc untuk kebugaran

Zn berperan dalam kebugaraan yang ditunjukkan oleh hubungan rendahnya konsentrasi serum Zn dalam darah yang mengakibatkan penurunan otot dan berkurangnya kapasitas latihan (Driskell dan Wolinsky, 2000). Status Zn yang rendah dapat menghambat fungsi alat-alat tubuh yang berperan dalam mengoptimalkan kebugaraan. Zinc juga merupakan komponen penyusun enzim-enzim untuk metabolisme energi. Zinc pun berfungsi dalam sistem imun dan sebagai antioksidan yang melindungi sel tubuh dari kerusakan selama latihan dengan intensitas berat maupun durasi yang terlalu lama.

Studi Kasus hubungan zinc dengan kebugaran

- Studi kasus ini diambil dari penelitian pada mahasiswa program studi kesehatan masyarakat UIN Syarif Hidayatullah Jakarta tahun 2013. Hubungan asupan Zn dengan kebugaran yang diukur menggunakan denyut nadi sesaat setelah 5 detik setelah tes kebugaran.
- Berdasarkan hasil uji diketahui bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan Zn dengan kebugaran sesaat setelah tes kebugaran dengan nilai Pvalue sebesar 0,078 ($P > 0,05$). Nilai koefisien korelasi ($r = -0,182$) menunjukkan pola hubungan antar variabel yang negatif dengan pola hubungan yang lemah, yang berarti semakin bertambahnya nilai asupan Zn maka akan semakin berkurangnya denyut nadi setelah tes kebugaran yang berarti tingkat kebugarannya semakin bertambah.

VI Kalsium dengan Kebugaran

- Ca dan P bersama-sama menjadi mineral penyusun matriks tulang
- Fungsi lain dari Ca adalah membantu:
 - stabilisasi membran sel
 - kontraksi otot
 - pembekuan darah
 - induksi sinyal antar sel
 - kofaktor enzim-enzim

Peran kalsium untuk kebugaran:

- Menjaga kesehatan jantung
kalsium yang membentuk plak yang menyebabkan pengerasan menyebabkan serangan jantung (European Heart).

Pasien dengan kadar kalsium serum kuartil terendah (di bawah 25 persen) memiliki kemungkinan terkena serangan jantung dua kali lipat dibandingkan mereka yang memiliki kuartil tertinggi (di atas 25 persen)

- Menjaga sistem syaraf dan otot
ion kalsium berperan dalam proses pengeluaran dan pengiriman sinyal syaraf neuron. Dan juga mengontrol produksi protein calmodulin yang memberikan energi pada otot.

VII Vitamin C dan Kebugaran

Manfaat vitamin C berperan sebagai senyawa pembentuk kolagen yang merupakan protein penting penyusun jaringan kulit, tulang, sendi, dan sebagainya. Kandungan vitamin C dapat ditemukan pada buah, sayur dan beberapa makanan lainnya. Vitamin ini berperan sangat penting dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan menangkal radikal bebas. Vitamin C dapat menurunkan kadar kolesterol dan dapat memproduksi bahan kimia tertentu pada otak. Tingginya kandungan antioksidan pada vitamin C juga dapat menghancurkan radikal bebas yang dapat merusak sel-sel dalam tubuh

Peran vitamin C terhadap kebugaran antara lain:

Vitamin c terhadap Cardiorespiratory

Vitamin c diduga dapat menurunkan kadar trigliserida serum tinggi yang berperan dalam terjadinya penyakit jantung. Karna vitamin c merupakan sumber antioksidan yang dapat mencegah oksidasi

Vitamin c terhadap Muscular Strength

John Cuomo, Ph.D dari USANA Health Sciences mengatakan bahwa sayur dan buah yang mengandung vitamin C bisa membuat peredaran darah lancar, yang juga menyediakan oksigen serta nutrisi yang cukup untuk menjaga bentuk otot. Selain itu vitamin C juga bisa cepat menyembuhkan otot dan tulang setelah cedera.

Vitamin C terhadap Muscular Endurance

Vitamin c adalah ko-faktor untuk beberapa enzim. Termasuk seperti yang berkaitan dengan sintesis kolagen, shuttle lemak kedalam mitokondria untuk produksi ATP, dan sintesis neurotransmitter seperti norephineprine. Karna efek proteksi dan anti-oksidannya, ada bukti bahwa vitamin c dapat membantu mengurangi nyeri otot akibat olahraga.

Vitamin C terhadap Body Compotition

Menjadi obat mencegah penyakit dan melawan sel kanker, melawan sel kanker merupakan salah satu manfaat vitamin C itu sendiri. Vitamin c didaulat sebagai sebuah zat vitamin yang merupakan racun bagi penyakit kanker. Vitamin c merupakan vitamin yang berfungsi meningkatkan daya tahan tubuh, maka sel kanker tidak akan dapat berkembang jika daya tahan tubuh kita terjaga.

Vitamin C terhadap Flexibility

Vitamin C mendukung pembentukan kolagen dalam tubuh. Kolagen mendukung fleksibilitas dalam jaringan keras dan lunak di seluruh tubuh. Pembuluh darah,

tendon, ligamen dan tulang bergantung pada kolagen untuk mempertahankan fleksibilitasnya sehingga dapat melindungi Anda dari cedera dan memperbaiki kerusakan. Kekurangan vitamin C dapat mengganggu fleksibilitas. Bila parah, kekurangan dapat menyebabkan perdarahan, memar, nyeri dan bengkak pada sendi. Vitamin C juga berperan dalam produksi karnitin dalam tubuh. Tubuh membutuhkan nutrisi ini untuk memperoleh energi dari lemak, dan kekurangan karnitin secara tidak langsung dapat mengganggu fleksibilitas akibat kekurangan energi

Latihan 3

1. Jelaskan peran lemak untuk kebugaran!
2. Jelaskan peran karbohidrat untuk kebugaran!
3. Jelaskan peran protein untuk kebugaran!
4. Jelaskan peran zat besi untuk kebugaran
5. Jelaskan peran zinc untuk kebugaran!

Jawaban Latihan 3

1. Saat istirahat dan saat berolahraga dengan intensitas ringan sampai sedang (misalnya saat jogging atau pada pelari jarak jauh yang masih menempuh separuh lintasan), lemak menjadi bahan bakar utama (hingga 66% pengeluaran energi).
2. Karbohidrat merupakan sumber energi yang cepat saat berolahraga dengan intensitas berat.
3. Protein menjadi sumber energi terakhir saat cadangan karbohidrat dan lemak sudah menipis (Lemon, 1991), yakni dengan dipecahnya asam amino rantai bercabang/*branched chain amino acids* (BCAA) seperti leusin, isoleusin dan valin (Wagenmakers, 1991). Protein utamanya lebih dibutuhkan untuk membantu adaptasi tubuh terhadap stimulus olahraga yakni: mendorong sintesis jaringan otot; memperbaiki sel otot yang rusak; meningkatkan massa dan kekuatan otot.
4. Fe mengatur terbentuknya hemoglobin yang berfungsi dalam mengikat oksigen.
5. Zn berperan dalam kebugaraan yang ditunjukkan oleh hubungan rendahnya konsentrasi serum Zn dalam darah yang mengakibatkan penurunan otot dan berkurangnya kapasitas latihan (Driskell dan Wolinsky, 2000). Status Zn yang rendah dapat menghambat fungsi alat-alat tubuh yang berperan dalam mengoptimalkan kebugaraan.

Rangkuman 3

1. Lemak menjadi bahan bakar utama saat istirahat, latihan dengan intensitas ringan hingga sedang.
2. Karbohidrat merupakan sumber energi yang cepat saat berolahraga dengan intensitas berat.

3. Protein menjadi sumber energi terakhir saat cadangan karbohidrat dan lemak sudah menipis. Protein utamanya lebih dibutuhkan untuk membantu adaptasi tubuh terhadap stimulus olahraga.
4. Fe mengatur terbentuknya hemoglobin yang berfungsi dalam mengikat oksigen.
5. Defisiensi zinc mengakibatkan penurunan otot dan berkurangnya kapasitas latihan.
6. Kalsium berperan menjaga pematangan tulang, daya tahan jantung, sistem syaraf dan otot sehingga mencegah mampu meningkatkan massa tulang dan mencegah efek buruk dari latihan seperti gangguan fungsi jantung, kram, nyeri otot.
7. Salah satu peran vitamin C terhadap kebugaran adalah sebagai antioksidan yang mencegah stress oksidatif saat latihan fisik.

Tes Formatif 3

1. Bagi remaja perempuan yang teratur latihan fisik, maka asupan zat gizi yakni ... harus dipenuhi dalam diet sehari-hari. Hal ini disebabkan zat gizi ini akan "diangkut" ke tulang selama berolahraga. Apabila kekurangan zat ini, Ranti berisiko penurunan massa tulang dan jangka panjangnya berisiko osteoporosis. Zat gizi yang dimaksud adalah ...
 - a. Kalsium
 - b. Zinc
 - c. Zat besi
 - d. Vitamin C
 - e. Iodium
2. Remaja perempuan berisiko mengalami defisiensi zat gizi mikro, salah satunya ... Zat gizi ini meningkat kebutuhannya pada individu yang aktif karena fungsinya sebagai bagian dari struktur hemoglobin yang menyuplai oksigen selama olahraga. Selain itu, zat gizi ini banyak hilang selama menstruasi.
 - a. Kalsium
 - b. Zinc
 - c. Zat besi
 - d. Vitamin C
 - e. Iodium
3. Untuk meningkatkan penyerapan zat gizi yang dimaksud pada nomor 2, individu yang aktif secara fisik juga perlu menjamin kecukupan Zat gizi ini juga bermanfaat dalam formasi kolagen dan berfungsi sebagai antioksidan selama berolahraga. Zat gizi ini juga membantu penyerapan zat besi. Defisiensi zat gizi ini menyebabkan gejala seperti sariawan dan kerusakan sel akibat radikal bebas. Zat gizi yang dimaksud adalah ...

- a. Kalsium
 - b. Zinc
 - c. Zat besi
 - d. Vitamin C
 - e. Iodium
4. Untuk menjamin katalisasi reaksi-reaksi metabolisme energi yang terjadi selama latihan endurans, diperlukan kecukupan yang merupakan komponen penyusun enzim-enzim untuk metabolisme energi. Zat ini juga berfungsi dalam sistem imun dan sebagai antioksidan yang melindungi sel tubuh dari kerusakan selama latihan dengan intensitas berat maupun durasi yang terlalu lama. Zat gizi yang dimaksud adalah ...
- a. Kalsium
 - b. Zinc
 - c. Zat besi
 - d. Vitamin C
 - e. Iodium
5. Zat gizi mikro yang perlu dipenuhi kecukupannya untuk mengatasi masalah nyeri yang akibat olahraga adalah Zat gizi mikro ini berperan dalam integrasi jaringan ikat seperti tulang dan otot. Di otot, zat ini meningkatkan fleksibilitas serabut otot sehingga mencegah nyeri berlebihan selama berolahraga. Selain itu, zat gizi ini berperan dalam kontraksi otot dan juga mengendurkan kembali otot yang berkontraksi sehingga mencegah kram. Zat gizi yang dimaksud adalah ...
- a. Vitamin C
 - b. Kalsium
 - c. Zat besi
 - d. Zinc
 - e. Iodium

Jawaban Tes Formatif 3

1. A
2. C
3. D
4. B
5. B

MODUL 4: Konsep Olahraga, Atlet dan Periodisasi

Definisi olahraga sebelumnya telah dipelajari pada modul 2, yakni latihan fisik yang dilakukan dengan intensitas dan durasi maksimal karena bertujuan untuk memenangkan kompetisi. Individu yang melakukan olahraga disebut olahragawan atau atlet. Pada modul ini akan disampaikan metabolisme tubuh saat berolahraga maupun latihan fisik. Perbedaan jenis metabolisme yang terjadi selanjutnya menjelaskan perbedaan cabang olahraga menjadi aerobik, anaerobik dan campuran keduanya. Bacalah modul ini dengan seksama karena merupakan dasar pemahaman dalam gizi olahraga.

Materi 4

I Metabolisme Energi saat Olahraga

Sumber energi yang diperoleh tubuh berasal dari produksi senyawa fosfat, yakni ATP (*adenosin triphosphat*) melalui pembakaran zat gizi makro (karbohidrat, protein dan lemak). ATP merupakan sumber energi utama bagi tubuh untuk melaksanakan seluruh kerja biologisnya. Selama olahraga, ATP dipecah menjadi ADP (*adenosin diphosphat*) dan fosfat guna menyediakan energi bagi atlet. Akibatnya, jumlah ATP akan menurun karena terus-menerus dipecah menjadi ADP. Oleh karena itu, ATP harus terus diproduksi dengan menambahkan gugus fosfat ke ADP melalui proses fosforilasi.

Produksi ATP harus dilakukan secepat kebutuhan otot terhadap energi, baik pada latihan yang membutuhkan energi tinggi dalam waktu cepat (olahraga *power*) maupun yang membutuhkan energi dalam waktu lama (olahraga *endurance*). Produksi ATP selama latihan fisik disediakan oleh 3 sistem metabolisme energi, yakni **sistem kreatin fosfat, glikolisis anaerob/glikolisis laktat dan metabolisme aerob.**

Sistem Kreatin Fosfat (Sumber Energi Siap Pakai)

ATP memang merupakan sumber energi utama bagi otot, namun ketersediaannya sangat terbatas. Tingginya kebutuhan energi secara cepat terutama saat melakukan olahraga yang membutuhkan daya ledak/power tidak memungkinkan pembentukan ATP mengompensasi penggunaannya untuk kontraksi otot. Oleh karena itu, tubuh menggunakan senyawa fosfat kaya energi yang mampu meregenerasi ATP dengan sangat cepat, yakni kreatin fosfat. Cara kerja kreatin fosfat adalah dengan memberikan gugus fosfatnya kepada ADP untuk kemudian diubah menjadi ATP. Reaksi ini dikatalis oleh enzim kreatin kinase dan bekerja tanpa membutuhkan oksigen (anaerob) (Campbell, 2014).

Kreatin fosfat menyediakan energi siap pakai yang digunakan otot untuk berkontraksi pada permulaan olahraga, yakni 6-8 detik pertama seperti saat start berlari sprint maupun renang. Sistem ini juga digunakan untuk melakukan gerakan

secara tiba-tiba seperti saat melompat pada olahraga bola basket/bola voli, berlari ke base pertama pada olahraga base ball dan *smash* pada olahraga bulutangkis. Oleh karena itu jenis olahraga yang menggunakan sistem kreatin fosfat adalah olahraga dengan waktu cepat dan intensitas tinggi seperti golf, anggar, lari cepat 100 meter, renang 25 meter, dan angkat besi.

Glikolisis Anaerob/Glikolisis Laktat (Sumber Energi Jangka Pendek)

Setelah kreatin fosfat habis digunakan untuk kontraksi otot saat permulaan olahraga, otot menggunakan sumber energi lain untuk melanjutkan gerakan berikutnya. Energi tersebut berasal dari pemecahan glukosa darah dan glukosa otot menjadi ATP. Proses pemecahan glukosa menjadi ATP ini disebut dengan glikolisis. Glikolisis mengubah molekul glukosa menjadi 2 molekul asam piruvat.

Glikolisis dapat berlangsung dalam keadaan aerob maupun anaerob, tergantung ketersediaan oksigen di dalam tubuh. Glikolisis aerob terjadi apabila ketersediaan oksigen dalam tubuh cukup besar, sedangkan glikolisis anaerob terjadi apabila ketersediaan oksigen dalam tubuh sedikit (Campbell, 2014).

Saat latihan dengan intensitas tinggi dan ketersediaan oksigen terbatas (misalnya saat berlari *sprint*), asam piruvat hasil pemecahan glukosa akan memasuki glikolisis anaerob. Pada glikolisis anaerob, asam piruvat diubah menjadi asam laktat sehingga disebut juga dengan glikolisis laktat (Campbell, 2014). Glikolisis anaerob terjadi pada olahraga yang membutuhkan sejumlah besar energi dalam waktu cepat, yakni olahraga *explosive power* (anggar, golf, angkat besi, lempar cakram, lempar lembing, tolak peluru) dan olahraga permainan seperti sepak bola, hockey, tenis, voli dan sejenisnya. Pada olahraga *endurance*, glikolisis laktat digunakan dengan proporsi yang sangat sedikit, biasanya saat pelari/perenang/pedayang jarak jauh meningkatkan kecepatannya menjelang garis finish. Oleh karena itu tidak jarang terjadi penumpukan laktat di akhir pertandingan pada olahraga tersebut.

Metabolisme Aerob (Sumber Energi Jangka Panjang)

Tidak seperti olahraga *explosive power* yang membutuhkan energi besar dalam waktu singkat, olahraga *endurance* (lari jarak jauh, renang jarak jauh, dayung jarak jauh, sepeda jarak jauh) membutuhkan energi untuk jangka waktu yang lama. Pembentukan energi jangka panjang ini membutuhkan ketersediaan oksigen yang cukup sehingga disebut juga sebagai metabolisme aerob.

Metabolisme ini memanfaatkan zat gizi makro (karbohidrat, protein dan lemak) sebagai substratnya. Piruvat hasil pemecahan glukosa akan memasuki siklus kreb dan selanjutnya proses transpor elektron sehingga menghasilkan ATP. Saat berolahraga, simpanan karbohidrat dan lemak merupakan sumber energi utama yang digunakan secara bergantian untuk dipecah menjadi ATP/energi. Protein akan dipecah kemudian apabila simpanan karbohidrat dan lemak habis.

Karena metabolisme ini sangat bergantung pada ketersediaan oksigen, atlet *endurance* harus mempertahankan pasokan oksigen ke dalam tubuh dengan menghindari gerakan-gerakan intensitas tinggi yang melelahkan (melewati *laktat*

threshold). Apabila atlet endurance melakukan gerakan dengan intensitas tinggi, maka sulit untuk mengasup oksigen. Akibatnya, terjadilah pembakaran energi dalam kondisi anaerob sehingga metabolisme yang tadinya aerob berganti menjadi glikolisis laktat. Hal ini menyebabkan penumpukan laktat yang mengakibatkan kelelahan. Tentunya penumpukan laktat ini sangat merugikan apabila terjadi di pertengahan lintasan mengingat atlet *endurance* harus mampu bertahan hingga lintasan terakhir.

Setiap berolahraga, ketiga sistem metabolisme tersebut terjadi secara bergantian dengan proporsi yang berbeda-beda tergantung intensitas dan durasi dari masing-masing cabang olahraga. Tabel 1 menunjukkan komposisi penggunaan sistem energi sesuai cabang olahraga.

Tabel 4. 1 Komposisi Penggunaan Sistem Energi Sesuai Cabang Olahraga

| Jenis Olahraga | Kreatin Fosfat & Glikolisis | Glikolisis & Metabolisme Aerob | Metabolisme Aerob |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Dayung | | | |
| Bola basket | 20 | 30 | 50 |
| Anggar | 60 | 20 | 20 |
| Olahraga lapangan | 90 | 10 | 0 |
| Golf | 90 | 10 | 0 |
| Gymnastik | 95 | 5 | 0 |
| Hoki | 80 | 15 | 5 |
| Lari jarak jauh | 50 | 20 | 30 |
| Ski | 10 | 20 | 70 |
| Sepak bola | 33 | 33 | 33 |
| Renang jarak jauh | 50 | 20 | 30 |
| Renang gaya bebas | 10 | 20 | 70 |
| Tenis lapangan | 40 | 55 | 5 |
| Bola voli | 70 | 20 | 10 |
| | 80 | 5 | 15 |

Sumber: Kemenkes (2014)

II Jenis-jenis Olahraga Berdasarkan Metabolisme

Menurut Pedoman Gizi Olahraga Prestasi yang dikeluarkan Kemenkes RI, olahraga dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan sistem metabolismenya: olahraga anaerobik, olahraga aerobik dan olahraga aerobik/anaerobik.

Olahraga Anerobik (Olahraga Resistan/Strength/Power)

Olahraga anaerobik mengandalkan sebagian besar sumber energinya dari hasil metabolisme anaerob (kreatin fosfat, glikolisis anaerob/laktat). Hal ini disebabkan olahraga anaerobik sering kali membutuhkan energi yang besar dan cepat untuk melakukan gerakan dengan intensitas tinggi tanpa sempat mengasup oksigen.

Gerakan dengan intensitas tinggi ini dilakukan saat melakukan gerakan yang meledak-ledak/tiba-tiba, membutuhkan kekuatan dan kecepatan seperti lempar, pukul, lompat dan lari. Cabang olahraga yang termasuk anaerobik diantaranya angkat besi, lari 100 meter (sprint), lari gawang 110 meter, bina raga, senam alat, lompat jauh, lempar cakram, tolak peluru, lempar lembing, lempar martil dan tinju.

Olah raga anaerobik akan mengakibatkan penumpukan laktat. Mengingat durasi pertandingan yang singkat, atlet tentunya akan *all out* melakukan gerakan dengan intensitas tinggi untuk mendapatkan nilai yang terbaik. Akibatnya, laktat pun meningkat drastis. Oleh karena itu dalam pertandingan atlet diberikan waktu yang cukup untuk istirahat guna memulihkan kembali kreatin fosfat sebagai energi berikutnya.

Olahraga Aerobik (Olahraga *Endurance*)

Sesuai dengan namanya, olahraga endurance menguji daya tahan seorang atlet untuk bisa berlatih/bertanding dalam waktu yang lama. Tidak seperti olahraga anaerobik di mana seorang atlet akan *all out* melakukan gerakan secara tiba-tiba dengan intensitas tinggi, maka pada olahraga *endurance* atlet diminta untuk mempertahankan intensitasnya agar tetap moderat (di bawah *lactat threshold*). Sebab kalau tidak, akan terjadi penumpukan laktat yang mengakibatkan kelelahan, padahal pertandingan masih lama. Dengan intensitas yang moderat, atlet pun masih bisa menghirup oksigen sehingga metabolisme yang terjadi adalah metabolisme aerob dengan lemak, karbohidrat dan protein sebagai substratnya. Oleh karena itu, atlet olahraga aerobik harus piawai mempertahankan pasokan oksigen selama bertanding. Cabang olahraga yang termasuk olahraga aerobik/endurance antara lain: dayung, renang jarak menengah dan jauh, lari jarak jauh, balap sepeda jarak menengah dan jauh.

Olahraga Anaerobik/Aerobik (Olahraga Permainan)

Bila olahraga anaerobik lebih banyak metabolisme anaerob dan olahraga aerobik lebih banyak metabolisme aerob, maka olahraga anaerobik/aerobik melibatkan kedua jenis metabolisme tersebut dengan proporsi yang seimbang. Kombinasi anaerobi/aerobik ini banyak dijumpai pada olahraga permainan karena di dalamnya terkandung potensi power, endurance dan speed sekaligus. Cabang olahraga permainan yang dimaksud antara lain: sepak bola, futsal, sepak takraw, bola voli, bola basket, tenis lapangan, voli pantai, bulu tangkis dan lain sebagainya.

Pada olahraga permainan, ada kalanya atlet melakukan gerakan dengan intensitas ringan seperti pada pemain sepak bola yang sedang menunggu datangnya bola. Atlet hanya berlari-lari kecil sebagai kesiapsiagaan sebelum bola datang. Pada gerakan ini, atlet masih bisa mengasup oksigen sehingga terjadilah metabolisme aerob dengan substrat karbohidrat, lemak dan protein. Namun pada saat bola datang, atlet meningkatkan intensitas gerakannya dengan berlari mengejar bola bahkan sampai menendang bola ke gawang. Pada gerakan seperti ini sangat sulit mengasup oksigen sehingga terjadilah metabolisme anaerob dan timbullah laktat.

III Periodisasi Atlet

Periodisasi atlet adalah Suatu perencanaan latihan dan pertandingan yang disusun sedemikian rupa sehingga kondisi puncak dicapai pada waktu yang direncanakan sebelumnya. Dalam periodisasi dikenal periodisasi dengan satu puncak dan periodisasi dengan dua puncak. Kondisi puncak dicapai dengan memanipulasi volume dan intensitas latihan. Secara umum, periodisasi atlet terdiri dari tahapan berikut:

1. Periode Persiapan

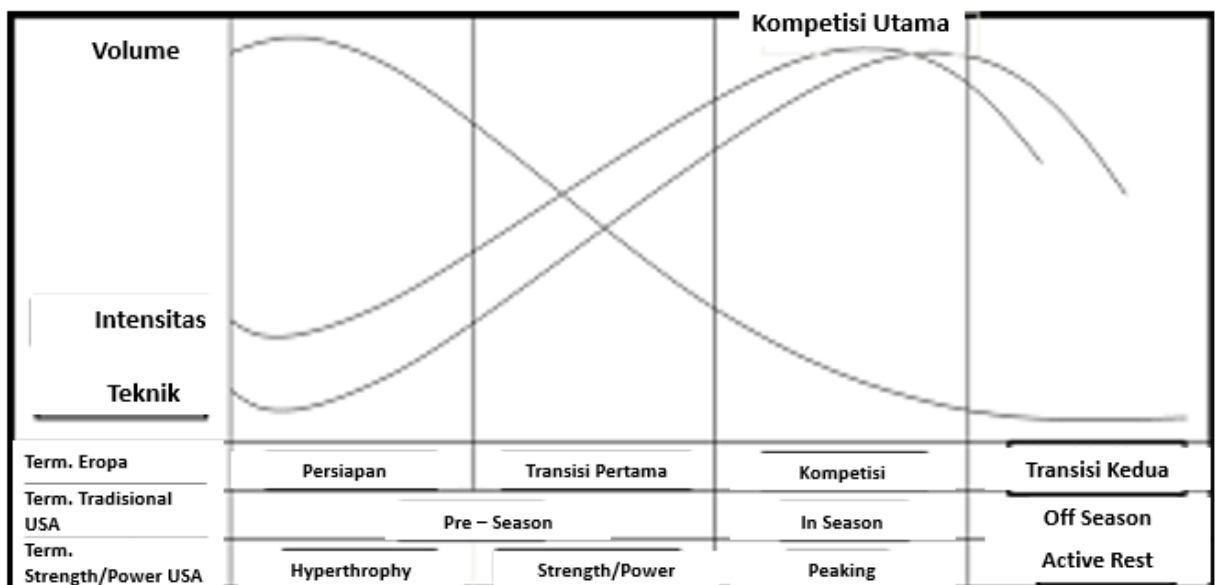
- a. Persiapan Umum
- b. Persiapan Khusus

2. Periode Pertandingan

- a. Pra Pertandingan
- b. Pertandingan Utama

3. Periode Pemulihan (transisi)

Periodisasi atlet juga dapat digambarkan dengan sebuah grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Periodisasi Atlet

Tabel 4. 2 Level Aktivitas Fisik dengan Nilai Aktivitas Fisik

| Level Aktivitas Fisik | Nilai Aktivitas Fisik | | | |
|---|-----------------------|-----------|------------|-----------|
| | 3-18 tahun | | ≥ 19 tahun | |
| | Laki-laki | Perempuan | Laki-laki | Perempuan |
| Menetap: hanya melaksanakan aktivitas sehari-hari dan tidak ada latihan | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| menengah hingga berat | | | | |
| Sedikit aktif: melaksanakan aktivitas sehari-hari setidaknya 30 menit latihan menengah dan minimal 15-30 menit latihan berat tergantung intensitas kegiatan | 1,13 | 1,16 | 1,11 | 1,12 |
| Aktif: melaksanakan setidaknya 60 menit latihan menengah dan minimal 30-60 menit latihan berat tergantung intensitas kegiatan | 1,26 | 1,31 | 1,25 | 1,27 |
| Sangat aktif: melaksanakan setidaknya 2,5 jam latihan menengah atau minimal melaksanakan 1-1,75 jam latihan berat tergantung intensitas kegiatan | 1,42 | 1,56 | 1,48 | 1,45 |

Sumber: (Smolin and Mary, 2010)

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kebutuhan energi atlet:

Tabel 4. 3 Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi

| Tahapan Kehidupan | Persamaan Prediksi Estimasi Kebutuhan Energi (<i>EER Prediction Equation</i>) |
|---------------------------|---|
| Laki-laki 9-18 tahun | $EER = 88,5 - (61,9 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(26,7 \times \text{BB dalam kg}) + 903 \times \text{TB dalam m}] + 25$ |
| Perempuan 9-18 tahun | $EER = 135,3 - (30,8 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(10,0 \times \text{BB dalam kg}) + (934 \times \text{TB dalam m})] + 25$ |
| Laki-laki ≥ 19 tahun | $EER = 662 - (9,53 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(15,91 \times \text{BB dalam kg}) + (539,6 \times \text{TB dalam m})]$ |
| Perempuan ≥ 19 tahun | $EER = 354 - (6,91 \times \text{umur dalam tahun}) + \text{aktivitas fisik} [(9,36 \times \text{BB dalam kg}) + (726 \times \text{TB dalam m})]$ |

Sumber: Smolin and Mary (2010)

Contoh Perhitungan Kebutuhan Energi

Seorang atlet laki-laki berusia 18 tahun memiliki BB 70 Kg dan TB 180 cm dengan tingkat aktivitas fisik tergolong sangat aktif maka energi yang dibutuhkan adalah

$$\begin{aligned}
 EER &= 88,5 - (61,9 \times 18) + 1,42 [(26,7 \times 70) + 903 \times 1,8] + 25 \\
 &= 88,5 - (1114,2) + 1,42 [(1869 + 1625,4)] + 25 \\
 &= 88,5 - 1114,2 + 4962,048 + 25 \\
 &= 3961,348 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

IV Efek Olahraga yang Mengganggu Performa Deplesi Glikogen Otot

Glikogen otot merupakan bahan bakar utama bagi otot saat berolahraga dalam waktu yang lama/*endurance* (Van Loon *et al.*, 2000). Namun hanya sedikit glikogen yang mampu disimpan dalam otot rangka dan hati (Fournier *et al.*, 2002). Cadangan glikogen yang tersimpan dalam tubuh hanya mampu menyuplai energi untuk latihan aerobik yang intens selama beberapa jam saja (Ivy, 1991) dan hampir setengah dari simpanan tersebut dapat hilang hanya dalam beberapa menit ketika melakukan *sprint* (Gollnick *et al.*, 1974; Fairchild *et al.*, 2003). Akibatnya, individu dengan aktivitas fisik yang tinggi berisiko mengalami penurunan performa, terutama pada olahraga *endurance* (Ivy, 1991).

Selama olahraga *endurance*, kadar glikogen otot akan terus menurun sehingga menyebabkan terjadinya kelelahan (Bergstrom dan Hultman, 1996). Tidak hanya itu, latihan yang lebih dari 1 kali dalam sehari yang dilakukan berturut-turut pun berpotensi menguras glikogen otot apabila *recovery* tidak optimal (Chambpell, 2014). Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tepat untuk memenuhi cadangan glikogen otot. Strategi pemenuhan glikogen ini dapat merupakan strategi harian (Pritchett *et al.*, 2011) maupun strategi pemulihan pasca olahraga (Ivy *et al.*, 2004; Van Loon *et al.*, 2000; Williams *et al.*, 2003; Karp *et al.*, 2006).

Kerusakan Jaringan Otot

Olahraga *endurance* maupun *power* yang intens dapat mengakibatkan kerusakan jaringan otot. Kerusakan otot terjadi akibat adanya tekanan yang terlokalisasi pada otot selama latihan yang berat (Evans, 2002) dan akibat perubahan hormon yang menyebabkan pemecahan protein otot guna menyediakan energi bagi otot yang berkontraksi (seperti halnya karbohidrat dan lemak) (Walsh *et al.*, 1998).

Kerusakan jaringan otot sebenarnya tidak hanya terjadi saat olahraga, tetapi juga setelah olahraga dan berlanjut hingga beberapa jam setelahnya. Kerusakan jaringan otot dapat menyebabkan lambatnya pemulihan nyeri otot sehingga pada akhirnya mengganggu performa. Selain itu, kerusakan jaringan otot juga dapat mengganggu pemulihan glikogen otot pasca latihan (O' Reilly *et al.*, 1987; Costill *et al.*, 1990). Oleh karena itu, pemulihan gizi setelah latihan juga harus mencakup perbaikan jaringan otot yang rusak.

Dehidrasi dan Ketidakseimbangan Elektrolit

Dehidrasi dapat terjadi kapan saja, baik sesudah maupun sebelum berolahraga. Atlet yang memulai latihan dengan keadaan dehidrasi akan memiliki performa yang rendah (Maughan, 2001).

Penelitian Armstrong (1985) menunjukkan bahwa penurunan performa terjadi pada saat tubuh kehilangan cairan sebesar 1-2% dari sebelum latihan. Umumnya, atlet tidak menyadari bahwa dirinya mengalami dehidrasi hingga akhirnya

menghentikan latihan karena tidak sanggup lagi melanjutkan. Pada kondisi ini, biasanya atlet telah mengalami pengeluaran cairan tubuh sebesar 1-3% dari sebelum latihan (Amstrong, 1985).

Penelitian Coyle dan Montain (1993) menyebutkan bahwa penanganan dehidrasi selama olahraga akan efektif dengan memberikan cairan berkarbohidrat. Asupan cairan berkarbohidrat selama latihan terbukti meningkatkan aliran darah ke kulit yang selanjutnya meningkatkan kapasitas termoregulasi. Dalam hal keseimbangan elektrolit, konsentrasi natrium yang hilang akibat olahraga perlu dikembalikan guna mempertahankan fungsi kardiovaskuler yang baik. Begitu pula dengan kalium yang hilang setelah latihan perlu dikembalikan karena membantu meningkatkan laju pemulihan glikogen otot (Maughan, 2001).

V Recovery Gizi

Menurut *Sport Dietitian Australia* (2012), recovery/pemulihan merupakan upaya multi-strategi yang bertujuan mengembalikan tubuh kembali ke keadaan sebelum berolahraga. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa olahraga menguras cadangan energi (karbohidrat, lemak, protein), merusak jaringan otot dan mengakibatkan dehidrasi. Oleh karena itu dibutuhkan pemulihan gizi yang tepat dan sesegera mungkin setelah latihan. Atlet yang tidak mencapai pemulihan optimal pasca latihan akan mengalami penurunan performa pada latihan-latihan berikutnya. Guna mengingat hal penting dalam pemulihan dikenalkan istilah 3 R, yakni *refuel*, *rebuild* dan *rehydrate* sebagai berikut.

7.1 Refuel (Pemulihan Glikogen Otot)

Refuel terkait dengan pengembalian karbohidrat untuk membentuk kembali glikogen otot yang terkuras. Pemulihan glikogen otot harus memperhatikan *nutrient timing*, yakni terkait dengan jumlah, jenis dan waktu pemberian.

- a) Jumlah. Jumlah karbohidrat yang dikonsumsi setelah latihan memengaruhi pemulihan glikogen otot. Penelitian Ivy *et al.* (2004) menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat sebesar 1,2 - 1,4 gram/kg berat badan segera setelah latihan dianjurkan untuk meningkatkan pemulihan glikogen otot. Pendapat lain, *American Colleges of Sport Medicine* (2009) dan Jentjens-Jeukendrup (2003) menganjurkan pemberian karbohidrat sebesar 1- 1,5 gram/kg berat badan segera setelah latihan hingga 5 jam setelahnya dengan interval 15 – 60 menit. Pemberian karbohidrat dengan jumlah kurang atau lebih dari kisaran yang dianjurkan tersebut diketahui tidak dapat meningkatkan laju sintesis glikogen otot.
- b) Jenis. Diketahui bahwa pemberian karbohidrat dengan segera setelah latihan dapat memaksimalkan pemulihan glikogen otot (*American Dietetic Association*, 2009). Namun penelitian berikutnya menunjukkan bahwa kombinasi protein dan karbohidrat menghasilkan efek yang lebih baik dalam pemulihan glikogen otot

(Van Loon *et al.*, 2000; Ivy *et al.*, 2002; Williams *et al.*, 2003) dibandingkan dengan pemberian karbohidrat saja.

- c) Waktu dan Frekuensi. Waktu pemberian karbohidrat setelah latihan memengaruhi pemulihan glikogen otot. Penelitian Ivy *et al.* (1988, 2001) menunjukkan bahwa pada kelompok kontrol yang pemberian suplemen karbohidratnya tertunda hingga 2 jam terbukti laju pemulihan glikogennya lebih rendah dibandingkan kelompok intervensi yang pemberian suplemen karbohidratnya dilakukan segera setelah latihan. Sedangkan untuk frekuensi, pemberian karbohidrat berkali-kali dengan interval waktu tertentu setelah latihan terbukti meningkatkan respon insulin yang berkontribusi terhadap pemulihan glikogen otot. Penelitian Piehl *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pemberian suplemen karbohidrat dengan interval yang sering (15 hingga 60 menit interval) setelah latihan mampu menghasilkan pemulihan glikogen otot yang maksimal.

6.2 Rebuild (Pemulihan Jaringan Otot)

Rebuild terkait dengan pengembalian protein guna memperbaiki jaringan otot. Protein dibutuhkan untuk membangun dan memperbaiki jaringan otot. Selama latihan terjadi *turnover* protein otot di mana perombakan dan sintesis protein terus berlangsung. Namun tanpa adanya asupan protein pasca latihan, terjadi keseimbangan protein negatif karena perombakan protein lebih tinggi dari sintesis protein. Oleh karena itu diperlukan asupan protein yang adekuat pasca latihan untuk mendorong sintesis protein dan menghambat perombakan protein sehingga keseimbangan protein yang positif dapat terwujud. Keseimbangan protein positif ini sangat penting bagi perbaikan jaringan otot yang rusak dan peningkatan massa otot pasca latihan (Chambell, 2014; Kumar *et al.*, 2009). Sama halnya seperti pemulihan karbohidrat, pemulihan protein juga memperhatikan *nutrient timing*, yakni: jumlah, jenis dan waktu pemberian.

- a) Jumlah. Anjuran jumlah protein yang terkandung dalam suplemen/minuman pasca olahraga adalah 20-30 gram. Jumlah ini merupakan jumlah optimum untuk mencapai resintesis protein otot, di mana jumlah yang lebih besar dari itu tidak meningkatkan manfaat. Pemberian protein tidak terlalu banyak, yang penting adalah kualitasnya. Meskipun protein diberikan dalam jumlah yang moderat (tidak terlalu banyak), namun bila berkualitas baik (mengandung asam amino lengkap, terutama leusin) maka akan tercapai resintesis protein yang optimal. Selain itu perlu diketahui bahwa umumnya protein diberikan bersama dengan karbohidrat dalam sebuah suplemen/minuman pasca latihan. Penelitian menunjukkan bahwa pada suplemen gabungan karbohidrat-protein, jumlah protein bukan merupakan faktor utama penentu keberhasilan recovery maupun performa, melainkan jumlah karbohidratnya. Berapa pun banyaknya jumlah protein yang diberikan, apabila

jumlah karbohidratnya rendah maka recovery dan performa pun akan tetap rendah.

- b) Jenis. Tujuan pemberian protein pasca latihan antara lain untuk: mengganti protein yang dimetabolisme; memperbaiki jaringan otot yang rusak; dan mendorong sintesis protein otot guna meningkatkan massa otot. Oleh karena itu, diperlukan asupan protein yang tidak hanya adekuat jumlahnya, namun yang terpenting adalah yang terbaik kualitasnya. Sumber protein berkualitas adalah yang mengandung asam amino lengkap, terutama asam amino leusin yang merupakan asam amino kunci yang mendorong sintesis protein otot. Leusin terdapat di daging, unggas, telur, susu dan ikan (8-9%) namun leusin paling banyak terdapat di whey (12%). Sumber protein yang umumnya menjadi andalan atlet pasca latihan antara lain: whey, casein dan soy yang diberikan dalam bentuk isolat maupun hidrolisat. Bagi atlet bina raga yang menginginkan peningkatan massa lemak maka kualitas protein menjadi perhatian utama. Bagi atlet non-vegetarian, whey maupun casein dapat menjadi pilihan. Sedangkan bagi atlet vegetarian, soy/kedelai dapat menjadi alternatif yang sama efektifnya. Jangan lupa, suplemen protein biasanya ditambahkan pada minuman berkarbohidrat untuk mengoptimalkan pemulihan jaringan otot. Hal ini didasarkan penelitian yang membuktikan bahwa pemberian karbohidrat yang dikombinasikan dengan protein memberikan efek yang lebih besar pada perbaikan jaringan otot dibandingkan karbohidrat saja (Saunders *et al.*, 2004, 2007). Oleh karena itu kombinasikan asupan protein dengan karbohidrat pasca olahraga.
- c) Waktu dan Frekuensi. Sama halnya dengan pemulihan glikogen otot, faktor waktu juga sangat memengaruhi tingkat perbaikan otot setelah latihan. Penelitian Levenhagen *et al.* (2001) pada atlet sepeda menunjukkan bahwa perbaikan jaringan otot kaki (dilihat dari sintesis protein otot) meningkat 3 kali lipat dari basal setelah diberikan suplemen protein segera setelah latihan. Sebaliknya, tidak ada peningkatan yang bermakna dari sintesis protein ketika pemberian suplemen ditunda hingga 3 jam setelah latihan. Asupan protein segera setelah latihan mampu menghasilkan keseimbangan nitrogen positif (laju sintesis protein lebih tinggi dari laju degradasi protein), sedangkan yang tertunda hingga 3 jam tidak menunjukkan hal tersebut.

Terkait dengan frekuensi, sintesis protein otot akan meningkat 2 hingga 3 jam setelah konsumsi protein berkualitas tinggi (mengandung asam amino esensial lengkap) yang mengandung cukup leusin. Asupan protein yang adekuat setiap 2 hingga 3 jam pasca latihan sangat ideal untuk memelihara laju sintesis protein otot secara konsisten sepanjang hari (Campbell, 2014). Penelitian Paddon-Jones *et al.* (2005) menunjukkan bahwa asupan protein yang lebih sering yakni 6 kali sehari lebih baik dibandingkan hanya 3 kali sehari dalam sintesis protein otot. Oleh karena itu dianjurkan untuk mengonsumsi protein 4 – 6 kali sehari. Dianjurkan

untuk mengonsumsi cukup protein saat sarapan, makan siang, makan malam, dan tinggi protein pasca latihan.

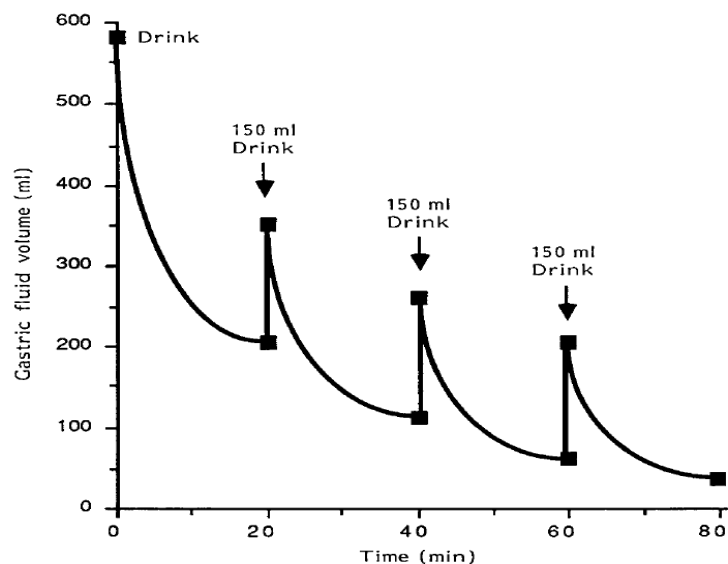
6.3 *Rehydrate* (Pengembalian Cairan dan Elektrolit)

Rehydrate terkait dengan pengembalian cairan dan elektrolit. Prinsip pemberian cairan sangat sederhana, yakni untuk mengembalikan cairan tubuh yang hilang selama latihan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah air yang hilang adalah dengan menimbang berat badan sebelum dan setelah latihan. Bila berat badan setelah latihan lebih rendah dibandingkan berat badan sebelum latihan berarti cairan yang diasup pada sesi latihan tersebut tidak memenuhi kebutuhan. Perlu juga diperhatikan faktor-faktor yang meningkatkan kebutuhan cairan seperti: berlatih/berolahraga di dataran tinggi, berlatih di cuaca panas, menggunakan pakaian yang memicu pengeluaran keringat, pengeluaran keringat berlebih, maupun intensitas dan durasi latihan itu sendiri. Sama halnya dengan pemulihan glikogen otot dan pemulihan jaringan otot, pemulihan cairan juga memperhatikan ketiga aspek *nutrient timing*, yakni: jumlah, jenis dan waktu pemberian.

- a) Jumlah. Cara mengetahui jumlah air yang dibutuhkan untuk rehidrasi adalah dengan terlebih dahulu memperkirakan jumlah air yang hilang selama olahraga. hal ini dapat dengan mudah dihitung apabila atlet mencatat berat badan sebelum dan sesudah olahraga. Apabila sudah diketahui jumlah air yang hilang maka jumlah air yang harus diminum sebagai rehidrasi adalah 150% dari jumlah air yang hilang.
- b) Jenis. Segera setelah berolahraga penting untuk memberikan atlet minuman olahraga yang mengandung setidaknya karbohidrat dan elektrolit. Namun pemberian minuman olahraga tidak hanya bertujuan mengatasi hipertermia dan dehidrasi, tetapi juga mengembalikan glikogen otot dan memperbaiki jaringan otot (Maughan, 2001). Oleh karena itu, saat ini minuman olahraga tidak hanya mengandung karbohidrat dan elektrolit, tetapi juga ditambahkan suplemen protein sehingga memaksimalkan pemulihan glikogen otot (Van Loon *et al.*, 2000; Ivy *et al.*, 2002; Williams *et al.*, 2003) dan jaringan otot (Saunders *et al.*, 2004, 2007). Salah satu minuman olahraga yang terbukti efektif memulihkan glikogen otot dan jaringan otot adalah susu cokelat (Karp *et al.*, 2006; Pritchett *et al.*, 2009; Gilson *et al.*, 2010; Ferguson *et al.*, 2011; Fitriani, 2015) karena tidak hanya mengandung karbohidrat dan protein, tetapi juga elektrolit, vitamin dan mineral yang cukup lengkap. Selain itu, susu cokelat juga murah, praktis (siap minum), mudah didapat dan enak rasanya.
- c) Waktu dan Frekuensi. Selain komposisi zat gizi, pemberian minuman pasca olahraga juga memperhatikan waktu dan frekuensi pemberian (Ivy *et al.*, 2004). Penelitian menunjukkan bahwa pemberian minuman olahraga secara berulang dengan interval tertentu selama dan sesudah olahraga akan meningkatkan kapasitas pemulihan glikogen otot dan perbaikan otot secara efektif (Piehl *et al.*, 2000).

Mekanisme yang menjelaskan hal tersebut kemungkinan terkait dengan teori pengosongan lambung. Tingkat pengosongan lambung akan meningkat seiring dengan meningkatnya volume minuman yang diasup. Sebaliknya, tingkat pengosongan lambung akan konstan apabila pemberian suplemen karbohidrat dikonsumsi dalam porsi kecil dengan frekuensi berulang kali dengan interval tertentu. Pengosongan lambung yang konsisten akan meningkatkan sensitivitas insulin yang menstimulasi pemulihan glikogen otot dan perbaikan jaringan otot (Jentjens dan Jeukendrup, 2003).

Gambar berikut menunjukkan laju pengosongan lambung setelah diberikan minuman berkarbohidrat 600 ml secara berulang selama latihan *endurance*. Terbukti bahwa pemberian karbohidrat sebesar 70 gram/liter tidak menyebabkan penumpukan cairan di lambung (Rehrer *et al.*, 1994 dalam Brouns, 2002).



Gambar 4. 2 Pemberian Minuman terhadap Volume Cairan Lambung

(Sumber: Rehrer *et al.*, 1994 dalam Brouns, 2002)

VI Pengaturan Gizi Saat Latihan/Pertandingan

Berikut ini akan dijelaskan pengaturan gizi pada saat sebelum, selama, dan sesudah latihan/bertanding.

- a. Beberapa panduan gizi sebelum bertanding yaitu sebagai berikut (Brouns, 2002):
 1. Lakukan *carbohidrat loading* dengan tingkat yang moderat. Teknik ini diperuntukkan bagi atlet endurance dan ultraendurance yang bertanding 90 menit atau lebih. Teknik ini digunakan juga oleh binaragawan menjelang kompetisi.

2. Pastikan asupan karbohidrat sekitar 600 g/hari selama 3 hari sebelum bertanding. Jangan meningkatkan asupan karbohidrat karena tidak akan meningkatkan simpanan glikogen.
 3. Minum banyak cairan sehari sebelum bertanding untuk memastikan status hidrasi baik saat mulai bertanding. Jika diperlukan dapat menambahkan sedikit sodium klorida (sekitar satu sendok teh garam per liter air) untuk mengganti keringat yang keluar selama bertanding.
 4. Hindari makanan tinggi serat sehari sebelum bertanding untuk mencegah masalah gastrointestinal.
 5. Makanlah makanan tinggi karbohidrat 2-4 jam sebelum bertanding untuk memastikan simpanan glikogen di hati cukup. Sebelum bertanding dengan durasi pendek, makanlah makanan sumber karbohidrat yang mudah dicerna atau minum minuman berenergi. Sebelum bertanding dengan durasi panjang, makanlah makanan semi padat atau padat dan jaga asupan lemak dan protein yang rendah.
 6. Mengonsumsi karbohidrat 30-120 menit sebelum latihan dapat meningkatkan kadar plasma glukosa dan insulin yang akan menstimulasi ambilan glukosa dan menghambat mobilisasi dan oksidasi lemak selama latihan. Akibatnya, bagi sebagian orang mungkin akan mengalami *rebound* hipoglikemia ketika makan atau minum tinggi karbohidrat sebelum bertanding. Oleh karena itu, mereka sebaiknya menunda mengonsumsi karbohidrat sampai pemanasan atau beberapa menit sebelum pertandingan dimulai.
- b. Berikut ini adalah beberapa panduan gizi selama latihan (Brouns, 2002):
1. Konsumsi minuman berkarbohidrat selama latihan untuk mencegah kelelahan pada latihan yang berlangsung >45 menit
 2. Konsumsi karbohidrat sebanyak 60 g/jam dan dapat dicampur dengan cairan yang disesuaikan dengan kebutuhan, kondisi lingkungan, dan toleransi gastrointestinal.
 3. Selama latihan < 45 menit maka konsumsi sedikit karbohidrat saja.
 4. Atlet harus mengonsumsi minuman berkarbohidrat selama latihan. Awal latihan mengonsumsi air dan diikuti minuman berkarbohidrat menjelang akhir latihan.
 5. Hindari minuman tinggi karbohidrat (>20 %) dan minuman dengan osmolalitas yang tinggi (>500 mosmol/kg) karena pengiriman cairan akan terhambat dan menyebabkan gangguan gastrointestinal.
 6. Minumlah cairan sesuai dengan jumlah yang dikeluarkan.
 7. Untuk menghindari pengosongan lambung yang cepat maka atlet direkomendasikan untuk mengonsumsi cairan sebanyak 6-8 ml/kg BB saat 3-5 menit sebelum latihan dimulai kemudian dengan jumlah yang lebih kecil sebanyak 2-3 ml/kg BB setiap 15-20 menit.
 8. Apabila perut terasa kosong dan tidak nyaman akibat dari minum dalam jumlah banyak maka makanlah makanan padat yang mudah dicerna.

9. Selama latihan, hindari makanan yang mengandung serat, protein, minuman karbohidrat dengan konsentrasi osmolalitas tinggi karena dapat menyebabkan gejala gastrointestinal.
- c. Berikut ini adalah beberapa panduan gizi setelah latihan (Brouns, 2002):
1. Untuk memaksimalkan simpanan glikogen maka selama 2 jam pertama setelah latihan dianjurkan untuk mengonsumsi 100 g karbohidrat dalam bentuk cairan atau bentuk padat/semi padat yang mudah dicerna. Selanjutnya, 25 g/jam karbohidrat. Total karbohidrat yang harus diasup sekitar 10 g/kg BB dalam 24 jam dan 2/3-nya dalam bentuk makanan dengan indeks glikemik tinggi.
 2. Dianjurkan mengonsumsi karbohidrat dengan indeks glikemik sedang hingga tinggi.
 3. Selama satu jam pertama setelah latihan, tambahkan protein ke dalam karbohidrat yang dikonsumsi untuk meningkatkan pemulihan glikogen.
 4. Tidak ada manfaatnya mengonsumsi asam amino atau campuran asam amino.
 5. Penambahan 600-1200 mg sodium ke dalam minuman dapat meningkatkan retensi cairan dan pemulihan keseimbangan cairan.

Masalah lain selama periodisasi: *Jet Lag*

Hingga saat ini atlet diharuskan untuk bepergian dengan cepat ke negara-negara lain di seluruh dunia untuk mengikuti pertandingan. Akibatnya, terjadi gangguan irama tubuh dan siklus tidur-bangun yang akan menyebabkan jet-lag. Gejala jet lag antara lain kelelahan, gangguan tidur, sulit konsentrasi, mudah tersinggung, depresi, disorientasi, kehilangan nafsu makan, dan gangguan pencernaan (Grandjean and Ruud, 2000; Manfredini, *et al.*, 1998).

Gejala jet lag umumnya lebih parah ketika bepergian dari barat ke timur bukan di arah yang berlawanan. Waktu dan apa yang dimakan atlet akan mempengaruhi keparahan dan durasi gejala jet-lag. Disarankan agar atlet makan makanan berprotein tinggi saat sarapan dan makanan tinggi karbohidrat pada malam hari (Reilly *et al.* 1997 dalam Grandjean and Ruud, 2000). Teh dan kopi mengandung kafein sebagai stimulan sistem saraf pusat. Dengan demikian, konsumsi teh dan kopi mungkin dapat bermanfaat jika diminum pada pagi hari saat tiba di tempat tujuan namun hindari konsumsi di malam hari. Konsumsi cairan dalam jumlah cukup juga dianjurkan karena dehidrasi dapat memperburuk gejala jet lag dan kelelahan. Dianjurkan pula 3 hari sebelum perjalanan, atlet harus mulai latihan, tidur, makan, dan minum sesuai dengan waktu di tempat tujuan mereka (Grandjean and Ruud, 2000).

Latihan 4

1. Sebut dan jelaskan metabolisme energi saat olahraga!
2. Sebutkan cabang olahraga dan jelaskan sistem metabolismenya!
3. Sebutkan tahapan periodisasi atlet
4. Sebutkan efek olahraga yang mengganggu performa!
5. Sebut dan jelaskan recovery gizi atlet!

Jawaban Latihan 4

1. Metabolisme energi saat berolahraga ada 3 yakni:
 - a) Metabolisme aerobik: menggunakan oksigen, berlangsung pada latihan dengan intensitas ringan hingga sedang. Substrat utamanya adalah lemak dan karbohidrat. Jumlah ATP yang dihasilkan sangat banyak sehingga sistem energi ini dapat menyuplai energi dalam waktu yang lama.
 - b) Metabolisme anaerobik laktat: tidak menggunakan oksigen, terjadi saat latihan dengan intensitas berat. Jumlah ATP yang dihasilkan sedikit namun dapat diperoleh dalam waktu singkat. Substratnya adalah karbohidrat.
 - c) Metabolisme kreatin fosfat: tidak menggunakan oksigen, berlangsung pada gerakan dengan intensitas sangat berat dan membutuhkan energi sangat cepat. Jumlah ATP yang dihasilkan sangat sedikit namun dihasilkan dalam waktu yang sangat singkat. Substratnya adalah kreatin fosfat.
2. Berikut ini 3 cabang olahraga dan metabolismenya:
 - a) Olahraga aerobik: sebagian besar sistem energi menggunakan metabolisme aerobik. Contoh : renang, lari, jalan cepat, senam aerobik
 - b) Olahraga anaerobik: sebagian besar sistem energi menggunakan metabolisme anaerobic. Contoh: bina raga, angkat beban, tinju, tolak peluru.
 - c) Olahraga campuran (aerobik dan anaerobik): sebagian sistem energi menggunakan aerobik, sebagian lagi anaerobik. Umumnya cabang olahraga permainan seperti sepak bola, voli, basket, badminton.
3. Berikut ini tahapan periodisasi atlet:
 - a) Persiapan : terbagi menjadi persiapan umum dan khusus
 - b) Pertandingan: pra pertandingan dan pertandingan utama
 - c) Pemulihan
4. Efek olahraga yang mengganggu performa antara lain:
 - a) Deplesi glikogen otot
 - b) Kerusakan jaringan otot
 - c) Dehidrasi dan ketidakseimbangan elektrolit
5. Recovery gizi pada atlet dikelnal dengan istilah 3R: refuel, rebuild dan rehydrate:
 - a) *refuel*: pengembalian cadangan glikogen yang hilang selama latihan
 - b) *rebuild*: perbaikan jaringan otot yang rusak akibat latihan
 - c) *rehydrate*: pengembalian cairan dan elektrolit yang hilang akibat latihan

Rangkuman 4

1. metabolisme selama olahraga secara garis besar terdiri dari metabolisme aerobik dan anaerobik. Metabolisme anaerobic sendiri terdiri dari metabolisme laktat (glikolisis laktat) dan kreatin fosfat.
2. Metabolisme aerobik terjadi dengan bantuan oksigen menggunakan substrat karbohidrat, lemak dan protein. Metabolisme aerobik ini melalui siklus kreb dan menghasilkan jumlah ATP yang besar namun butuh waktu lama untuk menghasilkannya. Meskipun begitu, dengan jumlah ATP yang besar ini maka

energi dari metabolisme aerobik bersifat jangka panjang dan cocok untuk olahraga endurans.

3. Metabolisme anaerobik laktat terjadi tanpa bantuan oksigen menggunakan substrat karbohidrat dengan produk sampingan yakni laktat. Energi dihasilkan dalam waktu singkat dan jumlah ATP yang sedikit. Karena menghasilkan laktat menyebabkan kelelahan sehingga tidak bisa menopang latihan dalam waktu lama. Diperuntukkan bagi olahraga dengan waktu singkat dan butuh tenaga besar seperti angkat beban, binaraga, tinju, tolak peluru.
4. Metabolisme kreatin fosfat terjadi tanpa bantuan oksigen. Energi yang dihasilkan super cepat namun dengan jumlah ATP yang sangat sedikit. Diperuntukkan bagi gerakan dengan gaya ledak besar dan membutuhkan energi dalam waktu yang sangat singkat seperti smash, start, tendang.
5. Berdasarkan jenis metabolismenya maka jenis olahraga dibedakan menjadi olahraga aerobik/endurans, olahraga anaerobic/power/explosive, dan olahraga permainan (campuran aerobik dan anaerobic).
6. Periodisasi atlet terdiri dari persiapan, pertandingan dan pemulihan. Periodisasi atlet mempengaruhi kebutuhan gizi.
7. Efek olahraga yang mengganggu performa atlet antara lain: depleksi glikogen otot, kerusakan jaringan otot dan dehidrasi serta ketidakseimbangan elektrolit.
8. Penting melakukan recovery gizi untuk mengatasi efek akibat olahraga. recovery gizi dikenal dengan istilah 3R terdiri dari: refuel (pengembalian glikogen otot), rebuild (perbaikan jaringan otot yang rusak) dan rehydrate (pengembalian cairan dan elektrolit).

Tes Formatif 4

1. Ketika melakukan gerakan ekstra cepat dengan daya ledak tinggi seperti saat smash maupun start, atlet membutuhkan energi super cepat dan besar. Sayangnya, energi ini sangat terbatas dan biasanya digunakan beberapa detik saja pada permulaan olahraga. Energi yang dimaksud berasal dari ...
 - a. Glikolisis anaerob karbohidrat
 - b. Katabolisme lemak
 - c. Glikolisis aerob karbohidrat
 - d. Metabolisme aerob
 - e. Kreatin fosfat
2. Mengingat lintasan yang sangat panjang, atlet endurance seperti pelari marathon diharapkan mempertahankan intensitas gerakan yang ringan hingga sedang. Teknik ini bertujuan untuk mempertahankan pasokan oksigen yang cukup. Dengan begitu maka metabolisme yang terjadi adalah Substrat metabolisme ini adalah
 - a. Glikolisis laktat ; karbohidrat
 - b. Aerob ; karbohidrat, lemak, protein
 - c. Glikolisis anaerob ; laktat

- d. Aerob ; kreatin fosfat
 e. Kreatin fosfat ; karbohidrat
3. Berbeda dengan atlet endurance yang perlu mempertahankan pasokan oksigen demi durasi yang lama, atlet olahraga power mengerahkan seluruh energinya untuk bertanding dalam durasi yang singkat. Dengan intensitas yang tinggi, sistem metabolisme yang terjadi adalah Salah satu ciri khas sistem metabolisme tersebut adalah
- a. Glikolisis anaerob ; menghasilkan laktat
 b. Glikolisis anaerob ; menghasilkan energi dalam jumlah besar
 c. Metabolisme aerob ; menghasilkan laktat
 d. Metabolisme aerob ; menghasilkan energi dalam jumlah besar
 e. Kreatin fosfat ; menghasilkan energi dalam jumlah sedikit
4. Proporsi sistem metabolisme yang terjadi selama berolahraga berbeda-beda menurut jenis olahraga. Jenis olahraga berikut ini yang memiliki proporsi metabolisme aerob dan anerob yang seimbang (50:50) adalah
- a. Golf
 b. Sepak bola
 c. Lari jarak jauh
 d. Tolak peluru
 e. Angkat besi
5. Selama olahraga, terjadi **metabolic shift** atau pergantian proporsi penggunaan sumber energi menurut intensitas dan durasi olahraga. Saat melakukan gerakan intensitas tinggi dan di menit-menit awal olahraga, proporsi pembakaran energi sebagian besar berasal dari
- a. Protein
 b. Lemak
 c. Karbohidrat
 d. Karbohidrat dan lemak
 e. Karbohidrat, protein dan lemak
6. *Recovery* pasca latihan meliputi 3R, salah satunya *recovery* glikogen otot, yakni
- a. *Refuel*
 b. *Rebuild*
 c. *Rehydrate*
 d. *Replace*
 e. *Re-oxygenated*

7. *Recovery* glikogen otot memperhatikan prinsip *nutrient timing*, salah satunya *time*, yang menyatakan bahwa *golden period/window of opportunity* untuk pemulihan glikogen otot adalah
- Segera setelah latihan hingga 2 jam berikutnya
 - 1 jam setelah latihan hingga 2 jam berikutnya
 - 3 jam setelah latihan hingga 2 jam berikutnya
 - 4 jam setelah latihan hingga 2 jam berikutnya
 - 5 jam setelah latihan hingga 2 jam berikutnya
8. *Recovery* glikogen otot memperhatikan prinsip *nutrient timing*, salah satunya *type*, yang menyatakan bahwa *recovery aid* pasca olahraga dapat mengandung karbohidrat, protein dan elektrolit sekaligus, yakni
- Energy Drink*
 - Minuman berelektrolit
 - Susu cokelat
 - Whey powder*
 - Carbohydrate gel*

Jawaban Tes Formatif 4

- E
- B
- A
- B
- C
- A
- A
- C

MODUL 5: Penilaian Status Kebugaran

Materi 5

Penilaian status kebugaran merupakan bagian dari asesmen atlet. Umumnya hal ini dilakukan pada periode persiapan di mana atlet perlu mempersiapkan kondisi fisik yang prima sebelum pertandingan. Penilaian status kebugaran tidak hanya dilakukan pada atlet tetapi juga dapat dilakukan pada non-atlet, mulai dari anak-anak hingga lansia. Pada modul ini akan dibahas penilaian status kebugaran pada individu dewasa (berlaku untuk atlet maupun non atlet). Bagi mahasiswa gizi penting untuk mempelajari bagaimana status kebugaran dinilai karena merupakan status kebugaran merupakan outcome dari asupan gizi, aktivitas fisik, dan status gizi. Karena ada 5 komponen kebugaran (modul 1), maka penilaian status kebugaran status kebugaran pun ditujukan pada kelima komponen tersebut: kebugaran kardiorespiratori, daya tahan otot, kekuatan otot, komposisi tubuh dan fleksibilitas.

I Penilaian Status Kebugaran Kardiorespiratori

Untuk mengukur status kebugaran, mahasiswa perlu memahami apa saja indikator kebugaran yang dapat diukur. Berikut ini ukuran/parameter kebugaran kardiorespiratori yang dapat diukur :

- 1) **VO₂ max:** VO₂Max adalah jumlah oksigen yang dihirup per menitnya saat melakukan latihan intensitas maksimal. VO₂ max adalah gold standard pengukuran kardiorespiratori.
- 2) **Resting heart rate:** jumlah denyut nadi/menit saat istirahat/diam. *Resting heart rate* hanya merupakan parameter prediksi untuk kebugaran. Parameter ini dapat digunakan untuk mengukur VO₂ max secara tidak langsung.
- 3) **Recovery time:** waktu yang diperlukan untuk denyut nadi kembali seperti normal seperti sebelum diberikan latihan. *Recovery time* hanya merupakan parameter prediksi untuk kebugaran. Parameter ini dapat digunakan untuk mengukur VO₂ max secara tidak langsung.

VO₂ Max sebagai Parameter Utama Kebugaran Kardiorespiratori

VO₂ Max merupakan *golden standard* untuk pengukuran kebugaran kardiorespiratori. VO₂Max adalah jumlah oksigen yang dihirup per menitnya saat melakukan latihan intensitas maksimal yang tidak dapat meningkat lagi meski beban kerja ditingkatkan (Satuan ml/kgBB/menit) (ACSM, 2005). **Semakin besar nilai VO₂ max → semakin tinggi level kebugaran.** Besarnya nilai VO₂ max bervariasi pada setiap orang. Nilai VO₂ max berhubungan kuat dengan fungsi kardiovaskuler dan respiratori (kapasitas paru-paru, *stroke volume*, *cardiac output*).

Saat beraktifitas, otot membutuhkan energi melalui pembakaran zat gizi. Pembakaran ini membutuhkan oksigen. Semakin berat intensitas kerja, semakin tinggi kebutuhan oksigen → memacu sistem kardiorespiratori untuk mengambil dan mengedarkan oksigen. Semakin tinggi uptake dan utilisasi oksigen → semakin besar kapasitas kerja. Semakin bugar/terlatih → semakin besar VO₂max karena dipengaruhi fungsi paru-paru, *stroke volume*, *cardiac output*

Pengukuran VO2 Max secara garis besar dibedakan menjadi:

a) Pengukuran langsung

Pengukuran VO2 Max secara langsung (direct method) berlangsung di laboratorium dengan metode : *open-circuit spirometry*. Sistem ini terdiri dari : katup pernapasan yg dimasukkan ke dalam mulut, Penjepit hidung dan Pipa. Seluruh sistem ini terhubung dengan sistem computer. Contoh tes : treadmill, cycle ergometer. Ciri khas metode ini adalah mahal, membutuhkan tempat luas dan kru ahli sehingga hanya cocok untuk penelitian klinis, tidak cocok untuk survei kebugaran pada populasi besar.



Gambar 5. 1 Treadmill yang Terhubung dengan Spirometry

b) Pengukurang tidak langsung (prediksi)

Pengukuran metode ini dilakukan dengan membebankan subjek pada jenis latihan tertentu seperti langkah, jalan dan lari. Nilai VO2 max dapat dilihat dari denyut nadi pasca latihan, resting heart rate setelah latihan, recovery time setelah latihan, jarak tempuh maupun waktu tempuh. Berikut ini beberapa cara pengukuran prediksi VO2 max:

Secara garis besar, pengukuran tidak langsung VO2max terdiri dari:

- ❖ Step test
- ❖ Field test

Berikut ini pembahasan dari step test dan field test:

- ❖ Step test
 - Prinsip : subjek diminta naik dan turun papan/kursi dengan ketinggian tertentu dalam durasi tertentu dengan irama tertentu. Setelah itu, denyut nadi dihitung untuk memprediksi status kebugaran.
 - Semakin bugar seseorang, maka:
 - Semakin cepat denyut nadi/menit kembali ke posisi semula (saat istirahat) → Semakin rendah RHR

Berikut ini berbagai jenis step test dengan berbagai spesifikasi alat sesuai keperluan.

Tabel 5. 1 Jenis-Jenis Step Test

| Jenis Tes | Instrumen |
|---|-------------------------------------|
| Canadian aerobic fitness test | Bangku setinggi 8 inchi (20,38 cm) |
| YMCA 3-minutes step test (untuk tes massal) | Bangku setinggi 12 inchi (31 cm) |
| Queen's college step test | Bangku setinggi 16,25 inchi (57 cm) |
| Harvard step test (khusus untuk laki-laki) | Bangku setinggi 20 inchi (70 cm) |

Cara melakukan YMCA Step test

Alat yg dibutuhkan:

- Stopwatch
- Metronome
- Bangku/papan setinggi 31 cm

Cara:

- Individu diminta naik dan turun pada papan dengan ketinggian 31 cm selama 3 menit.
- Pria melangkah dengan irama 24 ketukan per menit, sementara wanita melangkah dengan irama 22 ketukan per menit.
- Setelah 3 menit, tes berhenti dan subjek duduk, beristirahat selama 1 menit sambil meraba denyut nadi, bersiap untuk menghitung. Setelah istirahat 1 menit, denyut nadi dihitung selama 1 menit.
- Jumlah denyut nadi tadi dimasukkan ke dalam rumus →
- Rumus VO2 max laki-laki:
 $VO2max (mL/kg/min) = 111.33 - (0.42 \times \text{denyut nadi/menit})$
- Rumus VO2 max perempuan:
 $VO2max (mL/kg/min) = 65.81 - (0.1847 \times \text{denyut nadi/menit})$
- Contoh: seorang laki-laki, berusia 20 tahun, menyelesaikan step test dengan recovery **Heart Rate** sebanyak 144 denyut/menit. Hitung Vo2Max nya!
 $VO2max (mL/kg/min) = 111.33 - (0.42 \times 144) = 50,85 \text{ ml/kg/min}$

Kemudian cek posisi nilai tersebut pada tabel norma VO2 max berikut ini.

Tabel 5. 2 Tabel Norma VO₂ Max
The Astrand Test VO₂ Max Norms:

| Age | Very Poor | Poor | Fair | Good | Excellent | Superior |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 13-19 | <25.0 | 25.0-30.9 | 31.0-34.9 | 35.0-38.9 | 39.0-41.9 | >41.9 |
| 20-29 | <23.6 | 23.6-28.9 | 29.0-32.9 | 33.0-36.9 | 37.0-41.0 | >41.0 |
| 30-39 | <22.8 | 22.8-26.9 | 27.0-31.4 | 31.5-35.6 | 35.7-40.0 | >40.0 |
| 40-49 | <21.0 | 21.0-24.4 | 24.5-28.9 | 29.0-32.8 | 32.9-36.9 | >36.9 |
| 50-59 | <20.2 | 20.2-22.7 | 22.8-26.9 | 27.0-31.4 | 31.5-35.7 | >35.7 |
| 60+ | <17.5 | 17.5-20.1 | 20.2-24.4 | 24.5-30.2 | 30.3-31.4 | >31.4 |

Male (values in ml/kg/min)

| Age | Very Poor | Poor | Fair | Good | Excellent | Superior |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 13-19 | <35.0 | 35.0-38.3 | 38.4-45.1 | 45.2-50.9 | 51.0-55.9 | >55.9 |
| 20-29 | <33.0 | 33.0-36.4 | 36.5-42.4 | 42.5-46.4 | 46.5-52.4 | >52.4 |
| 30-39 | <31.5 | 31.5-35.4 | 35.5-40.9 | 41.0-44.9 | 45.0-49.4 | >49.4 |
| 40-49 | <30.2 | 30.2-33.5 | 33.6-38.9 | 39.0-43.7 | 43.8-48.0 | >48.0 |
| 50-59 | <26.1 | 26.1-30.9 | 31.0-35.7 | 35.8-40.9 | 41.0-45.3 | >45.3 |
| 60+ | <20.5 | 20.5-26.0 | 26.1-32.2 | 32.3-36.4 | 36.5-44.2 | >44.2 |

❖ **Field Test**

Sesuai dengan namanya, *field test* dilakukan di lapangan. *Field test* memiliki intensitas yang lebih tinggi dibanding *step test*. Biasanya *field test* dilakukan pada dewasa muda sehat, remaja dan atlet. Tes ini tidak dianjurkan bagi lansia dan individu dengan penyakit jantung dan penyakit berat lainnya.

Berikut ini beberapa contoh *field test*:

- a) *1,5-Mile Run Test* : VO₂max dilihat dari waktu yg dibutuhkan untuk menyelesaikan tes. Semakin cepat, semakin tinggi VO₂max.
- b) *12-Minute walk/Run Test*: Disebut juga test cooper. VO₂max dilihat dari jarak yang ditempuh. Semakin jauh, semakin bugar.
- c) *1-Mile Walk Test* : VO₂max dilihat dari waktu yg dibutuhkan untuk menyelesaikan lintasan sejauh 1 mil dengan berjalan cepat dan denyut nadi setelah tes selesai. Semakin cepat dan semakin rendah denyut nadi → semakin bugar.

Penggunaan metode pengukuran kebugaran kardiorespiratori tergantung dari tujuan dan subjek pengukuran. Terdapat beberapa keuntungan dan keterbatasan dari masing-masing tes tersebut. Berikut ini perbandingan keuntungan dan keterbatasan berbagai metode.

Tabel 5. 3 Perbandingan Metode Pengukuran VO2 Max

| Jenis Tes | Akurasi | Keuntungan | Keterbatasan |
|--|---|---|--|
| Langsung (<i>open-circuit spirometry</i>) | Golden standard | Cara paling akurat menilai kebugaran aerobik, dapat mengukur anaerobic threshold | Mahal, membutuhkan effort maksimal, hanya utk individu terlatih, membutuhkan ahli utk interpretasi hasil, motivasi subjek utk mencapai limit memengaruhi hasil |
| Step test | Tidak seakurat cara langsung, tetapi lebih akurat dibanding 12 min test maupun 1,5 mile tes | Lebih murah, dapat digunakan untuk populasi. Selain itu durasi lebih cepat, tidak membutuhkan maksimal effort | Membutuhkan control yg ketat thd prosedur, akurasi hasil sgt tergantung dr pengukuran denyut nadi |
| Field test: 12 minutes test (cooper test), 1,5 mile test | Cukup akurat | Dapat digunakan di lapangan, bisa digunakan untuk mengukur sejumlah individu sekaligus dalam waktu bersamaan | Membutuhkan effort maksimal, hanya untuk individu yg fit dan sehat, dipengaruhi oleh |

II Penilaian Daya Tahan Otot

Berikut ini beberapa tes untuk mengukur daya tahan otot:

- a) Partial Curl-Up
- b) Push-Up
- c) YMCA Bench Press

Cara melakukan tes push up adalah:

Mintalah responden melakukan push up selama 1 menit dan hitung berapa kali gerakan push up lengkap yang dapat diselesaikan. Bandingkan jumlah gerakan push up ke tabel norma.

Tabel 5. 4 Tabel Norma Tes Push Up

| Category | Age | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| | 20-29 | | 30-39 | | 40-49 | | 50-59 | | 60-69 | |
| Gender | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F |
| Excellent | 36 | 30 | 30 | 27 | 25 | 24 | 21 | 21 | 18 | 17 |
| Very good | 35 | 29 | 29 | 26 | 24 | 23 | 20 | 20 | 17 | 16 |
| | 29 | 21 | 22 | 20 | 17 | 15 | 13 | 11 | 11 | 12 |
| Good | 28 | 20 | 21 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | 10 | 11 |
| | 22 | 15 | 17 | 13 | 13 | 11 | 10 | 7 | 8 | 5 |
| Fair | 21 | 14 | 16 | 12 | 12 | 10 | 9 | 6 | 7 | 4 |
| | 17 | 10 | 12 | 8 | 10 | 5 | 7 | 2 | 5 | 2 |
| Needs improvement | 16 | 9 | 11 | 7 | 9 | 4 | 6 | 1 | 4 | 1 |

*The Canadian Physical Activity, Fitness & Lifestyle Approach: CSEP-Health & Fitness Program's Health-Related Appraisal and Counseling Strategy. 3rd ed. Reprinted with permission from the Canadian Society for Exercise Physiology, 2003.

III Penilaian Kekuatan Otot

Berikut ini beberapa tes untuk mengukur kekuatan otot:

- Hand Grip Test → Handgrip dynamometer
- 1-Repetition Maximum (RM) Bench Press Test
- Isokinetic Testing

Berikut ini langkah-langkah melakukan hand grip test:

1. Subjek diminta berdiri
2. Subjek diminta melakukan tes kekuatan otot pada tangan sebelah kiri maupun kanan
(Metode lain ada juga yang hanya meminta tangan yg biasa dipakai)
3. Sesuaikan posisi jari jemari dalam menggenggam alat yg disebut *handgrip dynamometer*
(Sendi jari-jari harus pas d bawah pegangan *handgrip dynamometer*)
4. Pastikan handgrip dynamometer berada pada posisi nol
5. Minta subjek memegang handgrip dynamometer sejajar dengan sisi tubuh di sekitar pinggang.
7. Subjek kemudian harus menekan handgrip dynamometer sekeras mungkin.
8. Catat kekuatan pegangan dalam kilogram. Ulangi prosedur ini pada tangan yg satunya.
9. Ulangi tes dua kali lagi pada masing-masing tangan. Ambil yang tertinggi dari tiga pembacaan untuk masing-masing tangan.
10. Jumlahkan hasil bacaan kanan kiri dan kanan → lihat tabel norma

Tabel 5. 5 Norma Hand Grip Test

| TABLE 5-1 GRIP-STRENGTH (KG) NORMS BY AGE GROUPS AND GENDER FOR COMBINED RIGHT AND LEFT HAND | | | | | | |
|---|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Age (yrs) | 15-19 | | 20-29 | | 30-39 | |
| Gender | M | F | M | F | M | F |
| Above average | 103-112 | 64-70 | 113-123 | 65-70 | 113-122 | 66-72 |
| Average | 95-102 | 59-63 | 106-112 | 61-64 | 105-112 | 61-65 |
| Below average | 84-94 | 54-58 | 97-105 | 55-60 | 97-104 | 56-60 |
| Poor | ≤83 | ≤53 | ≤96 | ≤54 | ≤96 | ≤55 |

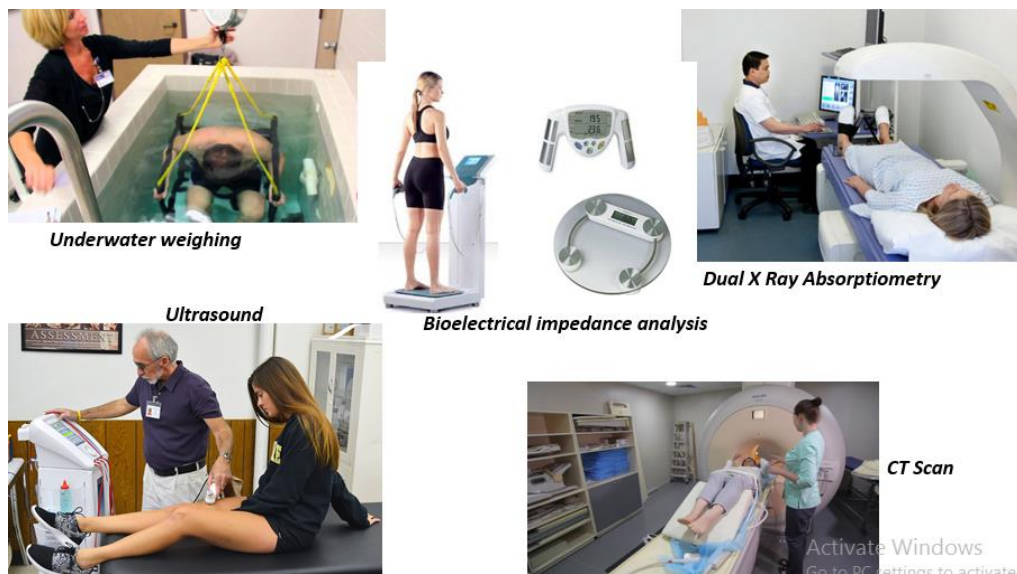
| Age (yrs) | 40-49 | | 50-59 | | 60-69 | |
|------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Gender | M | F | M | F | M | F |
| Above average | 110-118 | 65-72 | 102-109 | 59-64 | 98-101 | 54-59 |
| Average | 102-109 | 59-64 | 96-101 | 55-58 | 86-92 | 51-53 |
| Below average | 94-101 | 55-58 | 87-95 | 51-54 | 79-85 | 48-50 |
| Poor | ≤93 | ≤54 | ≤86 | ≤50 | ≤78 | ≤47 |

Adapted from *The Canadian Physical Activity, Fitness & Lifestyle Appraisal: CSEP's Plan for Healthy Active Living*, 1996. Reprinted by permission from the Canadian Society for Exercise Physiology.

IV Penilaian Komposisi Tubuh

Penilaian komposisi tubuh dapat diukur dengan berbagai cara sebagai berikut.

- a) Hydrodensitometry/underwater weighing : merupakan golden standard pengukurang komposisi tubuh.
- b) Dual X Ray Absorptiometry
- c) Ultrasound
- d) CT Scan
- e) Bioelectrical Impedance
- f) Skinfold Thickness



Gambar 5. 2 Berbagai Metode Penilaian Komposisi Tubuh

V Penilaian Fleksibilitas

Berikut ini beberapa cara penilaian fleksibilitas:

- a) Canadian flexibility test: Subjek duduk tanpa sepatu dan telapak kaki rata dengan flexometer (kotak sit and reach).



Gambar 5. 3 Canadian Flexibility Test

- b) 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. (Perhatikan titik nol pada antarmuka kaki / kotak dan gunakan norma yang sesuai.)



Gambar 5. 4 Flexibility Test

Latihan 5

1. Sebutkan metode pengukuran kebugaran kardiorespiratori!
2. Sebutkan metode pengukuran daya tahan otot!
3. Sebutkan metode pengukuran kekuatan otot!
4. Sebutkan metode pengukuran komposisi tubuh!
5. Sebutkan metode pengukuran fleksibilitas!

Jawaban Latihan 5

1. Metode pengukuran kebugaran kardiorespiratori antara lain terdiri dari:
 - ❖ Cara langsung: open circuit spirometry
 - ❖ Cara tidak langsung (prediksi):
 - Step test: YMCA 3 minutes step tests, queen college, harvard sep test
 - Field test: *1,5-Mile Run Test, cooper test, 1 mile walk test*
2. Metode pengukuran daya tahan otot antara lain terdiri dari:
 - Partial Curl-Up
 - Push-Up
 - YMCA Bench Press
3. Metode pengukuran kekuatan otot antara lain terdiri dari:
 - Hand Grip Test → Handgrip dynamometer
 - 1-Repetition Maximum (RM) Bench Press Test
 - Isokinetic Testing
4. Metode pengukuran komposisi tubuh antara lain terdiri dari:

- Hydrodensitometry/underwater weighing : merupakan golden standard pengukuran komposisi tubuh.
 - Dual X Ray Absorptiometry
 - Ultrasound
 - CT Scan
 - Bioelectrical Impedance
 - Skinfold Thickness
5. Metode pengukuran pengukuran fleksibilitas antara lain terdiri dari:
- Canadian flexibility test
 - YMCA flexibility test

Rangkuman 5

1. Setiap komponen kebugaran memiliki metode pengukurannya sendiri-sendiri
2. Masing-masing metode pengukuran kebugaran memiliki keuntungan dan keterbatasan
3. Pemilihan metode pengukuran tergantung dari tujuan dan subjek pengukuran

Tes Formatif 5

Perhatikan ilustrasi berikut untuk menjawab soal no. 1 – 3!

Seorang peneliti ingin mengetahui level kebugaran mahasiswa di suatu fakultas. Mahasiswa diminta untuk melakukan naik turun sebuah bangku dengan ketinggian tertentu, selama durasi tertentu dan dengan irama tertentu.

1. Tujuan tes kebugaran tersebut adalah untuk mengetahui level kebugaran ...
 - a. *Cardiorespiratory*
 - b. *Muscular strength*
 - c. *Muscular endurance*
 - d. *Flexibility*
 - e. *Body composition*
2. Tes kebugaran tersebut tergolong
 - a. *Direct test*
 - b. *Gold standard*
 - c. *Step test*
 - d. *Field test*
 - e. *Open circuit spirometry*
3. Parameter kebugaran yang dilihat pada tes tersebut adalah ...
 - a. *VO2 max*
 - b. *Maximum heart rate*
 - c. *Metabolic equivalents*

- d. *Time*
- e. *Distance*

Perhatikan ilustrasi berikut untuk menjawab soal no. 4 – 6!

Seorang pelatih di SMA khusus atlet ingin mengetahui level kebugaran anak didiknya. Siswa diminta untuk *test cooper* yaitu lari selama 12 menit di lintasan.

4. Tes kebugaran tersebut tergolong ...
 - a. *Direct test*
 - b. *Gold standard*
 - c. *Step test*
 - d. *Field test*
 - e. *Open circuit spirometry*

5. Parameter kebugaran yang dilihat pada tes tersebut adalah ...
 - a. *Vo2max*
 - b. *Maximum heart rate*
 - c. *Resting heart rate*
 - d. *Time*
 - e. *Distance*

6. Kelebihan dari tes *cooper* tersebut adalah
 - a. Paling akurat dibandingkan metode lainnya
 - b. Tidak membutuhkan banyak effort bagi responden
 - c. Dapat mengukur sejumlah besar responden sekaligus dalam waktu bersamaan
 - d. Dapat digunakan untuk mengukur individu yang sedenter
 - e. Dapat mengukur *anabolic threshold*

7. Berikut ini cara mengukur level *muscular strength* dan *muscular endurance* yang tepat adalah ...

| | <i>Muscular Strength Test</i> | <i>Muscular Endurance Test</i> |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| a. | Partial curl up | Push up |
| b. | YMCA benceh press test | Isokinetic test |
| c. | Hand grip test | YMCA bench press test |
| d. | I RM bench press test | Hand grip test |
| e. | Push up | YMCA bench press test |

Jawaban Tes Formatif 5

1. A
2. C
3. A

- 4. D
- 5. E
- 6. C
- 7. C

MODUL 6 KARBOHIDRAT

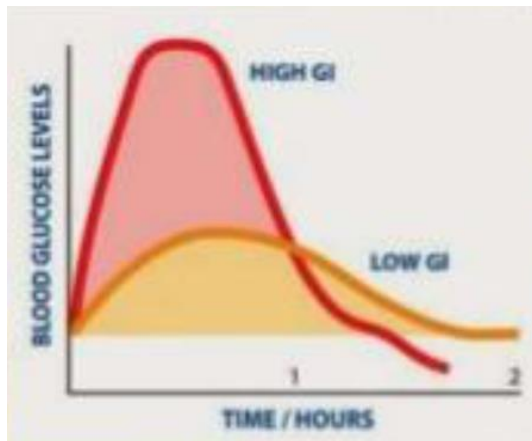
Materi 6

I PENDAHULUAN

Karbohidrat adalah zat gizi esensial dan substrat untuk hampir semua proses metabolik di dalam tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi tubuh. Pada sebagian besar orang, karbohidrat merupakan komponen utama diet mereka. Di dalam tubuh karbohidrat terdapat dalam bentuk glukosa darah serta glikogen di dalam hati dan otot. Karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi saat latihan fisik baik dalam kondisi aerobik maupun anaerobik. Pada latihan dengan intensitas rendah hingga sedang, tubuh menggunakan sistem energi metabolime aerob dengan substrat yang berasal dari karbohidrat dan lemak. Pada latihan dengan intensitas tinggi, glikogen secara cepat dipecah menjadi piruvat dan laktat untuk menyediakan energi pada otot-otot yang bekerja selama latihan. Ketersediaan karbohidrat yang cukup dalam tubuh sangat penting untuk menunjang performa atlet. Depleksi karbohidrat khususnya glikogen akan menyebabkan kelelahan saat latihan. Oleh karena itu, pengaturan pangan sumber karbohidrat bagi atlet sangat penting untuk dilakukan. Pengaturan karbohidrat pada atlet dilakukan secara detail berdasarkan indeks glikemik pangan dan waktu pemberiannya.

II INDEKS GLIKEMIK

Pemahaman mengenai konsep indeks glikemik (IG) sangat penting dalam pengaturan karbohidrat untuk atlet. Pangan sumber karbohidrat yang kita konsumsi akan diproses di saluran pencernaan lalu selanjutnya diserap ke dalam aliran darah hingga dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Indeks glikemik merupakan ukuran seberapa besar suatu pangan dalam meningkatkan kadar glukosa darah. Semakin tinggi nilai indeks glikemik pangan maka semakin cepat pangan tersebut menaikkan kadar glukosa darah setelah seseorang mengonsumsinya. Pangan dengan indeks glikemik tinggi akan cepat meningkatkan kadar glukosa darah dengan peningkatan yang tinggi hingga mencapai titik puncak kemudian kadar glukosa darah juga akan menurun secara cepat. Biasanya dalam waktu kurang dari dua jam, seseorang yang mengkonsumsi pangan dengan indeks glikemik tinggi kadar glukosa darahnya akan kembali ke kadar glukosa darah semula sebelum mengkonsumsi pangan tersebut. Sebaliknya, seseorang yang mengkonsumsi pangan dengan indeks glikemik rendah, glukosa darah akan meningkat secara perlahan dengan peningkatan yang tidak terlalu tinggi. Setelah mencapai titik maksimal, penurunan glukosa darah terjadi secara perlahan hingga sekitar 2 jam atau lebih, kadar glukosa darah baru kembali ke kadar glukosa darah awal. Titik puncak peningkatan glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan indeks glikemik rendah lebih rendah dibandingkan titik puncak peningkatan kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan dengan indeks glikemik tinggi. Perbedaan profil glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan dengan indeks glikemik rendah dan tinggi dapat dilihat pada Gambar 6.1 berikut



Gambar 6. 1 Peningkatan Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Indeks Glikemik Pangan

Berdasarkan nilai indeks glikemiknya, pangan dibagi menjadi tiga, yaitu pangan dengan nilai indeks glikemik rendah (IG < 55), sedang (IG: 55-70), dan tinggi (IG > 70). Nilai IG beberapa jenis pangan data dilihat pada Tabel 6.1. Nilai indeks glikemik pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Proses pengolahan

Proses pengolahan terkait dengan suhu dan lamanya waktu pengolahan, ukuran partikel, serta tingkat gelatinisasi pati. Proses pemasakan pada suhu tinggi dengan waktu yang lama akan meningkatkan daya cerna pati sehingga meningkatkan nilai IG. Pemasakan dengan teknik panas kering seperti baking, roasting, grilling, barbecue akan dapat menyebabkan karbohidrat pecah dan terjadi reaksi maillard. Pecahnya pati akan membentuk dekstrin yang lebih mudah dicerna sehingga nilai IG semakin meningkat. Semakin kecil ukuran partikel, pangan semakin mudah dicerna, enzim semakin mudah bekerja sehingga IG semakin tinggi yang mengakibatkan kadar glukosa darah naik dengan cepat. Ketika pangan sumber karbohidrat dipanaskan menggunakan air seperti ketika memasak pasta, granula pati akan mengembang akibat menyerap air sehingga lama kelamaan akan dapat terbentuk gel. Hal itu disebut dengan gelatinisasi pati. Granula yang mengembang dengan molekul pati yang bebas dan menyebabkan enzim lebih mudah mencerna pangan tersebut sehingga membuat nilai IG pangan meningkat. Contoh dari proses pemasakan yang mempengaruhi IG. Nasi dan bubur beras sama-sama terbuat dari beras. Akan tetapi, proses pemasakan bubur beras lebih lama dibandingkan nasi sehingga teksturnya lebih lembut, ukuran partikelnya lebih kecil. Hal tersebut membuat nilai IG bubur beras lebih tinggi dibandingkan nasi. Oleh karena itu, ketika kita makan bubur dalam jumlah yang sama dengan nasi, kita akan merasa lebih cepat lapar lagi dibandingkan ketika kita makan nasi.

2. Kadar amilosa dan amilopektin

Amilosa dan amilopektin keduanya merupakan polimer glukosa. Perbedaannya terletak pada strukturnya: amilosa tidak bercabang sedangkan amilopektin bercabang.

Struktur rantai yang tidak bercabang pada amilosa membuatnya terikat kuat sehingga sulit dicerna. Sebaliknya, struktur rantai yang bercabang pada amilopektin membuatnya lebih mudah dicerna. Oleh karena itu, semakin tinggi rasio amilosa:amilopektin pada pangan maka nilai IG pangan semakin rendah. Beras yang memiliki rasio amilosa:amilopektin yang tinggi jika dimasak butiran nasinya akan berpecah, tidak lekat. Sebaliknya, beras yang ketika dimasak lekat, lengket seperti beras ketan memiliki rasio amilosa:amilopektin yang rendah sehingga nilai IGnya lebih tinggi.

3. Serat pangan

Serat pangan adalah salah satu komponen karbohidrat kompleks yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan di dalam tubuh manusia. Semakin tinggi kandungan serat dalam suatu pangan, maka pangan tersebut akan lebih lama dicerna dan diserap ke dalam aliran darah sehingga lebih lama meningkatkan kadar glukosa darah dan dapat menjaga kestabilan glukosa darah. Dengan demikian, keberadaan serat pangan akan menurunkan nilai IG.

4. Kadar protein dan lemak

Pangan dengan kadar protein dan lemak yang lebih tinggi akan memperlambat laju pengosongan lambung, pencernaan di usus halus lebih lambat. Oleh karena itu, pangan yang tinggi protein dan atau lemak memiliki IG yang lebih rendah dibanding pangan sejenis. Meskipun demikian tidak bijak memilih pangan tinggi lemak demi mendapatkan nilai IG yang rendah. Terlebih dilakukan pada atlet karena asupan lemak yang berlebih akan berdampak serius terhadap penurunan performa atlet.

5. Jenis Gula

Jenis gula yang berbeda yang terkandung dalam bahan pangan akan memberikan reaksi yang berbeda terhadap peningkatan kadar glukosa darah. Fruktosa atau gula buah memiliki nilai IG yang paling rendah, yaitu 23. Laktosa, gula yang terdapat pada susu memiliki IG 46. Sukrosa (*table sugar*), gula yang sering kita gunakan dalam tingkat rumah tangga untuk membuat beraneka minuman atau makanan memiliki nilai IG 65. Gula yang memiliki nilai IG paling tinggi adalah glukosa.

Tabel 6. 1 Nilai Indeks Glikemik Pangan

| 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 | | | | |

Sumber: Kemenkes (2021)

III KARBOHIDRAT LOADING

Karbohidrat loading merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan glikogen otot beberapa hari sebelum pertandingan. Metode ini biasanya dilakukan oleh atlet-atlet endurance atau ultraendurance. Waktu olahraga atau bertanding yang lama lebih dari 90 menit akan menguras habis glikogen otot dalam jumlah normal yang dapat cepat menyebabkan kelelahan. Oleh karena itu, diperlukan cadangan glikogen yang lebih banyak atau biasa disebut dengan glikogen superkompensasi yaitu dengan menerapkan metode karbohidrat loading.

. Pada umumnya karbohidrat loading dilakukan satu minggu sebelum pertandingan. Pada awalnya, atlet diberikan asupan karbohidrat yang rendah dan diberi latihan yang berat. Semakin mendekati hari kompetisi, volume latihan berkurang dan asupan karbohidrat ditingkatkan. Pada hari ke-7, 6, 5, dan 4 sebelum bertanding atlet diberi asupan karbohidrat 5 g/kg berat badan. Pada hari ke-7 sebelum bertanding volume latihan masih tinggi yaitu 90 menit. Pada hari ke-6, 5, dan 4 sebelum bertanding volume latihan diturunkan hanya 40 menit per hari. Pada hari ke-3 dan 2 sebelum bertanding, volume latihan diturunkan lagi menjadi 20 menit per hari dan asupan karbohidrat ditingkatkan dua kali lipat yaitu 10 g/kg berat badan per hari. Sehari menjelang kompetisi latihan ditiadakan dan asupan karbohidrat tetap 10 g/kg berat badan per hari.

Untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat yang sangat tinggi pada saat karbohidrat loading sejak 3 hari sebelum bertanding, yaitu 10 g/kg berat badan per hari bukanlah hal yang mudah. Oleh karena itu, seorang ahli gizi olahraga harus pandai memilih bahan pangan yang tepat diberikan untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat tersebut. Bagaimana membuat atlet tidak mudah merasa kenyang sehingga asupan karbohidratnya dapat terpenuhi. Pilihlah pangan sumber karbohidrat yang mudah dicerna dengan nilai IG yang tinggi. Bisa dipilih pangan yang banyak mengandung karbohidrat sederhana, makanan dan minuman yang manis. Batasi asupan protein, lemak, dan serat. Asupan protein, serat, dan bahkan lemak yang tinggi akan membuat atlet merasa kenyang lebih lama sehingga akan menurunkan peluang atlet untuk snacking mengasup karbohidrat yang banyak. Selain itu, lemak juga menyumbangkan energi yang banyak sehingga dapat terjadi kelebihan asupan energi yang akan meningkatkan berat badan dan meningkatkan massa lemak tubuh atlet. Buah-buahan mengandung gula sederhana yaitu fruktosa, akan tetapi buah merupakan sumber serat. Untuk konsumsi buah selama masa karbohidrat loading, sebaiknya jangan dalam bentuk buah utuh, tapi diambil sari buahnya saja.

IV PENGATURAN ASUPAN KARBOHIDRAT ATLET

1. KEBUTUHAN KARBOHIDRAT HARIAN

Kebutuhan karbohidrat harian untuk atlet berbeda berdasarkan jenis olahraganya yang terkait dengan intensitas dan waktu latihan. Tabel 6.2 menunjukkan kebutuhan karbohidrat atlet.

Tabel 6. 2 Kebutuhan Karbohidrat Harian Atlet

| Exercise Intensity and Duration | Examples of Sports | Daily Carbohydrate Recommendation (Energy intake must be adequate) |
|---|---|--|
| Very high intensity, very short duration (less than 1 minute) | Field events such as shot put, discus, or high jump Track sprints (50–200 m) Swimming sprints (50 m) Sprint cycling (200 m) Weightlifting Power lifting Bobsled (running start) | 5–7 g/kg |
| High intensity, short duration (1 to 30 minutes continuous) | Track (200 to 1,500 m) Swimming (100 to 1,500 m) Cycling (short distance) Rowing (crew) Canoeing/Kayaking (racing) Skiing (downhill racing) Figure skating Mountain biking | 5–7 g/kg |
| High intensity, short duration (1 to 30 minutes with some rest periods) | Gymnastics Wrestling Boxing Fencing Judo Tae kwon do | 5–8 g/kg |
| Moderate intensity, moderate duration (30 to 60 minutes) | 10 km running (elite runners finish in < 30 minutes) | 6–8 g/kg |
| Intermittent high intensity, moderate to long duration (more than 1 hour) | Soccer (football) Basketball Ice hockey Field hockey Lacrosse Tennis Water polo | 6–8 g/kg; 8 to 10 g/kg during heavy training and competition |
| Moderate intensity, long duration (1 to 4 hours) | Distance running (marathon) Distance swimming Distance cycling Nordic (cross country) skiing | 8–10 g/kg during periods of heavy training and competition |
| Moderate intensity, ultralong duration (more than 4 hours) | Ultradistance running Ultradistance swimming Ultradistance cycling Triathlon Adventure sports | 8–19 g/kg depending on the stage of training |
| Low intensity, long duration (more than 1 hour) | Golf Baseball Softball | 5–7 g/kg |
| Other | Bodybuilding American football | 5–10 g/kg depending on the stage of training 5–8 g/kg; Varies according to position |

Legend: m = meter; g/kg = gram per kilogram body weight; km = kilometer

Dunford, M. Ed., (2006). *Sports Nutrition: A Practical Manual for Professionals*. Chicago: American Dietetic Association.

2. PENGATURAN ASUPAN KARBOHIDRAT SEBELUM BERTANDING

Pengaturan karbohidrat sebelum bertanding sangat penting dilakukan pada atlet terutama atlet dengan olahraga yang bersifat endurance atau ultraendurance dengan waktu latihan yang lama. Pengaturan makan sebelum latihan ataupun bertanding bertujuan untuk melanjutkan pengisian cadangan glikogen otot, untuk mengisi ulan simpanan glikogen hati khususnya untuk event yang dilakukan pada pagi hari dimana simpanan glikogen hati menipis setelah tidak adanya asupan pangan semalaman, untuk mencegah rasa lapar yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan

saluran pencernaan yang mengganggu saat latihan, dan meningkatkan kapasitas endurance.

Kebutuhan karbohidrat atlet sebelum bertanding adalah 1-4 g per kg berat badan yang dikonsumsi pada 1-4 jam sebelumnya. Jenis pangan yang dikonsumsi sebelum bertanding adalah pangan dengan indeks glikemik yang rendah. Hal ini bertujuan agar selama bertanding, kadar glukosa darah tetap dapat dipertahankan dalam batas normal, atlet tidak mengalami hipoglikemia. Pada 3-4 jam sebelum bertanding, atlet diberi makanan lengkap yaitu makanan pokok beserta lauk pauknya. Makanan pokoknya dapat diberikan sumber karbohidrat yang tinggi serat seperti nasi merah. Untuk lauk pauknya dapat diberikan yang tinggi protein dan sayuran juga wajib diberikan pada menu makanan lengkap sebelum bertanding. Pada 1-2 jam sebelum bertanding diberikan snack yang rendah indeks glikemik.

Pemberian makanan minimal 30 menit sebelum bertanding. Pemberian makanan yang kurang dari 30 menit sebelum bertanding dapat menyebabkan reactive atau rebound hypoglycaemia. Tiga puluh menit pertama setelah mengonsumsi makanan, tubuh akan melepaskan insulin dalam jumlah besar untuk mengubah glukosa menjadi glikogen. Jika pada saat itu terjadi aktifitas fisik yang memerlukan energi dalam jumlah besar maka kadar glukosa darah akan menurun drastis. Atlet yang saat bertanding mengalami hipoglikemia akan merasa pusing, muntah-muntah bahkan sampai tidak sadarkan diri.

3. PENGATURAN ASUPAN KARBOHIDRAT SELAMA BERTANDING

Asupan karbohidrat selama pertandingan diperlukan bagi atlet dengan waktu bertanding lebih dari satu jam karena kadar glukosa darah sudah menurun. Jadi asupan karbohidrat selama bertanding bertujuan untuk meningkatkan kadar glukosa darah, untuk menyediakan energi dalam waktu cepat. Oleh karena itu, pemberian karbohidrat yang disarankan adalah jenis karbohidrat dengan nilai indeks glikemik tinggi, diutamakan dari karbohidrat sederhana dan lebih baik dalam bentuk cairan atau gel. Kebutuhan karbohidrat selama bertanding adalah 30-60 g per jam untuk atlet endurance dan 90-100 g per jam untuk atlet ultraendurance dengan waktu bertanding lebih dari empat jam seperti *ultradistance running* dan triathlon. Pangan yang sering dikonsumsi atlet selama bertanding yang menyediakan 50 g karbohidrat di antaranya adalah Gatorade (6% karbohidrat) 800 ml, powerade (8% karbohidrat) 600 ml, sports gel 80 g, sports bar 75 g, dan pisang 2 buah sedang.

4. PENGATURAN ASUPAN KARBOHIDRAT SETELAH BERTANDING

Pada olahraga endurance, glikogen otot akan terkuras selama bertanding sehingga recovery sangat penting untuk mengisi ulang simpanan glikogen otot. Proses resintesis glikogen dimulai sesaat setelah selesai bertanding. Waktu satu jam pertama setelah bertanding adalah masa emas untuk recovery karena pada saat satu jam pertama laju sintesis glikogen otot masih sangat tinggi. Uptake glukosa ke dalam otot memerlukan protein pembawa GLUT4. Normalnya GLUT4 berada di vesicle sarkoplasma di dalam otot. Pada saat olahraga, kontraktibilitas otot aktif. Aktifitas kontraktibilitas otot dan rendahnya kadar glikogen akan membuat GLUT4 berpindah ke membrane sel otot untuk memindahkan glukosa darah ke dalam sel otot saat berolahraga. Setelah latihan ataupun olahraga, GLUT4 secara perlahan bergerak kembali ke sarkoplasma.

Namun, dalam satu jam pertama setelah latihan masih banyak GLUT4 yang terdapat di membrane sel otot. Hal tersebut sangat membantu resintesis glikogen otot pada masa recovery.

Pada saat recovery, tubuh membutuhkan pangan yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah secara cepat, yaitu pangan dengan nilai IG tinggi terutama yang berbentuk cairan karena lebih efektif seperti minuman yang mengandung karbohidrat sederhana. Kombinasi antara glukosa dan fruktosa akan lebih efektif. Adanya protein atau asam amino pada pangan yang dikonsumsi atlet selama masa recovery akan meningkatkan konsentrasi insulin sehingga glukosa darah akan lebih cepat diubah menjadi glikogen otot. Kebutuhan karbohidrat pada masa recovery adalah 7-12 g per kg berat badan yang diberikan secara bertahap tergantung lamanya waktu recovery. Satu jam pertama dalam bentuk cairan dan makanan lengkap diberikan 2 jam setelah bertanding. Untuk atlet yang masa recoverynya singkat (kurang dari 8 jam), misalnya bertanding pada pagi dan sore hari maka karbohidrat dapat diberikan 1-1,2 g/kg berat badan per jam hingga terpenuhi semua kebutuhan karbohidrat untuk recovery (7-12 g/kg berat badan).

Latihan 6

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi indeks glikemik pangan?
2. Apa tujuan karbohidrat loading?
3. Maria adalah seorang atlet marathon dengan berat badan 55 kg. Berapa rentang kebutuhan karbohidrat harian atlet Maria pada periode kompetisi?
4. Bagaimana pengaturan konsumsi karbohidrat atlet marathon sebelum bertanding?
5. Bagaimana pengaturan konsumsi karbohidrat atlet marathon selama bertanding?

Jawaban Latihan 6

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik pangan adalah proses pengolahan, kadar amilosa dan amilopektin, kadar serat pangan, kadar protein dan lemak, serta jenis gula.
2. Karbohidrat loading bertujuan untuk mengoptimalkan cadangan glikogen otot sebelum bertanding.
3. Kebutuhan karbohidrat harian atlet marathon pada periode kompetisi adalah 8-10 g/kg berat badan sehingga kebutuhan karbohidrat harian Maria adalah 440-550 g.
4. Kebutuhan karbohidrat atlet sebelum bertanding adalah 1-4 g/kg berat badan yang diberikan 1-4 jam sebelum bertanding. Pada 3-4 jam sebelum bertanding, atlet diberi makanan lengkap rendah yang indeks glikemik. Pada 1-2 jam sebelum bertanding diberikan snack yang rendah indeks glikemik.
5. Kebutuhan karbohidrat atlet marathon selama bertanding adalah 30-60 g per jam. Jenis karbohidrat dengan nilai indeks glikemik tinggi, diutamakan dari karbohidrat sederhana dan lebih baik dalam bentuk cairan atau gel.

Rangkuman 6

1. Indeks glikemik merupakan ukuran seberapa besar suatu pangan dalam meningkatkan kadar glukosa darah. Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks

glikemik pangan adalah proses pengolahan, kadar amilosa dan amilopektin, kadar serat pangan, kadar protein dan lemak, serta jenis gula.

2. Karbohidrat loading bertujuan untuk mengoptimalkan cadangan glikogen otot yang dilakukan tujuh hari sebelum bertanding. Atlet diberikan asupan karbohidrat yang rendah dan diberi latihan yang berat. Semakin mendekati hari kompetisi, volume latihan berkurang dan asupan karbohidrat ditingkatkan.
3. Kebutuhan karbohidrat harian atlet berbeda-beda tergantung intensitas dan lamanya waktu latihan.
4. Kebutuhan karbohidrat atlet sebelum bertanding adalah 1-4 g/kg berat badan yang diberikan 1-4 jam sebelum bertanding. Pada 3-4 jam sebelum bertanding, atlet diberi makanan lengkap rendah yang indeks glikemik. Pada 1-2 jam sebelum bertanding diberikan snack yang rendah indeks glikemik.
5. Kebutuhan karbohidrat atlet selama bertanding adalah 30-60 g per jam untuk atlet endurance dan 90-100 g per jam untuk atlet ultraendurance dengan waktu bertanding lebih dari lima jam. Jenis karbohidrat dengan nilai indeks glikemik tinggi, diutamakan dari karbohidrat sederhana dan lebih baik dalam bentuk cairan atau gel.
6. Kebutuhan karbohidrat pada masa recovery adalah 7-12 g per kg berat badan yang diberikan secara bertahap tergantung lamanya waktu recovery. Satu jam pertama dalam bentuk cairan dan makanan lengkap diberikan 2 jam setelah bertanding. Untuk atlet yang masa recoverynya singkat (kurang dari 8 jam), misalnya bertanding pada pagi dan sore hari maka karbohidrat dapat diberikan 1-1,2 g/kg berat badan per jam hingga terpenuhi semua kebutuhan karbohidrat untuk recovery (7-12 g/kg berat badan). Pangan dengan nilai IG tinggi terutama yang berbentuk cairan karena lebih efektif seperti minuman yang mengandung karbohidrat sederhana. Kombinasi antara glukosa, fruktosa, dan protein atau asam amino akan lebih efektif

Tes Formatif 6

1. Dian Sastro adalah seorang pelari maraton dengan berat badan standar 52kg dan tinggi 162 cm. Pada saat ini Dian masih menyusui anaknya. Dian akan mengikuti pertandingan Berlin Marathon Week dengan jarak 42km. Satu minggu sebelum pertandingan, Dian selalu melakukan karbohidrat loading. Kebutuhan karbohidrat Dian sehari sebelum bertanding adalah ...
 - a. 490 g
 - b. 580 g
 - c. 245 g
 - d. 260 g
 - e. 520 g
2. Dian Sastro adalah seorang pelari maraton dengan berat badan standar 52kg dan tinggi 162 cm. Pada saat ini Dian masih menyusui anaknya. Dian akan mengikuti pertandingan Berlin Marathon Week dengan jarak 42km. Satu minggu sebelum pertandingan, Dian selalu melakukan karbohidrat loading. Pilihan makanan berikut yang paling cocok dikonsumsi Dian Sastro sehari sebelum bertanding adalah ...

- a. Nasi goreng
 - b. Lontong sayur
 - c. Cake coklat
 - d. Roti putih
 - e. Bubur manado
3. Kondisi berikut yang dapat meningkatkan nilai indeks glikemik suatu pangan adalah
- a. Tekstur pangan yang lebih lembut
 - b. Kadar protein yang lebih tinggi
 - c. Kadar lemak yang lebih tinggi
 - d. Kadar serat pangan yang lebih tinggi
 - e. Kadar glukosa yang lebih rendah
4. Pangan berikut yang paling cocok diberikan untuk atlet pada 1 jam pertama masa recovery adalah ...
- a. Roti putih + jus alpukat
 - b. Jus mangga + kentang goreng
 - c. Susu coklat + sari buah semangka
 - d. Brokoli + donat
 - e. Susu coklat + yoghurt
5. Berapa kebutuhan karbohidrat atlet triathlon selama bertanding per jam?
- a. 1-4 g/kg berat badan
 - b. 30-60 g
 - c. 8-19 g/kg berat badan
 - d. 90-100 g
 - e. 7-12 g/kg berat badan

Jawaban Tes Formatif 6

- 1. E
- 2. C
- 3. A
- 4. C
- 5. D

MODUL 7 PROTEIN

Materi 7

I PENDAHULUAN

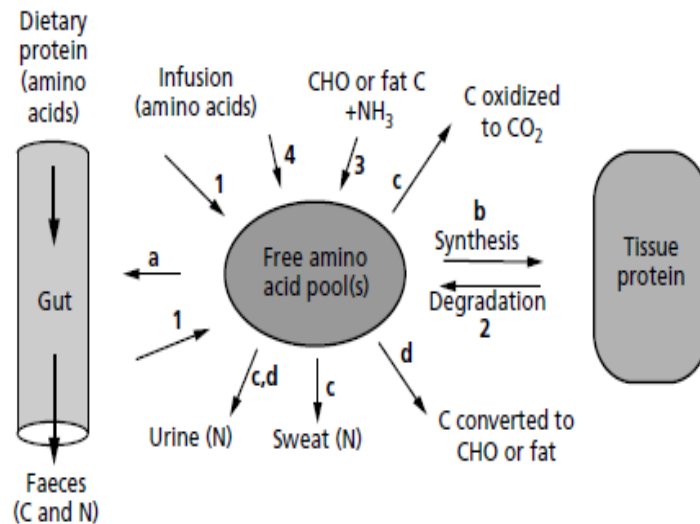
Protein menyusun sekitar 12-15% massa tubuh tapi kadar protein masing-masing sel berbeda. Sel otak hanya terdiri dari 10% protein sedangkan sel otot dan sel darah merah mengandung protein 20%. Protein di dalam sel otot merepresentasikan 65% total protein tubuh. Jumlah tersebut dapat ditingkatkan melalui latihan fisik. Asam-asam amino di dalam protein akan menyusun berbagai jaringan tubuh. Protein juga merupakan unsur utama membrane plasma dan material internal sel. Protein-protein di dalam inti sel mengkoordinasi sintesis protein seluler dan menyandikan karakteristik genetik. Atlet pada semua cabang olahraga memerlukan pengaturan asupan protein yang tepat. Selama latihan fisik banyak jaringan tubuh yang rusak sehingga atlet memerlukan asupan protein yang lebih banyak daripada orang awam. Terlebih lagi pada atlet olahraga power, asupan protein yang lebih tinggi digunakan untuk mencapai massa otot yang optimal. Jika asupan protein tidak memenuhi makan tidak akan cukup untuk menggantikan jaringan-jaringan tubuh yang rusak dan membangun massa otot. Selain menurunkan performa, asupan protein kurang dapat menyebabkan gangguan pembentukan enzim dan antibodi, sehingga daya tahan atlet menurun dan mudah sakit. Namun, asupan berlebihan dalam waktu lama dapat mengganggu fungsi ginjal dan menyebabkan gagal ginjal dan juga dapat meningkatkan massa lemak tubuh yang dapat mengganggu performa atlet.

II METABOLISME PROTEIN DI SEL OTOT

Katabolisme protein merupakan pemecahan protein menjadi komponen asam-asam amino. Molekul asam amino kemudian melepaskan nitrogen (gugus amina) di dalam hati melalui proses deaminasi. Nitrogen bebas tersebut selanjutnya akan membentuk urea yang akan diekskresikan keluar tubuh. Gugus karbon hasil deaminasi asam amino akan melalui salah satu dari ketiga rute, yaitu: glukoneogenesis, sumber energi, ataupun sintesis asam lemak. Glukoneogenesis merupakan proses pembentukan glukosa darah dari substrat non karbohidrat. 18 dari 20 asam amino adalah asam amino glukogenik yang dapat bertindak sebagai substrat glukoneogenesis. Gugus karbon asam amino juga dapat dioksidasi menjadi energy karena gugus karbon tersebut dapat membentuk senyawa-senyawa intermediet Siklus Krebs. Semua asam amino adalah sumber potensial senyawa asetil Co-A sehingga dapat menyediakan substrat untuk sintesis asam lemak.

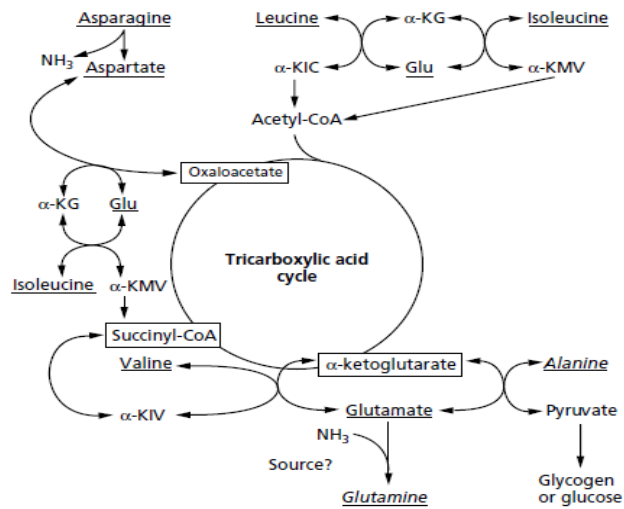
Pada metabolisme protein, ada empat jalur asam amino dapat memasuki pool asam amino, yaitu: dari dietary protein melalui saluran pencernaan, infus asam amino melalui intravenous, pemecahan protein di jaringan tubuh, atau dari asam amino non essensial yang dibentuk di dalam tubuh dari NH_3 dan gugus karbon baik dari karbohidrat maupun asam lemak. Ada empat jalur juga untuk asam amino meninggalkan pool asam amino, yaitu asam amino disekresikan ke dalam usus; asam amino digunakan untuk sintesis jaringan tubuh; asam amino diekskresikan dalam bentuk keringat, urin, atau gugus karbonnya dioksidasi menjadi CO_2 ; dan gugus

karbon dikonversi menjadi karbohidrat atau asam lemak untuk digunakan sebagai sumber energi. Pada metabolisme protein dikenal status keseimbangan nitrogen dan *protein turnover*. Status keseimbangan nitrogen mengukur selisih nitrogen yang masuk dan nitrogen yang keluar dari tubuh. Sementara itu, *protein turnover* mengukur estimasi proses sintesis dan degradasi protein. Skema metabolisme protein di pool asam amino dapat dilihat pada Gambar 7.1 berikut.



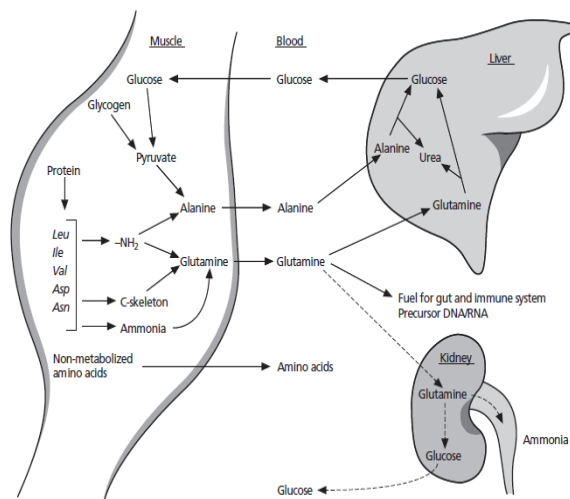
Gambar 7. 1 Metabolisme Protein di Pool Asam Amino

Asam-asam amino di dalam otot dimetabolisme sebagai prekursor untuk sintesis senyawa intermediate Siklus Krebs dan glutamin. Sel-sel otot manusia hanya dapat mengoksidasi enam asam amino, yaitu asam amino rantai bercabang (*branched chain amino acid*/BCAA), glutamat, aspartat, dan asparagin. Asam amino yang tergolong ke dalam BCAA adalah leusin, isoleusin, dan valin. Pada reaksi aminotransferase BCAA, gugus amina didonasikan ke α -ketoglutarat untuk membentuk glutamat dan asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*). Asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*) yang dihasilkan leusin, isoleusin, dan valin pada reaksi aminotransferase secara berturut-turut adalah α -KIC (α -ketoisocaproate), α -KMV (α -keto β -methylvalerate), dan α -KIV (α -ketoisovalerate). Asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*) akan diubah menjadi acetyl CoA. Glutamat merupakan asam amino sentral pada reaksi aminotransferase di otot. Glutamat yang diambil dari sirkulasi darah dimetabolisme di otot dan digunakan untuk sintesis glutamin dan alanine. Pada reaksi yang dikatalisis oleh enzim glutamine synthase, glutamate akan bereaksi dengan ammonia untuk membentuk glutamin. Untuk menyediakan prekursor untuk senyawa intermediates Siklus Krebs, glutamat akan mendonasikan gugus amina ke piruvat untuk membentuk α -ketoglutarat dan alanin. Gambaran metabolisme asam amino di sel otot tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.2.



Gambar 7. 2 Metabolisme Asam Amino Di Otot

Gugus amino pada keenam asam amino di otot dapat saling berubah. Alanin dan glutamin adalah produk akhir utama dari metabolisme asam amino di otot baik dalam kondisi puasa ataupun setelah makan. Alanin dan glutamin yang dihasilkan dari metabolisme asam amino di dalam otot dilepaskan ke dalam aliran darah dan diubah menjadi glukosa melalui proses gluconeogenesis di hati. Alanin memiliki proporsi yang lebih besar dibanding glutamin. Sementara itu, pada kondisi kelaparan yang kronis, glutamin dilepaskan ke ginjal untuk dijadikan substrat gluconeogenesis di ginjal. Mekanisme tersebut dikenal dengan siklus glukosa-alanin yang dapat dilihat pada Gambar 7.3.

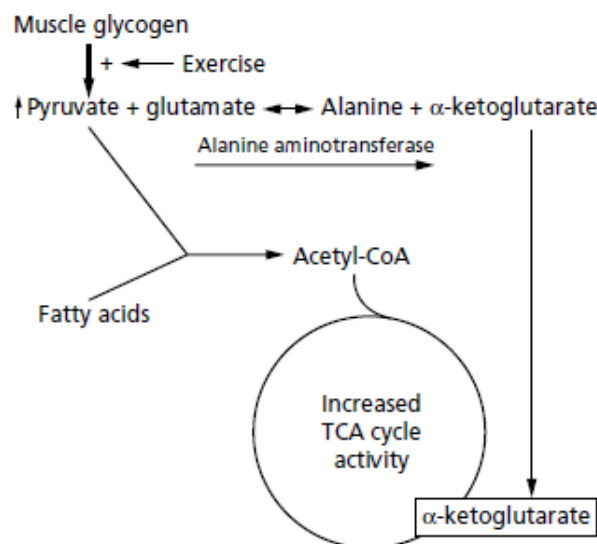


Gambar 7. 3 Siklus Glukosa-Alanin

Glutamin merupakan asam amino yang paling banyak di dalam plasma darah dan pool asam amino di otot. Seseorang yang mengalami penurunan massa otot

kemungkinan besar akan mengalami penurunan kemampuan produksi glutamin. Di dalam otot terjadi proses yang berkelanjutan uptake glukosa dan pelepasan glutamin. Proporsi uptake glutamate sekitar 50% dari pelepasan glutamin dari otot. Glutamin akan diubah menjadi glutamate dan ammonia oleh enzim glutaminase.

Selama latihan pada intensitas antara 50-70% hanya dua asam amino yang konsentrasinya berubah secara signifikan di sel otot, yaitu: glutamat dan alanin. Konsentrasi glutamate menurun karena gugus karbonnya digunakan untuk diubah menjadi α -ketoglutarat dan senyawa intermediates Siklus Krebs. Konsentrasi alanine meningkat untuk mempertahankan kadar glukosa darah. Glutamat berikatan dengan piruvat diubah oleh enzim alanin aminotransferase menjadi alanin dan α -ketoglutarat. Gambaran reaksi alanine aminotransferase dapat dilihat pada Gambar 7.4. Konsentrasi glutamat menurun 50-70% dalam 10 menit latihan sedangkan konsentrasi alanin meningkat 50-60%. Konsentrasi glutamat yang rendah bertahan ketika latihan berlanjut hingga 90 menit sedangkan alanine secara perlahan menurun ke konsentrasi awal seperti pada kondisi istirahat. Kadar alanin yang dilepas secara signifikan keluar otot terjadi pada 30 menit pertama latihan.



Gambar 7. 4 Reaksi Alanine Transferase

III PENGATURAN ASUPAN PROTEIN ATLET

Kebutuhan protein atlet berbeda tergantung jenis olahraga. Kebutuhan protein harian untuk atlet endurance, ultraendurance, dan power secara berturut-turut adalah 1,2-1,4 g/kg berat badan; 1,2-2 g/kg berat badan; dan 1,6-1,7 g/kg berat badan. Atlet dalam kondisi hamil trimester 2 dan 3 membutuhkan ekstra protein 14g/hari. Sementara itu, atlet yang sedang menyusui membutuhkan ekstra protein 20 g/hari. Atlet endurance yang hanya mengkonsumsi protein 1 g/kg berat badan/hari akan mengalami keseimbangan nitrogen negatif saat latihan dan keseimbangannya baru kembali normal dua hari setelah latihan. Namun, atlet endurance yang mengkonsumsi protein 1,5 g//kg berat badan/hari selama ataupun setelah latihan tidak akan mengalami keseimbangan nitrogen negatif. Pada atlet dengan status gizi lebih

atau atlet endurance yang telah melakukan karbohidrat loading biasanya terjadi kenaikan berat badan sehingga setelah bertanding diberikan asupan energi yang lebih rendah. Oleh karena itu, diberikan pangan tinggi protein untuk mengendalikan rasa lapar, yaitu 2-2,2 g/kg BB/hari. Pemberian protein segera sebelum dan setelah latihan beban (0,25-0,3 g/kg BB) lebih dapat meningkatkan massa otot, dan menjaga keseimbangan protein hingga 24 jam. Pada periode kompetisi, kebutuhan protein atlet power 1,7-2,2 g/kg BB. Pada atlet endurance, 2 jam setelah bertanding diberikan makanan lengkap dengan porsi kecil yang mencakup pemberian protein berkisar 10-20 g sebaiknya berupa lauk yang tidak digoreng dan tidak bersantan.

Pemilihan sumber protein juga harus diperhatikan. Protein hewani harus diutamakan karena memiliki kualitas protein yang tinggi dengan asam amino yang lengkap. Sumber protein utama yang diberikan ke atlet berupa daging rendah lemak, ikan, telur, serta susu dan produk olahannya. Untuk meningkatkan sintesis protein otot dapat diberikan kasein 30-40 g sebelum tidur. Suplemen protein dapat diberikan kepada atlet dengan diet rendah protein seperti atlet vegetarian atau pada atlet dalam masa pertumbuhan dengan kebutuhan protein yang tinggi. Protein nabati yaitu kacang-kacangan dan sereal memiliki asam amino pembatas, yaitu lisin pada sereal dan metionin pada kacang-kacangan. Akan tetapi isolat protein kedelai telah melalui pemrosesan yang baik sehingga memiliki kualitas protein yang sama dengan protein hewani. Jika memilih untuk suplementasi protein maka pilihan terbaik adalah BCAA dan whey protein karena tinggi kandungan leusin sebagai asam amino kunci untuk sintesis protein otot. BCAA dapat menghasilkan energi ketika cadangan glikogen habis pada atlet endurance. BCAA terutama leusin juga dapat mengaktifkan mTOR (mammalian target of rapamycin), sebuah sensor molekuler yang bertanggung jawab dalam sintesis protein otot. BCAA dapat menurunkan kadar enzim kreatin kinase dan laktat dehidrogenase yang berhubungan dengan kerusakan otot. Pangan sumber Sumber: putih telur, susu, ikan salmon, cod, mackarel, tuna, daging bagian topside, kacang kedelai, dan ayam bagian dada. Konsumsi ideal BCAA pada binaraga: 0,25-0,65 g/kg BB. Pada atlet endurance dianjurkan mengkonsumsi suplemen BCAA 10-30 g/hari. Pemberian leusin sebanyak 2-3 g setelah pertandingan sangat direkomendasikan untuk memaksimalkan stimulasi sintesis protein otot. Berikut kandungan leusin dalam 100 g protein: whey protein 14%, protein susu 10%, telur 9%, isolate protein kedelai 8%, dan protein gandum 7%.

Latihan 7

1. Sebutkan dua fungsi protein bagi atlet!
2. Ada berapa jalur asam amino memasuki pool asam amino di otot? Sebutkan!
3. Jelaskan metabolisme asam amino di otot!
4. Jelaskan mengenai siklus glukosa-alanin!
5. Jelaskan mengenai reaksi alanine transerfase!

Jawaban Latihan 7

1. Untuk menjaga kekebalan tubuh dan untuk menggantikan jaringan-jaringan tubuh yang rusak akibat latihan.
2. Ada empat jalur asam amino dapat memasuki pool asam amino, yaitu: dari dietary protein melalui saluran pencernaan, infus asam amino melalui

intravenous, pemecahan protein di jaringan tubuh, atau dari asam amino non esensial yang dibentuk di dalam tubuh dari NH_3 dan gugus karbon baik dari karbohidrat maupun asam lemak.

3. Sel-sel otot manusia hanya dapat mengoksidasi enam asam amino, yaitu asam amino rantai bercabang (*branched chain amino acid/BCAA*), glutamat, aspartat, dan asparagin. Asam amino yang tergolong ke dalam BCAA adalah leusin, isoleusin, dan valin. Pada reaksi aminotransferase BCAA, gugus amina didonasikan ke α -ketoglutarat untuk membentuk glutamat dan asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*). Asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*) yang dihasilkan leusin, isoleusin, dan valin pada reaksi aminotransferase secara berturut-turut adalah α -KIC (α -ketoisocaproate), α -KMV (α -keto β -methylvalerate), dan α -KIV (α -ketoisovalerate). Asam α -keto rantai bercabang (*branched chain α -keto acid*) akan diubah menjadi acetyl CoA. Pada reaksi yang dikatalisasi oleh enzim glutamine synthase, glutamate akan bereaksi dengan ammonia untuk membentuk glutamin. Untuk menyediakan prekursor untuk senyawa intermediates Siklus Krebs, glutamat akan mendonasikan gugus amina ke piruvat untuk membentuk α -ketoglutarat dan alanin.
4. Alanin dan glutamin adalah produk akhir utama dari metabolisme asam amino di otot baik dalam kondisi puasa ataupun setelah makan. Alanin dan glutamin yang dihasilkan dari metabolisme asam amino di dalam otot dilepaskan ke dalam aliran darah dan diubah menjadi glukosa melalui proses gluconeogenesis di hati. Alanin memiliki proporsi yang lebih besar dibanding glutamin. Sementara itu, pada kondisi kelaparan yang kronis, glutamin dilepaskan ke ginjal untuk dijadikan substrat glukoneogenesis di ginjal.
5. Glutamat berikatan dengan piruvat diubah oleh enzim alanin aminotransferase menjadi alanin dan α -ketoglutarat. Selama latihan fisik, konsentrasi glutamate menurun karena gugus karbonnya digunakan untuk diubah menjadi α -ketoglutarat dan senyawa intermediates Siklus Krebs. Konsentrasi alanine meningkat untuk mempertahankan kadar glukosa darah.

Rangkuman 7

1. Selain berfungsi untuk menjaga system imun tubuh, protein berfungsi untuk menggantikan jaringan-jaringan tubuh yang rusak akibat latihan. Pada atlet power, protein juga penting guna meningkatkan massa otot untuk mendukung performa atlet.
2. Asam amino hasil katabolisme protein dapat digunakan untuk glukoneogenesis, sumber energi, ataupun sintesis asam lemak. Asam-asam amino di dalam otot dimetabolisme sebagai prekursor untuk sintesis senyawa intermediate Siklus Krebs dan glutamin. Sel-sel otot manusia hanya dapat mengoksidasi enam asam amino, yaitu asam amino rantai bercabang (*branched chain amino acid/BCAA*), glutamat, aspartat, dan asparagin. Asam amino yang tergolong ke dalam BCAA adalah leusin, isoleusin, dan valin. Alanin dan glutamin yang dihasilkan dari metabolisme asam amino di dalam otot dilepaskan ke dalam aliran darah dan diubah menjadi glukosa melalui proses gluconeogenesis di hati. Selama latihan pada intensitas antara 50-70% hanya dua asam amino

yang konsentrasinya berubah secara signifikan di sel otot, yaitu: glutamat dan alanin. Konsentrasi glutamat menurun 50-70% dalam 10 menit latihan sedangkan konsentrasi alanin meningkat 50-60%.

3. Kebutuhan protein atlet berbeda tergantung jenis olahraga. Kebutuhan protein harian untuk atlet endurance, ultraendurance, dan power secara berturut-turut adalah 1,2-1,4 g/kg berat badan; 1,2-2 g/kg berat badan; dan 1,6-1,7 g/kg berat badan. Atlet dalam kondisi hamil trimester 2 dan 3 membutuhkan ekstra protein 14g/hari. Sumber protein utama yang diberikan ke atlet berupa daging rendah lemak, ikan, telur, serta susu dan produk olahannya. Suplementasi protein terbaik dalam bentuk whey protein dan BCAA.

Tes Formatif 7

1. Asam amino yang merupakan hasil akhir metabolisme asam amino di dalam otot adalah ...
 - a. Glutamat dan glutamin
 - b. Glutamat dan alanine
 - c. BCAA
 - d. Alanin dan glutamin
 - e. Aspartat dan asparagine
2. Asam amino sentral pada metabolisme asam amino di dalam otot adalah ...
 - a. Glutamat
 - b. Glutamin
 - c. Asparagin
 - d. Aspartat
 - e. Alanin
3. Dina adalah atlet tolak peluru dengan badan 70 kg. Saat ini Dina sedang hamil 5 bulan. Kebutuhan protein minimal Dina pada saat bertanding adalah ...
 - a. 133 g/hari
 - b. 123 g/hari
 - c. 113 g/hari
 - d. 103 g/hari
 - e. 93 g/hari
4. Jumlah protein yang diperlukan atlet endurance setelah bertanding adalah ...
 - a. 10-20 g
 - b. 0,25-0,65 g/kg berat badan
 - c. 10-30 g
 - d. 20-50 g
 - e. 1,7-2,2 g/kg berat badan
5. Konsumsi ideal BCAA pada atlet binaraga adalah ...
 - a. 10-20 g
 - b. 0,25-0,65 g/kg berat badan
 - c. 10-30 g
 - d. 20-50 g
 - e. 1,7-2,2 g/kg berat badan

Jawaban Tes Formatif 7

1. D
2. A
3. A
4. A
5. B

MODUL 8 LEMAK UNTUK PERFORMA

Materi 8

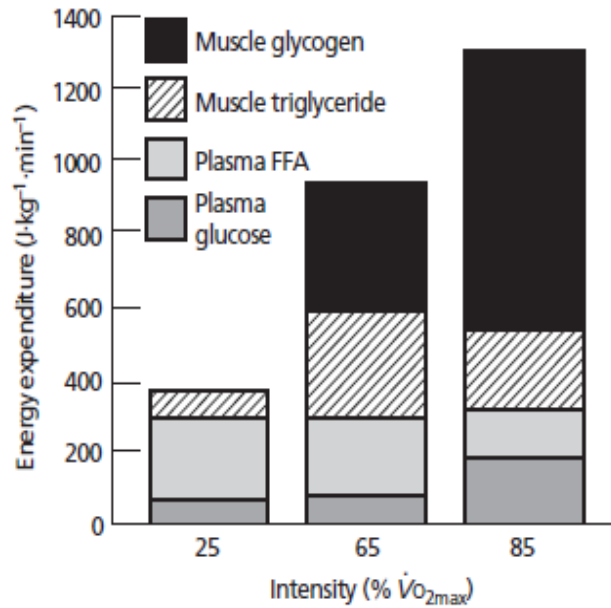
I PENDAHULUAN

Lemak merupakan sumber energi yang penting bagi atlet. Asam lemak menyediakan ATP yang lebih besar per molekulnya dibanding dengan glukosa (147 vs 38). Namun untuk dapat dioksidasi, asam lemak memerlukan oksigen dalam jumlah yang lebih banyak sehingga oksidasi asam lemak. Tubuh dapat menyimpan lemak dalam jumlah besar. Pada laki-laki sehat yang tidak pernah melakukan latihan fisik, lemak dapat disimpan hingga 20 kg terutama di jaringan adiposa. Selain sebagai sumber energi, asupan lemak juga penting untuk penyerapan vitamin-vitamin larut lemak. Asupan lemak pada atlet harus benar-benar diperhatikan karena atlet terutama atlet endurance sebagai sumber energi. Namun, asupan lemak berlebih akan dapat meningkatkan massa lemak tubuh yang dapat mengganggu performa atlet.

II LEMAK SEBAGAI SUMBER ENERGI

Asam lemak yang dapat diubah menjadi energi di otot dapat berasal dari trigliserida di jaringan adiposa, trigliserida pada kilomikron dan VLDL (*very low density lipoprotein*) di sirkulasi darah yang berasal dari asupan lemak setelah makan, serta trigliserida yang terdapat di jaringan otot. Trigliserida mengalami lipolisis yaitu dipecah menjadi 3 molekul asam lemak bebas dan 1 molekul gliserol. Asam lemak bebas hasil pemecahan trigliserida di jaringan adiposa kemudian dilepaskan ke sirkulasi darah. Di dalam darah asam lemak bebas berikatan dengan albumin. Asam lemak yang berikatan dengan albumin diangkut ke jaringan otot yang kemudian memasuki mitokondria otot untuk dioksidasi menjadi energi selama latihan fisik.

Asam lemak di dalam plasma darah yang berasal dari hasil pemecahan trigliserida di jaringan adiposa dan trigliserida di kilomikron dan VLDL berkontribusi signifikan pada pemenuhan energi selama latihan pada intensitas ringan hingga sedang. Selama latihan dengan intensitas ringan (25% VO_2max) lipolysis peripheral di jaringan adiposa terstimulasi kuat dibandingkan lipolysis di jaringan otot. Kadar asam lemak di plasma darah dan oksidasinya paling tinggi terjadi pada latihan dengan intensitas 25% VO_2max dan menurun secara progresif seiring dengan meningkatnya intensitas latihan. Pada latihan intensitas sedang (65% VO_2max) proporsi penggunaan asam lemak plasma menurun dan sumber energi utama saat itu berasal dari glikogen dan trigliserida otot. Dengan meningkatnya intensitas latihan hingga 85% VO_2max , oksidasi lemak menurun dan proporsi penggunaan energi terbesar berasal dari glikogen otot. Gambar 7.1 berikut menunjukkan pengaruh intensitas latihan terhadap proporsi penggunaan lemak sebagai sumber energi.



Gambar 8.1 Pengaruh Intensitas Latihan Terhadap Proporsi Penggunaan Lemak Sebagai Sumber Energi

Terkait efek durasi latihan terhadap metabolisme lemak, tidak ada perbedaan oksidasi lemak ataupun oksidasi karbohidrat setelah 2 jam latihan dibanding dengan 30 menit latihan pada intensitas 25% $\dot{V}O_{2max}$. Pada latihan intensitas sedang (25% $\dot{V}O_{2max}$) kontribusi substrat intramuscular (trigliserida dan glikogen otot) terhadap total pengeluaran energi menurun dengan peningkatan durasi latihan (lebih dari 90 menit).

Ada beberapa faktor yang membatasi oksidasi asam lemak di otot selama latihan intensitas tinggi. Penurunan penggunaan lemak sebagai sumber energi pada latihan intensitas tinggi dipengaruhi oleh peningkatan kadar hormon katekolamin yang menstimulasi glikogenolisis (pemecahan glikogen) di otot dan hati serta peningkatan uptake glukosa darah. Peningkatan pembentukan laktat yang terjadi ketika pemecahan glikogen dan fluks glikolisis meningkat juga menurunkan laju lipolisis sehingga konsentrasi asam lemak di darah menurun dan suplai asam lemak ke sel otot juga berkurang. Menurunnya oksidasi lemak terkait dengan ketersediaan oksigen yang sangat minim pada latihan dengan intensitas tinggi. Padahal, oksidasi lemak memerlukan oksigen yang lebih banyak dibandingkan dengan karbohidrat. Meningkatnya kadar glukosa darah dan insulin berkaitan dengan meningkatnya konsentrasi malonyl CoA di jaringan otot yang menghambat kapasitas transport asam lemak melewati membrane dalam mitokondria sel otot.

III PENGATURAN ASUPAN LEMAK ATLET

Kebutuhan lemak atlet berbeda berdasarkan jenis olahraganya, yaitu kebutuhan lemak adalah 1,8-2 g/kg berat badan untuk atlet power dan sprint; 1,8-2,1 g/kg berat badan untuk atlet endurance; dan 1,8-2,2 g/kg berat badan untuk atlet permainan. Akhir-akhir ini marak diterapkan diet keto yaitu mengandalkan lemak sebagai sumber energi utama tak terkecuali pada atlet untuk menurunkan berat badan. Bagaimana pengaruh diet tinggi lemak terhadap performa atlet? Peningkatan akut kadar asam lemak darah tidak memiliki efek positif terhadap performa endurance. Diet tinggi lemak dalam waktu singkat (3-5 hari) memperburuk performa endurance dibandingkan dengan diet tinggi karbohidrat. Adaptasi diet tinggi lemak yang

dikombinasi dengan latihan fisik selama 1-4 minggu tidak menurunkan performa endurance dibandingkan dengan diet tinggi karbohidrat. Namun ketika diet tinggi lemak dan latihan tersebut dilanjutkan hingga 7 minggu dapat membuat performa endurance lebih baik. Dengan demikian, tubuh membutuhkan waktu 7 minggu untuk adaptasi dengan diet tinggi lemak, tetapi harus dikombinasi dengan latihan agar dapat memberi manfaat positif terhadap performa endurance. Akan tetapi, diet tinggi karbohidrat tetap lebih disarankan untuk menunjang performa dan kesehatan atlet.

Selain kuantitasnya, kualitas lemak juga harus diperhatikan. Kualitas lemak mengacu kepada jenis lemak yang berkaitan dengan efeknya terhadap inflamasi. Ada beberapa jenis asam lemak, yaitu: asam lemak jenuh, asam lemak trans, dan asam lemak tidak jenuh. Asam lemak jenuh berasal sebagian besar dari pangan hewani seperti daging (52% asam lemak jenuh) dan susu beserta produk turunannya. Asam lemak jenuh (*saturated fats*) juga ditemukan di beberapa pangan nabati seperti minyak kelapa dan minyak kelapa sawit. Kedua minyak tersebut digunakan untuk mengolah berbagai macam produk seperti pangan yang digoreng terutama dengan deep frying, pastry, biskuit, dan berbagai snack. Asam lemak trans secara alami terdapat dalam jumlah sedikit di daging dan susu beserta produk turunannya. Namun, dapat terbentuk ketika asam lemak tak jenuh tunggal (*monounsaturated fats/MUFA*) dan asam lemak tak jenuh rantai panjang (*polyunsaturated fats/PUFA*) mengalami hidrogenasi selama proses pengolahan. Baik asam lemak jenuh maupun asam lemak trans keduanya dapat meningkatkan fraksi kolesterol jahat yaitu LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan menurunkan fraksi kolesterol baik yaitu HDL (*High Density Lipoprotein*). Asupan lemak jenuh dan trans harus benar-benar dibatasi karena diet tinggi asam lemak jenuh dan trans signifikan meningkatkan massa lemak tubuh yang akan menurunkan performa atlet.

Asam lemak yang direkomendasikan dominan diberikan kepada atlet adalah MUFA dan PUFA. MUFA banyak ditemukan pada lemak nabati dan hewani, tetapi sumber terbaik MUFA di antaranya adalah minyak zaitun, minyak kanola, alpukat, kacang-kacangan, dan almond. Jenis asam lemak ini sedikit dapat menurunkan kolesterol LDL. Sementara itu, PUFA memiliki berbagai bentuk dan efek terhadap kadar lemak dan fraksi kolesterol darah. Omega-3 ditemukan dalam jumlah sedikit pada lemak nabati seperti pada minyak kanola dan ditemukan dalam jumlah banyak di minyak ikan. Omega-3 memiliki banyak efek positif bagi kesehatan seperti menurunkan kadar trigliserida darah dan tekanan darah, mengurangi pembentukan deposit lemak di pembuluh darah, dan mencegah ritme jantung yang tidak beraturan sehingga dapat menurunkan risiko penyakit jantung dan pembuluh darah. 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. Omega-6 sebagian besar terdapat pada lemak nabati seperti pada biji bunga matahari, sereal *wholegrain*, dan kacang-kacangan. Meskipun omega-6 bermanfaat positif bagi profil lemak darah, tetapi dapat meningkatkan inflamasi karena strukturnya akan berkompetisi dengan omega-3. Rasio asupan omega-3:omega-6 harus besar. Oleh karena itu, disarankan untuk mengurangi konsumsi daging merah dan meningkatkan konsumsi ikan. Asupan PUFA berlebih akan meningkatkan risiko peroksidasi di dalam tubuh sehingga

direkomendasikan untuk mengkonsumsi sumber PUFA bersamaan dengan konsumsi pangan sumber antioksidan seperti vitamin E.

Latihan 8

1. Sebutkan sumber asam lemak yang digunakan sebagai sumber energy di otot!
2. Bagaimana pengaruh intensitas latihan terhadap proporsi penggunaan lemak sebagai sumber energi?
3. Bagaimana pengaruh durasi latihan terhadap penggunaan lemak sebagai sumber energi?
4. Bagaimana pengaruh diet tinggi lemak terhadap performa atlet endurance.
5. Faktor-faktor apa saja yang membatasi oksidasi lemak di sel otot selama latihan intensitas tinggi?

Jawaban Latihan 8

1. Asam lemak yang dapat diubah menjadi energi di otot dapat berasal dari trigliserida di jaringan adiposa, trigliserida pada kilomikron dan VLDL (*very low density lipoprotein*) di sirkulasi darah yang berasal dari asupan lemak setelah makan, serta trigliserida yang terdapat di jaringan otot.
2. Selama latihan dengan intensitas ringan (25% VO_2max) lipolysis peripheral di jaringan adiposa terstimulasi kuat dibandingkan lipolysis di jaringan otot. Kadar asam lemak di plasma darah dan oksidasinya paling tinggi terjadi pada latihan dengan intensitas 25% VO_2max dan menurun secara progresif seiring dengan meningkatnya intensitas latihan. Pada latihan intensitas sedang (65% VO_2max) proporsi penggunaan asam lemak plasma menurun dan sumber energi utama saat itu berasal dari glikogen dan trigliserida otot. Dengan meningkatnya intensitas latihan hingga 85% VO_2max , oksidasi lemak menurun dan proporsi penggunaan energi terbesar berasal dari glikogen otot.
3. Tidak ada perbedaan oksidasi lemak ataupun oksidasi karbohidrat setelah 2 jam latihan dibanding dengan 30 menit latihan pada intensitas 25% VO_2max . Pada latihan intensitas sedang (5% VO_2max) kontribusi substrat intramuscular (trigliserida dan glikogen otot) terhadap total pengeluaran energi menurun dengan peningkatan durasi latihan (lebih dari 90 menit).
4. Peningkatan akut kadar asam lemak darah tidak memiliki efek positif terhadap performa endurance. Diet tinggi lemak dalam waktu singkat (3-5 hari) memperburuk performa endurance dibandingkan dengan diet tinggi karbohidrat. Adaptasi diet tinggi lemak yang dikombinasi dengan latihan fisik selama 1-4 minggu tidak menurunkan performa endurance dibandingkan dengan diet tinggi karbohidrat. Namun ketika diet tinggi lemak dan latihan tersebut dilanjutkan hingga 7 minggu dapat membuat performa endurance lebih baik.
5. Faktor-faktor yang membatasi oksidasi lemak di otot selama latihan intensitas tinggi adalah peningkatan kadar hormone katekolamin, peningkatan fluks glikolisis, peningkatan glikogenolisis, peningkatan insulin, peningkatan konsentrasi malonyl CoA, peningkatan pembentukan laktat, dan minimnya ketersediaan oksigen.

Rangkuman 8

1. Lemak penting untuk atlet di antaranya sebagai sumber energi dan untuk penyerapan vitamin-vitamin larut lemak. Asam lemak yang dapat diubah menjadi energi di otot dapat berasal dari trigliserida di jaringan adiposa, trigliserida pada kilomikron dan VLDL (*very low density lipoprotein*) di sirkulasi darah yang berasal dari asupan lemak setelah makan, serta trigliserida yang terdapat di jaringan otot. Pada latihan intensitas ringan (25% VO_2max) sumber energi utama berasal dari kadar asam lemak di plasma darah. Pada latihan intensitas sedang (65% VO_2max) proporsi penggunaan asam lemak plasma dara menurun dan penggunaan trigliserida otot meningkat. Dengan meningkatnya intensitas latihan hingga 85% VO_2max , oksidasi lemak menurun dan proporsi penggunaan energi terbesar berasal dari glikogen otot. Pada latihan intensitas sedang (25% VO_2max) kontribusi substrat intramuscular (trigliserida dan glikogen otot) terhadap total pengeluaran energi menurun dengan peningkatan durasi latihan (lebih dari 90 menit). Faktor-faktor yang membatasi oksidasi lemak di otot selama latihan intensitas tinggi adalah peningkatan kadar hormone katekolamin, peningkatan fluks glikolisis, peningkatan glikogenolisis, peningkatan insulin, peningkatan konsentrasi malonyl CoA, peningkatan pembentukan laktat, dan minimnya ketersediaan oksigen.
2. Kebutuhan lemak atlet berbeda berdasarkan jenis olahraganya, yaitu kebutuhan lemak harian adalah 1,8-2 g/kg berat badan untuk atlet power dan sprint; 1,8-2,1 g/kg berat badan untuk atlet endurance; dan 1,8-2,2 g/kg berat badan untuk atlet permainan. Agar bermanfaat positif terhadap performa endurance, tubuh membutuhkan waktu untuk adaptasi dengan diet tinggi lemak selama 7 hari, tetapi harus dikombinasi dengan latihan. Asupan lemak jenuh dan trans harus benar-benar dibatasi karena diet tinggi asam lemak jenuh dan trans signifikan meningkatkan massa lemak tubuh yang akan menurunkan performa atlet. 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. Rasio asupan omega-3:omega-6 harus besar karena omega-6 memiliki efek inflamasi.

Tes Formatif 8

1. Asam lemak bebas di plasma darah akan berikatan dengan ... yang kemudian melalui sistem sirkulasi akan dibawa ke otot.
 - a. Albumin
 - b. Kolesterol
 - c. VLDL
 - d. Enzim lipase
 - e. Kilomikron
2. Pada latihan intensitas sedang (65% VO_2max) penggunaan lemak sebagai sumber energi sebagian besar berasal dari ...
 - a. Trigliserida di jaringan adipose

- b. Trigliserida pada kilomikron di plasma darah
 - c. VLDL di plasma darah
 - d. Trigliserida di jaringan otot
 - e. Trigliserida di hati
3. Pemberian alpukat pada menu makan atlet merupakan pilihan yang bijak karena alpukat merupakan sumber asam lemak ...
- a. Asam lemak jenuh
 - b. Asam lemak trans
 - c. Asam lemak tak jenuh tunggal
 - d. Asam lemak omega-3
 - e. Asam lemak omega-6
4. Pangan berikut yang merupakan sumber omega-6 adalah ...
- a. Sereal *wholegrain*
 - b. Daging sapi
 - c. Susu dan produk turunannya
 - d. Ikan salmon
 - e. Minyak zaitun
5. Messi adalah atlet sepakbola dengan berat badan 60 kg. Berapa rentang kebutuhan lemak harian Messi?
- a. 108-120 g
 - b. 108-126 g
 - c. 108-132 g
 - d. 118-130 g
 - e. 118-132 g

Jawaban Tes Formatif 8

- 1. A
- 2. D
- 3. C
- 4. A
- 5. C

MODUL 9: Vitamin dan Mineral untuk Performa

Materi 9

Vitamin dan mineral sebagai micronutrient dibutuhkan oleh atlet untuk pemeliharaan sel, jaringan dan organ yang dipakai selama berolahraga. Berikut ini beberapa perubahan fisiologis akibat berolahraga yang menjadikan alasan pentingnya mikronutrient bagi atlet maupun individu yang aktif latihan fisik.

- Meningkatnya *metabolic stress* selama OR
- Meningkatnya produksi radikal bebas
- Meningkatnya kerusakan DNA
- Menurunnya absorpsi di sal.cerna
- Meningkatnya pengeluaran micronutrient melalui keringat, urin dan feses
- Meningkatnya *micronutrient turnover*
- Meningkatnya kebutuhan utk perbaikan jaringan ikat
- Meningkatnya retensi zat gizi di tulang

I Fungsi, sumber dan anjuran

Berikut ini berbagai vitamin yang dibutuhkan oleh atlet untuk menjaga performa optimal.

a) Vitamin B1

Vitamin ini berfungsi untuk metabolisme karbohidrat dan fungsi sistem syaraf. Anjuran konsumsi sebanyak 1,5 – 3 mg/hari tergantung kebutuhan energi. Kebutuhan meningkat bila kebutuhan energi meningkat. Vitamin B1 dapat diperoleh dari makanan sumbernya yakni gandum utuh, kacang polong, biji-bijian yang diperkaya. Defisiensi vitamin ini mengaibatkan lemah dan tidak nafsu makan.

b) Vitamin B2

Vitamin ini berfungsi dalam metabolisme energi dan protein. Anjuran konsumsi vitamin ini adalah 1,1 mg/1000 kkal/hari. Vitamin ini dapa ditemukan di susu dan hasil olahannya, telur, dan sayuran hijau. Defisiensi vitamin ini menyebabkan letih, lemas, kulit kering, dans sensitive terhadap cahaya.

c) Vitamin B3

Vitamin B3 berfungsi dalam metabolisme energi, glikolisis dan sintesis lemak. anjuran konsumsi vitamin ini sebesar 14 – 20 mg/hari. vitamin B3 dapat diperoleh dari semua protein hewani, gandum dan biji-bijian. Defisiensi vitamin ini menyebabkan lemah, lesu, dan tidak nafsu makan.

d) Vitamin B12

Vitamin ini berfungsi dalam metabolisme protein, lemak, karbohidrat, sintesis protein, pembentukan neurotransmitter, dan glikolisis. Anjuran konsumsi vitamin B12 adalah 2,4 – 2,5 mikrogram perhari. Sumber vitamin B12 antara lain dari protein hewani dan makanan yang difortifikasi dengan vitamin ini. Defisiensi vitamin B12 menyebabkan anemia.

e) Folat

Folat berfungsi dalam metabolisme protein, pembentukan sel darah merah. Anjuran folat sebesar 400 mikrogram/hari. folat dapat ditemui di sayuran hijau, kacang-kacangan, gandum utuh, jeruk dan pisang. Defisiensi folat menyebabkan anemia.

f) Vitamin K

Vitamin K berfungsi dalam pembekuan darah dan pembentukan tulang. Anjuran konsumsi vitamin K sebesar 700 – 900 mikrogram/hari. vitamin K dapat ditemui di sayuran hijau. Defisiensi vitamin K mengakibatkan pendarahan.

g) Kalsium

Kalsium berfungsi dalam kekuatan tulang, keseimbangan asam basa, fungsi syaraf dan kontraksi otot. Anuran konsumsi kalsium adalah 1300 – 1500 mg/hari. kalsium dapat ditemui di susu dan hasil olahannya, ikan yang dimakan dengan tulang, tempe, sayuran hijau, makanan fortifikasi. Defisiensi kalsium mengakibatkan osteoporosis dan penurunan fungsi otot.

II Prinsip konsumsi

- Selama atlet mengonsumsi diet seimbang maka vitamin dan mineral tercukupi
- Sumber makanan lebih mudah diserap dibanding suplemen
- Kebutuhan Fe meningkat saat produksi sel darah merah meningkat: fase prakompetisi (latihan intensitas tinggi) dan saat berlatih di dataran tinggi/pegunungan
- Perlukah suplemen?
Anjuran → suplemen vit E saat berlatih di dataran tinggi
Anjuran → suplemen Vit C dan B kompleks saat berlatih di daerah panas
- Peningkatan kebutuhan:
Apabila kebutuhan energi ≥ 4000 kkal → anjuran menjadi 2 kali lipat

Latihan 9

1. Sebutkan fungsi, anjuran dan akibat dari defisiensi vitamin B1!
2. Sebutkan fungsi, anjuran dan akibat dari defisiensi vitamin B12!
3. Sebutkan fungsi, anjuran dan akibat dari defisiensi vitamin B2!
4. Sebutkan fungsi, anjuran dan akibat dari defisiensi kalsium!
5. Sebutkan prinsip konsumsi vitamin dan mineral bagi atlet!

Jawaban Latihan 9

1. Vitamin B1 berfungsi untuk metabolisme karbohidrat dan fungsi sistem syaraf. Anjuran konsumsi sebanyak 1,5 – 3 mg/hari. Defisiensi vitamin ini mengakibatkan lemah dan tidak nafsu makan.
2. Vitamin B12 berfungsi dalam metabolisme protein, lemak, karbohidrat, sintesis protein, pembentukan neurotransmitter, dan glikolisis. Anjuran konsumsi vitamin B12 adalah 2,4 – 2,5 mikrogram perhari. Defisiensi vitamin B12 menyebabkan anemia.

3. Vitamin B2 berfungsi dalam metabolisme energi dan protein. Anjuran konsumsi vitamin ini adalah 1,1 mg/1000 kkal/hari. Defisiensi vitamin ini menyebabkan letih, lemas, kulit kering, dan sensitif terhadap cahaya.
4. Kalsium berfungsi dalam kekuatan tulang, keseimbangan asam basa, fungsi syaraf dan kontraksi otot. Anuran konsumsi kalsium adalah 1300 – 1500 mg/hari Defisiensi kalsium mengakibatkan osteroporosis dan penurunan fungsi otot.
5. Prinsip konsumsi vitamin dan mineral bagi atlet :
 - a) Selama atlet mengonsumsi diet seimbang maka vitamin dan mineral tercukupi
 - b) Sumber makanan lebih mudah diserap dibanding suplemen
 - c) Suplemen dapat diberikan tergantung kondisi atlet
 - d) Kebutuhan Fe meningkat saat produksi sel darah merah meningkat
 - e) Apabila kebutuhan energi ≥ 4000 kkal \rightarrow anjuran menjadi 2 kali lipat

Rangkuman 9

1. Selama atlet mengonsumsi diet seimbang maka vitamin dan mineral tercukupi
2. Sumber makanan lebih mudah diserap dibanding suplemen
3. Suplemen dapat diberikan tergantung kondisi atlet
4. Kebutuhan Fe meningkat saat produksi sel darah merah meningkat
5. Apabila kebutuhan energi ≥ 4000 kkal \rightarrow anjuran menjadi 2 kali lipat

Tes Formatif 9

Bacalah skenario berikut untuk menjawab soal no. 1 s.d. 4!

Untuk memenuhi kecukupan zat gizi mikro, seorang atlet mendaftar bahan makanan sumber vitamin dan mineral sebagai berikut.

- I. Kacang-kacangan dan sereal
- II. Daging, ayam, ikan
- III. Minyak nabati
- IV. Jeruk, jambu biji, mangga
- V. Sayuran hijau

1. Apa yang harus dikonsumsi untuk mencukupi vitamin B1?
 - a. I
 - b. II
 - c. III
 - d. IV
 - e. V

2. Apa yang harus dikonsumsi untuk mencukupi vitamin B kompleks (B1, B2, B3, B6, B12)?
 - a. I, II, V
 - b. II, III IV

- c. III, IV, V
 - d. I, IV, V
 - e. I, III, V
3. Apa yang harus dikonsumsi untuk mencukupi vitamin B12 ?
- a. I
 - b. II
 - c. III
 - d. IV
 - e. V
4. Bahan makanan yang merupakan sumber vitamin B2, folat, vitamin K dan kalsium adalah
- a. I
 - b. II
 - c. III
 - d. IV
 - e. V
5. Akibat defisiensi kalsium adalah
- a. Anemia
 - b. Penurunan fungsi otot
 - c. Pendarahan
 - d. Osteoporosis
 - e. B dan D benar

Jawaban Tes Formatif 9

- 1. A
- 2. A
- 3. B
- 4. E
- 5. E

MODUL 10 CAIRAN UNTUK PERFORMA

Materi 10

I PENDAHULUAN

Cairan berfungsi untuk menjaga suhu tubuh tetap stabil dan menjaga keseimbangan asam-basa tubuh. Suhu di permukaan kulit dapat bervariasi dengan rentang yang cukup jauh tergantung suhu lingkungan. Namun, suhu di jaringan tubuh bagian dalam harus dipertahankan pada sekitar 37° C. Peningkatan suhu tubuh selama latihan proporsional dengan peningkatan intensitas latihan. Berkeringat merupakan respon fisiologis normal untuk membatasi meningkatnya suhu tubuh jauh dari batas normal dengan melalui peningkatan penguapan panas tubuh. Akan tetapi, kehilangan keringat dalam jumlah yang signifikan akan menyebabkan dehidrasi dan menguras elektrolit tubuh jika kehilangan cairan dan elektrolit tersebut tidak diganti. Menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh melalui pengaturan konsumsi cairan yang tepat akan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan bagi atlet baik ketika menjalankan program latihan ataupun ketika bertanding.

II KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Status hidrasi tubuh mencerminkan keseimbangan antara cairan yang masuk dan keluar tubuh. Asupan cairan yang cukup diperlukan untuk mencegah dehidrasi yang dapat berdampak buruk bagi performa latihan dan kesehatan atlet. Air merupakan komponen terbesar tubuh manusia, yaitu sekitar 50-60% dari total massa tubuh. Jaringan tubuh tanpa lemak mengandung air sekitar 75% sedangkan jaringan adiposa hanya mengandung sedikit air. Air keluar dari tubuh dapat melalui urin, feses, keringat, dan evaporasi dari sistem pernafasan. Kehilangan hanya sedikit persentase air saja sudah dapat mengganggu performa latihan.

Laju keringat atlet dipengaruhi oleh kondisi cuaca, pakaian yang digunakan, dan intensitas latihan. Laju keringat dapat mencapai 2-3 liter per jam dalam kondisi cuaca ekstrim. Kelenjar keringat akan menyerap kembali natrium melalui mekanisme transport aktif. Kemampuan reabsorpsi natrium tersebut tidak meningkat meskipun laju keringat meningkat sehingga pada laju keringat yang tinggi, konsentrasi natrium meningkat. Penyesuaian terhadap cuaca panas (aklimatisasi) akan memperbaiki kemampuan reabsorpsi natrium. Rata-rata 1 liter keringat mengandung 2600 -10.000 mg Na, 260 - 7746 mg Cl, 500 – 1030 mg K, 0 – 129 mg Ca, 0 – 4518 mg bikarbonat, serta magnesium dan sulfat dalam jumlah yang bisa diabaikan. Atlet yang telah melalui aklimatisasi memiliki konsentrasi natrium yang lebih rendah di keringatnya dengan penurunan konsentrasi natrium lebih dari 50% dibanding atlet yang tidak melalui aklimatisasi. Pada kondisi yang sama, perempuan cenderung lebih sedikit berkeringat dibanding laki-laki meskipun sebelumnya telah melalui aklimatisasi.

Selama latihan pada cuaca panas, mencegah dehidrasi merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Dehidrasi dapat dicegah dengan menyesuaikan konsumsi cairan dengan jumlah cairan yang hilang. Pada dehidrasi yang diinduksi oleh keringat akan terjadi penurunan volume plasma darah dan tekanan osmotik plasma meningkat sejalan dengan jumlah cairan yang hilang. Volume plasma menurun karena cairan plasma berkurang untuk menyediakan prekursor cairan untuk keringat. Tekanan osmotik plasma meningkat karena keringat pada umumnya bersifat hipotonik terhadap plasma darah. Natrium dan klorida merupakan komponen utama yang berperan dalam peningkatan tekanan osmotik plasma. Kedua elektrolit tersebut akan mengangkut

cairan dari dalam ke luar sel untuk mempertahankan volume plasma pada orang yang dehidrasi. Selain karena berkeringat, dehidrasi pada atlet juga dapat disebabkan oleh penggunaan senyawa diuretik. Senyawa diuretik yang sering digunakan adalah thiazide, carbonic anhydrase inhibitors, dan furosemide. Penggunaan senyawa diuretik meningkatkan pembentukan urin dan zat-zat terlarut ikut hilang bersama urin. Dehidrasi yang diinduksi oleh penggunaan senyawa diureti menghasilkan kondisi *iso-osmotic hypovolemia* yaitu kadar plasma darah menurun tetapi tekanan osmosis plasma tetap karena tidak hanya cairan yang hilang tetapi zat-zat terlarut di dalam plasma juga ikut hilang bersama urin. Tidak ada kelebihan zat-zat terlarut di luar sel termasuk natrium dan klorida sehingga tidak dapat memobilisasi air dari dalam ke luar sel. Berkurangnya volume plasma darah akibat dehidrasi akan menurunkan suplai darah ke organ-organ tubuh. Akibatnya, atlet dapat mengalami kram otot, pusing, letih, dan dapat meningkatkan risiko cedera. Atlet perlu tetap tercukupi kebutuhan cairannya, untuk performa optimal sehingga atlet perlu minum sebelum merasa haus. Tekanan panas dari lingkungan akan menyebabkan dehidrasi yang dapat menurunkan performa latihan. Kehilangan cairan tubuh 1-2% dapat menyebabkan penurunan VO_2max sebanyak 10-20%. Kehilangan cairan tubuh 4% akan menyebabkan penurunan VO_2max lebih jauh lagi, yaitu hingga 50%.

Status hidrasi tubuh yang baik sebelum pertandingan dapat memelihara keseimbangan cairan tubuh. Status hidrasi atlet dapat dinilai melalui warna urin dan perubahan berat badan. Perhitungan status hidrasi menggunakan perubahan berat badan dengan cara selisih berat badan setelah latihan dengan berat badan (BB) sebelum latihan dibandingkan dengan berat badan sebelum latihan dan dikalikan 100%. Status hidrasi dikategorikan menjadi empat, yaitu tidak dehidrasi, dehidrasi ringan, dehidrasi sedang, dan dehidrasi berat. Pengkategorian status hidrasi berdasarkan warna urin dan perubahan berat badan dapat dilihat pada Tabel 9.2.

$$\% \text{ perubahan BB} = \frac{BB \text{ setelah latihan} - BB \text{ sebelum latihan}}{BB \text{ sebelum latihan}} \times 100\%$$

Tabel 10. 1 Kategori Warna Urin

| Kategori | Warna Urin |
|----------|----------------------|
| 1 | Bening |
| 2 | Kuning pudar |
| 3 | Kuning muda |
| 4 | Kuning terang |
| 5 | Kuning hampir oranye |
| 6 | Coklat |
| 7 | Oranye menyala |
| 8 | Coklat tua |

Sumber: Kemenkes (2021)

Tabel 10. 2 Pengkategorian Status Hidrasi

| Kondisi | %Perubahan BB* | Warna urin |
|------------------|----------------|------------|
| Tanpa dehidrasi | +1 sampai -1 | 1 atau 2 |
| Dehidrasi ringan | -1 sampai -3 | 3 atau 4 |
| Dehidrasi sedang | -3 sampai -5 | 5 atau 6 |
| Dehidrasi berat | ≥ -5 | >6 |

Sumber: Kemenkes (2021)

III ASUPAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT ATLET

Air mineral dan *sport drink* dapat diberikan pada atlet untuk menggantikan cairan tubuh mencegah dehidrasi. *Sport drink* merupakan larutan berisi elektrolit dan karbohidrat. Karbohidrat yang biasa digunakan dalam *sport drink* adalah glukosa, fruktosa, dan maltodekstrin. Minuman ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu: minuman hipotonik dan isotonic. Minuman hipotonik memiliki kandungan karbohidrat dan elektrolit yang lebih rendah dari cairan tubuh (4 g karbohidrat/100 mL) sehingga dapat diserap lebih cepat dari air mineral. Minuman isotonic memiliki kandungan karbohidrat dan elektrolit yang sama dengan cairan tubuh (4 – 8 g karbohidrat/100 mL), kecepatan penyerapannya sama seperti air mineral. Untuk latihan kurang dari 30 menit atau latihan intensitas rendah kurang dari 1 jam cukup diberikan air mineral. *Sport drinks* dapat diberikan kepada atlet dengan latihan intensitas tinggi baik kurang dari satu jam atau lebih dari satu jam. Pemberian cairan berdasarkan periodisasi dan waktunya sebelum, saat, atau setelah latihan atau bertanding. Pada periodisasi latihan atau pre-season, sebanyak 2,1–3 ml/kg BB cairan di berikan empat jam sebelum latihan. Tambahan 1,2–3 ml/kg BB, diberikan dua jam sebelum latihan jika atlet tidak sepenuhnya terhidrasi. Saat latihan berlangsung diberikan 89-237 ml cairan setiap 15-20 menit. Setelah latihan diberikan cairan sebanyak 710 ml setiap penurunan 1 kg berat badan. Pemberian cairan pada periode kompetisi atau in-season saat dan setelah bertanding sama dengan periode pre-season. Perbedaannya pada pemberian cairan sebelum bertanding, yaitu diberikan 355-592 ml cairan. Jadwal pemberian cairan selama bertanding berbeda tergantung jenis dan durasi olahraganya, dapat dilihat pada Tabel 10.3

Tabel 10. 3 Jadwal Pemberian Cairan Selama Bertanding

| Pertandingan dan Durasi | Kesempatan Minum | Kebutuhan cairan |
|---|---|---|
| Pertandingan <30 menit: sprints, jumping, throwing, senam alat | Konsumsi cairan di antara pertandingan tapi bukan dalam pertandingan | Dibutuhkan di antara pertandingan |
| Pertandingan 30-60 menit: lari 10 K, dayung, aerobik, tenis, sepeda | Konsumsi cairan selama pertandingan. Pelari kons. Cairan setiap 5 km (lebih sering jika suhu panas). Semua atlet pd cabang ini harus membawa persediaan minum | Cairan dibutuhkan sebelum, selama, dan setelah pertandingan. |
| Maraton, sepeda 80 km, tenis 5 set | Maraton idem lari 10 K. Sepeda 80 km: kons. Cairan setiap 10 km. Permainan tenis: setiap pergantian posisi & setelah 3 set | Konsumsi cairan + elektrolit + karbohidrat. Jumlah disesuaikan dg suhu lingkungan, simpanan glikogen, intensitas latihan. |
| Ultra endurance: tour de france, english channel, swim. | Konsumsi cairan setiap ada kesempatan (setiap 10 menit) atau di tempat yang disediakan | Konsumsi cairan + elektrolit + karbohidrat. Jumlah disesuaikan dg suhu lingkungan, simpanan glikogen, intensitas latihan. |
| Pertandingan tim sekitar 90 menit: sepak bola, voli, bae ball, basket, hockey | Konsumsi cairan setiap istirahat, tidak kurang dari setiap 15 menit. Idealnya setiap 10 menit. | Konsumsi cairan + elektrolit + karbohidrat. Jumlah disesuaikan dg suhu lingkungan, simpanan glikogen, intensitas latihan. |

Latihan 10

1. Sebutkan jalur keluarnya air dari tubuh!
2. Sebutkan faktor yang mempengaruhi laju keringat atlet!
3. Jelaskan perbedaan dehidrasi yang diinduksi oleh berkeringat akibat latihan fisik dengan dehidrasi yang diinduksi oleh senyawa diuretik?
4. Apa tanda-tanda atlet mengalami dehidrasi?
5. Apa perbedaan minuman hipotonik dan isotonik?

Jawaban Latihan 10

1. Air keluar dari tubuh dapat melalui urin, feses, keringat, dan evaporasi dari sistem pernafasan.
2. Laju keringat atlet dipengaruhi oleh kondisi cuaca, pakaian yang digunakan, dan intensitas latihan.
3. Pada dehidrasi yang diinduksi oleh keringat akan terjadi penurunan volume plasma darah dan tekanan osmotik plasma meningkat sejalan dengan jumlah cairan yang hilang. Sementara itu, dehidrasi yang diinduksi oleh penggunaan

senyawa diureti menghasilkan kondisi *iso-osmotic hypovolemia* yaitu kadar plasma darah menurun tetapi tekanan osmosis plasma tetap karena tidak hanya cairan yang hilang tetapi zat-zat terlarut di dalam plasma juga ikut hilang bersama urin.

4. Atlet dapat mengalami kram otot, pusing, letih, dan dapat meningkatkan risiko cedera.
5. Minuman hipotonik memiliki kandungan karbohidrat dan elektrolit yang lebih rendah dari cairan tubuh (4 g karbohidrat/100 mL) sehingga dapat diserap lebih cepat dari air mineral. Minuman isotonik memiliki kandungan karbohidrat dan elektrolit yang sama dengan cairan tubuh (4 – 8 g karbohidrat/100 mL), kecepatan penyerapannya sama seperti air mineral.

Rangkuman 10

1. Air keluar dari tubuh dapat melalui urin, feses, keringat, dan evaporasi dari sistem pernafasan. Laju keringat atlet dipengaruhi oleh kondisi cuaca, pakaian yang digunakan, dan intensitas latihan. Kelenjar keringat akan menyerap kembali natrium melalui mekanisme transport aktif. Kemampuan reabsorpsi natrium tersebut tidak meningkat meskipun laju keringat meningkat sehingga pada laju keringat yang tinggi, konsentrasi natrium meningkat. Penyesuaian terhadap cuaca panas (aklimatisasi) akan memperbaiki kemampuan reabsorpsi natrium. Selama latihan pada cuaca panas, mencegah dehidrasi merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Dehidrasi dapat dicegah dengan menyesuaikan konsumsi cairan dengan jumlah cairan yang hilang. Pada dehidrasi yang diinduksi oleh keringat akan terjadi penurunan volume plasma darah dan tekanan osmotik plasma meningkat sejalan dengan jumlah cairan yang hilang. Sementara itu, dehidrasi yang diinduksi oleh penggunaan senyawa diureti menghasilkan kondisi *iso-osmotic hypovolemia* yaitu kadar plasma darah menurun tetapi tekanan osmosis plasma tetap karena tidak hanya cairan yang hilang tetapi zat-zat terlarut di dalam plasma juga ikut hilang bersama urin. Efek dehidrasi atlet dapat mengalami kram otot, pusing, letih, meningkatkan risiko cedera, dan berdampak pada penurunan performa aerobik.
2. Status hidrasi atlet dapat dinilai melalui warna urin dan perubahan berat badan. Perhitungan status hidrasi menggunakan perubahan berat badan dengan cara selisih berat badan setelah latihan dengan berat badan (BB) sebelum latihan dibandingkan dengan berat badan sebelum latihan dan dikalikan 100%. Status hidrasi dikategorikan menjadi empat, yaitu tidak dehidrasi, dehidrasi ringan, dehidrasi sedang, dan dehidrasi berat. Air mineral dan *sport drink* dapat diberikan pada atlet untuk menggantikan cairan tubuh mencegah dehidrasi. Pada periodisasi latihan atau pre-season, sebanyak 2,1–3 ml/kg BB cairan di berikan empat jam sebelum latihan. Tambahan 1,2–3 ml/kg BB, diberikan dua jam sebelum latihan jika atlet tidak sepenuhnya terhidrasi. Saat latihan berlangsung diberikan 89-237 ml cairan setiap 15-20 menit. Setelah latihan diberikan cairan sebanyak 710 ml setiap penurunan 1 kg berat badan.

Pemberian cairan pada periode kompetisi atau in-season saat dan setelah bertanding sama dengan periode pre-season. Perbedaannya pada pemberian cairan sebelum bertanding, yaitu diberikan 355-592 ml bb cairan.

Tes Formatif 10

1. Razi adalah atlet dayung dengan berat badan sebelum latihan 57 kg. Berapa cairan yang dapat diberikan kepada Razi empat jam sebelum latihan?
 - a. 90 ml
 - b. 130 ml
 - c. 180 ml
 - d. 250 ml
 - e. 300 ml
2. Razi adalah atlet dayung dengan berat badan sebelum latihan 57 kg. Berat badan Razi setelah latihan adalah 55,5 kg. Berapa cairan yang dapat diberikan kepada Razi setelah latihan?
 - a. 365 ml
 - b. 650 ml
 - c. 765 ml
 - d. 1065 ml
 - e. 1265 ml
3. Razi adalah atlet dayung dengan berat badan sebelum latihan 57 kg. Berat badan Razi setelah latihan adalah 55,5 kg. Bagaimana status hidrasi Razi?
 - a. Terhidrasi dengan baik
 - b. Dehidrasi ringan
 - c. Dehidrasi sedang
 - d. Dehidrasi berat
 - e. Dehidrasi sangat berat
4. Setiap minggu Riza jogging dengan intensitas 50% VO_2 max selama 30 menit. Jenis minuman apa yang cocok dikonsumsi Reza?
 - a. Air mineral
 - b. Minuman isotonik
 - c. Minuman hipotonik
 - d. Air kelapa muda
 - e. Minuman hipertonik
5. Kapan waktu yang tepat pemberian minum untuk atlet balap sepeda 80 km selama bertanding?
 - a. Setiap 5 km
 - b. Setiap 10 km
 - c. Setiap 15 km
 - d. Setiap 10 menit
 - e. Setiap 15 menit

Jawaban Tes Formatif 10

1. B
2. D
3. B
4. A
5. B

MODUL 11 PENILAIAN STATUS GIZI ATLET

Materi 11

I PENDAHULUAN

Penilaian status gizi pada atlet bertujuan untuk melihat apakah ada masalah gizi pada atlet yang berpotensi mengganggu performa atlet. Atlet yang terlihat sehat belum tentu tidak memiliki masalah gizi. Penilaian status gizi atlet tidak cukup hanya menggunakan indikator indeks massa tubuh (IMT) seperti pada orang awam. Penilaian status gizi harus dilakukan secara komprehensif melalui metode antropometri, biokimia, klinis, dan *dietary history*.

II ANTROPOMETRI

Antropometri adalah pengukuran fisik untuk melihat secara riil bentuk, proporsi, dan komposisi tubuh seorang atlet. Parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) yang biasa digunakan untuk mengetahui status gizi seseorang kurang tepat digunakan pada atlet, terutama para atlet yang memiliki otot besar. Jika dilihat dari IMTnya, mereka rata-rata dikategorikan memiliki kelebihan berat badan bahkan obesitas padahal atlet tersebut memiliki massa lemak tubuh yang rendah.

Pengukuran antropometri yang biasa dilakukan pada atlet antara lain: berat badan, tinggi badan, lebar humerus, lebar femur, skinfold trisep, skinfold subskapula, skinfold supraspinal, skinfold betis, skinfold paha, lingkaran lengan atas, lingkaran betis, massa otot, massa lemak tubuh, dan total air tubuh. Pengukuran berat badan dapat dilakukan menggunakan timbangan digital ataupun analog. Disarankan untuk memantau berat badan atlet menggunakan timbangan yang sama dan timbangan harus rutin dikalibrasi. Saat penimbangan, pakaian yang digunakan seminimal mungkin. Pengukuran tinggi badan menggunakan microtoise dengan cara subyek berdiri tegak di atas lantai atau alas yang datar dan keras. Lebar humerus merupakan jarak antara dua epicondyle siku (epicondyle lateral dan medial). Pada saat pengukuran lebar humerus, subyek berdiri tegak dengan bahu dan siku membentuk sudut 90°. Lebar femur merupakan jarak antara dua epicondyle lutut (epicondyle lateral dan medial). Pada saat pengukuran lebar femur, subyek duduk dengan kaki membentuk sudut 90°. Pengukuran lebar humerus dan femur menggunakan sliding caliper dalam satuan cm. Pengukuran skinfold triseps dilakukan pada lengan atas bagian belakang di titik tengah antara acromion dan olecranon. Saat pengukuran skinfold triseps, subyek berdiri dengan tangan menggantung bebas. Pengukuran skinfold subskapula dilakukan di bawah tulang belikat dengan posisi miring 45°. Pengukuran skinfold supraspinal dilakukan sekitar 5-7 cm di atas tulang panggul dengan posisi miring 45°. Skinfold lingkaran betis diukur pada bagian betis yang paling menonjol. Semua pengukuran skinfold menggunakan skinfold caliper dalam satuan mm. Pengukuran lingkaran lengan atas pada atlet dilakukan pada bagian yang paling besar atau paling menonjol di lengan atas. Ketika pengukuran subyek harus melakukan kontraksi maksimal pada lengan atasnya. Pengukuran lingkaran betis dilakukan pada bagian betis yang paling menonjol. Massa lemak, massa tubuh tanpa lemak (*fat free mass*), dan total air tubuh dapat diukur menggunakan alat *bio-electrical impedance* (BIA). Jika tidak tersedia alat BIA maka bisa dihitung menggunakan rumus berikut:

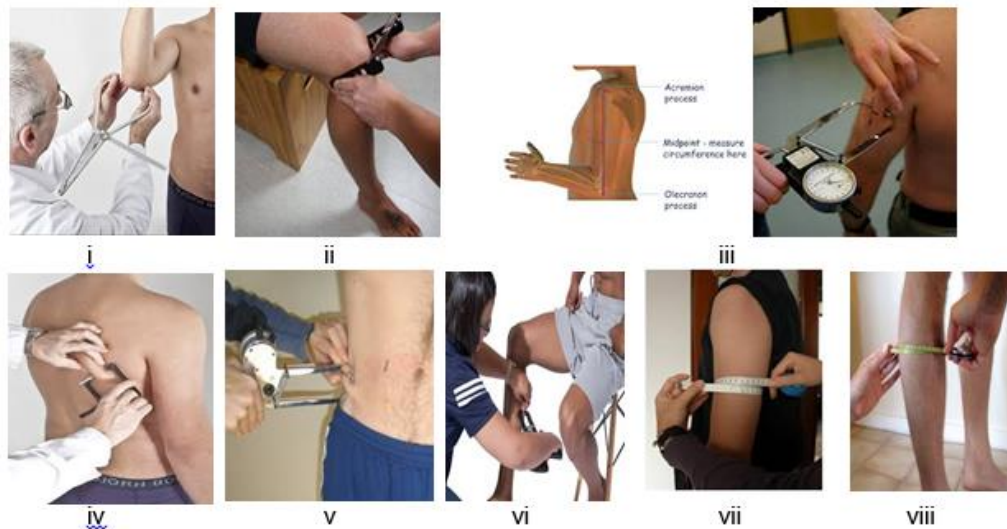
$$\text{Total air tubuh} = -10.33 + 0.252 \times \text{berat badan} + 0.154 \times \text{tinggi badan}$$

$Densitas\ tubuh = 1.1043 - 0.001327 \times skinfold\ paha - 0.00131 \times skinfold\ subskapula$

$Persen\ lemak\ tubuh = \frac{4,95}{densitas\ tubuh} - 4,5$

$Massa\ lemak\ tubuh = berat\ badan \times persen\ lemak\ tubuh$

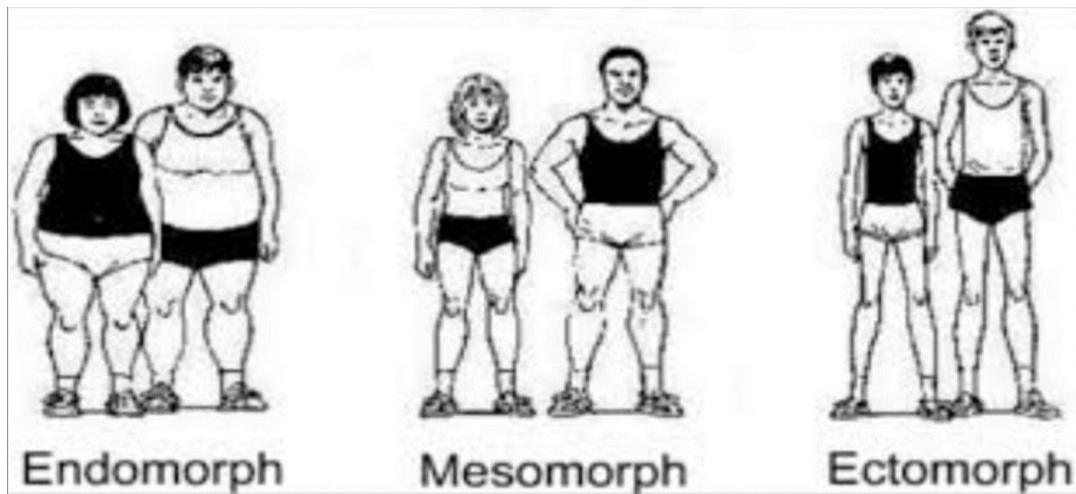
$Massa\ tubuh\ tanpa\ lemak = berat\ badan - massa\ lemak\ tubuh$



Gambar 11. 1 Pengukuran Antropometri Atlet: (I) Lebar Humerus; (Ii) Lebar Femur; (Iii) Skinfold Trisepts; (Iv) Skinfold Subskapula; (V) Skinfold Supraspinal; (Vi) Skinfold Betis; (Vii) Lingkar Lengan Atas; (Viii) Lingkar Betis

Somatotype merupakan salah satu parameter antropometri untuk menilai bentuk tubuh sesuai komponen yang dominan. Penilaian somatotype didasarkan pada tiga komponen, yaitu: komponen endomorphy berada di bagian paling dalam yang mencerminkan perlemakan tubuh, komponen mesomorphy berada di bagian tengah yang mencerminkan sistem musculoskeletal tubuh, dan komponen ectomorphy bagian paling luar yang mencerminkan linearitas. Ketiga komponen somatotype berasal dari organogenesis atau proses pembentukan organ-organ tubuh pada makhluk hidup. Lapisan pada dinding tubuh embrio dibagi menjadi tiga, yaitu: ektoderm, mesoderm, dan endoderm. Lapisan ektoderm akan berdiferensiasi menjadi jantung, otak dan sistem syaraf, jaringan kulit, rambut, dan pancaindra. Lapisan mesoderm akan berdiferensiasi menjadi otot, rangka tubuh, alat reproduksi, sistem peredaran darah, dan sistem ekskresi tubuh. Lapisan endoderm akan berubah menjadi sistem pencernaan dan respirasi. Dominansi masing-masing lapisan akan menentukan somatotype atau bentuk tubuh manusia. Faktor asupan dan latihan fisik juga dapat mempengaruhi somatotype. Nilai somatotype mempengaruhi performa atlet. Berdasarkan nilai somatotype ada 3 jenis bentuk tubuh yang ekstrim, yaitu endomorph, mesomorph, dan ektomorph. Seseorang yang memiliki tipe tubuh ekstrim endomorph pada umumnya memiliki bentuk tubuh yang gemuk, bagian bahu sempit, bagian pinggang yang lebar, dan bentuk wajah bulat. Tipe tubuh ekstrim mesomorph memiliki tubuh yang berotot, bagian bahu dan dada yang bidang, dan bentuk wajah

kotak. Orang dengan tipe tubuh ekstrim ectomorph memiliki tubuh yang kurus, lurus dari atas ke bawah, tidak ada bagian yang lebar atau bidang, dan bentuk wajah oval.



Gambar 11. 2 Tipe Tubuh Ekstrim Berdasarkan Somatotype

Perhitungan nilai somatotype dapat dilakukan menggunakan Metode Heath-Carter. Untuk memperoleh nilai komponen endomorphy diperlukan data hasil pengukuran skinfold trisep, subskapula, supraspinal dalam satuan mm dan data tinggi badan dalam satuan cm. Nilai komponen mesomorphy menggunakan data hasil pengukuran lebar humerus, lebar femur, skinfold trisepts, skinfold betis, lingkaran lengan atas, lingkaran betis, dan tinggi badan yang semuanya dalam satuan cm. Komponen ektomorphy diukur dari hasil pengukuran berat badan (kg) dan tinggi badan (cm). Berikut adalah rumus perhitungan nilai somatotype berdasarkan Metode Heat Carter:

$$\text{Endomorphy} = -0.7182 + 0.1451 X + 0.00068 X^2 + 0.0000014 X^3$$

$$X = \frac{\text{Total skinfold} \times 170,18}{\text{Tinggi badan}}$$

$$\text{Total skinfold} = \text{skinfold trisepts} + \text{skinfold subskapula} + \text{skinfold supraspinal}$$

$$\text{Mesomorphy} = (0.858 \times \text{lebar humerus}) + (0.601 \times \text{lebar femur}) + (0.188 \times \text{koreksi lingkaran lengan atas}) + (0.161 \times \text{koreksi lingkaran betis}) - (0.131 \times \text{tinggi badan}) + 4.5$$

$$\text{Koreksi lingkaran lengan atas (cm)} = \text{lingkaran lengan atas} - \text{skinfold trisepts}$$

$$\text{Koreksi lingkaran betis (cm)} = \text{lingkaran betis} - \text{skinfold betis}$$

$$\text{Ektomorphy} = \text{HWR} \times 0.732 - 28.58 \text{ (Jika HWR} \geq 40.75)$$

$$\text{Ektomorphy} = \text{HWR} \times 0.463 - 17,63 \text{ (Jika } 40.75 > \text{HWR} > 38,25)$$

$$\text{Ektomorphy} = 0,1 \text{ (Jika HWR} < 38,25)$$

$$\text{Height Weight Ratio (HWR)} = \frac{\text{tinggi badan}}{\sqrt[3]{\text{berat badan}}}$$

Nilai-nilai tersebut dituliskan dengan nilai endomorph pada urutan pertama, mesomorph pada urutan kedua dan ectomorph pada urutan ketiga. Misal asil pengukuran komponen endomorphy, mesomorphy, dan ektomorphy seorang atlet berturut-turut 0,5; 2; dan 3 maka nilai somatotype dituliskan: 0,5-2-1. Setelah itu

ditentukan tipe tubuhnya berdasarkan komponen yang dominan, yaitu komponen yang perbedaan nilainya dengan komponen lain lebih dari 1,5 poin. Berikut kaidah pembacaan jenis somatotype

6. Jika hanya ada satu komponen yang dominan (nilainya paling tinggi) maka komponen tersebut diletakkan di kata kedua dengan akhiran "morph" (endomorph, mesomorph, atau ectomorph). Komponen yang memiliki nilai tertinggi kedua dan selisihnya dengan yang paling tinggi lebih dari 1,5 poin maka komponen tersebut diletakkan di kata pertama dengan disebut tanpa akhiran (endo, meso, atau ecto) atau bisa diberi akhiran "morphic" (endomorph, mesomorph, atau ectomorph). Komponen yang perbedaan nilai minimal 6 poin dengan komponen lainnya disebut "extreme".

0,7-3-5 = meso ectomorph atau mesomorphic ectomorph

0,5-4,4-2,5 = ecto mesomorph atau ectomorphic mesomorph

1,6-4-0,1 = endo mesomorph atau endomorphic mesomorph

171 = extreme mesomorph

711 = extreme endomorph

117 = extreme ectomorph

7. Jika komponen yang nilai tertinggi memiliki selisih $\leq 1,5$ poin dengan komponen yang nilainya tertinggi kedua, maka kedua komponen tersebut berhak mendapat akhiran morph. Komponen dengan nilai tertinggi diletakkan di kata kedua sedangkan komponen dengan nilai tertinggi kedua diletakkan di kata pertama.

0,5-3-4 = mesomorph ectomorph

1,6-1,8-0,1 = endomorph mesomorph

8. Jika hanya ada satu komponen yang dominan (nilainya paling tinggi) maka komponen tersebut diletakkan di kata kedua dengan akhiran "morph" (endomorph, mesomorph, atau ectomorph). Jika komponen dengan nilai tertinggi kedua memiliki selisih $\leq 1,5$ poin maka kata "balance" diletakkan pada kata pertama.

1-1,7-5 = balance ectomorph

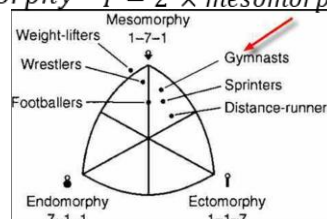
0,6-3,1-0,3 = balance endomorph

9. Jika ketiga komponen memiliki selisih $\leq 1,5$ poin maka disebut ideal atau center.

0,9-1,3-0,3 = ideal / center

Nilai somatotype yang diperoleh kemudian diplotkan ke dalam somatochart dengan mencari nilai X dan Y. Masing-masing cabang olahraga memiliki posisi somatochart ideal. Jadi jika hasil nilai somatotype seorang atlet posisinya di somatochart meleset dari posisi idealnya misalnya karena nilai endomorphy nya lebih tinggi maka harus dikoreksi baik dari diet ataupun latihannya sehingga dapat kembali ke posisi idealnya di somatochart.

$$X = \text{ectomorphy} - \text{endomorph} \quad Y = 2 \times \text{mesomorphy} - (\text{endomorph} + \text{ectomorphy})$$



Gambar 11. 3 Posisi Ideal Somatochart Beberapa Cabang Olahraga

Latihan 11

1. Bagaimana cara pengukuran lingkaran lengan atas pada atlet?
2. Jelaskan perbedaan ciri-ciri fisik ketiga tipe tubuh yang ekstrim!
3. Data apa saja yang digunakan dalam menilai somatotype atlet?

Jawaban Latihan 11

1. Pengukuran lingkaran lengan atas pada atlet dilakukan pada bagian yang paling besar atau paling menonjol di lengan atas. Ketika pengukuran subyek harus melakukan kontraksi maksimal pada lengan atasnya.
2. Seseorang yang memiliki tipe tubuh ekstrim endomorph pada umumnya memiliki bentuk tubuh yang gemuk, bagian bahu sempit, bagian pinggang yang lebar, dan bentuk wajah bulat. Tipe tubuh ekstrim mesomorph memiliki tubuh yang berotot, bagian bahu dan dada yang bidang, dan bentuk wajah kotak. Orang dengan tipe tubuh ekstrim ectomorph memiliki tubuh yang kurus, lurus dari atas ke bawah, tidak ada bagian yang lebar atau bidang, dan bentuk wajah oval.
3. Berat badan, tinggi badan, lebar humerus, lebar femur, skinfold trisep, skinfold subskapula, skinfold supraspinal, skinfold betis, lingkaran lengan atas, dan lingkaran betis.

Rangkuman 11

1. Parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) yang biasa digunakan untuk mengetahui status gizi seseorang kurang tepat digunakan pada atlet, terutama para atlet yang memiliki otot besar. Pengukuran antropometri yang biasa dilakukan pada atlet antara lain: berat badan, tinggi badan, lebar humerus, lebar femur, skinfold trisep, skinfold subskapula, skinfold supraspinal, skinfold betis, skinfold paha, lingkaran lengan atas, lingkaran betis, massa otot, massa lemak tubuh, dan total air tubuh. Massa lemak, massa tubuh tanpa lemak (*fat free mass*), dan total air tubuh dapat diukur menggunakan alat *bio-electrical impedance* (BIA). Jika tidak tersedia BIA maka dapat dihitung menggunakan rumus yang ada.
2. Somatotype merupakan salah satu parameter antropometri untuk menilai bentuk tubuh sesuai komponen yang dominan. Penilaian somatotype didasarkan pada tiga komponen, yaitu: komponen endomrphy berada di bagian paling dalam yang mencerminkan perlemakan tubuh, komponen mesomorphy berada di bagian tengah yang mencerminkan sistem musculoskeletal tubuh, dan komponen ectomorphy bagian paling luar yang mencerminkan linearitas.

Tes Formatif 11

1. Hendra adalah seorang atlet sepak bola dengan berat badan 55 kg dan tinggi badan 167 cm. Skinfold paha, triseps, subscapula, dan supraspinal Hendra secara berturut-turut adalah 14,5; 15,5; 13,5; dan 12,1 mm. Densitas tubuh Hendra adalah ...
 - a. 2,067 kg/m³
 - b. 1,067 kg/m³
 - c. 1,670 kg/m³
 - d. 2,670 kg/m³

- e. 1,760 kg/m³
2. Hendra adalah seorang atlet basket dengan berat badan 55 kg dan tinggi badan 167 cm. Skinfold paha, triseps, subscapula, dan supraspinal Hendra secara berturut-turut adalah 14,5; 15,5; 13,5; dan 12,1 mm. Persentase lemak tubuh Hendra adalah ...
- 18,72%
 - 15,27%
 - 17,32%
 - 13,75%
 - 15,75%
3. Fahri adalah seorang anak yang ikut seleksi masuk atlet tenis lapangan. Salah satu poin penilaiannya adalah somatotype tubuh. Setelah dilakukan pengukuran, diketahui bahwa Fahri memiliki somatotype 2,6-6-3,0. Nama somatotype tubuh Fahri adalah ...
- Ideal
 - Balance endomorph
 - Balance mesomorph
 - Endomorphic mesomorph
 - Endomorph mesomorph
4. Sebagai seorang ahli gizi di KONI Jawa Timur, Rizal harus rutin memantau status gizi atletnya, salah satunya adalah dengan metode antropometri. Rizal ingin mengetahui kondisi perlemakan tubuh atlet-atletnya sehingga dia melakukan pengukuran ...
- Berat badan, humerus breadth, triceps skinfold
 - Tinggi badan, triceps skinfold, lingkaran lengan atas
 - Triceps skinfold, biceps skinfold, subscapula skinfold
 - Triceps skinfold, suprailiac skinfold, subscapular skinfold
 - Biceps skinfold, suprailiac skinfold, subscapular skinfold

Jawaban Tes Formatif 11

1. B
2. D
3. C
4. D

MODUL 12 ERGOGENIC AIDS

Materi 12

I PENDAHULUAN

Ergogenic aids atau zat ergogenik merupakan alat, bahan, atau prosedur yang dapat meningkatkan kapasitas kinerja fisik, fungsi fisiologis, dan performa atlet. Zat ergogenik ini dapat meningkatkan energi, mengontrol energi, atau efisiensi energi selama suatu kinerja olahraga yang dapat memberikan tambahan kemampuan lebih besar bagi atlet. *Ergogenic aids* dapat berupa mekanik, farmakologi, fisiologi, psikologi, dan gizi. Zat Ergogenik gizi (*nutritional ergogenic aids*) merupakan salah satu zat yang banyak dikonsumsi para atlet untuk mendukung pencapaian prestasi yang diinginkan. Penggunaan zat ergogenik ada yang diperbolehkan dan ada juga yang dilarang oleh komite olahraga.

II ZAT ERGOGENIK GIZI

Pemberian zat ergogenik gizi bertujuan untuk mendukung performa atlet melebihi penerapan diet seimbang. Zat ergogenik gizi dapat meningkatkan performa atlet melalui beberapa mekanisme, di antaranya adalah bertindak sebagai stimulan untuk sistem saraf (contoh: kafein, kolin, amfetamin, alkohol); meningkatkan simpanan atau substrat yang terdapat di tubuh dalam jumlah terbatas (contoh: karbohidrat, keratin, karnitin, kromium); bertindak sebagai tambahan sumber energi (contoh: glukosa, *medium chain triglyceride*); menurunkan atau menetralkan produk samping metabolisme yang dapat menghambat performa (contoh: sodium bikarbonat, sodium sitrat, dan fosfat); serta berperan dalam memfasilitasi recovery (contoh: pangan tinggi indeks glikemik, *sport drinks*). Selain suplemen vitamin dan mineral, berikut ini penjelasan mengenai beberapa zat ergogenik gizi yang sering digunakan oleh atlet.

1. Suplemen Asam Amino

Pemberian suplemen asam amino tertentu seperti arginin, lisin, BCAA, ornitin telah banyak digunakan untuk menstimulasi pelepasan hormon pertumbuhan (*human growth hormone*). Peningkatan kadar hormon pertumbuhan pada serum darah dapat menstimulasi faktor pertumbuhan mirip insulin yang dapat meningkatkan massa otot dan kekuatan otot. Suplementasi arginin 1 g/hari dan ornitin 1 g/hari selama lima minggu signifikan menurunkan massa lemak tubuh dan meningkatkan kekuatan otot. Suplementasi glutamin juga banyak diberikan untuk menjaga sistem kekebalan tubuh atlet dan menjaga kadar protein otot selama periode latihan intensif karena glutamin memiliki efek untuk mengurangi pemecahan protein selama latihan. Dosis suplemen glutamin harian yang dianjurkan adalah 0,1-0,3 g/kg berat badan.

2. Fosfor (Fosfat)

Fosfat merupakan sumber dari zat gizi esensial yaitu fosfor bertransformasi menjadi banyak bentuk senyawa di dalam tubuh yang berperan penting dalam metabolisme energi seperti ATP sebagai substrat energi, thiamin pyrophosphate sebagai vitamin kofaktor metabolisme energi, dan sodium phosphate sebagai buffer. Ketersediaan fosfat di dalam tubuh memperbaiki fungsi fisiologis yang penting untuk performa endurance dengan meningkatkan VO_{2max} . Suplemen fosfat dapat

menyebabkan ketidaknyamanan lambung jika dikonsumsi berlebih baik dalam bentuk makanan padat maupun cairan. Konsumsi suplemen fosfat dalam jangka waktu lama apalagi jika asupan kalsiumnya rendah dapat menurunkan rasio kalsium:fosfat. Rendahnya rasio kalsium:fosfat akan meningkatkan pelepasan hormon paratiroid dalam jumlah berlebih yang dapat mengganggu keseimbangan kalsium tubuh.

3. Anabolic Steroids

Penggunaan anabolic steroid bersifat ilegal karena dilarang oleh komite olahraga. Fungsi anabolic steroids mirip dengan hormon testosteron. Melalui ikatan dengan reseptornya di otot dan jaringan tubuh lainnya, testosteron berkontribusi terhadap karakteristik sekunder laki-laki termasuk dalam pembentukan massa dan kekuatan otot. Jika dikombinasi dengan latihan yang rutin dan asupan protein yang cukup, anabolic steroids dapat menstimulasi sintesis protein dan meningkatkan myosin, myofibril, dan sarkoplasma otot secara lebih cepat. Atlet biasanya mengkonsumsi anabolic steroids dalam bentuk oral atau injeksi dengan dosis yang tinggi pada 4-18 minggu sebelum bertanding. Dosis tersebut secara progresif menurun dalam sebulan sebelum bertanding untuk menurunkan risiko terdeteksi saat pengecekan sebelum bertanding.

4. Hormon pertumbuhan (*Growth Hormone*)

Hormon pertumbuhan bertindak sebagai agen anabolik dan lipolitik untuk membangun jaringan tubuh, untuk pertumbuhan, dan meningkatkan katabolisme lemak. *Growth hormone* menstimulasi pertumbuhan tulang dan kartilago, meningkatkan oksidasi lemak untuk digunakan sebagai sumber energy, dan memperlambat pemecahan karbohidrat dan asam amino. Subyek laki-laki yang diberi biosintesis *growth hormone* selama enam minggu dengan melakukan latihan secara resisten mengalami penurunan persen lemak tubuh secara signifikan dibandingkan dengan placebo. Atlet anak-anak yang mengkonsumsi hormone pertumbuhan dapat meningkatkan risiko gigantisme sedangkan pada atlet dewasa dapat meningkatkan risiko sindrom akromegali yaitu pembesaran beberapa bagian tubuh. Efek samping lainnya yang dapat terjadi adalah resistensi insulin yang dapat mengarah ke diabetes mellitus (DM) tipe 2, retensi cairan, dan *carpal tunnel syndrome*.

5. Dehydroepiandrosterone (DHEA)

Penggunaan DHEA sintesis dilakukan secara ilegal. DHEA dan ester sulfatnya yaitu DHEA sulfate secara alami terdapat di dalam tubuh yang merupakan hormone steroid lemah yang disintesis dari kolesterol terutama di kelenjar korteks adrenal. Produksi DHEA mencapai puncaknya pada usia sekitar 25 tahun. Produksi DHEA pada laki-laki lebih tinggi dibanding pada perempuan. Perusahaan farmasi mensintesis DHEA dari komponen kimia di dalam kedelai dan umbi 'wild yams'. DHEA diklaim dapat menjaga sistem imun, memfasilitasi penurunan berat badan, dan meningkatkan massa otot pada atlet.

6. Amfetamin

Amfetamin merupakan stimulant kuat untuk fungsi sistem syaraf pusat. Amfetamin termasuk ke dalam psikotropika yang penggunaannya dilarang. Efek amfetamin mirip dengan hormon epinefrin dan norepinefrin untuk meningkatkan tekanan darah, detak jantung, *cardiac output*, laju pernafasan, dan metabolisme glukosa darah. Amfetamin meningkatkan kewaspadaan dan kapasitas kerja tubuh dengan menekan sensasi lelah di otot. Efek amfetamin dapat dirasakan 30-90 menit

setelah mengkonsumsi 5-20 mg amfetamin. Efek sampingnya adalah ketergantungan obat, sakit kepala, bingung, ketidaknyamanan lambung, dan gangguan mental.

7. Kafein

Kafein secara alami ditemukan di teh, kopi, coklat, dan minuman cola. Penggunaan kafein untuk meningkatkan performa atlet tidak dilarang. Kafein memiliki berbagai macam efek pada jaringan tubuh. Kafein dapat menstimulasi peningkatan penggunaan lemak sebagai sumber energi selama latihan sehingga menghemat cadangan glikogen. Namun, efek tersebut kurang terlihat pada individu yang terbiasa menggunakan kafein atau mengkonsumsi pangan sumber kafein. Untuk menunjang performa atlet, kafein dapat diberikan sebelum dan saat bertanding. Dosis kafein yang dianjurkan 2-3 mg/kg berat badan. Sekarang banyak *sport food* yang mengandung kafein seperti energy gel, sport bar. Rata-rata sport food mengandung 25-50 mg kafein per takaran saji. Konsumsi kafein yang tinggi melebihi dosis yang dianjurkan dapat meningkatkan detak jantung, mengganggu kontrol motoric halus, dan gangguan tidur. Pemberian kafein pada atlet lari mempersingkat waktu untuk dapat cepat mencapai garis finish.

8. B-hydroxy B-methylbutyrate (HMB)

HMB merupakan produk hasil pemecahan asam amin leusin yang dapat bertindak sebagai agen antikatabolik untuk meminimalisasi pemecahan prtein dan kerusakan seluler yang terjadi akibat latihan dengan intensitas tinggi. HMB biasa diberikan dalam bentuk suplemen kalsium HMB monohidrat. HMB secara alami banyak terdapat di lele dan jeruk bali. Tubuh dapat mensintesis HMB 0,3-1 g per hari. Dosis suplementasi HMB yang dianjurkan adalah 3 x 1 g per hari. Suplementasi HMB signifikan meningkatkan massa tubuh tanpa lemak (*fat free mass*) dengan mencapai titik puncaknya pada hari ke-20 suplementasi.

9. L-Carnitine

Karnitin merupakan asam karboksilat rantai pendek, sebuah komponen mirip vitamin yang bersifat non essensial. Tubuh dapat mensintesis karnitin di hati dan ginjal dengan menggunakan prekursor asam amino lisin dan metionin. Karnitin disimpan dalam jumlah besar di jantung dan sel otot. Karnitin merupakan bagian dari enzim yang mengangkut asam lemak ke mitokondria untuk dioksidasi sehingga dapat meningkatkan kapasitas aerobik dan menurunkan lemak tubuh. Karnitin merupakan komponen populer yang terdapat pada produk suplemen penurunan berat badan. Penurunan berat badan setelah mengkonsumsi karnitin tidak signifikan pada atlet, tetapi signifikan pada individu dengan aktifitas fisik sedentary. Isomer karnitin yang dikonsumsi pada suplemen karnitin adalah l-carnitine.

10. Coenzyme Q-10

Coenzyme Q-10 atau ubiquinone merupakan zat gizi non essensial larut lemak yang memiliki karakteristik mirip vitamin yang dapat ditemukan terutama pangan hewani. Komponen ini dapat ditemukan terutama di mitokondria sel seperti sel hati dan sel otot. Coenzyme Q-10 berperan untuk meningkatkan proses pembentukan energi dan menurunkan kerusakan oksidatif akibat latihan. Coenzyme Q-10 dapat meningkatkan performa aerobik.

11. Bikarbonat dan Sitrat

Bikarbonat dan sitrat bertindak sebagai buffer ekstraseluler dengan meningkatkan pH darah. Peningkatan pH darah tersebut dapat menetralkan kondisi

asam yang berlebihan di otot termasuk kelebihan asam laktat yang dihasilkan oleh metabolisme anaerob pada latihan intensitas tinggi. Dosis bikarbonat yang dianjurkan adalah 0,3 g/kg berat badan sedangkan untuk sitrat adalah 0,3-0,5 g/kg berat badan yang diberikan 60-90 menit sebelum latihan.

12. Kreatin

Kreatin secara alami terdapat di sel otot dalam bentuk kreatin fosfat yang dapat menyediakan energi dalam waktu sangat cepat. Turnover kreatin harian sekitar 2 g yang diperoleh dari asupan pangan dan sintesis dalam tubuh menggunakan prekursor asam amino. Kadar kreatin pada atlet vegetarian lebih rendah. Jumlah kreatin di dalam tubuh terbatas sehingga beberapa atlet memerlukan suplementasi kreatin yang dapat dilakukan secara rapid loading atau slow loading. Kreatin rapid loading diberikan selama lima hari dengan dosis per hari 20 g yang dibagi menjadi 4 x 5 g per hari. Slow loading diberikan selama satu bulan dengan dosis 3 g per hari. Deplesi kreatin dapat terjadi empat minggu setelah suplementasi berhenti. Kreatin monohidrat merupakan bentuk paling umum dari suplemen kreatin.

13. Eritropoetin (EPO)

Penggunaan EPO dilakukan secara ilegal. EPO merupakan hormon yang menstimulasi pembentukan sel darah merah. Tujuan penggunaan EPO adalah untuk meningkatkan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen. EPO sebenarnya diperuntukan pasien dengan kadar hematokrit 25% untuk meningkatkan hematokrit menjadi 35%. Atlet menggunakan EPO untuk meningkatkan hematokrit menjadi 50% atau lebih. Penggunaan EPO menyebabkan kekentalan darah meningkat. Hal tersebut sering menyebabkan kematian beberapa atlet balap sepeda.

Latihan 12

1. Sebutkan lima mekanisme kerja zat ergogenik gizi di dalam tubuh!
2. Bagaimana cara kerja ubiquinone dalam mendukung performa atlet?
3. Apa saja efek samping yang dapat timbul akibat mengkonsumsi *growth hormone*?

Jawaban Latihan 12

1. Lima mekanisme zat ergogenik gizi di tubuh: bertindak sebagai stimulan untuk sistem syaraf, meningkatkan simpanan atau substrat yang terdapat di tubuh dalam jumlah terbatas, sebagai tambahan sumber energi, menurunkan atau menetralkan produk samping metabolisme yang dapat menghambat performa, dan memfasilitasi recovery.
2. Ubiquinone berperan untuk meningkatkan proses pembentukan energi dan menurunkan kerusakan oksidatif akibat latihan.
3. Atlet anak-anak yang mengkonsumsi hormone pertumbuhan dapat meningkatkan risiko gigantisme sedangkan pada atlet dewasa dapat meningkatkan risiko sindrom akromegali yaitu pembesaran beberapa bagian tubuh. Efek samping lainnya yang dapat terjadi adalah resistensi insulin yang dapat mengarah ke diabetes mellitus (DM) tipe 2, retensi cairan, dan *carpal tunnel syndrome*.

Rangkuman 12

Ergogenic aids atau zat ergogenik merupakan alat, bahan, atau prosedur yang dapat meningkatkan kapasitas kinerja fisik, fungsi fisiologis, dan performa atlet. Pemberian zat ergogenik gizi bertujuan untuk mendukung performa atlet melebihi penerapan diet seimbang. Zat ergogenik gizi dapat meningkatkan performa atlet melalui beberapa mekanisme, di antaranya adalah bertindak sebagai stimulan untuk sistem syaraf (contoh: kafein, kolin, amfetamin, alkohol); meningkatkan simpanan atau substrat yang terdapat di tubuh dalam jumlah terbatas (contoh: karbohidrat, keratin, karnitin, kromium); bertindak sebagai tambahan sumber energi (contoh: glukosa, *medium chain triglyceride*); menurunkan atau menetralkan produk samping metabolisme yang dapat menghambat performa (contoh: sodium bikarbonat, sodium sitrat, dan fosfat); serta berperan dalam memfasilitasi recovery (contoh: pangan tinggi indeks glikemik, *sport drinks*). Selain suplemen vitamin dan mineral, zat ergogenik gizi yang sering digunakan oleh atlet di antaranya adalah suplemen asam amino, fosfor (fosfat), anabolic steroids, hormon pertumbuhan, Dehydroepiandrosterone (DHEA), amfetamin, kafein, B-hydroxy B-methylbutyrate (HMB), L-carnitine, Coenzyme Q-10, bikarbonat dan sitrat, kreatin, dan eritropoetin.

Tes Formatif 12

1. Deni adalah seorang atlet sepeda jarak jauh yang akan mengikuti kejuaraan sepeda. Untuk meningkatkan kapasitas darahnya dalam mengangkut oksigen, Deni mengonsumsi ergogenic aids untuk booster hematokrit agar mencapai 50% atau lebih. Padahal, penggunaan ergogenic aid tersebut telah dilarang. Substansi ergogenic aids yang dikonsumsi Deni adalah
 - a. Anabolic steroid
 - b. Growth hormone
 - c. DHEA
 - d. EPO
 - e. HMB
2. Habib adalah seorang atlet angkat besi dimana ketika latihan atau kompetisi banyak menggunakan metabolisme anaerobik sehingga timbul asam laktat dalam darahnya. Untuk menetralkan keasaman darah tersebut, Habib mengonsumsi ergogenic aid berupa
 - a. Amphetamine
 - b. Bicarbonate
 - c. Caffeine
 - d. Glutamine
 - e. L-Carnitine
3. Mendekati kompetisi, Lalu Zohri mengonsumsi suplemen creatine monohidrat secara rapid loading selama berapa lama?
 - a. Tiga hari
 - b. Lima hari
 - c. Dua minggu
 - d. Satu bulan

- e. Dua bulan
- 4. Mendekati kompetisi, Lalu Zohri mengonsumsi suplemen creatine monohidrat secara rapid loading. Berapa dosis harian creatine yang dikonsumsi Lalu Zohri?
 - a. 3 x 3 g
 - b. 1 x 3 g
 - c. 3 x 1 g
 - d. 4 x 5 g
 - e. 5 x 4 g
- 5. Selma adalah seorang atlet remaja yang mengonsumsi amphetamine untuk doping ketika akan bertanding. Efek yang dapat ditimbulkan jika kelebihan mengonsumsi ergogenic aids tersebut adalah
 - a. Gigantisme
 - b. Retensi cairan
 - c. Kanker pankreas
 - d. Carpal tunnel syndrome
 - e. Kelainan mental

Jawaban Tes Formatif 12

- 1. D
- 2. B
- 3. B
- 4. D
- 5. E

MODUL 13 ATLET DENGAN KONDISI KHUSUS

Materi 13

I PENDAHULUAN

Atlet dengan kondisi khusus seperti atlet vegetarian, atlet penyandang diabetes mellitus (DM), atlet dengan gangguan makan, atlet dengan gangguan gastrointestinal, dan atlet yang mengalami amnorea harus di bawah pengawasan petugas medis. Hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi masalah kesehatan yang nantinya akan mengganggu performa atlet.

II ATLET VEGETARIAN

Gaya hidup vegetarian merupakan gaya hidup yang hanya mengonsumsi pangan nabati atau hanya mengonsumsi pangan hewani tertentu. Ada beberapa jenis gaya hidup vegetarian di antaranya adalah ovo-vegetarian (hanya mengonsumsi pangan hewani berupa telur), ovolactovegetarian (hanya mengonsumsi pangan hewani berupa telur, susu, dan produk olahannya), lacto-vegetarian (hanya mengonsumsi susu), pescovegetarian (hanya mengonsumsi pangan hewani berupa ikan), strictvegetarian atau vegan (tidak mengonsumsi pangan hewani sama sekali). Atlet vegetarian sangat rentan mengalami beberapa permasalahan gizi. Vegan rentan mengalami defisiensi protein karena asupan proteinnya hanya mengandalkan protein nabati. Protein nabati memiliki kualitas yang rendah, memiliki asam amino pembatas. Asam amino pembatas pada sereal adalah lisin sedangkan asam amino pembatas pada kacang-kacangan adalah metionin. Oleh karena itu pada atlet vegetarian dalam satu waktu konsumsi makanan harus mengkombinasi sereal dengan kacang-kacangan. Diet vegetarian juga rendah asupan vitamin B12 karena vitamin B12 pada umumnya terdapat pada pangan hewani. Defisiensi vitamin B12 menyebabkan anemia megaloblastik. Defisiensi vitamin B12 jarang terjadi pada ovo dan ovolacto-vegetarian karena telur dan susu memiliki kandungan vitamin B12 yang cukup. Untuk mencegah defisiensi vitamin B12, atlet vegan perlu mengonsumsi tempe dan susu kedelai yang diberi fortifikasi vitamin B12. Tempe merupakan pangan nabati yang mengandung vitamin B12 meskipun kedelai sebagai bahan dasar tempe tidak mengandung vitamin B12.

Zat gizi lain yang ketersediaannya rendah pada diet vegetarian adalah zat besi. Kandungan zat besi pada pangan nabati adalah besi non-hem dengan tingkat penyerapan yang rendah. Padahal, zat besi sangat penting bagi atlet untuk metabolisme energi. Atlet membutuhkan simpanan zat besi yang cukup di dalam tubuhnya. Atlet dengan diet vegan, pesco, dan lacto vegetarian juga rentan mengalami defisiensi zat besi yang menyebabkan anemia karena susu dan ikan bukan merupakan sumber zat besi yang baik. Oleh karena itu, atlet tersebut membutuhkan suplemen zat besi.

Zink merupakan salah satu mineral yang memiliki peranan penting untuk menunjang performa atlet. Mineral ini terdapat pada hampir semua jaringan tubuh. Zink berperan sebagai kofaktor untuk lebih dari 100 enzim yang beberapa di antaranya penting dalam jalur metabolisme energi. Sumber terbaik zink adalah daging merah,

susu dan produk turunannya, serta seafood khususnya kerang. Kekurangan zink pada atlet dengan gaya hidup vegetarian. Sereal dalam bentuk *whole grain* beserta produk turunannya merupakan sumber utama zink pada atlet vegetarian. Namun, keberadaan asam fitat dan serat pangan akan menurunkan bioavailabilitas zink. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa latihan fisik akan meningkatkan kehilangan zink dan menyebabkan kadar zink di dalam tubuh atlet rendah sehingga perlu diimbangi dengan asupan yang cukup.

Atlet vegan cenderung memiliki kadar kalsium yang rendah meskipun asupan sayuran daun berwarna hijau cukup dan asupan susu juga cukup pada atlet lacto-vegetarian. Seperti pada zat besi dan zink, penyerapan kalsium dapat dihambat oleh asam fitat, asam oksalat, serat pangan, dan tanin yang banyak terdapat pada pangan nabati. Asam fitat banyak ditemukan di sereal *whole grain* sedangkan asam oksalat banyak ditemukan di buah bit, bayam, dan sayuran daun berwarna hijau tua lainnya. Tanin banyak terdapat pada teh dan kopi. Selain rendahnya penyerapan kalsium karena adanya zat-zat pengganggu tersebut, penyerapan dan utilisasi kalsium rendah juga dapat disebabkan karena rendahnya Vitamin D dari dalam tubuh. Pangan hewani merupakan sumber vitamin D yang baik sehingga atlet vegan memiliki potensi besar kekurangan vitamin D. Atlet vegetarian yang membatasi asupan susu dan produk turunannya harus mengonsumsi suplemen kalsium atau mengonsumsi pangan yang kaya kalsium seperti sayuran berdaun hijau tua atau susu kedelai yang telah difortifikasi kalsium setiap hari. Susu skim merupakan pangan dengan densitas kalsium yang paling tinggi dengan tingkat penyerapan yang tinggi dan kandungan energinya yang rendah. Tahu yang dalam pembuatannya menggunakan tambahan kalsium karbonat juga dapat menjadi pilihan pangan sumber kalsium untuk atlet vegetarian.

III. ATLET DENGAN DIABETES MELLITUS

Regulasi glukosa darah sangat kompleks dan kaitannya dengan Lahan, ada beberapa hormone yang berperan pada regulasi glukosa darah. Insulin merupakan hormone utama yang mengatur pengambilan glukosa dari dalam darah dan mengubahnya menjadi glikogen di dalam hati ataupun otot. Selama latihan, konsentrasi glukagon, katekolamin, kortisol, dan hormone pertumbuhan semuanya meningkat yang kemudian akan menstimulasi pelepasan glukosa dari hati untuk memastikan bahwa kadar glukosa darah selama latihan tetap terjaga.

Diabetes mellitus merupakan gangguan metabolisme glukosa darah yang menyebabkan kadar glukosa darah tinggi. Ada dua jenis DM yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2. DM tipe 1 disebabkan oleh produksi insulin yang tidak cukup di dalam tubuh. Sementara itu, DM tipe 2 disebabkan oleh resistensi insulin atau berkurangnya sensitivitas insulin. DM tipe 1 selalu memerlukan suntik insulin.

Atlet penyandang DM tipe 1 memerlukan terapi injeksi insulin jangka panjang setiap hari. Injeksi insulin dapat berupa *long-acting* (terjadi peningkatan konsentrasi insulin darah selama beberapa jam), *rapid-acting* (terjadi peningkatan konsentrasi insulin dalam waktu cepat) maupun kombinasi keduanya. Pada malam hari, dan terkadang pada pagi hari juga injeksi insulin *long-acting* diperlukan untuk mempertahankan konsentrasi insulin basal. Sebelum setiap kali waktu makan, insulin *rapid-acting* disuntikkan untuk mencegah peningkatan glukosa darah yang tinggi. Dosis insulin tergantung pada kondisi individual, konsentrasi glukosa darah sehingga sangat

penting untuk mengukur kadar glukosa darah secara rutin untuk memperoleh dosis yang tepat. Dengan demikian, atlet dengan DM tipe 1 dapat mencapai performa olahraga ataupun latihan yang optimal. Konsentrasi insulin penting untuk mengontrol kadar glukosa darah. Konsentrasi insulin yang sangat tinggi apalagi jika disertai dengan latihan fisik akan dapat menyebabkan hipoglikemia.

Pada atlet dengan DM tipe 1 hindari injeksi insulin sesaat sebelum latihan untuk mencegah hipoglikemia. Direkomendasikan untuk tidak melakukan latihan jika kadar glukosa darah lebih dari 16 mM atau 288 mg/dl. Kadar glukosa darah yang terlalu tinggi menandakan rendahnya kadar insulin. Konsentrasi insulin yang rendah akan menyebabkan peningkatan lipolysis dan tingginya kadar NEFA (non-esterified fatty acid) yang meningkatkan produksi badan keton dan menimbulkan asidosis. Jika makanan dalam jumlah besar dikonsumsi sesaat sebelum latihan dan injeksi insulin *rapid-acting* dilakukan dengan dosis minimal maka latihan fisik akan dapat menurunkan kadar glukosa darah pada level normal. Meskipun latihan fisik dapat menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan sensitivitas insulin, tapi latihan fisik bukan merupakan treatment untuk DM tipe 1 karena masalahnya bukan pada sensitivitas insulin, tapi jumlah insulin yang diproduksi memang kurang.

Atlet elit khususnya pada olahraga yang bersifat endurance memerlukan karbohidrat dalam jumlah yang lebih tinggi yang membuat regulasi glukosa darah lebih rumit. Atlet direkomendasikan untuk mengukur kadar glukosa darah sebelum dan setelah latihan pada jenis, intensitas, dan durasi latihan yang berbeda. Untuk menghindari hipoglikemia, konsumsi makanan dalam jumlah banyak 1-3 jam sebelum latihan dan hindari injeksi insulin sebelum makan. Injeksi insulin khususnya insulin *rapid-acting* pada saat recovery setelah latihan akan lebih efektif meningkatkan restorasi glikogen. *Carbohydrate loading* tidak dianjurkan untuk anak-anak DM yang menggunakan injeksi insulin.

Pada DM tipe 2 awalnya terdapat resistensi insulin di sel-sel otot dan hati, tetapi tubuh meresponnya dengan memproduksi insulin yang lebih banyak dan kadar glukosa darah tetap normal. Namun, resistensi insulin meningkat sedangkan pankreas tidak dapat memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup untuk mengatur metabolisme glukosa darah sehingga terjadi hiperglikemia. Latihan dengan intensitas sedang pada orang dengan DM tipe 2 dapat menurunkan kadar glukosa darah ke level normal dan meningkatkan sensitivitas insulin di sel-sel otot. Latihan fisik juga dapat menurunkan faktor risiko untuk terjadinya penyakit-penyakit kardiovaskular pada orang dengan DM tipe 2. Tujuan utama latihan fisik pada orang dengan DM tipe 2 adalah untuk memperbaiki kebugaran. Atlet dengan DM tipe 2 juga penting untuk memperhatikan risiko masalah pada kaki khususnya diabetes dengan neuropati, pilihlah kaos kaki dan sepatu dengan kualitas yang baik dan selalu menjaga kebersihan.

DM tipe 2 terkait dengan pola makan yang buruk dan erat hubungannya dengan obesitas dan tingkat aktifitas fisik yang rendah. Pada penyandang DM tipe 2 yang tadinya jarang melakukan latihan fisik, latihan harus dimulai dengan intensitas yang ringan. Latihan lari dapat menyebabkan masalah pada sendi pada penyandang DM tipe 2 yang kelebihan berat badan atau obesitas. Bersepeda dan berenang merupakan pilihan latihan fisik yang baik untuk penyandang DM tipe 2. Peningkatan intensitas latihan secara progresif penting untuk perbaikan toleransi glukosa. Latihan *endurance* dengan intensitas tinggi sangat efektif untuk menurunkan berat badan dan

meningkatkan sensitivitas insulin. Latihan kekuatan tidak seefektif latihan aerobik dalam meningkatkan sensitivitas insulin, tetapi efektif untuk meningkatkan toleransi glukosa khususnya pada kelompok lanjut usia. Sebagian besar glukosa darah diambil oleh sel-sel otot dan peningkatan massa otot akan memperbaiki pengambilan glukosa darah.

Pada atlet dengan DM tipe 2 dianjurkan untuk mengurangi asupan lemak karena lemak dapat memperparah resistensi insulin. Makanlah makanan kecil sebelum memulai olah raga, jika kadar gula darah atlet dalam batas normal. Kenalilah gejala hipoglikemia, dan segeralah menghentikan olah raga jika atlet merasakannya. Segera periksa lagi kadar gula darah, lalu lakukan penanganan sesuai hasilnya. Rencanakan makan dengan baik, selama latihan jangka panjang ganti persediaan glukosa secara teratur. Makanan atlet sesuai kebutuhan atlet dengan mengacu pada prinsip 3 J yaitu makanlah sesuai jadwal, jumlah dan jenis makanan terutama mereka yang menggunakan obat penurun glukosa darah atau insulin. Pemilihan makanan dengan indeks glikemik rendah dan sedang dapat mengontrol glukosa darah. Akan tetapi untuk latihan yang lebih lama membutuhkan makanan dengan indeks glikemik tinggi saat pemulihan.

Tabel 13. 1 Anjuran Asupan Karbohidrat Sebelum Latihan Untuk Atlet DM

| No. | Intensitas dan lama latihan | Kadar glukosa darah (mg/dl) | Asupan Karbohidrat (gram) |
|-----|---|-----------------------------|--|
| 1 | Singkat, intensitas tinggi < 30 menit (sprint) | 108 - 180 | Tidak dibutuhkan |
| 2 | Ringan, selama 30-60 menit (jalan 30 menit, aerobik) | < 108 | |
| | | ≥ 108 | Tidak dibutuhkan |
| 3 | Sedang, < 45 menit (renang, jogging, bola tenis, bola basket) | < 108 | 30-45 |
| | | 108 -180 | 15 |
| | | 180 - 252 | Tidak dibutuhkan |
| | | >252 | Tidak dianjurkan berlatih, asupan ditangani secara khusus oleh tim kesehatan |

| No. | Intensitas dan lama latihan | Kadar glukosa darah (mg/dl) | Asupan Karbohidrat (gram) |
|-----|---|--|--|
| 4 | Sedang, > 60 menit (sepak bola, bersepeda) | 180 - 252 + penurunan dosis insulin | 10-15 gram/jam |
| | | 234 - 252 dan ada ketosis | Tidak dianjurkan berlatih, asupan ditangani secara khusus oleh tim kesehatan |
| | | < 300 dan tidak ada ketosis | Tidak dianjurkan berlatih, asupan ditangani secara khusus oleh tim kesehatan |
| 5 | Berat, < 60 menit : (triathlon, marathon, lomba kanu/ kayak/perahu dayung, bersepeda jarak jauh) | < 108 | 45 gram |
| | | 108 - 180 | 30-45 gram |
| | | 180 - 252 | 15-30 gram |
| | | > 252 | Tidak dianjurkan berlatih, asupan ditangani secara khusus oleh tim kesehatan |
| 6 | Berat, > 60 menit : *) (triathlon, marathon, lomba kanu/kayak/ perahu dayung, bersepeda jarak jauh) | < 108 | 50 gr/jam (sebelum dan selama latihan) |
| | | 108 - 180 | 25 gr/jam (sebelum dan selama latihan) |
| | | > 180 - 252 | 10-15 gr/jam (sebelum dan selama latihan) |

Keterangan : *) karbohidrat diberikan menjelang (10-15 menit) dan selama latihan untuk setiap 1 jam

Sumber: Kemenkes (2014)

Tes Formatif

- Bahan pangan kaya kalsium berikut yang dianjurkan untuk dikonsumsi atlet vegan setiap hari adalah ...
 - Wortel
 - Kangkung
 - Kedelai
 - Kol
 - Lobak
- Masalah gizi yang sering dialami oleh atlet vegetarian kecuali ...
 - Defisiensi zat besi
 - Defisiensi kalsium
 - Defisiensi serat
 - Defisiensi zink
 - Defisiensi vitamin B12
- Atlet DM tipe 1 tidak diperbolehkan melakukan latihan fisik jika kadar glukosa darahnya ...
 - 16 mM
 - 4 mM
 - 16 mg/dl
 - 14 mg/dl
 - 288 mg/dl

Jawaban Tes Formatif 13

1. B
2. C
3. A

MODUL 14: Skenario / Kasus Gizi Olahraga

Materi 14

Pada modul ini Anda diminta menyelesaikan kasus gizi olahraga dalam kelompok. Kasus bersifat komprehensif, membutuhkan integrasi dari seluruh materi yang telah diajarkan dari modul 1 – 13. Anda diminta berpikir kritis, sintetis dan taktis dalam memecahkan masalah pada kasus tersebut.

Skenario 1

Seorang anak laki-laki usia 17 tahun dengan BB 60 kg dan TB 170 cm merasa tidak bugar karena mudah lelah saat beraktivitas fisik. Ia memiliki riwayat berat lahir 2.300 gram dengan panjang lahir 46 cm. Ia juga merasa sulit berkonsentrasi dan seringkali merasa mengantuk saat jam pelajaran. Saat pelajaran olahraga ia mudah ngos-ngosan dan jantungnya berdetak cepat setelah melakukan pemanasan berupa 2 kali lari kecil mengelilingi lapangan basket. Ia juga mengalami kesulitan jika diminta untuk mencium lutut atau melakukan *push up*.

Sehari-hari ia diantar-jemput menggunakan kendaraan pribadi dan tidak selalu sarapan sebelum berangkat ke sekolah karena khawatir terlambat. Saat makan siang, ia lebih sering mengonsumsi nasi dengan ayam goreng tepung atau burger dengan kentang goreng dan minum es teh manis. Sesekali ia mengonsumsi jus buah saat lidahnya terasa perih. Sepulang sekolah, ia mengikuti kegiatan bimbingan belajar hingga pukul 18.00. Malam hari saat di rumah ia mengerjakan tugas sekolah atau menonton televisi hingga pukul 24.00 dan kadang sambil mengonsumsi keripik kentang.

Pada Sabtu pagi ia seseekali bermain bulutangkis atau tenis meja dengan anggota keluarga yang lain. Sementara siang hingga malam hari dihabiskannya dengan pergi keluar rumah bersama anggota keluarga atau teman-temannya. Di hari Minggu ia lebih senang menghabiskan waktunya di rumah dengan tidur, membaca komik atau bermain video game.

Skenario 2

Dalam rangka menghadapi olimpiade, para atlet sedang melakukan pelatihan intensif sebuah pusat pelatihan. Pusat pelatihan terdiri atas beberapa cabang olahraga. Pada cabang olahraga ketahanan/*endurance* terdapat balap sepeda dan renang. Pada cabang olahraga kekuatan/*strength* terdapat angkat berat dan gymnastik. Sementara pada cabang olahraga permainan terdapat sepakbola.

Sebagian besar atlet berusia 20-25 tahun kecuali pada cabang renang dimana para atletnya berusia 15-20 tahun. Sehari-hari mereka mendapatkan makanan sesuai dengan kebutuhan gizi masing-masing cabang olahraga. Sebagian atlet merasa bosan dengan menu yang disajikan, sehingga pada akhir pekan sesekali mereka mengonsumsi makanan dari luar pusat pelatihan seperti bakso, mie ayam, burger atau kentang goreng.

Dalam 2 minggu terakhir, ada sejumlah atlet cabang angkat besi yang merasa mudah letih dan lelah sehingga mereka memutuskan untuk mengonsumsi suplemen BCAA, kreatinin dan bee pollen. Sementara beberapa atlet pada cabang balap sepeda dan renang mengonsumsi suplemen antioksidan karena merasa lebih bugar setelah mengonsumsi suplemen tersebut. Di cabang gimnastik terdapat atlet yang menerapkan diet vegetarian, sehingga ia rajin mengonsumsi suplemen multivitamin dan mineral untuk memenuhi kebutuhan gizinya dan meningkatkan performa fisiknya.

Lain halnya dengan cabang sepakbola. Demi meningkatkan keterampilan bermain, ketahanan fisik serta kapasitas aerobik, para atlet cabang sepakbola seminggu sekali berlatih tanding di stadion yang berada di ketinggian 1.700 mdpl. Mereka juga mendapatkan suplementasi Fe dan vitamin E untuk memaksimalkan hasil latihan.

Satu minggu menjelang keberangkatan, para atlet mendapatkan porsi latihan yang relatif lebih ringan. Mereka diingatkan oleh para pelatih terkait lama perjalanan yang akan ditempuh serta perbedaan waktu siang dan malam antara di tanah air dengan lokasi olimpiade.

Skenario 3

Seorang atlet renang jarak jauh, berjenis kelamin perempuan dengan usia 18 tahun memiliki tinggi badan 175 cm dengan berat 63 kg. Ia rajin mengikuti kompetisi renang. Tiga hari dalam seminggu ia berlatih renang selama 8 jam dan diselingi 2-3 hari latihan fisik di darat. Beberapa bulan lalu, ia memutuskan untuk tidak lagi mengonsumsi junk food dengan harapan dapat memperbaiki performa renangnya.

Setelah melakukan perubahan diet, catatan waktunya dalam 200 m gaya kupu-kupu, 400 m gaya bebas dan 1.500 m gaya bebas mulai membaik dan ia merasa senang dengan pencapaiannya tersebut. Hasil lain dari perubahan diet dan latihan kerasnya adalah penurunan berat badannya sekitar 12,5 kg dalam 6 bulan menjadi 63 kg seperti saat ini. Melihat keadaan ini, pelatihnya merasa khawatir bahwa ia telah berlebihan menurunkan berat badan dan juga telah mengalami penurunan massa otot yang malah akan berdampak negatif pada performa renangnya.

Saat ini ia sedang dalam masa persiapan pertandingan sehingga, ia mengonsumsi bermacam makanan dan juga minuman olahraga sebagai upaya mempertahankan berat badan dan kekuatannya serta mencegah dehidrasi. Tetapi ia belum mengetahui bagaimana cara pengaturan asupan yang sehat termasuk pengaturan makan dan minum sesaat menjelang pertandingan, saat dan setelah pertandingan.

Skenario 4

Seorang atlet angkat berat laki-laki berusia 25 tahun dan berlomba pada kelas 62 kg memiliki catatan angkatan 311 kg (*snatch* 141 kg, *clean & jerk* 170 kg). Saat ini ia sedang berkonsultasi pada ahli gizi karena merasa kesulitan dalam menjaga berat badannya agar tetap bisa bertanding di kelas tersebut. Kadar lemak tubuhnya terus meningkat walaupun ia secara rutin mengikuti latihan angkat berat. Ia melakukan latihan rutin 5 kali dalam seminggu selama 6 jam. Seusai latihan, kegiatannya

didominasi dengan aktivitas sedenter tetapi setiap akhir pekan ia rutin berjalan santai sejauh 2 km bersama istrinya.

Hasil pengukuran antropometri oleh ahli gizi menunjukkan tinggi badannya 157 cm dengan berat badan 62 kg. Saat dilakukan penilaian asupan, diketahui bahwa rata-rata asupannya sebesar 3.500 kkal per hari. Ia juga menceritakan bahwa setiap harinya mengonsumsi 250 gram protein tambahan yang berasal dari makanan alami dan suplemen dengan tujuan membantu pembentukan otot dan mempercepat pemulihan pasca bertanding. Selain itu diketahui pula bahwa asupan karbohidratnya tergolong rendah karena ia sedang menjalani Diet Atkins dengan harapan dapat mengontrol berat badan dan kadar lemaknya.

Ia meminta nasihat gizi pada ahli gizi yang ditemuinya termasuk pengaturan makan di antara waktu pertandingan, sesaat sebelum bertanding, saat bertanding serta saat pemulihan pasca bertanding. Ia juga ingin tahu apakah kebiasaan mengonsumsi cairan elektrolit saat dan setelah bertanding baik untuk mencegah dehidrasi.

I. Langkah 1: menemukan kata sulit dan kata kunci

Pada langkah ini, temukan kata sulit pada skenario yang belum Anda pahami. Daftar kata sulit dan cari sendiri artinya pada sumber ilmiah. Selain kata sulit, Anda juga diminta untuk mencari kata kunci pada skenario. Kata kunci adalah kata unik yang menjadi landasan Anda menentukan masalah pada skenario tersebut. Kata sulit dan kata kunci dapat berupa sebuah kata maupun sebuah frase (beberapa kata).

II. Langkah 2: menyusun kalimat masalah

Setelah Anda mendaftar kata kunci, maka Anda susun kata kunci tadi menjadi kalimat utuh yang mendeklarasikan masalah pada skenario. Kalimat masalah hendaknya singkat namun padat dan jelas. Susunlah kalimat masalah dengan Bahasa Indonesia yang baik dan benar, setidaknya mengandung S, P, O dan K.

III. Langkah 3: menyusun pohon masalah

Setelah Anda mendeklarasikan kalimat masalah, berarti Anda sudah menemukan "masalah utama" pada skenario. Letakkan masalah utama ini sebagai "puncak" pohon masalah. Temukan penyebab langsung sebagai "ranting" dan penyebab tidak langsung sebagai "dahan" hingga Anda menemukan penyebab dasar sebagai "akar" pohon masalah. Arahkan panah sesuai dengan hubungan sebab akibat yang logis dan ilmiah. Lakukan kajian pustaka untuk mengarahkan hubungan sebab akibat.

IV. Langkah 4: membuat dan menjawab pertanyaan

Saat menyusun pohon masalah tentunya Anda menemukan kesulitan dalam menentukan arah hubungan maupun keterkaitan antara satu faktor dengan faktor lainnya. Oleh karena itu, untuk membantu menemukan hubungan faktor pada pohon masalah Anda dapat membuat pertanyaan-pertanyaan. Pertanyaan yang diajukan sifatnya bebas, utamakan untuk mencari hubungan antar faktor. Upayakan semua pertanyaan dapat menjawab pemecahan masalah yang ada di skenario.

V. Langkah 5: Menyusun pemecahan kasus

Setelah pohon masalah diketahui dan hubungan antar faktor maka Anda mulai melihat permasalahan secara utuh. Pada tahap ini Anda dan kelompok sudah dapat menyusun rencana pemecahan masalah. Solusi dapat diberikan secara berurut mulai dari asesmen dilanjutkan dengan diagnosis hingga monitoring dan evaluasi mengikuti prinsip ADIME.

Latihan 14

1. Sebutkan langkah-langkah dalam memecahkan kasus gizi olahraga!
2. Bagaimana menyusun kalimat masalah?
3. Bagaimana menyusun pohon masalah?
4. Bagaimana menyusun pertanyaan?
5. Bagaimana menyusun pemecahan kasus?

Jawaban Latihan 14

1. Langkah-langkah dalam memecahkan kasus gizi olahraga yakni:
 - a) Menemukan kata sulit dan kata kunci
 - b) Menyusun kalimat masalah
 - c) Menyusun pohon masalah
 - d) Membuat dan menjawab pertanyaan
 - e) Menyusun langkah pemecahan
2. Kalimat masalah disusun berdasarkan kata kunci. Ketentuan SPOK perlu diperhatikan untuk menyusun kalimat masalah yang singkat namun padat dan jelas.
3. Pohon masalah disusun dengan dasar sebab akibat yang logis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Masalah utama diletakkan sebagai puncak, faktor langsung sebagai ranting, faktor tidak langsung sebagai dahan dan faktor dasar sebagai akar masalah.
4. Pertanyaan yang dilontarkan bersifat bebas namun diutamakan terkait hubungan antar faktor dalam pohon masalah. Pertanyaan ditujukan untuk memecahkan permasalahan di skenario.
5. Pemecahan kasus disusun secara urut dengan runut ADIME.

Rangkuman 14

1. Langkah-langkah dalam memecahkan kasus gizi olahraga yakni:
 - a) Menemukan kata sulit dan kata kunci
 - b) Menyusun kalimat masalah
 - c) Menyusun pohon masalah
 - d) Membuat dan menjawab pertanyaan
 - e) Menyusun langkah pemecahan

2. Kalimat masalah disusun berdasarkan kata kunci. Ketentuan SPOK perlu diperhatikan untuk menyusun kalimat masalah yang singkat namun padat dan jelas.
3. Pohon masalah disusun dengan dasar sebab akibat yang logis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Masalah utama diletakkan sebagai puncak, faktor langsung sebagai ranting, faktor tidak langsung sebagai dahan dan faktor dasar sebagai akar masalah.
4. Pertanyaan yang dilontarkan bersifat bebas namun diutamakan terkait hubungan antar faktor dalam pohon masalah. Pertanyaan ditujukan untuk memecahkan permasalahan di skenario.
5. Pemecahan kasus disusun secara urut dengan runut ADIME.

Tes Formatif 14

1. Kata maupun istilah baru yang belum dipahami disebut
 - a. Pertanyaan
 - b. Kata sulit
 - c. Kata kunci
 - d. Kalimat masalah
 - e. Pohon masalah
2. Kata yang menjadi pencetus kalimat masalah adalah
 - a. Pertanyaan
 - b. Kata sulit
 - c. Kata kunci
 - d. Kalimat masalah
 - e. Pohon masalah
3. Berikut ini yang bukan ketentuan kalimat masalah yang baik adalah
 - a. Disusun sepanjang mungkin
 - b. Mencakup kata sulit
 - c. Mencakup kata kunci
 - d. Memperhatikan SPOK
 - e. Jawaban C dan D benar
4. Menyusun pohon masalah harus
 - a. berdasarkan hubungan sebab akibat yang logis
 - b. dimulai dari kata sulit dahulu
 - c. dipertanggungjawabkan secara ilmiah
 - d. dilakukan setelah menyusun pertanyaan
 - e. A dan C benar
5. Berikut ini yang benar mengenai pemecahan masalah
 - a. Dilakukan sebelum pohon masalah
 - b. Dilakukan sebelum kalimat masalah
 - c. Disusun dengan menjelaskan arti kata sulit
 - d. Disusun dengan melontarkan pertanyaan

e. Disusun dengan ADIME

Jawaban Tes Formatif 14

1. B
2. C
3. E
4. E
5. E

Glosarium

Daftar Pustaka

- V. W. Barry *et al.*, "Fitness vs. fatness on all-cause mortality: A meta-analysis," *Progress in Cardiovascular Diseases*. Elsevier Inc., vol. 56, no. 4, pp. 382–390, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.pcad.2013.09.002.
- C. J. Caspersen, K. E. Powell, and G. M. Christenson, "Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research," *Public Health Reports*, vol. 100, no. 2, pp. 126–131, Oct. 1985, doi: 10.1177/2158244017712769.
- A. Fitriani and D. R. Purwaningtyas, "Indeks massa tubuh, asupan protein dan kekuatan otot pada perempuan remaja akhir di perkotaan," *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Kesmas) Khatulistiwa*, vol. 7, no. 4, Oct. 2020, pp. 166–177.
- G. Hervás, *et al.*, "Physical activity, physical fitness, body composition, and nutrition are associated with bone status in University students," *Nutrients*, vol. 10, no. 1, Oct. 2018, doi: 10.3390/nu10010061.
- W. W. K. Hoeger, W. W. and S. A. Hoeger, *No Title*, 12th ed. Belmont, CA USA: Wadsworth Cengage Learning, 2011.
- L. Indrawagita, "Hubungan status gizi , aktivitas fisik dan asupan gizi dengan kebugaran pada mahasiswi program studi gizi fkmui tahun 2009 Universitas Indonesia," B.S. thesis, Dept. Gizi FKMUI, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 2009.
- S. Kodama, *et al.*, "Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis," *JAMA - Journal of the American Medical Association*, vol. 301, no. 19, Oct. 2009, pp. 2024–2035, doi: 10.1001/jama.2009.681.
- R. Komala and E. K. Achmad, "Perbedaan status kebugaran berdasarkan status gizi , aktivitas fisik , dan asupan gizi pada mahasiswi gizi," B.S. thesis, Dept. Gizi FKM UI, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 2013.
- T. S. Olds, S. J. Kang, and D. Y. Kim, "Secular trends in the aerobic fitness test performance and body mass index of korean children and adolescents (1968 – 2000)," *nama jurnal, vol?*, Oct. 2007, pp. 314–320, doi: 10.1055/s-2006-924357.
- P. F. Saint-maurice, "Associations between attitudes toward physical education and aerobic capacity in hungarian high school students," *nama jurnal, vol?*, Oct. 2015, doi: 10.1080/02701367.2015.1043229.
- G. Tomkinson and T. Olds, "Children and adolescents (1980 – 2000)," *nama jurnal, vol?*, April, 2003. doi: 10.2165/00007256-200333040-00003.
- Kementerian Kesehatan, *Pedoman Gizi Olahraga Prestasi*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Kesehatan RI, 2014.
- Kementerian Kesehatan, *Buku Pintar Gizi bagi Atlet*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Kesehatan RI, 2021.
- Kementerian Kesehatan, *Panduan Pendampingan Gizi pada Atlet*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Kesehatan RI, 2021.

- K. A. Escobar, T. A. VanDusseldorp, and C. M. Kerksick, "Carbohydrate intake and resistance-based exercise: are current recommendations reflective of actual need?," *British Journal of Nutrition*, vol. 116, pp. 2053-2065, Dec. 2016, doi: 10.1017/S0007114516003949.
- R. J. Maughan, *Nutrition in Sport*. Malden, USA: Blackwell Science Ltd., 2000.
- N. Moyna and S. Madigan, *Sport Nutrition Handbook: Fuelling Wise for Sport & Exercise*. Ireland: Sport Ireland Institute, 2017.
- L. Burke and G. Cox, *The Complete Guide to Food for Sports Performance*. Crows Nest, Australia: Griffin Press, 2010.
- W. D. McArdle, F. I. Katch, V. L. Katch, *Sports and Exercise Nutrition*, 3rd ed. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.