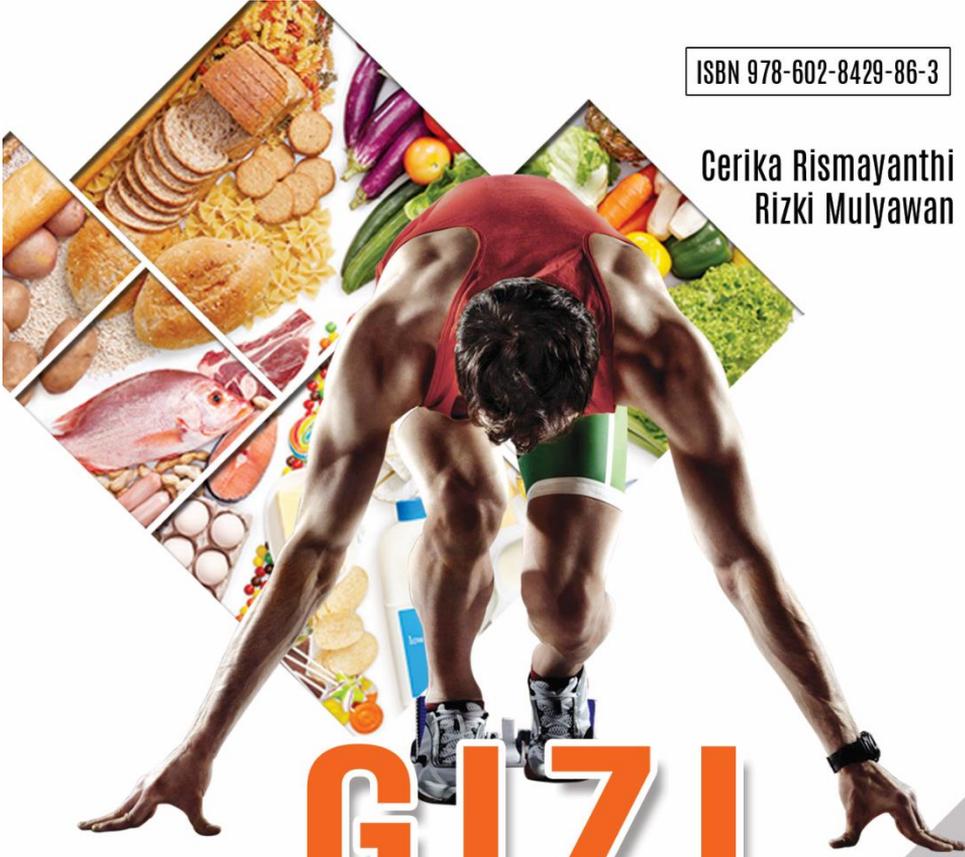


ISBN 978-602-8429-86-3

Cerika Rismayanthi  
Rizki Mulyawan



# GIZI OLAHRAGA

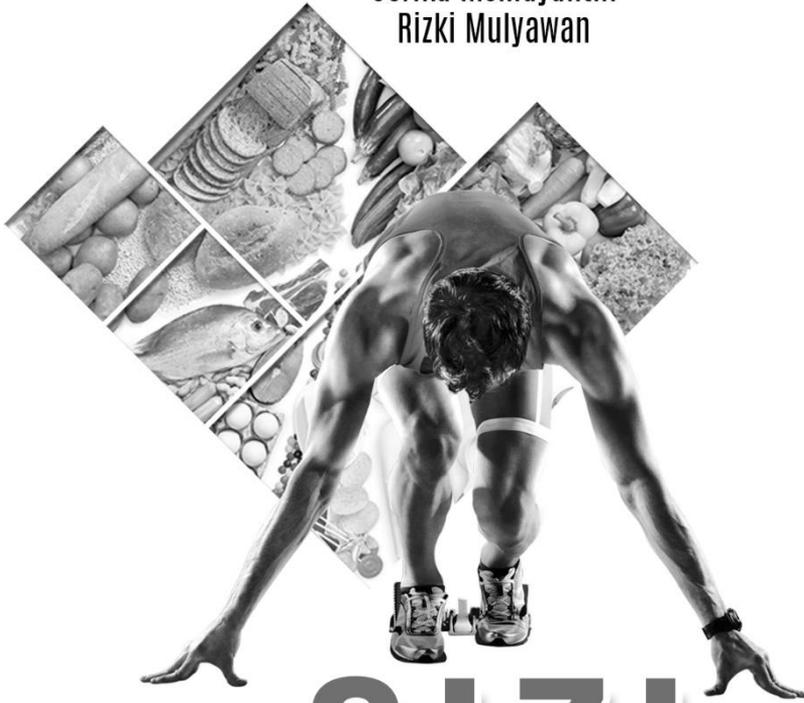
**APLIKASI PRAKTIS BAGI OLAHRAGAWAN**



Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2021



Cerika Rismayanthi  
Rizki Mulyawan



# GIZI OLAHRAGA

**APLIKASI PRAKTIS BAGI OLAHRAGAWAN**



Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2021

# Copyright

# PRAKATA

Buku Panduan *Gizi Olahraga: Aplikasi Praktis bagi Olahragawan* digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana individu dapat menyesuaikan pola asupan makanan dengan mempertimbangkan makro dan mikronutrisi yang harus diatur. Nutrisi olahraga menjadi kunci dalam mempelajari rekomendasi asupan makanan dan minuman disertai dengan kemampuan menganalisis tipe gerakan atau aktivitas pada setiap cabang olahraga. Aktivitas fisik dan latihan memiliki peranan penting untuk mempromosikan kesehatan, gaya hidup sehat, dan menurunkan resiko terhadap penyakit. Latihan rutin sangat krusial untuk memaksimalkan kemampuan individu dan performa tim saat menghadapi kompetisi. Apalagi jika ditambah dengan kemampuan mengatur pola makan, akan terbentuk kontribusi yang positif dalam mencapai performa maksimal, prestasi, ataupun hanya sekedar mempertahankan derajat kesehatan.

Fenomena-fenomena yang terjadi saat seseorang melakukan gerakan dalam cabang olahraga tertentu ada baiknya dianalisis, kemudian dipetakan mengenai kebutuhan asupan makanan dan minuman dengan menyesuaikan kebutuhan karakteristik cabang olahraga masing-masing. Jangan sampai sudah mengetahui berbagai efek yang diberikan jika sebelum atau setelah melakukan latihan tidak mengonsumsi makanan dan minuman yang tepat, tetapi hal tersebut tidak diterapkan, alhasil hilangnya kontribusi positif tambahan dari area gizi. Untuk itu, diharapkan pembaca memahami bagaimana pemahaman tentang makro dan mikronutrisi dapat diterapkan di kehidupan sehari-hari, menyesuaikan aktivitas yang dilakukan dan respon tubuh.

Buku ini didesain untuk para pembaca agar dapat lebih mudah dipahami dan mengapresiasi seluruh aspek yang menunjang ketika berolahraga, yang tidak hanya membahas soal gerak saja, tetapi aspek nutrisi sebagai dasar ilmu. Sebanyak sepuluh topik dipilih agar dapat membantu mendasari berbagai pemahaman para pegiat olahraga dan ahli olahraga agar dapat ikut serta meningkatkan perkembangan olahraga di Indonesia.

# DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
<b>BAB I FAKTOR NUTRISI BAGI PERFORMA DAN KESEHATAN.....</b>	<b>1</b>
A. Peran Nutrisionis .....	1
B. Mengevaluasi Asupan Makanan Seimbang .....	2
C. Mikronutrien.....	3
D. Karbohidrat.....	4
E. Lemak.....	9
F. Protein .....	13
G. Mikronutrien.....	20
H. Vitamin dan Performa Olahraga.....	21
I. Mineral dan Performa Olahraga .....	27
<b>BAB II PENGATURAN MAKANAN SEBELUM, SELAMA, DAN SETELAH BEROLAHRAGA .....</b>	<b>33</b>
A. Pengaturan Makanan Sebelum Berolahraga .....	34
B. Pengaturan Makanan Selama Berolahraga .....	41
C. Pengaturan Makanan Setelah Berolahraga .....	44
<b>BAB III PENINGKATAN MASSA OTOT DENGAN PROTEIN. 53</b>	<b>53</b>
A. Protein .....	54
B. Massa Otot .....	58
C. Kebutuhan Protein untuk Atlet dan Individu .....	60
<b>BAB IV CAIRAN UNTUK TUBUH.....</b>	<b>66</b>
A. Dehidrasi .....	67
B. Hiponatremia.....	69
C. Mengukur Status Hidrasi .....	72
D. Hidrasi dan Performa .....	73
E. Latihan Ketahanan Aerobik .....	74
F. Latihan Kekuatan dan Performa Daya Ledak.....	79

BAB V	PENGATURAN BERAT BADAN BAGI OLAHRAGAWAN.....	81
	A. Keseimbangan Energi .....	82
	B. Pendekatan Pembatasan Energi .....	85
	C. Estimasi Kebutuhan Kalori Harian .....	86
	D. Mencapai Berat Badan Ideal .....	89
	E. Waktu Konsumsi Makanan .....	90
	F. Diet Tinggi Karbohidrat, Rendah Lemak .....	92
	G. Diet Tinggi Protein.....	95
BAB VI	MAKANAN DAN MINUMAN PENAMBAH ENERGI SELAMA BEROLAHRAGA .....	98
	A. Kandungan <i>Sport Drink</i> .....	101
	B. <i>Sport Bar</i> .....	102
BAB VII	SUPLEMEN DAN ERGOGENIC AIDS .....	105
	A. Kafein.....	106
	B. Kreatin.....	107
	C. Beta Alanin .....	109
	D. Nitrat .....	110
	E. Sodium Bikarbonat.....	111
BAB VIII	<i>CARBOHYDRATE LOADING</i> .....	114
BAB IX	GANGGUAN MAKAN .....	120
	A. Anorexia Nervosa .....	120
	B. Bulimia Nervosa .....	123
BAB X	FOOD OBSESSION .....	128
	DAFTAR PUSTAKA .....	132

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sumber Tenaga Sebelum Latihan .....	39
Tabel 2.2 Sumber Tenaga Selama Latihan .....	42
Tabel 2.3 Sumber Tenaga Setelah Latihan .....	46
Tabel 2.4 Kandungan Kalium dalam Makanan Pemulihan .....	49
Tabel 2.5 Kandungan Natrium dalam Makanan Pemulihan .....	49
Tabel 3.1 Perbedaan Asam Amino Esensial dan Nonesensial .....	55
Tabel 3.2 Asam Amino Nonesensial per 26 gram .....	56
Tabel 3.3 Asam Amino Esensial per 26 gram .....	57
Tabel 3.4 Rekomendasi Protein .....	62
Tabel 3.5 Protein pada Makanan Umum .....	64
Tabel 3.6 Contoh Konsumsi Protein Harian .....	65
Tabel 4.1 Elektrolit yang Hilang dalam Keringat .....	68
Tabel 4.2 Kandungan Elektrolit dalam Keringat pada Subjek yang Fit dan Tidak Fit.....	70
Tabel 4.3 Jumlah Kalori pada Berbagai Minuman .....	75
Tabel 4.4 Perbandingan Minuman Setelah Latihan .....	78
Tabel 5.1 Estimasi Kalori Berdasarkan Tingkat Aktivitas .....	87
Tabel 5.2 Tingkat Aktivitas .....	88

# **BAB 1**

## **FAKTOR NUTRISI BAGI PERFORMA DAN KESEHATAN**

Ahli nutrisi atau nutrisisionis merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari performa atlet profesional. Mereka, sebagai profesional di bidang makanan, harus mampu memberikan pola makan yang baik dan benar kepada atlet sesuai kebutuhannya dalam menunjang program Latihan, sehingga atlet mampu memberikan hasil yang maksimal ketika berkompetisi atau bertanding.

Dalam perjalanannya, baik ketika kompetisi atau *training camp*, seorang atlet akan mengalami berbagai masalah asupan makanan. Oleh karena itu, ahli nutrisi yang menangani atlet tersebut harus mengetahui tanda-tanda gangguannya, kemudian melakukan penilaian dan memberikan informasi bagaimana menghadapi dan mengatasi gangguan saat makan yang dialaminya.

### **A. Peran Nutrisisionis**

Nutrisisionis memiliki tanggung jawab terhadap kebutuhan makanan atlet dan bersinergi dengan beberapa ahli lain baik itu tim pelatih, dokter, dan para profesional lainnya untuk memberikan saran yang tepat bagi atlet mengenai nutrisi.

Adapun tanggung jawab dari nutrisisionis terhadap para atletnya, antara lain:

- Memberikan konsultasi nutrisi secara personal: mengenai turunnya berat badan dan pertambahan berat badan, strategi untuk meningkatkan performa, perencanaan menu, dan suplemen makanan.

- Merekam dan menganalisis asupan makanan.
- Memberikan edukasi nutrisi: presentasi dan membuat selebaran informasi nutrisi.
- Memberikan perlakuan (*treatment*) pada orang yang mengalami gangguan makan.

Asupan nutrisi yang baik buat atlet memiliki beberapa tujuan, seperti; untuk meningkatkan energi, membentuk otot, mengurangi lemak, menyembuhkan cedera dan meningkatkan waktu pemulihan (*recovery*) antara latihan dan kompetisi. Tahapan pertama dalam konsultasi mengenai nutrisi adalah mengetahui tujuan atau maksud atlet tersebut mengonsumsi makanan tertentu. Konsultasi dapat membantu atlet mengatasi gangguan makan atau sulitnya memperoleh pengetahuan mengenai nutrisi yang komplit, termasuk menganalisis, merekam, serta pengesanan antropometrik dan di laboratorium.

## **B. Mengevaluasi Asupan Makanan Seimbang**

Tujuan atlet dalam mengonsumsi makanan adalah untuk mengoptimalkan komposisi tubuh dan memaksimalkan performa ketika latihan atau bertanding. Adapun beberapa atlet lain memiliki tujuan untuk mempromosikan kesehatan agar dengan makanan yang dikonsumsi dapat mencegah penyakit, seperti penyakit jantung dan kanker. Terdapat dua komponen dasar pada asupan makanan yang harus diketahui baik oleh atlet maupun oleh nutritionis, diantaranya adalah:

1. Level jumlah kalori yang sesuai
2. Level nutrisi yang cocok untuk mencegah kekurangan nutrisi atau keracunan.

Terdapat tipe dan jumlah makanan untuk dimakan dalam satu hari yang direkomendasikan dan dibutuhkan untuk kesehatan, diantaranya adalah:

1. Biji-bijian (*grains*)
2. Sayuran
3. Buah
4. Susu
5. Daging dan Kacang

Secara umum, *grains* menyediakan karbohidrat (gula dan tepung), hal ini sama dengan buah dan sayur yang merupakan sumber utama dari fiber, riboflavin, thiamin, niacin, folate, vitamin C, dan beta carotene. Sedangkan daging, ikan, kacang, dan telur adalah sumber utama protein, zat besi, zinc dan vitamin B12. Jika pola makan atau diet yang disuplai dari berbagai grup setiap sumber makanan seimbang maka akan memberikan keseimbangan. Hal ini berbeda, jika mengurangi sumber makanan dari salah satu grup maka kunci asupan nutrisi akan hilang. Contoh kasus seperti mengurangi konsumsi susu dapat menyebabkan kekurangan kalsium dan riboflavin, kekurangan buah dan sayuran meningkatkan resiko kekurangan vitamin C dan asupan beta karotin.

## **C. Makronutrien**

Makronutrien adalah zat yang diperlukan dengan jumlah besar dalam menu makanan. Terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak. Konsumsi makronutrien sangat penting untuk aktivitas penunjang kehidupan termasuk mempertahankan struktur dan fungsional tubuh manusia. Dalam bidang nutrisi olahraga, makronutrien sering dibahas dalam hal produksi energi dan perannya dalam membangun otot rangka yang selanjutnya dapat dilatih atau distimulasi untuk

meningkatkan produksi tenaga. Secara lebih spesifik, karbohidrat dan lemak adalah nutrisi utama yang digunakan untuk produksi energi, sedangkan protein hanya menyumbang sebagian kecil dari total energi yang digunakan. (Lemon dan Nagle 1981; van Loon et al. 1999).

## **D. Karbohidrat**

Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung tiga jenis atom; karbon, hidrogen, dan oksigen. Mayoritas karbohidrat yang dikonsumsi oleh manusia berasal dari sumber makanan nabati. Namun, beberapa karbohidrat lainnya ditemukan dalam produk hewani. Liver atau hati dapat membuat karbohidrat menggunakan asam amino dan komponen lemak tertentu seperti gliserol. Karbohidrat digunakan di seluruh tubuh dalam berbagai fungsi dan memiliki empat fungsi penting untuk berbagai jaringan tubuh dalam kaitannya terhadap performa olahraga dan metabolisme energi, diantaranya adalah (NSCA, 2011):

1. Karbohidrat adalah sumber energi untuk sel saraf dan sel darah merah.
2. Karbohidrat adalah sumber energi untuk otot rangka, terutama otot yang berhubungan dengan aktivitas fisik.
3. Ketika mengalami metabolisme dalam tubuh, karbohidrat berfungsi sebagai karbon primer untuk masuknya lemak ke dalam siklus Krebs.
4. Karbohidrat berperan sebagai penghemat protein dari penggunaannya sebagai sumber energi selama latihan dan latihan berat.

### **Jenis Karbohidrat**

Masing-masing jenis karbohidrat memiliki bentuk, fungsi, dan pengaruh yang berbeda terhadap seseorang ketika latihan atau sedang mengikuti

pertandingan. Unit dasar dari semua karbohidrat adalah monosakarida. Monosakarida yang diserap oleh manusia semuanya memiliki enam karbon; sementara mereka hanya sedikit berbeda dalam konfigurasi kimianya. Istilah "gula" biasanya digunakan untuk merujuk pada monosakarida dan disakarida seperti sukrosa (juga dikenal sebagai gula meja). Istilah "karbohidrat kompleks" dan "pati" secara luas digunakan untuk merujuk pada rantai panjang atau polimer, monosakarida dalam tumbuhan dan makanan yang berasal dari tumbuhan seperti biji-bijian, roti, sereal, sayuran, dan nasi. Bagian berikut membahas terminologi untuk gula ini dan jenis gula lainnya dalam makanan. Penting bagi atlet untuk memahami berbagai jenis karbohidrat dan bagaimana fungsinya di dalam tubuh —jenis mana yang dengan cepat memulihkan glikogen otot yang habis, jenis mana yang mempertahankan kadar glukosa darah selama kompetisi (penting untuk mempertahankan produksi tenaga), dan jenis mana yang meningkatkan kesehatan secara umum (yaitu, kesehatan jantung) (NSCA, 2011).

## **Monosakarida**

Tiga molekul gula monosakarida makanan memiliki pengaturan serupa dari rumus kimia heksosa (enam karbon),  $C_6H_{12}O_6$ . Gula ini adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa yang dikenal sebagai dekstrosa atau gula darah adalah monosakarida terpenting dan paling utama yang digunakan oleh sel manusia. Monosakarida mudah diserap dari makanan, disintesis di dalam tubuh dari pencernaan monosakarida lainnya, atau dilepaskan dari molekul karbohidrat yang lebih kompleks yang disebut polisakarida seperti pati atau glikogen.

Setelah proses pencernaan, glukosa dalam makanan diserap dari usus kecil ke dalam darah untuk dijadikan sumber energi untuk metabolisme sel, untuk penyimpanan antarsel sebagai glikogen (terutama di hati dan otot rangka), atau

untuk perubahan terbatas menjadi lemak di dalam liver atau hati. Fruktosa dan galaktosa memiliki ikatan karbon, hidrogen, dan oksigen yang sedikit berbeda dari glukosa. Fruktosa, juga dikenal sebagai levulosa atau gula buah, yaitu gula dengan rasa paling manis dan ditemukan di dalam buah-buahan dan madu. Fruktosa dalam makanan diserap dari usus kecil ke dalam darah dan dikirim ke hati untuk diubah menjadi glukosa. Galaktosa yang berada di alam hanya dalam kombinasi dengan glukosa, membentuk disakarida laktosa, gula susu hanya ada di kelenjar susu mamalia. Seperti halnya fruktosa, liver atau hati mengubah galaktosa makanan menjadi glukosa. Dari ketiga monosakarida, glukosa adalah yang terpenting, terutama untuk orang yang aktif secara fisik atau untuk atlet yang sedang berlatih. Setelah diserap oleh usus kecil, fruktosa dan galaktosa harus masuk ke hati untuk diubah menjadi glukosa yang dalam prosesnya membutuhkan waktu (NSCA, 2011).

### **Oligosakarida**

Oligosakarida terdiri dari 2 hingga 10 monosakarida yang terikat bersama. Sedangkan disakarida adalah gabungan dari dua monosakarida dan merupakan oligosakarida utama yang ditemukan di alam. *Double sugar* atau "Gula ganda" ini terbentuk ketika molekul glukosa secara kimiawi terikat dengan fruktosa untuk membentuk sukrosa, dengan galaktosa membentuk laktosa, atau dengan glukosa monosakarida lain untuk membentuk maltosa. Sukrosa adalah disakarida yang paling umum dan sangat mudah ditemukan pada sebagian besar makanan berkarbohidrat tetapi sangat lazim di makanan yang diproses. Laktosa atau sebutan lainnya gula susu adalah disakarida yang paling tidak manis. Maltosa, juga disebut gula malt, ditemukan dalam produk biji-bijian seperti sereal dan makanan berbiji. Meskipun maltosa terdiri dari dua monosakarida glukosa, maltosa sendiri hanya menyumbang sebagian kecil dari karbohidrat makanan.

Bersama-sama, mono- dan disakarida dikenal sebagai gula sederhana. Gula ini dikemas secara komersial dengan berbagai istilah. Gula merah, sirup jagung, sirup buah, madu, dan pemanis alami semuanya adalah gula sederhana. Monosaccharides yang paling dikenal adalah glukosa. Glukosa sebagai sirkulasi gula dalam darah, adalah sumber energi utama dalam sel; dan menyusun glikogen. Monosaccharides terdapat pada sayur dan buah-buahan (NSCA, 2011).

## **Polisakarida**

Polisakarida adalah istilah untuk karbohidrat yang terdiri dari 10 hingga ribuan molekul gula sederhana yang terikat secara kimiawi dan rantai gula yang besar ini terkandung baik di dalam tumbuhan maupun di dalam hewan. Pati dan serat adalah sumber polisakarida tanaman, sedangkan glukosa disimpan dalam jaringan manusia dan hewan sebagai glikogen polisakarida (NSCA, 2011).

### ***Pati***

Pati merupakan bentuk penyimpanan glukosa pada tanaman. Pati umumnya terdapat pada jagung dan berbagai biji-bijian yang digunakan untuk membuat roti, sereal, pasta, dan kue kering. Pati juga terdapat pada sayuran seperti kacang polong, buncis, kentang, dan umbi-umbian. Pati ada dalam dua bentuk, yakni dalam bentuk amilosa dan amilopektin. Proporsi relatif dari setiap bentuk pati dalam makanan nabati tertentu menentukan karakteristik makanannya, termasuk tingkat pencernaannya, atau persentase makanan yang dapat dicerna atau diserap oleh tubuh. Pati dengan jumlah amilopektin yang relatif besar akan dicerna dengan baik dan mudah diserap di usus kecil, sedangkan makanan pati dengan kandungan amilosa tinggi lebih sulit dicerna oleh tubuh, sehingga memperlambat laju gula yang dilepaskan untuk keluar di

dalam darah. Istilah karbohidrat kompleks biasanya digunakan untuk menyebut pati makanan (NSCA, 2011).

### ***Serat***

Serat diklasifikasikan sebagai polisakarida struktural non-pati. Dinding sel daun, batang, akar, biji, dan kulit buah mengandung berbagai jenis serat karbohidrat (selulosa, hemiselulosa, dan pektin). Sumber makanan berserat memiliki dua sifat, yakni larut dalam air dan tidak larut dalam air. Contoh serat yang tidak larut dalam air adalah selulosa dan hemiselulosa. Kulit gandum adalah jenis selulosa yang umum dikonsumsi. Sedangkan contoh serat larut dalam air adalah gandum, kacang-kacangan, beras merah, kacang polong, wortel, kulit jagung, dan buah-buahan lainnya. Serat makanan menyediakan sebagian besar sisa makanan yang melewati saluran usus karena mengandung banyak air. Jenis serat yang tidak larut dalam air membantu fungsi gastrointestinal dan kesehatan gastrointestinal dengan melakukan tindakan pengikisan pada sel-sel dinding usus, sedangkan jenis serat yang larut dalam air mempersingkat waktu transit yang diperlukan untuk sisa makanan untuk melewati saluran pencernaan. Asupan serat yang tinggi direkomendasikan oleh berbagai organisasi kesehatan publik. Asupannya sebesar 38 g/kg dari berat badan, dan 25 g/kg dari berat badan untuk pria muda dan wanita muda untuk mencegah penyakit jantung koroner (NSCA, 2011).

### **Asupan dan Kebutuhan Karbohidrat**

Roti, sereal, pasta, buah dan sayuran dianjurkan bagi atlet sebagai sumber karbohidrat yang ideal. Semua jenis karbohidrat efektif untuk mensuplai atlet dengan glukosa dan glikogen. Atlet mengonsumsi berbagai macam karbohidrat pada menu makanannya dan pada prakteknya atlet menunggu sampai ada reaksi

metabolisme karbohidrat untuk mengetahui efek selanjutnya bagi performa di lapangan. Sehingga saling berkaitan antara asupan karbohidrat dengan performa. Total asupan karbohidrat dalam sehari direkomendasikan sebesar 45 – 65% dari total asupan kalori (NSCA, 2011).

## **E. Lemak**

Lemak atau lipid adalah sumber energi kedua terbesar yang diperlukan oleh manusia setelah karbohidrat dan keberadaannya sangat melimpah di dalam tubuh. Lemak merupakan pembawa vitamin A, D, E dan K. Selain itu, lemak juga merupakan penyuplai asam lemak esensial omega-6 dan omega-3. Berfungsi untuk membentuk membran sel yang sehat, membantu fungsi dan perkembangan yang tepat pada otak dan sistem saraf, dan memproduksi hormone. Lemak memberikan karakteristik pada rasa, aroma, dan tekstur makanan. Juga menghadirkan rasa kenyang setelah makan. Terdapat variasi lemak yang kompleks, dengan variasi tergantung pada susunan asam lemaknya dan penempatannya pada tubuh. Variasi yang terdapat dalam lemak memiliki efek seperti obat karena mempengaruhi sistem biologis manusia seperti menghasilkan anti-inflamasi, anti-depresif, anti-katabolik, dan efek lainnya, khususnya pada atlet. Klasifikasi lemak meliputi derajat kejenuhan (jumlah ikatan rangkap karbon-karbon); posisi ikatan rangkap karbon-karbon (penempatan ikatan rangkap dihitung dari kedua ujung rantai asam lemak); panjang rantai (panjang rantai karbon yang menyusun asam lemak); dan penempatan asam lemak (perbedaan dimana rantai asam lemak dilampirkan atau dihilangkan dari tulang punggung gliserol molekul lemak). Pemahaman tentang perbedaan ini

memungkinkan atlet memilih jenis lemak yang tepat untuk mengoptimalkan kesehatan dan kinerja (NSCA, 2011).

Lemak menyediakan kira-kira 9 kcal/g, sementara karbohidrat dan protein menyediakan 4 kcal/g. Perilaku lemak dalam tubuh berhubungan dengan bagian dari kejenuhan asam lemak. Asam lemak jenuh mengandung semua hidrogen yang dapat dibawa. Asam lemak tak jenuh, lebih reaktif karena atom hidrogen lepas, sementara atom karbon bersatu membentuk ikatan ganda. Terdapat dua bentuk jenis lemak yang dijadikan sumber energi bagi tubuh. Pertama adalah asam lemak (*fatty acid*) yang merupakan komponen utama lemak yang digunakan oleh tubuh untuk sumber energi dan perkembangan jaringan. Kedua adalah gliserol (*glycerol*) yang berfungsi sebagai pusat struktur dari komponen trigliserida (NSCA, 2011).

### **Lemak sebagai Sumber Energi**

Dua fenomena utama ketika penggunaan *Fat* atau lemak sebagai bahan bakar selama latihan adalah efek persilangan metabolik dan efek durasi atau pergeseran lemak. Durasi latihan berkorelasi positif dengan penggunaan lemak (Lowery 2004). Selama latihan intensitas rendah yang berkepanjangan (lebih dari 30 menit), penggunaan karbohidrat sebagai bahan bakar aktivitas secara bertahap bergeser ke arah penggunaan lemak di dalam tubuh sebagai bahan bakar. Ketergantungan yang lebih besar pada lemak dapat ditunjukkan dengan pengukuran konsentrasi gliserol dalam darah. Jika lemak akan digunakan untuk bahan bakar aktivitas, molekul trigliserida perlu dipecah (ahli kimia menggunakan istilah "hidrolisis" untuk merujuk pada reaksi ini) menjadi molekul gliserol bebas dan tiga asam lemak bebas. Gliserol dan asam lemak dikatakan "bebas" karena tidak terikat satu sama lain seperti dalam bentuk trigliserida. Seiring dengan meningkatnya durasi latihan, terjadi peningkatan terkait

konsentrasi gliserol darah, yang menunjukkan bahwa trigliserida telah dipecah dan asam lemak digunakan untuk memicu latihan intensitas rendah. Latihan intensitas tinggi mengurangi simpanan glikogen yang selanjutnya akan diisi ulang dengan karbohidrat yang dicerna, nutrisi yang jika tidak dapat diubah dan disimpan sebagai lemak tubuh (ini adalah alasan utama mengapa banyak atlet bertenaga sangat kurus). Pilihan intensitas dan durasi latihan sebagian ditentukan oleh kebutuhan atlet untuk pengondisian aerobik versus kebutuhan istirahat dan pencegahan *overtraining* (Lowery 2004).

### **Kebutuhan Lemak dan Rekomendasi**

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lemak memiliki efek berbeda pada atlet dan orang sehat yang tidak banyak bergerak. Sebagai contoh, aktifitas fisik dapat mengubah rasio jaringan asam lemak dalam tubuh (Andersson et al. 2000; Helge et al. 2001). Konsumsi makanan rendah lemak yang sering dilakukan oleh atlet dapat mengubah rasio jaringan asam lemak (Raatz et al. 2001). Namun demikian, pola makan ekstrem dengan mengurangi asupan lemak bisa menjadi masalah. Sebagai salah satu contoh, “manfaat” dari pola makan yang rendah lemak dan tinggi serat akan mengakibatkan penurunan konsentrasi testosteron (Dorgan et al. 1996; Hamalainen et al. 1983; Reed et al. 1987). Asupan rendah lemak tersebut mungkin bermanfaat bagi pasien dengan risiko kanker prostat yang bergantung pada androgen tetapi tidak bermanfaat bagi seorang atlet yang membutuhkan tambahan 10% hingga 15% testosteron yang beredar (Andersson et al. 2000; Helge et al. 2001). Sebagian besar atlet sadar bahwa testosteron bermanfaat untuk pemulihan atlet dan pertumbuhan otot. Rekomendasi makanan lain yang populer dan terkadang ekstrem, penurunan asupan kalori, juga dapat menimbulkan masalah bagi atlet.

Rekomendasi secara umum dari *Institute of Medicine*, lemak dapat dikonsumsi sebesar 20-35% dari total kalori yang dikonsumsi. Juga merekomendasikan untuk tetap menjaga kolesterol serendah-rendahnya untuk mengurangi insiden penyakit pernafasan. Untuk atlet, penelitian menunjukkan selama periode daya tahan aerobik, meningkatkan konsumsi lemak sebesar 50% dari kalori yang tidak memberikan efek negatif bagi plasma lipid. Asupan lemak atau lipid untuk para atlet belum mempunyai standar yang pasti. Meskipun demikian, para atlet disarankan untuk mengonsumsi makanan yang biasa mengandung lemak sekitar 30%. Dari 30% ini, 10% harus jenuh, 10% tak jenuh ganda, dan 10% tak jenuh tunggal. Mengonsumsi terlalu banyak lemak dapat menyebabkan konsumsi kalori total yang berlebihan, yang menyebabkan penambahan berat badan dalam bentuk lemak tubuh

Secara umum, Atlet perlu memastikan bahwa mereka memilih berbagai makanan untuk mendapatkan keseimbangan yang disarankan antara jenis lemak. Meskipun penelitian terbatas, asupan lemak dapat bervariasi sebagai persentase dari total kalori dan tidak memengaruhi kinerja olahraga. Ketika asupan lemak adalah 20% dari total kalori dibandingkan dengan 40% dari total kalori, tidak ada efek pada latihan olahraga atau kinerja latihan kekuatan pada pria yang terlatih (Van Zant, Conway, dan Seale 2002).

Penelitian lain yang membandingkan pola makan yang mengandung 53% lemak dengan pola makan yang hanya mengandung 17% lemak pada 11 atlet duathlon (lari dan bersepeda) pria selama lima minggu, menyebutkan bahwa tidak ada perbedaan dalam waktu yang dibutuhkan dalam uji coba dengan intensitas maksimal menggunakan ergometer selama 20 menit (Vogt et al. 2003). Dari penelitian tersebut terlihat bahwa persentase kalori total yang berasal dari lemak tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap olahraga atau performa atletik. Namun, meskipun kasus ini tampaknya menjadi masalah dalam banyak

situasi, atlet perlu berhati-hati untuk tidak bertindak ekstrem — makan terlalu banyak atau terlalu sedikit lemak makanan. Mengonsumsi terlalu banyak lemak dapat menyebabkan konsumsi kalori total yang berlebihan, yang menyebabkan penambahan berat badan dalam bentuk lemak tubuh. Namun demikian, dalam olahraga di mana ukuran fisik yang lebih besar bermanfaat mungkin lebih rentan terhadap masalah ini. Misalnya, posisi *linemen* di *American Football* lebih cenderung mengonsumsi kalori berlebih dan diklasifikasikan sebagai kelebihan berat badan atau obesitas daripada posisi lain (Mathews dan Wagner 2008). Penelitian lain melaporkan bahwa asupan lemak 31% menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja daya tahan aerobik dibandingkan dengan diet lemak 16%. Tidak ada perbedaan kinerja ketahanan aerobik antara 31% lemak dan 44% kelompok diet lemak (Horvarth et al. 2000).

## **F. Protein**

Protein adalah zat yang terbentuk secara alami dan sangat kompleks yang terdiri dari residu asam amino yang bergabung dengan ikatan peptida. Protein ditemukan di setiap sel tubuh dan dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan memperbaiki sel dan jaringan yang rusak, serta untuk berbagai aktivitas metabolisme dan hormonal. Misalnya, beberapa protein berfungsi sebagai enzim yang mengkatalisasi reaksi biokimia dalam tubuh. Hormon juga merupakan protein yang mempengaruhi aktivitas metabolisme di berbagai organ. Protein lain penting dalam proses pensinyalan sel, sementara protein lain memengaruhi kekebalan. Sebagian besar protein disimpan dalam bentuk protein otot, seperti aktin dan miosin (NSCA, 2011).

## **Jenis Protein**

Kualitas protein dikualifikasikan menjadi dua cara, berdasarkan rasio efisiensi protein (PER) dan tingkat pencernaan asam amino (PDCAAS). Metode PDCAAS diakui secara internasional sebagai metode terbaik untuk membandingkan sumber protein bagi manusia. PDCAAS 1.0 menunjukkan bahwa protein melebihi persyaratan yang diperlukan tubuh dan oleh karena itu merupakan sumber protein yang sangat baik. Semakin tinggi nilai PDCAAS, semakin tinggi kualitas proteinnya. Protein gelatin (kolagen) dan protein gandum adalah sumber yang kualitasnya relatif buruk. Sumber daging dan ikan dianggap sebagai sumber protein berkualitas tinggi. Sumber kolostrum kedelai, telur, susu sapi, dan whey diklasifikasikan sebagai protein berkualitas tinggi (NSCA, 2011).

### ***Susu***

Variasi jenis susu memiliki kandungan seperti lemak dan total kalori yang berbeda. Namun demikian, komposisi di dalam susu memiliki kandungan mineral, kandungan vitamin (terutama vitamin yang larut dalam lemak), dan profil asam amino yang berbeda juga. Satu cangkir susu menyediakan sekitar 8 g protein. Dari protein ini, sekitar 80% adalah kasein dan sisanya adalah *protein whey*). Susu berfungsi sebagai sumber asam amino esensial yang cukup baik. Oleh karena itu, susu memiliki rasio efisiensi protein yang relatif tinggi sekitar 2,8 (*protein whey* sekitar 3,2). Susu skim juga memiliki rasio karbohidrat dan protein yang sangat baik (rasio 1,5 : 1), sehingga dapat berfungsi tidak hanya sebagai sumber protein yang baik tetapi juga karbohidrat jika seseorang tidak memiliki riwayat *lactose intolerant* (NSCA, 2011).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mengonsumsi susu sebelum atau selama olahraga dapat berfungsi sebagai minuman olahraga yang efektif (Roy 2008; Watson et al. 2008). Penelitian lain menunjukkan bahwa mengonsumsi susu

setelah olahraga meningkatkan sintesis protein (Williams 2002; Watson et al. 2008; Bucci dan Unlu 2000; Florisa et al. 2003). Kesimpulan penelitian lainnya menyebutkan bahwa selain membantu dalam proses sintesis protein, susu rendah lemak adalah minuman rehidrasi pasca latihan yang efektif (Shirreffs, Watson, dan Maughan, 2007).

### ***Whey***

Protein *whey* saat ini merupakan sumber protein paling populer yang digunakan dalam suplemen nutrisi, khususnya dalam nutrisi olahraga. Protein *whey* tersedia sebagai konsentrat protein *whey*, isolat, dan hidrolisat. Perbedaan ketiganya adalah proses pembentukannya dan perbedaan dalam kandungan lemak dan laktosa, profil asam amino, dan kemampuan untuk mengawetkan residu glutamin. Misalnya, konsentrat protein *whey* (antara 30% dan 90% protein) dihasilkan dari *whey* cair dengan teknik klarifikasi, ultrafiltrasi, diafiltrasi, dan pengeringan (Bucci dan Unlu 2000). Isolat protein *whey* ( $\geq 90\%$  protein) biasanya dihasilkan melalui teknik pertukaran ion. Hidrolisat protein *whey* (sekitar 90% protein) dihasilkan dengan memanaskan asam atau enzim proteolitik yang diikuti dengan pemurnian dan penyaringan pada proses selanjutnya (NSCA, 2011).

Dibandingkan dengan jenis protein lain, protein *whey* dicerna lebih cepat oleh tubuh, memiliki karakteristik pencampuran yang lebih baik, dan sering dianggap sebagai protein dengan kualitas lebih tinggi. Penelitian telah menunjukkan bahwa peningkatan yang cepat dalam kadar asam amino darah setelah konsumsi protein *whey* merangsang sintesis protein ke tingkat yang lebih tinggi daripada kasein (jenis protein lain) (Tipton et al. 2004; Boirie et al. 1997; Fruhbeck 1998). Kesimpulan penelitian lain melaporkan bahwa mengonsumsi suplemen yang mengandung protein *whey* (20 g / hari) selama 12 minggu selama

proses latihan mendorong peningkatan yang lebih baik dalam fungsi kekebalan, kinerja, dan perubahan komposisi tubuh daripada mengonsumsi kasein. Penemuan ini telah membantu memposisikan protein *whey* sebagai sumber protein yang superior (Lands 1999).

### ***Kasein***

Kaseinat terbuat dari susu skim dengan teknik pemrosesan yang melibatkan pemisahan kasein dari whey (yaitu, mengurai) dan kemudian mengeringkannya. Kaseinat yang digunakan dalam suplemen komersial biasanya tersedia sebagai natrium kaseinat, kaseinat kalium, kaseinat kalsium, dan hidrolisat kasein. Kasein merupakan sumber protein yang relatif murah dan tersedia dalam berbagai tingkatan yang tergantung pada kualitas, rasa, dan karakteristik pencampuran (Bucci dan Unlu 2000). Kasein memiliki sifat menggumpal bila dicampur dalam cairan asam dan oleh karena itu tidak tercampur dengan baik dalam cairan dan memiliki tingkat cerna lebih lambat daripada bentuk protein lainnya (Beaufre, Dangin, and Boirie 2000).

### ***Telur***

Protein telur biasanya diperoleh dari putih telur ayam (ovalbumin) atau telur utuh melalui berbagai teknik ekstraksi dan pengeringan. PER dan PDCAAS protein telur mirip dengan protein susu dan hanya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kasein dan whey (NSCA, 2011). Sejumlah penelitian telah mengevaluasi efek protein telur pada retensi nitrogen dan adaptasi fisiologis terhadap pelatihan dibandingkan dengan jenis protein lainnya. Hasil penelitian ini secara umum menunjukkan bahwa protein telur sama efektifnya dengan protein susu, kasein, dan whey dalam meningkatkan retensi nitrogen (Gattas et al. 1992; Gattas 1990; Puntis et al. 1989). Retensi nitrogen adalah komponen kunci dari proses keseimbangan nitrogen. Secara khusus, jika nitrogen

dipertahankan, maka keseimbangan nitrogen dikatakan positif dan merupakan indikasi bahwa nitrogen digunakan untuk membuat jaringan tanpa lemak.

### ***Kedelai***

PER dan PDCAAS protein kedelai mirip dengan makanan daging atau ikan dan sedikit lebih rendah dari telur, susu, kasein, kolostrum sapi, dan protein whey. Kedelai disarankan sebagai sumber protein makanan yang sangat baik, terutama untuk vegetarian (Messina 1999). Penelitian juga menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan tinggi kedelai dapat membantu mengurangi kolesterol (Dewell, Hollenbeck, dan Bruce 2002; Jenkins et al. 2000; Potter 1995; Takatsuka et al. 2000). Dalam penelitian kekuatan yang menilai komposisi tubuh, perbandingan kedelai dan protein whey menunjukkan bahwa protein kedelai sama efektifnya dengan protein *whey* (Kalman et al. 2007; Brown et al. 2004; Candow et al. 2006).

### **Protein sebagai Sumber Energi (Performa)**

Konsumsi protein yang memadai sangat penting untuk memaksimalkan adaptasi yang dipicu oleh latihan, terutama dalam pengembangan kekuatan. Selain itu, karena protein dapat dimetabolisme menjadi energi, konsumsi protein yang memadai menjadi perhatian khusus bagi atlet khususnya olahraga ketahanan aerobik yang menuntut energi, seperti triathlon atau maraton. Bagian selanjutnya menyoroti berbagai aspek asupan protein untuk beberapa jenis atlet dan preferensi aktivitas fisik — aerobik, anaerobik, dan latihan kekuatan (NSCA 2011).

### ***Protein untuk Latihan Aerobik***

Secara umum, kontribusi protein untuk latihan aerobik berkisar antara 5% dan 15% dari total pengeluaran energi, tergantung pada intensitas dan durasi

pertandingan (Antonio dan Stout 2001; Mero 1999). Penelitian lainnya menggunakan metode lanjutan untuk menilai pengeluaran energi dan keseimbangan protein menunjukkan bahwa kebutuhan protein atlet ketahanan aerobik sedikit lebih tinggi daripada populasi umum yang jarang berlatih (misalnya, 1,2-1,4 g/kg dari berat badan per hari) (Lemon 2001) sehingga dengan dua penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa atlet ketahanan aerobik membutuhkan asupan protein harian yang lebih besar daripada individu yang tidak banyak melakukan aktivitas fisik untuk memenuhi kebutuhan katabolisme protein selama latihan aerobik. Penelitian lainnya telah menunjukkan bahwa mengonsumsi protein (0,5 g/kg) dengan karbohidrat (1,5 g/kg dari berat badan) setelah olahraga lebih efektif dalam meningkatkan retensi glikogen daripada mengonsumsi karbohidrat saja (Zawadzki, Yaspelkis, dan Ivy 1992). Selain itu, mengonsumsi kreatin (kombinasi tiga asam amino) dengan karbohidrat dilaporkan meningkatkan penyimpanan glikogen lebih besar dibandingkan hanya mengonsumsi karbohidrat saja (Green et al. 1996). Dari beberapa kesimpulan penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsumsi asam amino rantai cabang dengan karbohidrat selama latihan dapat membantu mengurangi efek katabolik dari olahraga (Mero 1999; Coombes dan McNaughton 2000; Bigard et al. 1996; Carli et al. 1992; Rowlands et al. 2008). Dengan demikian untuk atlet ketahanan aerobik, penting untuk mengonsumsi cukup protein dalam makanan untuk menjaga keseimbangan nitrogen.

### ***Protein untuk Latihan Anaerobik***

Selama bertahun-tahun pemikiran dan pemahaman konvensional menyebutkan bahwa protein tidak berkontribusi secara signifikan terhadap metabolisme energi selama latihan yang berkepanjangan. Untuk alasan ini, kontribusi protein atau asam amino untuk kebutuhan energi latihan anaerobik

dianggap minimal. Namun demikian, beberapa penelitian terbaru mengungkapkan bahwa protein terdegradasi dan berkontribusi pada metabolisme bahkan selama satu kali latihan intensitas tinggi (Bloomer et al. 2007, 2005). Kesimpulan penelitian lain menyebutkan bahwa ketika melakukan sejumlah sprint atau latihan intens secara berurutan meningkatkan degradasi dan oksidasi protein (De Feo et al. 2003) dan latihan ketahanan dalam satu pukulan merangsang ekspresi gen yang terkait dengan sintesis protein (Hulmi et al. 2009). Ketika karbohidrat tetap menjadi bahan bakar utama yang dibutuhkan untuk latihan intensitas tinggi, protein dapat berfungsi sebagai sumber bahan bakar selama latihan intensitas tinggi, intermiten, dan berkepanjangan. Oleh karena itu, mengonsumsi karbohidrat bersama dengan protein atau asam amino (atau keduanya) sangatlah penting baik itu sebelum, selama, dan setelah latihan untuk mengisi kembali asam amino yang digunakan selama latihan serta mengoptimalkan proses pemulihan (Kerksick et al. 2008). Secara umum, mengonsumsi 1,5 hingga 2,0 g/kg dari berat badan protein per hari sangat dianjurkan untuk atlet yang mengikuti latihan anaerobik (NSCA 2011).

### ***Protein untuk Latihan Kekuatan***

Atlet yang melakukan latihan kekuatan diharuskan untuk mengonsumsi protein dengan jumlah yang cukup dalam asupan makanannya untuk menjaga keseimbangan nitrogen positif dan anabolisme (Lemon 2001). Penelitian lain menunjukkan bahwa konsumsi protein atau asam amino sebelum, selama, atau setelah latihan intensif dapat memengaruhi jalur sintesis protein (Willoughby, Stout, dan Wilborn 2007; Esmarck et al. 2001; Tipton dan Ferrando 2008; Tipton dkk.2001).

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa asupan makan dengan protein menghasilkan adaptasi latihan yang lebih besar selama latihan ketahanan

daripada hanya mengonsumsi sejumlah karbohidrat isoenergetik (Andersen et al. 2005; Hulmi et al. 2008; Kalman et al. 2007; Hayes dan Cribb 2008; Kerksick et al. 2007, 2006; Kraemer et al. 2006). Dengan demikian, bukti yang berkembang menunjukkan bahwa atlet kekuatan harus mengonsumsi antara 1,5 hingga 2,0 g/kg dari berat badan per hari, serta mengonsumsi protein atau asam amino baik sebelum, selama, atau setelah latihan untuk mengoptimalkan adaptasi latihan (Campbell et al. 2007; Kerksick et al. 2008; Lemon 2001). Beberapa penelitian lainnya menyimpulkan bahwa konsumsi whey dan kasein setelah latihan ketahanan menghasilkan peningkatan yang sama dalam keseimbangan protein otot dan sintesis protein otot bersih, meskipun pola respons asam amino darah berbeda (Tipton dan Ferrando 2008; Tipton dkk.2001).

## **G. Mikronutrien**

Mikronutrien adalah nutrisi yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang kecil. Dua mikronutrien yang utama adalah vitamin dan mineral. Vitamin adalah katalis metabolisme yang mengatur reaksi biokimia di dalam tubuh. Mineral adalah zat alami yang harus diserap tanaman dari dalam tanah. Tubuh kita tidak dapat memproduksi vitamin atau mineral, itulah sebabnya kita harus mendapatkan vitamin dan mineral tersebut melalui makanan yang kita makan. Kandungan vitamin dan mineral dalam makanan sangatlah kecil, ukurannya dari mikrogram ( $\mu\text{g}$ ) hingga miligram (mg) berbeda dengan protein, karbohidrat, dan lemak yang memiliki kandungan dalam makanan relatif besar hingga ratusan gram (g). Dalam kapasitasnya yang mampu memberikan efek biologis, mikronutrient mampu melakukan reaksi kompleks yang diperlukan untuk memanfaatkan energi potensial dalam makronutrien untuk mendorong proses

biologis yang melekat dalam latihan maupun dalam proses pemulihan fisik (Lukaski 2004; Volpe 2007).

## **H. Vitamin dan Performa Olahraga**

Vitamin memiliki dua sifat yang berbeda, yakni sifatnya yang larut dalam air dan larut dalam lemak. Beberapa penelitian tentang asupan vitamin, secara langsung menunjukkan nilai ergogenik bagi atlet. Selain itu, beberapa vitamin membantu atlet untuk menoleransi latihan yang berat dengan mengurangi kerusakan oksidatif (vitamin E, C) dan membantu menjaga sistem kekebalan tubuh selama latihan berat (vitamin C) (NSCA 2011).

### **Vitamin Larut dalam Air**

Terdapat sembilan vitamin yang larut dalam air yakni delapan vitamin B dan vitamin C. tingkat Kelarutannya dalam air membatasi penyimpanannya di dalam tubuh untuk waktu yang lama. Asupan vitamin yang larut dalam air secara berlebihan dalam bentuk suplemen menyebabkan tubuh kelebihan air sehingga dikeluarkan melalui proses ekskresi melalui air seni (NSCA 2011).

#### ***Thiamin***

Vitamin B<sub>1</sub> atau thiamin bertindak sebagai koenzim dalam metabolisme karbohidrat dan protein untuk menghasilkan energi (IOM 1998). Ini mengubah piruvat menjadi asetil koenzim A dan  $\alpha$ -ketoglutarat menjadi koenzim. Thiamin terdapat pada biji-bijian, sereal, roti, kacang-kacangan, sayuran berdaun hijau, daging babi, biji bunga matahari, dan jeruk. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin B<sub>1</sub> atau thiamin adalah 1,2 mg/hari untuk pria dan 1,1 mg/hari untuk

wanita. Penelitian-penelitian baik dulu atau terbaru belum mampu menunjukkan efek negatif atau positif secara pasti dari konsumsi thiamin (NSCA 2011).

### ***Riboflavin***

Vitamin B<sub>2</sub> atau biasa disebut riboflavin mempunyai fungsi sebagai sistem transportasi elektron mitokondria sebagai koenzim flavin mononukleotida (FMN) dan flavin adenin dinukleotida (FAD). Enzim ini berpartisipasi dalam transfer elektron dari pemecahan karbohidrat dan lemak ke pembentukan adenosin trifosfat (ATP) (NSCA 2011, IOM 1998) Riboflavin juga diperlukan untuk konversi vitamin B<sub>6</sub> menjadi bentuk aktifnya. Sumber makanan riboflavin termasuk produk susu, telur, biji-bijian dan sereal, daging tanpa lemak, brokoli, yogurt, protein whey, dan almond. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin B<sub>2</sub> adalah 1,3 mg/hari untuk pria dan 1,1 mg/hari untuk wanita. (IOM 1998). Selama latihan, atlet mengalami penurunan status riboflavin (Fogelholm et al. 1993; Keith dan Alt 1991). Studi metabolisme wanita yang diberikan asupan makan riboflavin sebanyak 0,2 mg dibandingkan dengan 0,6 mg setiap hari selama 12 minggu menunjukkan penurunan status riboflavin tanpa penurunan berat badan pada wanita (Belko et al. 1984, 1985).

### ***Niacin***

Vitamin B<sub>3</sub> atau biasa disebut niacin berbentuk asam nikotinat dan nikotinamida, yang dimetabolisme untuk membentuk nikotinamida adenin nukleotida (NAD) dan nikotinamida adenin dinukleotida fosfat (NADP) yang berfungsi sebagai koenzim. NAD adalah pembawa elektron dalam pemecahan karbohidrat, lemak, protein, dan glikogen untuk menghasilkan ATP; NADP adalah donor hidrogen di pentosa fosfat shunt (IOM 1998). Sumber makanan niacin termasuk adalah daging tanpa lemak, ikan, unggas, produk biji-bijian, kacang-kacangan, kacang tanah. Baik untuk pria dan wanita asupan yang

direkomendasikan untuk vitamin B<sub>3</sub> adalah 14 hingga 16 mg/hari untuk wanita dan pria (IOM 1998). Meskipun niacin adalah nutrisi penting untuk metabolisme energi, tidak ada terdapat efek pada tubuh setelah mengkonsumsi suplemen tersebut pada dosis yang melebihi asupan yang direkomendasikan (Heath 2006).

### ***Vitamin B<sub>6</sub>***

Vitamin B<sub>6</sub> yang biasa disebut sebagai piridoksin. Di dalam makanan, secara biologis, vitamin B<sub>6</sub> berbentuk pyridoxine, pyridoxal, dan pyridoxamine. Piridoksal fosfat adalah kofaktor untuk enzim yang mengubah asam amino. Konsentrasi vitamin B<sub>6</sub> tertinggi ditemukan pada daging unggas, ikan, bibit gandum, produk biji-bijian, pisang, kedelai, wortel mentah, brokoli, bayam, dan alpukat. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin B<sub>6</sub> adalah 1,7 mg/hari untuk pria dan 1,5 mg/hari untuk wanita (IOM 1998). Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa performa ketahanan aerobik tidak berubah pada pria yang aktif secara fisik yang diberi makanan yang mengandung 2,3 mg atau 22 mg B<sub>6</sub> selama sembilan hari (Virk et al. 1999).

### ***Folat***

Vitamin B<sub>9</sub> atau nama lain dari folat bertindak sebagai koenzim untuk memfasilitasi satu transfer karbon yang penting untuk sintesis DNA dan metabolisme asam amino. Ia juga bertindak dalam perbaikan dan pertumbuhan sel, termasuk pembentukan sel darah merah (IOM 1998). Sumber folat dari makanan terdapat pada sayuran berdaun hijau, sereal, biji-bijian, kacang-kacangan, dan roti. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin B<sub>9</sub> adalah 130 hingga 364 µg/hari untuk pria maupun wanita (Woolf dan Manore 2006; Keith et al. 1989; Faber dan Benade 1991).

### ***Vitamin B<sub>12</sub>***

Vitamin B<sub>12</sub> atau biasa dikenal sebagai cobalamin. Disebut cobalamin dikarenakan terdapat senyawa yang mengandung kobalt yang disebut korinoid di dalamnya. Vitamin B<sub>12</sub> berfungsi sebagai koenzim untuk transfer gugus metil dalam pembentukan DNA, terutama dengan folat dalam pembentukan hemoglobin (IOM 1998). Vitamin B<sub>12</sub> hanya terdapat pada makanan dari sumber hewani seperti daging, unggas, ikan, telur, keju, dan susu. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin B<sub>12</sub> adalah 2,4 mg/hari untuk pria dan wanita dewasa (IOM 1998). Beberapa penelitian sebelumnya memberikan kesimpulan bahwa tidak terjadi peningkatan performa pada atlet lari setelah mengkonsumsi vitamin B<sub>12</sub>. (Montoye et al. 1955, Tin-May-Than et al. 1978).

### ***Vitamin B lainnya***

Asam pantotenat dan Biotin adalah Vitamin B lainnya. Asam pantonetat adalah komponen koenzim A yang merupakan substrat utama untuk produksi energi dalam siklus Krebs. Sedangkan Biotin adalah koenzim yang terlibat dalam metabolisme asam amino dan koenzim untuk glukoneogenesis (IOM 1998). Konsentrasi asam pantotenat paling banyak terdapat pada produk hewani dan tumbuhan termasuk daging, telur, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Sedangkan sumber biotin terdapat pada kuning telur, hati, polong-polongan, sayuran berdaun hijau tua, kacang-kacangan, dan kedelai. Asupan yang direkomendasikan untuk asam pantotenat dan biotin adalah masing-masing adalah 5 mg dan 30 µg baik untuk pria maupun wanita dewasa (IOM 1998). RDA untuk asam pantotenat dan biotin masing-masing adalah 5 mg dan 30 µg (IOM 1998). Masih belum banyak penelitian yang menghubungkan performa olahraga dengan pemakaian asam pantotenat dan biotin.

## ***Vitamin C***

Asam askorbat adalah nama lain dari vitamin C yang memiliki fungsi biologis mempengaruhi kinerja fisik. Vitamin C tidak secara langsung mempengaruhi kerja enzim. Namun demikian, dibutuhkan untuk menyintesis katekolamin dan karnitin, yang mengangkut asam lemak ke mitokondria untuk produksi energi. Ini mengurangi zat besi anorganik untuk diserap di usus dan berfungsi sebagai antioksidan kuat untuk meregenerasi vitamin E dari produk sampingannya yang teroksidasi (IOM 2000). Sumber vitamin C yang terdapat pada buah-buahan dan sayuran (terutama buah jeruk dan sayuran berdaun hijau), seperti brokoli, kentang, tomat, dan stroberi. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin C atau asam askorbat adalah 90 mg/hari untuk pria dan 75 mg/hari untuk wanita (IOM 1998). Fakta menarik dari penelitian tahun 2006, menyebutkan bahwa 10% hingga 30% dari total atlet ketahanan perguruan tinggi baik putra dan putri kurang mengonsumsi vitamin C yang direkomendasikan setiap harinya (Keith 2006). Penelitian lainnya menyebutkan bahwa 15% atlet terindikasi memiliki defisit vitamin C pada tubuhnya (Telford et al. 1992). Kesimpulan penelitian lainnya menyebutkan bahwa orang dewasa yang kekurangan vitamin C kemudian mengonsumsi vitamin C dengan asupan 500 mg/hari selama dua minggu secara signifikan meningkatkan kekuatan aerobik selama latihan treadmill (van der Beek et al. 1990; Johnston, Swan, dan Corte 1999).

## **Vitamin Larut dalam Lemak**

Vitamin A, D, E, dan K berhubungan dengan sumber lemak makanan dan disimpan dalam jaringan adiposa (IOM 1997, 2000, 2001). Vitamin yang larut dalam lemak ini tidak memiliki peran langsung dalam produksi energi. Vitamin A dan E bertindak sebagai antioksidan, vitamin D mungkin terkait dengan

kekuatan otot. Namun, vitamin K tidak terkait dengan performa ketika latihan dan pertandingan.

### ***Vitamin A***

Retinol adalah bentuk vitamin A yang aktif secara fisiologis terbentuk dari beta-karoten, provitamin. Vitamin A melindungi sel epitel dari kerusakan, berperan penting dalam penglihatan, dan membantu menjaga fungsi kekebalan (IOM 2001). Perannya dalam olahraga adalah sebagai antioksidan. Sumber vitamin A dalam makanan terdapat pada hati, mentega, keju, telur, dan produk susu. Beta-karoten, ditemukan dalam sayuran dan buah-buahan berwarna kuning-oranye, serta sayuran berdaun hijau tua. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin A 900 RE atau 4.500 IU untuk pria dan 700 RE atau 3.500 IU untuk wanita (IOM 2001). Para atlet seperti pelari marathon, penari balet profesional, mengkonsumsi vitamin A lebih dari individu biasa. (Peters et al. 1986, Cohen et al. 1985). Namun demikian, efek suplementasi vitamin A pada kinerja fisik tidak dipelajari secara intensif, sehingga efek vitamin A terhadap kondisi fisik masih dipertanyakan.

### ***Vitamin E***

Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan dalam membran sel dan melindungi dari stres oksidatif (IOM 2000). Sumber utama vitamin E pada makanan termasuk sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian, bibit gandum, dan selai kacang. Asupan yang direkomendasikan untuk vitamin E adalah 15 mg  $\alpha$ -tokoferol untuk orang dewasa baik pria maupun wanita (IOM 2001). Efek suplemen vitamin E pada kinerja fisik tidak konsisten.

## ***Vitamin D***

Kolekalsiferol adalah nama lain dari Vitamin D. Meskipun peran sentral vitamin D adalah penyerapan kalsium dan metabolisme tulang (IOM 1997), data epidemiologi menunjukkan peran vitamin D dalam kekuatan otot. Kekurangan vitamin D telah dikaitkan dengan nyeri muskuloskeletal dan disfungsi neuromuskuler (Plotnikoff dan Quigley 2003; Hoogendijk et al. 2008). Sumber makanan vitamin D adalah produk susu, telur, tuna, salmon, tiram, udang, dan ikan mackerel. Asupan vitamin D yang cukup adalah 5 µg atau  $5 \times 10^{-6}$  gram (200 IU) untuk orang dewasa (IOM 1997). Dalam tinjauan kinerja atletik dan vitamin D, atlet yang berlatih dan berkompetisi di dalam ruangan sambil menghindari paparan sinar matahari berisiko mengalami penurunan kadar vitamin D setiap saat sepanjang tahun (Cannell et al. 2009, 2008; Holick 2007). Namun, hubungan antara suplemen vitamin D dan peningkatan kekuatan masih perlu penelitian lebih lanjut.

## **I. Mineral dan Performa Olahraga**

Mineral adalah unsur anorganik yang ada dalam bentuk padatan. Natrium, kalium, klorida, kalsium, fosfor, magnesium, dan belerang ditetapkan sebagai makromineral karena asupan yang dianjurkan melebihi 100 mg/hari dan sudah lebih dari 5 gram mineral tersedia di dalam tubuh. Hormon mengontrol banyaknya jumlah makromineral dalam tubuh. Besi, tembaga, kromium, selenium, dan seng disebut *element trace* karena asupan yang disarankan kurang dari 100 mg/hari. (IOM 1997, 2001, 2005).

## **Makromineral**

Mineral terbagi dalam dua kategori: makromineral dan trace mineral. Kandungan mineral total tubuh kira-kira 4 persen dari berat badan. Makromineral hadir di dalam tubuh dalam jumlah yang lebih besar daripada trace mineral termasuk di dalamnya adalah kalsium, fosfor, magnesium, natrium, klorida, dan kalium.

### ***Natrium, Kalium, dan Klorida***

Tiga mineral ini terdapat di dalam cairan tubuh sebagai elektrolit (IOM 2005). Natrium adalah kation ekstraseluler yang menjaga keseimbangan cairan tubuh dan asam basa, serta fungsi saraf. Kalium sebagian besar merupakan kation intraseluler dan mengatur keseimbangan air, transmisi impuls dari saraf ke otot, pemanfaatan energi dalam sel otot, dan produksi ATP. Klorida sebagian besar merupakan anion ekstraseluler yang berpartisipasi dalam keseimbangan cairan dan transmisi impuls saraf (IOM 2005). Ketiga elemen ini dapat ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran, produk susu, daging, dan ikan. Asupan natrium yang direkomendasikan secara individual mungkin bergantung pada tingkat keringat dan kehilangan natrium selama latihan. Namun demikian, disarankan mengonsumsi 1,5 g/hari cukup untuk menjaga keseimbangan natrium (IOM 2005).

### ***Kalsium dan Fosfor***

Kedua mineral ini memiliki peran kunci dalam pembentukan tulang, dengan lebih dari 90% terkandung di dalam tulang (IOM 1997). Kalsium dibutuhkan untuk konduksi saraf dan kontraksi otot, serta sintesis dan pemecahan glikogen. Fosfor hadir di setiap sel sebagai komponen DNA, ATP, dan fosfokreatin yang mengatur pelepasan oksigen ke otot selama latihan. Kedua

elemen ini dapat ditemukan dalam susu, produk susu, brokoli, kangkung, lobak hijau, dan kacang-kacangan. Asupan kalsium yang cukup untuk orang dewasa adalah 1.000 mg per hari baik wanita dan pria. Sedangkan untuk fosfor adalah 700 mg baik wanita dewasa dan pria dewasa (IOM 1997). Studi klinis yang memanfaatkan atlet dan suplementasi kalsium dan fosfor hingga saat ini masih belum memberikan hasil maksimal terhadap performa.

### ***Magnesium***

Tulang mengandung hampir 60% magnesium di dalam tubuh dan sebagian lainnya berada di jaringan lunak (IOM 1997). Magnesium mengatur metabolisme energi sebagai komponen adenosin trifosfatase (ATPase) serta glukoneogenesis. Elemen ini dapat ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, makanan laut, biji-bijian serta susu. Beberapa diantaranya terdapat pada air kemasan yang merupakan sumber magnesium yang praktis. Asupan magnesium yang cukup untuk pria dewasa adalah 400 mg/hari sedangkan untuk wanita dewasa 310 mg/hari (IOM 1997). Kehilangan magnesium dari tubuh meningkat setelah olahraga berat. Latihan anaerobik yang intens menyebabkan 21% lebih banyak kehilangan magnesium melalui keringat dan urin pada hari latihan, dibandingkan dengan kondisi kontrol atau tidak olahraga; nilai kembali ke tingkat non-olahraga pada hari setelah latihan (Deuster et al. 1987). Dengan demikian, kebutuhan magnesium meningkat ketika metabolisme glikolitik dominan. Suplementasi magnesium pada atlet kompetitif dapat meningkatkan fungsi sel.

## **Elemen Trace (Elemen Jarang)**

Elemen trace atau elemen jarang adalah unsur atau senyawa yang konsentrasinya sangat kecil tetapi keberadaannya sangat diperlukan untuk menunjang kesehatan dan kinerja yang optimal dalam olahraga.

### ***Besi***

Zat besi merupakan unsur logam. Zat ini sangat penting dalam pembentukan senyawa yang dibutuhkan untuk pengangkutan dan pemanfaatan oksigen. Hemoglobin, senyawa utama yang mengandung zat besi, mengangkut oksigen ke sel. Hampir 30% zat besi disimpan dalam jaringan, dengan 70% terlibat dalam metabolisme oksigen (IOM 2001). Sumber zat besi dalam makanan terdapat pada protein heme yang terdapat pada daging hewani. Sedangkan sumber nonheme terdapat pada buah-buahan kering, sayuran, kacang-kacangan, produk biji-bijian, dan sereal. Zat besi dengan kandungan heme lebih baik diserap dan digunakan daripada besi nonheme (IOM 2001). Asupan zat besi yang cukup untuk pria dewasa adalah 8 mg/hari sedangkan untuk wanita dewasa 18 mg/hari. Kurangnya asupan zat besi akan mengakibatkan anemia. Sudah diketahui dengan pasti bahwa anemia mengurangi pengambilan oksigen puncak, mengurangi kapasitas kerja dan daya tahan aerobik, dan meningkatkan konsentrasi asam laktat; kerusakan ini diperbaiki dengan suplementasi zat besi (Gardner et al. 1977; Edgerton et al. 1981). Walaupun demikian, beberapa penelitian masih memberikan hasil yang konsisten mengenai asupan zat besi terhadap performa.

### ***Tembaga***

Zat tembaga berfungsi sebagai metaloenzim yang dibutuhkan untuk penyerapan zat besi nonheme dan pembentukan hemoglobin untuk produksi

energi di mitokondria dan sebagai antioksidan (IOM 2001). Asupan zat tembaga yang dianjurkan adalah 900 µg/hari baik untuk pria maupun wanita dewasa. Sumber zat tembaga dalam makanan terdapat pada kacang-kacangan, produk biji-bijian, dan kerang. Namun demikian, masih belum banyak penelitian yang menghubungkan tembaga dengan performa.

### ***Seng***

Zat seng ditemukan di semua jaringan tubuh sebagai komponen lebih dari 100 metaloenzim. Enzim yang mengandung seng mengatur beberapa aspek metabolisme energi, termasuk transportasi oksigen-karbon dioksida, metabolisme asam laktat, sintesis makronutrien, pertumbuhan dan perkembangan, fungsi kekebalan, dan penyembuhan luka (IOM 2001). Sumber zat seng dalam makanan terdapat pada makanan laut, daging, kacang-kacangan, produk biji-bijian, dan sereal. Secara umum asupan zat seng yang cukup untuk pria dewasa adalah 11 mg/hari sedangkan untuk wanita dewasa 8 mg/hari. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi seng yang rendah dalam tubuh mempengaruhi kinerja fisik seseorang (Singh, Deuster, dan Moser 1990; Lukaski et al. 1990).

### ***Selenium***

Zat selenium bekerja dengan vitamin E sebagai antioksidan (IOM 2000). Asupan zat selenium yang dianjurkan adalah 55 µg/hari baik untuk pria maupun wanita dewasa. Selenium dikaitkan dengan kandungan protein dalam makanan. Makanan tinggi selenium diantaranya adalah makanan laut, daging, makanan laut, daging, produk biji-bijian, hati, gandum, dan beberapa sayuran (brokoli dan kembang kol). Bukti yang mendukung peran selenium dalam performa masih kurang.

### ***Kromium***

Bukti menunjukkan bahwa kromium memfasilitasi aksi insulin dalam sel individu dengan resistensi insulin. Asupan zat kromium yang dianjurkan adalah 35 µg/hari untuk pria dan wanita dewasa. Sumber utama kromium terdapat pada biji-bijian, keju, kacang-kacangan, jamur, tiram, anggur, apel, babi, ayam, dan ragi pembuat bir. Asupan zat kromium untuk sementara sangat penting dan asupan yang memadai masing-masing adalah 35 dan 25 µg/hari untuk pria dan wanita (IOM 2001), namun penilaian konsumsi kromium dan status gizi kromium dalam penelitian sebelumnya masih terbatas sehingga membatasi evaluasi pentingnya dalam aktivitas fisik (Lukaski 1999). Hasil penelitian sebelumnya masih konsisten mengungkapkan bahwa masih sedikit penelitian yang membuktikan jika mengonsumsi zat kromium berpengaruh terhadap penguatan kekuatan, penambahan otot, atau sintesis glikogen setelah latihan pada pria maupun wanita (Vincent 2003; Volek et al. 2006; Lukaski 2007).

### ***Mineral Lain***

Boron, vanadium, kobalt, fluorida, yodium, mangan, dan molibdenum adalah jenis mineral lain yang jika dikonsumsi kurang optimal oleh tubuh akan mempengaruhi performa ketika bertanding atau latihan (IOM 1997, 2001). Namun, tidak ada penelitian yang dipublikasikan, menyajikan bukti bahwa asupan terbatas mineral lain ini sebenarnya memiliki efek negatif pada kinerja fisik.

## **BAB II**

# **PENGATURAN MAKANAN SEBELUM, SELAMA, DAN SETELAH BEROLAHRAGA**

Pertanyaan yang paling sering diajukan oleh atlet, individu terlatih, pelatih, dan ahli kebugaran adalah yang berhubungan dengan konsumsi makanan dan cairan sebelum, selama, dan setelah latihan atau pertandingan agar dapat mengoptimalkan performa dan kebugaran serta mencapai tujuan berat badan yang ideal. Baru-baru ini, *American College of Sports Medicine* menerbitkan pernyataan mengenai nutrisi dan kinerja atletik yang mencakup rekomendasi tentang konsumsi makanan dan cairan sebelum, selama, dan setelah olahraga. Panduan yang diberikan dikembangkan dan diperbarui dengan penelitian terkini untuk memberikan rekomendasi praktis bagi para atlet, individu terlatih, pelatih, dan ahli kebugaran saat mempersiapkan dan memulihkan diri dari latihan. Menciptakan kolaborasi antara profesional olahraga dan ahli nutrisi secara optimal yang pada akhirnya memenuhi kode etik semua profesional kesehatan (ACSM 2011).

Asupan sumber tenaga atau energi yang tepat sebelum, selama, dan setelah olahraga dapat membantu mendukung keseimbangan energi, pengelolaan berat badan, kesehatan, dan kebugaran. Faktor-faktor, seperti frekuensi olahraga, intensitas, durasi, pola makan sepanjang hari, masalah kesehatan, dan jadwal kerja, berperan saat membuat keputusan tentang kuantitas, kualitas, dan waktu asupan makanan dan cairan. Oleh karena itu, pada bagian ini akan dibahas mengenai rekomendasi nutrisi dan hidrasi umum untuk para atlet, individu

terlatih, pelatih, dan ahli kebugaran. Namun, penting untuk dipahami bahwa tidak ada pendekatan yang cocok untuk semua orang.

## **A. Pengaturan Makanan Sebelum Berolahraga**

Memasukkan makanan ke dalam tubuh sama halnya seperti memasukkan bahan bakar ke dalam mobil, sebelum dikemudikan. Perlunya memasukkan bahan bakar ke dalam tubuh baik itu makanan atau camilan sebelum berolahraga akan membantu memberi energi ketika latihan atau bertanding. Memakan makanan sebelum latihan memiliki lima fungsi utama, (Clark 2014, NCSA 2011), yakni:

1. Membantu mencegah hipoglikemia (gula darah rendah) dan gejala pusing, kelelahan yang tidak perlu, penglihatan kabur, dan keraguan yang dapat mengganggu performa.
2. Membantu menenangkan perut, menyerap beberapa cairan lambung, dan menangkal rasa lapar.
3. Mengisi otot, karbohidrat yang dikonsumsi sebelumnya untuk disimpan sebagai glikogen serta karbohidrat yang dikonsumsi dalam waktu satu jam latihan akan memasuki aliran darah dan memberikan makanan kepada otak.
4. Memberikan ketenangan pikiran, dengan mengetahui tubuh Anda diisi dengan baik.
5. Membantu latihan lebih keras, sehingga dapat membakar lebih banyak kalori, jika motif utama Anda berolahraga adalah untuk menghilangkan lemak tubuh yang tidak diinginkan.

Makanan yang dikonsumsi sebelum olahraga dan mengendap di dalam usus dapat meningkatkan stamina, daya tahan, kekuatan, dan kenikmatan. Namun demikian, beberapa individu mengalami ketakutan bahwa mengonsumsi makanan sebelum olahraga akan menyebabkan sakit perut, diare, dan hal yang tidak diinginkan ketika berolahraga. Setiap individu memiliki makanan yang lebih disukai dan yang tidak disukai dan hal itu menjadikannya unik sehingga tidak ada makanan atau cemilan ajaib yang akan memastikan performa terbaik untuk semua orang (Clark 2014, NCSA 2011).

Pilihan tentang konsumsi makanan sebelum berolahraga berbeda dari satu individu ke individu yang lain dan cabang olahraga yang satu dengan cabang olahraga lainnya sehingga tidak ada pilihan benar atau salah. Atlet perlu belajar melalui *trial and error* selama latihan dan kompetisi tentang apa yang terbaik untuk tubuhnya dan apa yang tidak berhasil. Sejak hari pertama program latihan yang tidak hanya perlu melatih jantung, paru-paru, dan otot, tetapi juga saluran usus sehingga mampu untuk menolerir makanan sebelum olahraga (Clark 2014, NCSA 2011).

Cara yang tepat untuk menyelesaikan latihan dengan energi yang masih banyak tersimpan di dalam tubuh adalah mengisi tubuh kita dengan sumber makanan yang tepat pada waktu yang tepat sebelum latihan. Untuk latihan dari 60 hingga 90 menit, makanan ringan sebelum olahraga harus didominasi karbohidrat karena cepat habis dari perut (dibandingkan dengan protein dan lemak) dan tersedia untuk digunakan oleh otot (Clark 2014, NCSA 2011). Akan tetapi, sebelum berolahraga dalam waktu lama seperti lari jarak jauh atau bersepeda, menambahkan selai kacang pada roti akan menyumbangkan energi yang berkelanjutan. Berikut beberapa saran makanan yang baik dikonsumsi untuk berbagai jenis olahraga pada waktu yang berbeda dalam sehari.

*Waktu:* Pukul 08.00

*Jenis olahraga:*

jogging, bersepeda statis, dan berenang

*Makanan yang dikonsumsi:*

Mengonsumsi makanan berbasis karbohidrat dan minum lebih banyak pada malam harinya. Pukul 06.00 atau 06.30, konsumsi makanan ringan 200 hingga 400 kalori (tergantung pada toleransi Anda), seperti yogurt, pisang, atau granola, dan banyak minum air. Jika menginginkan makanan yang lebih banyak, pertimbangkan untuk makan antara pukul 05.00 sampai 06.00 pagi. Jika tubuh Anda tidak dapat menangani sarapan apapun sebelum berolahraga berat di pagi hari, makanlah sarapan Anda sebelum tidur malam sebelumnya. Semangkuk sereal, roti dengan selai kacang, atau paket oatmeal dapat membantu meningkatkan simpanan glikogen di hati dan mencegah gula darah rendah keesokan harinya.

*Waktu:* Pukul 10.00

*Jenis olahraga:*

bersepeda

*Makanan yang dikonsumsi:*

Makan malam berbasis karbohidrat seperti tumis ayam dengan nasi ekstra, dan minum lebih banyak air sehari sebelumnya. Pada pagi harinya, lakukanlah sarapan yang biasa dilakukan pada pukul 7 pagi agar makanan bisa dicerna maksimal oleh tubuh selama tiga jam. Mengonsumsi makanan ini akan mencegah kelelahan akibat gula darah rendah. Pilihan populer adalah oatmeal dengan kacang dan kismis, roti dengan selai kacang dan pisang, serta yogurt.

*Waktu:* Pukul 11.00

*Jenis olahraga:*

gulat atau olahraga tarung bebas

*Makanan yang dikonsumsi:*

Atlet tertentu seperti tinju dan tarung bebas mengalami diet ketat dan dehidrasi untuk mencapai berat tertentu untuk bisa masuk di kelasnya dan mereka hanya memiliki waktu beberapa jam setelah penimbangan untuk bersiap menghadapi kompetisi. Atlet tersebut perlu mengganti air, karbohidrat, dan natrium. Target ideal untuk atlet yang kekurangan 150 pon (68 kg) adalah 700 kalori (terutama dari karbohidrat), 2.200 miligram natrium, dan 2 liter (2 L) air (Slater et al. 2007). Asupan akan sangat bervariasi tergantung pada toleransi atlet terhadap makanan.

*Waktu:* Pukul 14.00

*Jenis olahraga:*

futsal dan sepak bola

*Makanan yang dikonsumsi:*

Pertandingan sore memberikan waktu bagi Anda untuk menikmati sarapan berbasis karbohidrat yang sehat seperti roti panggang dan makan siang ringan atau makan siang yang substansial pada pukul 10.00, memungkinkan makanan untuk dicerna di dalam tubuh selama empat jam. Seperti biasa, makan malam berbasis karbohidrat pada malam sebelumnya, dan minum lebih banyak cairan pada hari sebelumnya hingga siang hari. Pilihan makanan yang populer adalah pancake, sereal, telur orak-arik, telur rebus dengan roti panggang, bagel, salad buah segar, jus buah 100 persen, dan yogurt buah.

*Waktu:* Pukul 20.00

*Jenis olahraga:*

bola basket dan badminton

*Makanan yang dikonsumsi:*

Anda dapat mencerna sarapan dan makan siang berbasis karbohidrat yang besar dan kuat di malam harinya. Rencanakan makan malam lebih awal, waktu makan malam terakhir yang ditoleransikan pada hari sebelumnya adalah pukul 17.00. Akan tetapi, diperbolehkan menambah asupan camilan sehat sebelum pertandingan pada pukul 19.00. Minum lebih banyak cairan sepanjang hari. Dua pilihan makan malam yang populer adalah pasta dengan saus tomat dan daging cincang, serta ayam dengan seporsi besar nasi/ kentang, plus roti gulung, salad buah, dan yogurt beku rendah lemak.

*Waktu:* sepanjang hari

*Jenis olahraga:*

lintas alam, bersepeda (160 km), marathon.

*Makanan yang dikonsumsi:*

Dua hari sebelum acara, kurangi porsi latihan. Beristirahatlah sehari sebelumnya untuk memungkinkan otot Anda mengganti simpanan glikogen yang habis. Mengonsumsi makanan kaya karbohidrat saat sarapan, makan siang, dan makan malam. Minum lebih banyak cairan. Pada hari acara, sarapanlah dengan makanan sesuai pada batas toleransi. Oatmeal dan roti dengan selai kacang adalah favorit. Saat berolahraga, rencanakan untuk makan makanan berbasis karbohidrat (roti pisang, *sport bar*, buah kering, minuman olahraga, *sport gel*) setiap 60 hingga 90 menit untuk menjaga kadar gula darah normal. Jika berhenti pada waktu makan siang, makanlah makanan dengan ukuran yang cukup, tetapi secara umum usahakan untuk mendistribusikan kalori secara merata sepanjang hari. Termasuk beberapa makanan dengan protein dan lemak, seperti selai kacang, kacang-kacangan, dan keju, karena jenis makanan berbasis protein dan lemak tersebut

menawarkan energi yang berkelanjutan untuk dicerna menjadi bahan bakar dalam waktu beberapa jam. Minumlah cairan sebelum haus.

### **Mengisi Sumber Tenaga Tiga hingga Empat Jam Sebelum Latihan**

Sebagian besar atlet pada umumnya makan tiga hingga empat jam sebelum berolahraga agar makanannya bisa dicerna oleh tubuh. Akan tetapi, dengan waktu 4 jam memiliki banyak waktu untuk mengosongkan makanan dari perut, terutama jika para atlet tidak memenuhi diri mereka dengan makanan berlemak tinggi (burger keju dan kentang goreng) yang membutuhkan waktu lebih lama untuk dicerna daripada makanan jenis pasta berbasis karbohidrat. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah makanan yang disarankan untuk dikonsumsi sebelum berolahraga untuk atlet triatlon dengan berat 68 kg.

**Tabel 2.1 Sumber Tenaga Sebelum Latihan**

Waktu sebelum latihan	Gram karbohidrat (per jumlah berat badan)	Kalori (untuk atlet dengan berat 68 kg)
4 jam	2 (4 g/kg)	1.200
2 jam	1 (2 g/kg)	600
5-60 menit	0.5 (1 g/kg)	300

Untuk atlet triatlon seberat 68 kg (150 pon) yang akan memulai bersepeda sejauh 50 mil pada pukul 10.00, 600 kalori karbohidrat sarapan pada pukul 8 pagi diterjemahkan sebagai berikut:

- Semangkuk granola dengan pisang besar dan susu
- Tiga atau empat pancake dengan sirup maple
- Tiga bungkus oatmeal dengan sekotak camilan kismis

Menambahkan sedikit lemak atau protein (seperti telur atau selai kacang) dapat membantu merasa kenyang lebih lama, serta melindungi otot, tetapi karbohidrat adalah faktor terpenting di sini untuk mengisi bahan bakar. Terlalu banyak protein atau lemak (telur dadar keju besar dengan daging ayam dan kentang goreng) menyebabkan pegendapan di perut sehingga membuat latihan menjadi tidak menyenangkan (Sherman et al, 1989).

### **Mengisi Sumber Tenaga Tiga hingga Empat Jam Sebelum Latihan**

Individu atau atlet yang berolahraga sebelum sarapan, perlu memastikan bahwa mereka telah mendapatkan sumber tenaga yang memadai. Jika setelah bangun tidur kemudian tidak mengonsumsi makanan apapun sebelum berolahraga, kemungkinan latihan tidak akan maksimal karena kehabisan tenaga. Sebaliknya jika mengonsumsi makanan terlebih dahulu maka latihan berjalan lebih baik (Clark 2014, NCSA 2011).

Secara mekanisme di dalam tubuh pada malam hari, tubuh manusia menghabiskan glikogen hati sebagai sumber karbohidrat untuk menjaga kadar gula darah tetap normal. Oleh karena itu, ketika memulai latihan pagi hari, kadar gula dalam darah rendah, sehingga akan mengalami kelelahan lebih awal ketika latihan jika tidak mengonsumsi makanan sebagai sumber tenaga. Jumlah makanan yang harus dikonsumsi oleh individu dan atlet sebelum latihan pagi bervariasi dari orang ke orang, mulai dari beberapa biskuit hingga sepotong roti panggang, segelas jus, atau semangkuk sereal. Jika atlet atau individu tidak mengonsumsi makanan apapun sejak pukul 18.00 malam sebelumnya, maka gula darah pasti perlu ditingkatkan. Akan tetapi, sebaliknya, jika atlet atau individu mengonsumsi banyak makanan pada malam sebelumnya, kebutuhan atlet atau individu tentang makanan pagi hari berkurang (Clark 2014, NCSA 2011).

Aturan praktisnya adalah mengonsumsi 2 kalori karbohidrat per pon (4.4 kal/kg) berat badan dalam 5 hingga 60 menit sebelum berolahraga (ACSM, 2009). Adapun rinciannya sebagai berikut khusus untuk atlet senam dengan berat badan 68 kg:

- Dua bungkus oatmeal instan (beraroma)
- Sebuah roti bagel dan 240 ml jus jeruk
- Semangkuk granola yang dibuat dengan buah kering, sereal, dan pretzel
- Sebuah *energy bar* dan 16 ons (480 ml) minuman olahraga

Karena toleransi sangat bervariasi, sulit untuk menentukan jumlah terbaik dari makanan sebelum olahraga. Beberapa atlet kompetitif bangun dua jam lebih awal hanya untuk makan dan kemudian kembali tidur dan memberikan waktu untuk makanannya mengendap di dalam usus. Beberapa atlet lain mengonsumsi beberapa pisang atau makanan lain yang mudah dicerna. Lalu ada juga yang terbiasa berlatih dengan perut kosong (Clark 2014, NCSA 2011).

## **B. Pengaturan Makanan Selama Berolahraga**

Selama olahraga atau latihan yang berlangsung lebih dari 60 menit, atlet atau individu harus menyeimbangkan kehilangan keringat dan keluaran energi dengan cairan dan karbohidrat yang cukup untuk menjaga energi tetap tinggi dan gula darah pada tingkat normal. Atlet atau individu dapat meningkatkan stamina secara signifikan dengan mengonsumsi sumber energi yang cukup saat melakukan latihan ketahanan. Atlet atau individu ketika melakukan latihan intensitas tinggi memungkinkan mengonsumsi sumber tenaga melalui makanan berbentuk gel dan minuman khusus olahragawan sehingga tidak perlu ada

gerakan mengunyah. Akan tetapi, ketika melakukan latihan dengan intensitas rendah, atlet dan individu dapat mencerna dan menggunakan makanan standard yang dikonsumsi saat berolahraga (Clark 2014, NCSA 2011).

Tabel berikut ini menunjukkan beberapa rencana pengisian sumber energi yang dikutip oleh penelitian Campbell pada tahun 2007.

**Tabel 2.2 Sumber Tenaga Selama Latihan**

Jenis Latihan	Asupan Karbohidrat selama latihan atau bertanding	Contoh Sumber Energi
< 45 menit, seperti olahraga kesehatan	Sedikit sekali karbohidrat yang dibutuhkan	Air, jika haus
1-2,5 jam, seperti sepak bola, <i>half</i> maraton, atau renang	30-60 g karbohidrat/jam (120-240 kalori karbohidrat/jam),	<i>Sports drink</i> , pisang, dan permen
> 2,5 jam, intensitas rendah hingga sedang, seperti bersepeda jarak jauh atau hiking	Sesuai selera, tapi setidaknya 30 g karbohidrat/jam (120 kalori karbohidrat/jam), jika tidak lebih	Roti pisang, buah kering, makanan apa pun yang mengendap dengan baik
2,5 jam, intensitas sedang hingga tinggi yang	60-90 g karbohidrat/jam (240 hingga 360 kalori karbohidrat/jam) dari	<i>Sports drink</i> , gel, <i>sports candy</i> , <i>energy bar</i> , kue dan permen sederhana;

---

nonstop, seperti maraton atau triatlon	berbagai sumber makanan (Asupan lebih tinggi dikaitkan dengan kinerja yang lebih baik.)	makanan standar, sesuai toleransi, untuk perubahan karbohidrat dan protein
--	---	--

---

Atlet dan individu perlu bereksperimen selama latihan untuk menentukan jenis makanan dan cairan mana yang paling cocok serta seberapa jumlahnya yang sesuai. Selama latihan ketahanan dengan intensitas sedang hingga tinggi, karbohidrat memasok sekitar 50 persen energi. Ketika menghabiskan karbohidrat dari simpanan glikogen otot, maka tubuh semakin bergantung pada gula dalam darah untuk energi. Dengan mengonsumsi karbohidrat selama olahraga, seperti gula dalam *sports drink* atau minuman olahraga, maka otot dan otak juga mendapatkan sumber energi tambahan (Campbell et al. 2007).

Sebagian besar performa bergantung pada stamina mental. Oleh karena itu, penting mempertahankan konsentrasi gula darah yang normal agar otak tetap mendapatkan energi sehingga dapat berpikir jernih, berkonsentrasi dengan baik, dan tetap fokus ketika latihan atau bertanding. Perlu menjadi catatan, bahwa terlalu banyak gula atau makanan yang diminum sekaligus dapat memperlambat laju pencernaan. Lebih konservatif, selama latihan intens dalam cuaca panas, penggantian cairan secara cepat mungkin lebih penting daripada penggantian karbohidrat. Namun demikian, dalam cuaca dingin, ketika risiko dehidrasi lebih rendah, lebih penting penggantian karbohidrat agar dapat menyediakan energi yang sangat dibutuhkan (Clark 2014, NCSA 2011).

Bagaimanapun situasinya, atlet ketahanan seperti pelari maraton, pesepeda jarak jauh, dan atlet triatlon perlu membuat rencana nutrisi jauh-jauh hari sebelum acara dan bereksperimen selama latihan untuk mempelajari preferensi mereka. Mengembangkan daftar beberapa makanan yang telah dicoba dan terasa

enak bahkan saat kondisi kepanasan dan kelelahan, sehingga tidak ada kekhawatiran baik dari atlet atau individu tentang apa yang harus dimakan (dan apa yang tidak boleh dimakan) pada hari perlombaan (Clark 2014, NCSA 2011).

Idealnya, atlet atau individu harus mengetahui berapa banyak cairan yang harus diminum dan berapa banyak kalori yang harus ditargetkan. Berikut cara memperkirakan kebutuhan bagi atlet atau individu, (Clark 2014, NCSA 2011):

- Tentukan target asupan cairan dengan menimbang berat badan sebelum dan sesudah latihan di suhu yang berbeda untuk menentukan hilangnya keringat per jamnya.
- Perkirakan target kalori dengan bekerja sama dengan ahli gizi olahraga, ahli fisiologi olahraga, atau informasi kalori berteknologi tinggi pada monitor detak jantung, jam tangan olahraga, dan peralatan olahraga.

### **C. Pengaturan Makanan Setelah Berolahraga**

Ketika menghadapi kerasnya jadwal latihan atau pertandingan yang berat dan melelahkan, konsumsi makanan setelah latihan keras atau kompetisi memengaruhi proses pemulihan. Segera setelah berolahraga, otot dengan mudah menyerap protein (asam amino) dari darah dan menggunakannya untuk membangun otot. Otot juga paling efisien dalam menyerap karbohidrat dari darah untuk mengisi simpanan glikogen yang habis. Jika dapat menyediakan waktu untuk berlatih, berarti dapat menyediakan waktu untuk mengisi sumber tenaga bahan bakar. Mengisi kembali sumber tenaga adalah bagian dari program pelatihan (Clark 2014, NCSA 2011). Mengisi sumber tenaga dengan karbohidrat plus protein bermanfaat dalam dua cara (Clark 2014, NCSA 2011):

- Karbohidrat merangsang pelepasan insulin, hormon yang membantu membangun otot serta mengangkut karbohidrat ke dalam otot untuk mengisi simpanan glikogen yang habis.
- Karbohidrat yang dikombinasikan dengan sedikit protein (kira-kira 10 sampai 20 g) menghasilkan respons yang lebih baik, dan mengurangi kortisol, hormon yang memecah otot.

Konsumsi makanan yang dimakan oleh atlet elit setelah latihan atau pertandingan harus dipilih dengan bijak dan cermat, seperti makanan yang dimakan sebelum latihan atau pertandingan. Bijak dalam memilih makanan dan cairan yang tepat setelah selesai latihan atau pertandingan akan mempersiapkan tubuh sebaik mungkin untuk latihan berikutnya. Kunci proses pemulihan yang efektif adalah mengonsumsi karbohidrat tiga kali lebih banyak daripada protein (yang membangun kembali dan memperbaiki otot yang rusak). Dengan demikian, hindari konsumsi campuran protein untuk proses pemulihan, sebagai gantinya, siapkan *fruit smoothie* yang dibuat dari yogurt, beri, dan pisang. Atau mengonsumsi susu coklat (Clark 2014, NCSA 2011).

Mengganti cairan yang hilang karena berkeringat setelah latihan berat atau pertandingan harus menjadi prioritas, sehingga tubuh yang tadinya kehilangan banyak cairan kembali mendapatkan keseimbangan cairan tubuh. Melakukan olahraga atau berolahraga berarti berisiko kekurangan cairan. Oleh karena itu, mengetahui tingkat keringat sangatlah penting sehingga asupan cairan untuk minum sesuai jadwal dan tubuh tidak kehilangan lebih dari 2 persen dari berat badan (misalnya, 3 lb untuk 150 lb, atau 1,4 kg untuk 68 kg, per orang). Idealnya, atlet atau individu harus meminimalkan dehidrasi selama latihan atau pertandingan berlangsung. Namun, hal tersebut sulit dilakukan selama pertandingan atau latihan yang intens (Clark 2014, NCSA 2011).

Penelitian pada tahun 2006 menyebutkan bahwa setelah melakukan latihan yang berat, beberapa individu dan atlet cenderung mencoba minuman olahraga seperti Gatorade atau Powerade untuk menghilangkan dahaga dan mengganti keringat yang hilang. Namun demikian, sedikit yang menyadari bahwa susu rendah lemak dan skimlah yang dapat menjadi rehidrator efektif (Karp, Johnston, Tecklenburg et al. 2006). Susu skim dan susu rendah lemak memiliki elektrolit (seperti halnya semua makanan alami) yang meningkatkan retensi cairan dan mengembalikan keseimbangan cairan normal (Shirrieffs, Watson, Maughan 2007). Tabel di bawah ini memperlihatkan kandungan elektrolit pada susu rendah lemak, susu coklat, dan Powerade sebagai perbandingan.

**Tabel 2.3 Sumber Tenaga Setelah Latihan**

Minuman (8 ons, atau 240 ml)	Natrium (mg)	Kalium (mg)	Protein (g)	Karbohidrat (g)
Susu rendah lemak	100	400	8	12
Powerade	55	45	-	19
Susu coklat	150	425	8	26
Air	-	-	-	-

Intinya: Setelah berolahraga keras, makanan pemulihan seperti susu cokelat, roti dengan selai kacang, atau pasta dengan saus tomat menawarkan elektrolit jauh lebih banyak daripada yang didapatkan dalam minuman olahraga (Clark 2014, NCSA 2011).

## Proses Pemulihan melalui Makanan

Jika atlet atau individu akan melakukan latihan lebih keras dalam empat hingga enam jam, maka merencanakan untuk mengonsumsi makanan secepat mungkin setelah latihan pertama adalah hal yang harus dilakukan sehingga atlet dan individu dapat dengan mudah mengonsumsi kombinasi sumber karbohidrat untuk mengisi kembali simpanan glikogen otot yang habis dan protein untuk memperbaiki dan membangun otot (Clark 2014, NCSA 2011).

Makanan olahraga yang direkayasa dapat mengiklankan rasio 3 banding 1 atau 4 banding 1 dari karbohidrat terhadap protein, sehingga membingungkan atlet atau individu untuk mengonsumsinya. Oleh karena itu, idealnya adalah mengonsumsi makanan yang berbahan utamanya karbohidrat dengan sekitar 10-20 gram protein sebagai pelengkap, tergantung ukuran tubuh atlet atau individu. Hal itu menawarkan banyak protein untuk mengoptimalkan sintesis otot. Kebanyakan atlet yang lapar secara alami melakukan ini (jika tidak pada awalnya, kemudian dalam satu jam atau lebih) saat mereka berulang kali mencari camilan dan makanan sehat —kecuali mereka terpengaruh oleh diet tinggi protein, rendah karbohidrat (Clark 2014, NCSA 2011).

Beelen, tahun 2010, dalam penelitiannya merekomendasikan asupan karbohidrat dan protein yang spesifik. Menargetkan sekitar 0,5 gram karbohidrat dan 0,1-0,2 gram protein per pon (0,2-0,4 g/kg) berat badan setiap jam, diambil dengan interval 30 menit selama empat jam (Beelen et al. 2010). Misalkan atlet memiliki berat 150 pound (68 kg). Persamaannya akan terlihat seperti ini:

---

$150 \text{ pounds} \times 0,5 \text{ g karbohidrat} = 75 \text{ g karbohidrat} = 300 \text{ kalori karbohidrat}$

$150 \text{ pounds} \times 0,1-0,2 \text{ g protein} = 15-30 \text{ g protein, lebih mudah } 20 \text{ g protein} = 80 \text{ kalori protein}$

---

Berikut adalah beberapa kombinasi karbohidrat-protein yang sesuai dengan rumus ini:

- 3 telur orak-arik + semangkuk oatmeal dengan sirup maple
- 16 ons (480 ml) susu coklat + energy bar
- Sandwich selai kacang dan madu + yogurt
- *Fruit Smoothie* (1 cangkir yogurt manis + pisang + beri)
- Jus anggur + sandwich turki

Atlet yang melakukan latihan 10 jam dalam satu minggu harus mengonsumsi sekitar 2,5 hingga 3 gram karbohidrat per pon berat badan (5 hingga 7g/kg), sedangkan atlet yang melakukan latihan 10 jam dalam satu minggu membutuhkan sekitar 3 sampai 5,5 gram karbohidrat per pon (7 sampai 12 g/kg). Cairan dan makanan padat mengisi ulang otot dengan baik. Mengonsumsi susu coklat atau *fruit smoothie* direkomendasikan. Namun, jika Atlet sedang lapar, mengonsumsi daging sapi panggang tanpa lemak, hamburger atau steak tidak menjadi masalah (Clark 2014, NCSA 2011).

### **Proses Pemulihan melalui Elektrolit**

Ketika berkeringat, tubuh tidak hanya kehilangan air tetapi kehilangan beberapa mineral (elektrolit) seperti kalium dan natrium yang membantu tubuh berfungsi secara normal. Satu pon (16 ons atau 480 ml) keringat mengandung sekitar 80 sampai 100 miligram kalium dan sekitar 400 sampai 700 mig natrium. Konsentrasi natrium dalam darah atlet adau individu sebenarnya meningkat selama olahraga karena kehilangan lebih banyak air secara proporsional daripada natrium (Clark 2014, NCSA 2011).

Oleh karena itu, kebutuhan pertama adalah mengganti fluida. Atlet dan individu dapat mengganti natrium melalui makanan yang dikonsumsi dengan

menaburkan garam pada makanan pemulihan atau memilih makanan asin seperti zaitun, acar, biskuit, atau sup. Harap perhatikan (dengan membaca label makanan), bahwa makanan pemulihan populer seperti yogurt, bagel, pizza, dan saus spaghetti memiliki lebih banyak natrium daripada yang mungkin disadari. Berikut tabel kandungan kalium dalam makanan yang diambil dari USDA.

**Tabel 2.4 Kandungan Kalium dalam Makanan Pemulihan**

Makanan	Kalium (mg)
Kentang, 10 oz (300 g)	1.650
Yogurt, rendah lemak, 8 oz (230 g)	530
Jus Jeruk, 8 oz (240 ml)	445
Pisang ukuran sedang	420
Jus nanas, 8 oz (240 ml)	325
Kismis ¼ cup (40 g)	310
Beer, 12 oz (360 ml), per kaleng	90
Jus Apel, 8 oz (240 ml), per kaleng	50
Gatorade, 8 oz (240 ml),	30
Cola, 12 oz (360 ml), per kaleng	10
Potensi kehilangan setelah 2 jam latihan	300

Berikut tabel kandungan natrium dalam makanan yang diambil dari USDA.

**Tabel 2.5 Kandungan Natrium dalam Makanan Pemulihan**

Makanan	Kalium (mg)
Sup ayam, 1 kaleng	2.350
Keju dan makaroni, (7,25 oz atau 225 g) I box Kraft	1.740
Mie ramen, 1 paket	1.660

Pizza, ½ of 12 inc. (30 cm)	1.190
Garam, 1sendok makan	590
Pretzels 1 oz (30 g)	490
Bagel, 1	370
Roti, 1 potong	170
Irisan kentang, 15 irisan	170
Yogurt buah, 6 oz (170 g),	80-130
Gatorade, 12 oz (240 ml),	160
Biskuit, 5 (0,5 oz atau 15 g)	150
Sereal, 1cup	120
Coke, 12 oz (360 ml), per kaleng	45
Beer, 12 oz (360 ml), per kaleng	101-5
Jus Jeruk, 8 oz (240 ml)	0-15
Potensi kehilangan setelah 2 jam latihan	1000-2000

Dari dua tabel yang ditampilkan, mengganti kehilangan natrium dengan minuman pengganti cairan yang disiapkan secara komersial seperti Gatorade atau Powerade adalah bukan cara yang bijak karena sebagian besar minuman olahraga khusus ini mengandung natrium yang buruk. Minuman pengganti cairan komersial dirancang untuk diminum selama olahraga yang intens. Kedua minuman olahraga tersebut sangat encer. Gatorade atau Powerade bukan makanan pemulihan terbaik dalam hal kandungan elektrolit, karbohidrat, dan nilai gizi keseluruhan, kecuali mengonsumsi dalam jumlah besar (Clark 2014, NCSA 2011).

## **Proses Pemulihan melalui Vitamin**

Hingga saat ini, belum ada penelitian yang mendukung bahwa vitamin tambahan dibutuhkan setelah olahraga berat. Vitamin tidak digunakan selama latihan, mereka didaur ulang. Beberapa atlet dan individu percaya bahwa vitamin dapat membantu memperbaiki kerusakan oksidatif yang terjadi selama olahraga dan dianggap menghambat perbaikan otot serta meningkatkan risiko kanker. Oleh karena itu, atlet dan individu mengonsumsi vitamin antioksidan (C, E, betakaroten). Namun demikian, mengonsumsi vitamin ini dengan dosis besar dapat menyebabkan ketidakseimbangan yang menghambat pemulihan (Clark 2014, NCSA 2011).

## **Mengambil Waktu untuk Proses pemulihan**

Latihan berlebihan, istirahat yang tidak memadai, atau tidur yang terlalu sedikit mengakibatkan kelelahan kronis walaupun asupan nutrisi untuk proses pemulihan sudah baik dan tepat. Jadwal latihan yang berat dan berkepanjangan, di samping komitmen dan tanggung jawab lainnya, menyebabkan atlet memiliki waktu yang terlalu sedikit untuk makan, tidur, dan perawatan diri yang benar. *Overtraining* memiliki gejala bermacam-macam. Gejala fisik termasuk kehilangan nafsu makan, penurunan berat badan, insomnia, pilek atau infeksi saluran pernapasan, dan nyeri otot atau sendi yang tampaknya tidak diketahui penyebabnya. Mudah tersinggung dan cemas, yang salah satunya bisa disertai depresi merupakan gejala mental. Performa yang sangat buruk dalam latihan atau pertandingan dan kurangnya peningkatan pada saat atlet mempertahankan latihan yang rajin dapat mengindikasikan seorang atlet tersebut mengalami *overtraining*. Jika atlet atau individu terlatih mengalami dua atau lebih gejala ini, ketahuilah bahwa latihan yang dilakukan bisa lebih berbahaya daripada menguntungkan.

Daripada berlatih berlebihan hingga kelelahan kronis, seorang atlet atau individu terlatih harus mengambil langkah-langkah untuk mencegahnya. Asupan makanan tepat yang menyediakan karbohidrat dan protein yang cukup, berikan waktu pemulihan di antara latihan yang intens, dan rencanakan jadwal sehingga cukup tidur di malam hari adalah langkah-langkah antisipasi untuk menghilangkan gejala *overtraining* (Clark 2014, NCSA 2011).

Seorang atlet atau individu terlatih, harus mencoba meminimalkan stres dalam hidup dan membatasi aktivitas mengganggu yang dapat menguras cadangan energi fisik dan mental. Hari istirahat, dengan sedikit atau tanpa olahraga, merupakan bagian penting dari setiap program pelatihan. Namun, beberapa atlet atau individu terlatih, merasa bersalah jika tidak berlatih setiap hari. Mereka takut menjadi tidak sehat, gemuk, dan malas jika mereka melewatkan satu hari pelatihan. Walaupun pada dasarnya skenario itu tidak mungkin terjadi, fakta fisiologis penting mengungkapkan bahwa istirahat sangat penting untuk performa terbaik. Istirahat meningkatkan proses pemulihan, mengurangi risiko cedera, dan merupakan investasi dalam performa masa depan. Untuk mengganti simpanan glikogen yang habis sepenuhnya, otot mungkin perlu istirahat hingga dua hari tanpa olahraga dan asupan makanan tinggi karbohidrat. Penelitian telah menunjukkan bahwa perenang tampil sama baiknya setelah satu sesi latihan 90 menit per hari seperti yang mereka lakukan dengan dua sesi 90 menit (Costill et al. 1991). Latihan berkualitas lebih baik daripada latihan kuantitas, sehingga atlet dan individu jangan meremehkan kekuatan dari istirahat atau pemulihan.

## **BAB III**

# **PENINGKATAN MASSA OTOT DENGAN PROTEIN**

Usaha terus-menerus untuk mendapatkan otot yang bagus dan cenderung kekar adalah hal yang telah banyak atlet, individu biasa, hingga individu terlatih perjuangkan selama bertahun-tahun. Mereka ingin melihat hasil dari latihan otot dengan cepat. Beberapa bahkan beralih dengan usaha ilegal atau tidak sehat untuk mencapai hasil tersebut seperti penggunaan steroid.

Bagi mereka yang memutuskan untuk melakukannya dengan upaya yang sehat, prosesnya akan sulit dan membutuhkan banyak kerja keras, disiplin, dan yang terpenting waktu. Kabar baiknya adalah terdapat banyak cara yang bijak dan sesuai kaidah ilmiah serta didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya untuk meningkatkan proses peningkatan massa otot dengan peluang yang sehat dan aman. Nutrisi yang tepat memainkan peran penting dalam pembentukan massa otot tanpa lemak, lebih khusus lagi, protein. Memiliki jumlah protein cukup dalam makanan pada saat tubuh sangat membutuhkannya membantu meningkatkan pemeliharaan otot dan pembangunan kembali jaringan.

Protein dibutuhkan dalam makanan setiap hari. Menurut Rentang Distribusi Makronutrien yang dapat Diterima (AMDR) 10-35% dari asupan kalori harian harus terdiri dari protein. Ketika olahraga ditambahkan ke dalam gaya hidup seseorang, tubuh membutuhkan protein ekstra untuk memperbaiki serat otot yang digunakan. Pemecahan dan penumbuhan kembali jaringan otot dengan bantuan protein merupakan proses yang berkelanjutan. Proses ini disebut sintesis protein. Ketika atlet, individu biasa, hingga individu terlatih memiliki

tujuan untuk menambahkan berat badan dalam bentuk otot, mereka mungkin perlu mempertimbangkan untuk menambahkan protein ekstra ke dalam makanannya. Di sepanjang bab ini, pelatihan ketahanan akan menjadi fokus utama untuk kebutuhan protein tambahan dalam makanan. Ada berbagai bentuk dan kemungkinan untuk menambahkan protein ekstra ke dalam makanan. Beberapa yang akan dibahas di seluruh bab ini termasuk protein whey, kedelai, dan kasein. Bentuk-bentuk ini dianggap protein berkualitas tinggi dan telah terbukti memiliki efek positif pada peningkatan pertumbuhan otot melalui peningkatan sintesis protein otot (Tang et al., 2009).

## **A. Protein**

Protein adalah makronutrien yang memainkan peran penting dalam tubuh kita dan merupakan senyawa organik yang terdiri dari setidaknya satu rantai panjang asam amino. Protein membentuk struktur jaringan tubuh, seperti otot, rambut, dan kolagen, dan juga membantu pembentukan enzim. Protein juga ditemukan dalam mereplikasi DNA, dan mengangkut molekul dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh lainnya. Kisaran distribusi makronutrien yang dapat diterima adalah 10-35% dari asupan energi harian untuk kebanyakan orang dewasa. Seperti disebutkan sebelumnya, peningkatan protein diketahui bermanfaat ketika program pelatihan ketahanan ditambahkan ke gaya hidup seseorang, tetapi rekomendasi spesifiknya masih belum diketahui (Clark 2014, NCSA 2011).

### **Asam Amino**

Asam amino adalah bahan penyusun protein. Ada dua bentuk asam amino, yaitu asam amino nonesensial yang dapat dibuat di dalam tubuh dan esensial

yang tidak dapat dibuat dalam tubuh. Asam amino esensial perlu diambil melalui makanan kita melalui bentuk protein (Clark 2014, NCSA 2011). Tabel 3.1 menunjukkan perbedaan dari asam amino esensial dan asam amino nonesensial.

**Tabel 3.1 Perbedaan Asam Amino Esensial dan Nonesensial**

Asam Amino Esensial	Asam Amino Nonesensial
Histidin	Alanin
Lisin	Arginin
Leusin	Asparagin
Isoleusin	Asam Aspartat
Methionin	Asam Glutamat
Threonin	Glutamin
Venilalanin	Glisin
Triptofan	Serin
Valin	Prolin
	Sistein
	Tirosin
	Taurin
	Selenosistein

Leusin adalah salah satu asam amino esensial teratas dengan jumlah yang cukup banyak di protein kedelai dan whey. Leusin berperan besar dalam merangsang sintesis protein otot. Asam amino ini bertanggung jawab untuk merangsang jalur m-tor. Jalur ini bertanggung jawab untuk pertumbuhan sel, yang pada gilirannya menyebabkan peningkatan pertumbuhan otot (Babault et

al., 2013). Protein whey dikenal memberikan keseimbangan leusin yang lebih menguntungkan daripada kasein (Phillips et al., 2005).

### **Whey, Kasein, Kacang Kedelai**

Susu terdiri dari dua komponen protein yang berbeda, protein larut (whey), dan kasein. Whey memiliki kemampuan untuk dapat dicerna dengan cepat oleh tubuh; asam aminonya dikirim lebih cepat ke otot. Kasein memiliki laju pencernaan yang jauh lebih lambat dibandingkan whey, yang berarti asam aminonya memerlukan waktu hingga beberapa jam untuk sampai ke jaringan tubuh. Protein whey juga dikenal untuk memberikan oksidasi asam amino untuk seluruh tubuh lebih dari yang mampu dilakukan kasein (Phillips et al., 2005). Tabel 3.2 menunjukkan kandungan asam emino nonesensial yang terdapat di dalam whey dan kacang kedelai per 26 gram.

**Tabel 3.2 Asam Amino Nonesensial per 26 gram**

Asam Amino	Soy/Kacang Kedelai	Whey
Sistein	244	869
Asam Aspartat	2.180	2.039
Alanin	808	230
Asam Glutamat	3.589	2.683
Glisin	789	78
Prolin	940	179
Serin	977	180
Tirsosin	714	172
Total	10.241	6.430

Dengan fakta-fakta ini, disarankan untuk menggunakan protein whey secara langsung sebelum atau setelah sesi latihan ketahanan. Sementara, penggunaan kasein mungkin bermanfaat untuk digunakan sebelum tidur, memungkinkan asam amino untuk membantu memulihkan otot saat seseorang tidur. Beberapa penelitian menyimpulkan dan membuktikan bahwa protein whey memiliki tingkat sintesis protein otot yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan protein whey menjadi protein pilihan bagi banyak orang yang mencoba meningkatkan massa otot mereka (Babault et al., 2013). Tabel 3.3 menunjukkan kandungan asam emino esensial yang terdapat di dalam whey dan kacang kedelai per 26 gram.

**Tabel 3.3 Asam Amino Esensial per 26 gram**

Asam Amino	Soy/Kacang Kedelai	Whey
Leusin	1.546	2.609
Isoleusin	921	1.333
Valin	940	942
Methionin	245	443
Arginin	1.428	480
Histidin	489	425
Lisin	1.184	2.222
Venilalanin	977	831
Triptofan	595	244
<b>Total</b>	<b>9.039</b>	<b>10.491</b>

Kedelai merupakan protein nabati. Kedelai mirip dengan protein whey karena sama dapat dicerna dengan cepat (Tang et a.l, 2009). Jenis protein ini mengandung antioksidan. Mereka membantu kerusakan molekuler yang timbul

dari reaksi oksidasi dari radikal bebas. Radikal bebas diproduksi di dalam tubuh akibat berolahraga dan menyebabkan terjadinya kerusakan sel otot dengan indikasi awal seseorang akan mengalami kelelahan. Meskipun protein kedelai umumnya berada di urutan kedua setelah whey, suplemen ini efektif dan mempunyai manfaat lebih karena mengandung antioksidan yang tidak dimiliki kasein (Brown et al., 2004). Beberapa orang mungkin merekomendasikan protein kedelai karena termasuk dalam gaya hidup vegan karena protein kedelai ini sepenuhnya merupakan nabati.

## **B. Massa Otot**

Massa otot sangat penting untuk kesehatan manusia, aktivitas dan fungsi fisik, serta performa. Atlet dan binaragawan ingin meningkatkan massa dan kekuatan otot untuk alasan kompetitif. Individu terlatih atau individu biasa atau mereka yang baru pulih dari cedera atau penyakit terbatas, perlu meningkatkan massa otot untuk meningkatkan fungsionalitas dan kualitas hidup. Pada populasi yang lebih stres seperti atlet dan binaragawan, otot berfungsi sebagai cadangan metabolik untuk memastikan homeostasis glukosa dan menyediakan prekursor asam amino untuk kebutuhan splanknik, imunologi, dan penyembuhan luka (Wolfe 2006).

Dasar metabolisme untuk perubahan massa otot adalah *net muscle protein balance* (NBAL) atau bisa disebut keseimbangan protein otot bersih. Protein otot, sebenarnya merupakan semua protein tubuh, secara konstan disintesis dan didegradasi. Keseimbangan antara kedua proses ini menentukan jumlah protein dalam otot. Lebih khusus lagi, perubahan massa otot disebabkan oleh perubahan keseimbangan sintesis dan pemecahan protein myofibrillar otot (Tipton 2014).

Selama waktu tertentu, jumlah protein otot disebabkan oleh perubahan NBAL. Penambahan protein otot terjadi selama periode keseimbangan positif dan protein otot hilang selama periode keseimbangan negatif. Asupan nutrisi dan olahraga keduanya memiliki pengaruh besar pada durasi dan besarnya periode NBAL positif dan negatif ini (Tipton 2014). Selain itu, perubahan massa otot sebagian besar dipengaruhi oleh sinyal endokrin. Dalam bab ini, kita akan membahas dampak olahraga, nutrisi dan agen anabolik, termasuk hormon dan kreatin, pada hipertrofi otot. Kami akan fokus terutama pada mekanisme metabolisme yang bertanggung jawab untuk penambahan otot dan, bila memungkinkan, mendasarkan studi pada manusia.

### **Pemecahan Otot dan Sintesis Protein**

Agar otot tumbuh, mereka perlu menjalani sintesis protein. Proses ini adalah dasar untuk pertumbuhan sel otot dan juga penting untuk perbaikan dan pemeliharaan sel. Proses ini meningkat ketika otot mengalami rangsangan, seperti beban yang diambil ketika program latihan ketahanan. Konsumsi protein dalam jumlah yang cukup merupakan kebutuhan yang diperlukan untuk sintesis protein otot, pemeliharaan massa otot dan menjaga otot bekerja dengan baik (Symons et al., 2010). Untuk mendapatkan massa otot harus ada keseimbangan protein yang positif. Sintesis protein otot harus selalu lebih besar daripada pemecahan protein otot.

Sejumlah penelitian yang telah mengukur keseimbangan antara pemecahan protein dan sintesis protein telah menemukan keseimbangan menjadi negatif sampai protein diambil melalui makanan, dengan jelas menyatakan peran penting protein dalam sintesis protein otot. Mempertahankan keseimbangan ini pada akhirnya menentukan jumlah dan kecepatan pertumbuhan otot (Philips, 2004).

Sintesis protein adalah proses berkelanjutan yang terus-menerus terjadi di dalam tubuh. Namun, hal itu meningkat secara drastis ketika latihan ketahanan dipasangkan dengan diet protein. Pergantian protein yang berulang ini adalah bagaimana sel-sel yang rusak ketika latihan diubah menjadi sel-sel baru yang sehat. Sayangnya sistem ini tidak sepenuhnya membuktikan daur ulang setiap asam amino secara keseluruhan. Selama proses ini banyak asam amino yang hilang dari otot rangka dan biasanya berakhir dengan salah satu dari dua rute tersebut. Mereka teroksidasi atau melalui glukoneogenesis, yang merupakan proses mengubah asam amino menjadi glukosa. Kehilangan asam amino ini adalah saat protein ekstra dalam makanan mungkin diperlukan untuk menggantikan apa yang hilang selama proses ini. Ini mencakup sedikit lebih dalam kebutuhan protein yang sedang berlangsung (Phillips et al., 2004).

*The American College of Sports Medicine* mengatur proses sintesis protein dalam lima langkah mudah untuk diikuti, yaitu:

1. Latihan ketahanan merangsang sintesis protein
2. Konsentrasi asam amino (AA) intraseluler turun
3. Penurunan ini merangsang pemecahan protein dan membawa AA ke dalam sel otot
4. Peningkatan AA yang sekarang tersedia merangsang sintesis protein
5. Hasilnya adalah pemodelan jaringan.

### **C. Kebutuhan Protein untuk Atlet dan Individu**

Penelitian belum menentukan kebutuhan protein yang tepat untuk atlet atau individu biasa karena kebutuhan individu berbeda-beda. Orang-orang dalam

kelompok berikut memiliki kebutuhan protein tertinggi (Clark 2014, NCSA 2011):

- Atlet ketahanan dan orang lain yang melakukan latihan intensif. Sekitar 5 persen energi dapat berasal dari protein selama latihan ketahanan, terutama jika simpanan glikogen otot habis dan glukosa darah rendah.
- Para pelaku diet mengonsumsi terlalu sedikit kalori. Ketika asupan kalori rendah, protein diubah menjadi glukosa dan dibakar untuk energi alih-alih digunakan untuk membangun dan memperbaiki otot.
- Atlet remaja. Protein sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan otot.
- Individu yang tidak terlatih memulai program latihan. Individu dalam kategori ini membutuhkan protein ekstra untuk membangun otot.

Dalam meneliti kebutuhan protein atlet, para pakar olahraga telah menemukan bahwa atlet membutuhkan sedikit lebih banyak protein daripada individu biasa untuk memperbaiki sejumlah kecil kerusakan otot yang terjadi pada saat latihan atau pertandingan, menyediakan energi (dalam jumlah yang sangat kecil), dan untuk membangun jaringan otot baru. Secara umum, menentukan kebutuhan protein yang tepat adalah hal yang diperdebatkan karena sebagian besar atlet yang lapar cenderung makan lebih banyak protein daripada yang mereka butuhkan hanya melalui makanan standar (Clark 2014, NCSA 2011).

Tabel berikut memberikan rekomendasi yang aman dan memadai untuk asupan protein bagi berbagai orang, dikutip dari *American College of Sports Medicine* (ACSM 2011, ACSM 2007).

**Tabel 3.4 Rekomendasi Protein**

Jenis Individu	Gram Protein per pound berat badan	Gram Protein per kg berat badan
Individu tidak aktif	0,4	0,8
Latihan Kesehatan, dewasa	0,5-0,7	1,1-1,6
Atlet ketahanan, dewasa	0,6-0,7	1,3-1,6
Atlet remaja yang sedang tumbuh	0,7-0,9	1,6-2,0
Individu dewasa yang mengembangkan otot	0,7-0,8	1,6-1,8
Atlet yang sedang membatasi kalori	0,8-0,9	1,8-2,0
Perkiraan kebutuhan atas untuk orang dewasa	0,9	2,0
Asupan protein rata-rata atlet ketahanan pria	0,5-0,9	1,1-2,0
Asupan protein rata-rata atlet ketahanan wanita	0,5-0,8	1,1-1,8

Ada keyakinan bahwa dengan mengonsumsi lebih banyak protein akan lebih baik. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang menunjukkan bahwa asupan protein melebihi 0,9 gram protein per pon (2,0 g/kg) akan memberikan keuntungan tambahan. Juga tidak ada bukti bahwa mengonsumsi suplemen protein di atas asupan yang memadai (dengan 0,5 g protein/lb, atau 1,0 g/kg) akan meningkatkan kekuatan atau ukuran otot (Erskine, Fletcher, Hanson et al. 2012).

Keuntungan mendapatkan protein dari bahan alami (dibandingkan dengan suplemen) karena protein alami mengandung senyawa bioaktif yang belum diketahui yang dapat mempengaruhi pertumbuhan otot. Bentuk tubuh binaragawan tidak dipengaruhi oleh konsumsi protein dengan jumlah banyak melainkan karena pelatihan intensif. Mereka lebih suka asupan makanan yang

tinggi protein karena protein tidak hanya membangun dan melindungi otot mereka tetapi juga mencegah mereka merasa lapar saat mereka mengurangi kalori (Clark 2014, NCSA 2011).

### **Memperkirakan Asupan Protein**

Untuk mengetahui apakah atlet atau individu memenuhi kebutuhan protein dalam makanannya. Lakukan dua langkah mudah. Pertama, dengan menggunakan tabel 3.4, menentukan kategori dimana atlet atau individu berada. Sebagai contoh, pembalap sepeda dengan berat 64 kg termasuk dalam kategori "atlet ketahanan, dewasa" dan membutuhkan sekitar 85 hingga 100 gram protein per hari dengan rincian (Clark 2014, NCSA 2011):

$$140 \text{ pounds} \times 0,6 \text{ g/ pounds} = 84 \text{ g protein}$$

$$130 \text{ pounds} \times 0,7 \text{ g/ pounds} = 98 \text{ g protein}$$

Kedua, hitung asupan protein dengan menggunakan informasi pada label makanan yang biasa dikonsumsi, menggunakan situs tertentu untuk menganalisis asupan makanan dan protein, atau menggunakan tabel di bawah ini yang bersumber dari *National Nutrient Database for Standard Reference* pada tahun 2011.

Sebagian besar buah dan sayuran hanya memiliki sedikit protein, hanya dapat menyumbang total 5 hingga 10 gram protein per hari, sehingga perlu mengonsumsi kacang-kacangan dan bentuk protein nabati lain lebih banyak untuk menyamai protein dalam makanan hewani. Mentega, margarin, minyak, gula, soda, alkohol, dan kopi tidak mengandung protein, umumnya makanan penutup mengandung sangat sedikit protein.

**Tabel 3.5 Protein pada Makanan Umum**

Sumber hewani	Gram protein per porsi standar	Gram protein per 100 kalori (jumlah)
Putih telur	3 g per 1 putih telur besar	20 g per 6 putih telur besar
Telur	6 g per 1 telur besar	8 g per 1,3 telur besar
Keju Cheddar	7 g per 1 ons (30 g)	6 g per 0,9 ons (27 g)
Susu, 1%	8 g per 8 ons (240 ml)	8 g per 8 ons (240 ml)
Yogurt	11 g per 8 ons (230 g)	8 g per 6 ons (180 g)
Keju dibakar	15 g per ½ cup (115 g)	15 g per ½ cup (115 g)
Hamburger dikukus	30 g per 4 ons (30 g)	7 g per 1,5 ons (45 g)
Pinggang Babi dipanggang	30 g per 4 ons (120 g)	10 g per 1,5 ons (45 g)
Dada Ayam dipanggang	35 g per ons (30g)	18 g per 2 ons (60 g)
Tuna	40 g per 6 kaleng (180 g)	20 g per 3 ons (90 g)
Sumber Nabati	Gram protein per porsi standard	Gram protein per 100 kalori (jumlah)
Almond kering	3 g per 12 kacang	3.5 g per 14 kacang
Selai kacang	4 g per 1 SDM	4 g per 1 SDM
Kacang merah	8 g per ½ cup	8 g per ½ cup
Hummus	10 g per ½ cup	5 g per ¼ cup
Tahu	11 g per ons (105 g)	12 g per 4 ons (120 g)
Kacang Putih	12 g per 1 cup	6 g per ½ cup

Tabel 3.6 menunjukkan contoh makanan kaya protein selama satu hari untuk individu aktif dengan berat 150 pon (68 kg). Namun, pastikan untuk mengonsumsi makanan lain untuk melengkapi kebutuhan kalori dan nutrisi.

**Tabel 3.6 Contoh Konsumsi Protein Harian**

Sarapan	1 cup (240 mL) susu dalam sereal, 1 ons (30 g) kacang almond
Makan Siang	2 ons (60 g) sandwich isi tuna atau daging ayam, 1 cup (230g) yogurt
Makan Malam	4 ons (120 g) daging sapi, ikan daging ayam

## **BAB IV**

### **CAIRAN UNTUK TUBUH**

Air merupakan sumber kehidupan dan nutrisi manusia, nutrisi terpenting yang menyusun sekitar 60% dari berat badan rata-rata dan berfluktuasi pada tubuh dalam rentang 45% dan 75% (Dunford dan Doyle 2008). Usia, jenis kelamin, berat, dan tinggi badan merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah air dalam tubuh. Air disimpan di berbagai lokasi di tubuh termasuk pada lemak, tulang, otot, dan plasma darah (Dunford dan Doyle 2008). Tingkat cairan dalam tubuh digambarkan dalam bentuk status hidrasi yang terdiri dari euhidrasi, hiperhidrasi, dan dehidrasi. Kondisi jumlah cairan di dalam tubuh berada dalam kondisi seimbang atau normal dinamakan euhidrasi, berbeda dengan hiperhidrasi yang merupakan kondisi jumlah cairan di dalam tubuh melebihi batas normal, sedangkan dehidrasi adalah kondisi tubuh yang kekurangan cairan sekitar 2-3% dari total massa tubuhnya (Armstrong, 2007, Murray, 2007).

Total cairan di dalam tubuh dipisahkan menjadi dua kompartemen berbeda, yakni cairan intraseluler (ICF) yang menyimpan sekitar 65% dari total air tubuh, dan cairan ekstraseluler (ECF) yang berisi 35% dari total air tubuh (Sawka, Wenger, dan Pandolf 1996). Cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler terdiri dari zat yang sama tetapi dalam konsentrasi yang berbeda. Kation (ion bermuatan positif) utama dalam ECF adalah natrium dan anion kation (ion bermuatan negatif) utama dalam ECF adalah klorida dan bikarbonat. Zat lain yang ditemukan di ECF termasuk kalium dan protein. Sedangkan pada ICF kation utamanya adalah kalium dan forfat sedangkan protein adalah anion utamanya. Kation natrium ada dalam ICF, tetapi mempunyai konsentrasi sangat kecil.

Perbedaan komposisi antara ECF dan ICF ini penting untuk pengangkutan cairan dan elektrolit melintasi membran sel. (Sawka, Wenger, dan Pandolf 1996).

Meskipun terdapat perbedaan komposisi antara ICF dan ECF, konsentrasi total zat terlarut (osmolaritas) adalah sama. Selama berkeringat banyak, air hilang dan volume plasma berubah, menghasilkan konsentrasi natrium yang lebih tinggi dalam plasma. Saat air keluar dari sel, volume sel menyusut. Tubuh sangat efisien dalam menjaga homeostasis (keseimbangan), dan sebaliknya berlaku, jika konsentrasi natrium di ECF rendah, maka osmolaritas akan lebih kecil daripada di ICF, dan tubuh akan memindahkan air ke dalam sel (Sawka, Wenger, dan Pandolf 1996).

Cairan diserap paling baik di dalam tubuh manusia saat bersifat isotonik. Suatu larutan dianggap isotonik jika larutan (atau minuman) tersebut mengandung konsentrasi zat terlarut yang sama dengan konsentrasi zat terlarut dalam darah manusia. Minuman hipotonik adalah larutan yang osmolaritasnya kurang dari tubuh dan lebih cepat dikeluarkan dari perut, sedangkan minuman hipertonic adalah larutan dengan osmolaritas lebih tinggi daripada tubuh normal dan dikeluarkan dari perut lebih lambat. Misalnya, banyak minuman olahraga adalah minuman isotonik, sedangkan jus ditambah pemanis murni adalah minuman hipertonic. Oleh karena itu, dikeluarkan secara perlahan dibandingkan dengan minuman olahraga (Rehrer et al. 1990).

## **A. Dehidrasi**

Euhidrasi atau kondisi cairan normal di dalam tubuh merupakan hal yang penting untuk performa, disamping untuk menjaga keseimbangan fungsi kardiovaskular dan termoregulasi (Petrie, Stover, dan Horswill 2004).

**Tabel 4.1 Elektrolit yang Hilang dalam Keringat**

Elektrolit	Rata-rata jumlah kehilangan dalam 2 Pounds (1L) keringat	Perbandingan Makanan
Sodium	800 mg (kisaran 200-1.600)	1 L Gatorade = 440 mg Natrium
Kalium	200 mg (kisaran 120-600)	1 Pisang sedang = 450 mg Natrium
Kalsium	20 mg (kisaran 6-40)	8 ons (230 g) yogurt= 300 mg Kalsium
Magnesium	10 mg (kisaran 2-18)	2 SDM selai kacang = 50 mg Magnesium

Risiko dehidrasi dan penyakit akibat panas lebih besar di lingkungan yang panas, lembab, dan atlet yang berada di ketinggian (McArdle, Katch, dan Katch 2006). Dehidrasi lebih dari 2% dari berat badan dapat mengganggu performa ketika latihan dan pertandingan (Sawka et al., 2007). Hilangnya keringat akibat tidak segera diganti dengan asupan cairan yang baru merupakan penyebab utama dehidrasi pada atlet atau individu. Kondisi lingkungan, jenis perlengkapan olahraga yang dikenakan, laju metabolisme, dan luas permukaan tubuh menjadikan setiap atlet atau individu memiliki konsentrasi keringat yang berbeda satu dengan yang. Awal mula hilangnya cairan dalam tubuh sangat ditentukan oleh tingkat metabolisme dan suhu inti tubuh atlet atau individu, yang bergantung pada intensitas latihan dan massa tubuh (Godek et al. 2008).

Mengingat banyak faktor yang berkontribusi terhadap hilangnya cairan dalam tubuh, hal ini semakin menjelaskan bahwa atlet dalam posisi olahraga tertentu berisiko lebih besar mengalami dehidrasi dibandingkan dengan atlet

lainnya dengan posisi berbeda. Pemain *American Football*, pemain hoki, dan pegulat semuanya memiliki peningkatan risiko dehidrasi berdasarkan berbagai faktor yang tidak berhubungan dengan olahraga. Permukaan tubuh yang besar dan peralatan pelindung para pemain *American Football* meningkatkan risiko dehidrasi. Dalam tim *sepak bola Amerika*, posisi linemen memiliki risiko dehidrasi yang lebih besar karena luas permukaan tubuh mereka yang lebih besar (Godek et al. 2008). Pemain hoki, karena peralatan yang melindungi hampir seluruh tubuhnya memiliki risiko dehidrasi yang lebih besar (Noonan, Mack, dan Stachenfeld 2007).

## **B. Hiponatremia**

Pada umumnya hiponatremia adalah tingkat natrium dalam darah yang sangat rendah. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan hiponatremia adalah olahraga dalam waktu lama yang dikombinasikan dengan konsumsi air saja, tanpa ada cairan pendukung lainnya. Hiponatremia sering dialami atlet ketahanan aerobik. Meskipun mekanisme pastinya tidak jelas, faktor-faktor yang terkait dengan hiponatremia termasuk:

- Konsumsi berlebihan cairan hipotonik,
- Kehilangan natrium yang berlebihan melalui keringat, dan
- Berkeringat berlebihan tetapi diiringi dengan mengonsumsi cairan rendah natrium.

Tanda-tanda gejala hiponatremia umumnya berlangsung kurang dari 4 jam. Hal ini disebabkan karena minum terlalu banyak cairan yang rendah natrium sebelum dan selama pertandingan atau perlombaan (Laursen et al. 2006). Tanda

dan gejala lainnya dari hiponatremia adalah disorientasi, kebingungan, sakit kepala, mual, muntah, dan kelemahan otot. Jika tidak diperlakukan dengan baik atau diobati, kondisi ini dapat berkembang pada seluruh tubuh sehingga menyebabkan kejang, pembengkakan otak, koma, edema paru, dan jantung berhenti (Montain 2008).

**Tabel 4.2 Kandungan Elektrolit dalam Keringat pada Subjek yang Fit dan Tidak Fit**

Elektrolit	Tidak Fit	Fit	Fit
	Tidak Beraklimatisasi	Tidak Beraklimatisasi	Beraklimatisasi
Sodium	3,5 g/L	2,6 g/L	1,8 g/L
Kalium	0,2 g/L	0,15 g/L	0,1 g/L
Magnesium	0,1 g/L	0,1 g/L	0,1 g/L
Klorida	1,4 g/L	1,1 g/L	0,9 g/L

Untuk mencegah hiponatremia jika latihan atau berolahraga lebih dari empat jam dalam cuaca panas, patuhi pedoman berikut (Sims et al. 2007):

- Hindari Konsumsi air berlebihan sebelum bertanding atau latihan.
- Makan makanan dan cairan asin (sup, pretzel, oatmeal asin) 90 menit sebelum latihan atau bertanding. Dosis natrium ini menghasilkan retensi air di dalam tubuh.
- Konsumsi minuman olahraga ketahanan dengan jumlah natrium lebih tinggi daripada minuman olahraga standard selama olahraga dalam cuaca panas yang berlangsung lebih dari empat jam.

- Konsumsi makanan asin selama olahraga daya tahan, sesuai toleransi (jus, kaldu, acar, pretzel)
- Hentikan minum air selama olahraga jika perut terlihat “membuncit”, seperti yang mungkin terjadi jika meminum lebih dari satu liter (32 ons, atau 1 L) air per jam untuk waktu yang lama.

Dibandingkan dengan laki-laki, wanita berisiko lebih tinggi mengalami hiponatremia dalam perlombaan ketahanan aerobik atau marathon yang lebih lama, mungkin karena sejumlah faktor psikososial dan biologis (Swaka et al. 2007). Atlet yang mengalami hiponatremia dalam beberapa kasus tidak mengenali dan menyadari tanda dan gejala awal yang muncul saat konsentrasi natrium darah mencapai 130 mmol / L (Speedy, Noakes, dan Schneider 2001).

Ketika tingkat hiponatremia semakin parah dan konsentrasi natrium darah turun di bawah 125 mmol / L, tanda dan gejala yang lebih serius muncul, termasuk perubahan status mental (misalnya, kebingungan, disorientasi, dan agitasi), kejang, gangguan pernapasan (karena edema paru), dan tidak responsif. Pada tingkat ekstrim, hiponatremia bisa sangat berbahaya dan mengakibatkan koma dan kematian (Hew-Butler et al. 2005).

Atlet lebih mudah mengalami hiponatremia dan dehidrasi karena ketika terjadi dehidrasi hanya mengonsumsi air saja atau makanan dan minuman tanpa kandungan natrium. Bagi individu yang memiliki tingkat keringat tinggi, minuman olahraga komersial mungkin tidak mengandung cukup natrium untuk membantu mencegah hiponatremia. Secara umum, rekomendasinya adalah memilih minuman olahraga yang mengandung minimal 20 mEq sodium (460 mg) per liter cairan (Clark 2014, NCSA 2011).

Rekomendasi pasti mengenai asupan elektrolit sebelum berolahraga masih terus diupayakan oleh para ilmuwan olahraga. Banyak atlet yang mengonsumsi

makanan dan minuman asin terlebih dahulu untuk mencegah hiponatremia. Mereka juga dianjurkan untuk mengonsumsi garam dalam jumlah yang cukup setiap hari. Dalam beberapa kasus, penggunaan tablet garam mungkin diperlukan saat olahraga, selama dikonsumsi dengan cukup cairan untuk menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit. Individu aktif harus mengatur asupan cairan untuk meminimalkan dehidrasi dan harus mengonsumsi makanan dan minuman kaya natrium selama olahraga lebih dari 2 jam untuk mencegah minum berlebihan dan membatasi risiko pengembangan hiponatremia (Speedy, Noakes, dan Schneider 2001).

### **C. Mengukur Status Hidrasi**

Memastikan hidrasi yang memadai selama latihan dan saat istirahat adalah hal yang harus dilakukan untuk menilai status hidrasi seorang atlet atau individu. Idealnya, metode pengujian hidrasi harus memiliki keakuratan dan kesensitifan yang baik untuk mendeteksi perubahan total air tubuh dari 2-3% dari total berat badan. Pengujian status hidrasi di lapangan harus memiliki nilai praktis dari segi biaya, waktu, dan teknis pengujiannya (Clark 2014, NCSA 2011).

Gravitas spesifik urin (USG) adalah uji lapangan yang dapat mengukur tingkat hidrasi seseorang baik atlet atau individu. Hanya menggunakan satu metode pengukuran hidrasi tidak disarankan karena masing-masing metode pengukuran memiliki batasannya sendiri. Ketika menggunakan metode USG sejumlah besar urin dikeluarkan, urin encer dan zat terlarut kurang pekat. Hal ini membuat urin berwarna pucat. Ketika sejumlah kecil urin dikeluarkan, urin menjadi lebih pekat. Hal ini membuat urin menjadi lebih gelap (Maughan dan Shirreffs 2008). Bagan warna urin menunjukkan delapan warna pada skala yang

mencerminkan hubungan linier antara warna urin dan berat jenis dan osmolaritasnya (Armstrong et al. 1994).

Penting untuk diingat bahwa senyawa makanan tertentu dapat membuat urin tampak lebih gelap, termasuk vitamin B kompleks, beta karoten, betacyanin, dan beberapa pewarna makanan dan obat-obatan buatan (Maughan dan Shirreffs, 2008). Atlet harus memberi perhatian khusus pada faktor-faktor ini jika mereka sering menggunakan warna urin untuk menentukan status hidrasi. Secara umum, warna urin harus sama dengan limun encer. Jika lebih gelap dan pekat, atlet mengalami dehidrasi. Jika urin berwarna oranye atau coklat, atlet harus segera menemui dokter.

Berat badan adalah alat status hidrasi lainnya. Untuk atlet atau individu terhidrasi dengan baik yang berada dalam keseimbangan energi, fluktuasi berat badan berada dalam rentang 1% dari berat badan. Perlu diingat bahwa perubahan berat badan pagi hari bisa dipengaruhi oleh perubahan pergerakan usus dan kebiasaan makan. Menimbang sebelum dan sesudah sesi latihan dapat berguna untuk membantu menentukan apakah atlet memenuhi kebutuhannya selama latihan. Yang paling mudah bagi atlet atau individu adalah menimbang dengan tidak memakai pakaian atau telanjang bulat sebelum sesi latihan dan kemudian segera setelah latihan. Perbedaan berat badan akan memberikan perkiraan tentang kehilangan cairan dan jumlah cairan yang harus dikonsumsi selanjutnya untuk mempertahankan status hidrasi (Clark 2014, NCSA 2011).

## **D. Hidrasi dan Performa**

Memperhatikan keseimbangan cairan dan elektrolit selama latihan ketahanan aerobik karena kemungkinan lebih besar mengalami dehidrasi,

kepanasan, atau mengalami konsekuensi dari perubahan keseimbangan elektrolit adalah hal yang harus dilakukan oleh seorang atlet atau individu. Banyak yang menganggap bahwa hanya lari dan bersepeda jarak jauh sebagai olahraga ketahanan aerobik memiliki risiko dehidrasi, kepanasan, dan kadar natrium darah rendah sehingga harus lebih diperhatikan dalam konsumsi hidrasi yang baik, padahal atlet yang bermain *american football*, sepak bola, hoki, dan berbagai olahraga lainnya juga memiliki peningkatan risiko yang sama (Clark 2014, NCSA 2011).

Dibandingkan dengan perhatian keseimbangan cairan pada atlet ketahanan aerobik, perhatian yang kurang signifikan diberikan pada keseimbangan cairan selama latihan pada atlet berbasis kekuatan dan *power* atau daya ledak. Penjelasan yang masuk akal adalah bahwa atlet lebih mungkin mengalami dehidrasi selama latihan aerobik yang lama, sedangkan durasi singkat dari pertandingan berbasis kekuatan dan *power* atau daya ledak tidak terlalu banyak menguras cairan sehingga status hidrasi menjadi kurang diperhatikan (Clark 2014, NCSA 2011).

## **E. Latihan Ketahanan Aerobik**

Menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit sangat penting bagi atlet atau individu yang melakukan latihan ketahanan aerobik. Kehilangan cairan hanya 2% dari berat badan terbukti mengurangi performa latihan di lingkungan yang panas dan sedang (Maughan dan Shirreffs, 2008). Namun, dalam penelitian lain yang meneliti tentang *Ironman triathletes* menyebutkan bahwa pengurangan 3% massa tubuh selama kompetisi tidak memiliki efek buruk pada termoregulasi atau suhu tubuh (Institute of Medicine, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa beberapa

atlet mungkin menjadi pengatur panas yang lebih baik dan memerlukan strategi konsumsi cairan yang berbeda.

**Tabel 4.3 Jumlah Kalori pada Berbagai Minuman**

Jenis Individu	Kalori
Air, ukuran apapun	0
Diet Soda, ukuran apapun	0
Kopi dan teh hitam, ukuran apapun	0
Jus V8, 11,5 ons (345 mL)	70
Kopi dengan 2 krimer, 2 gula	80
Susu Kedelai, Vanilla, 8 ons (240 mL)	80
Gatorade, 16 ons (480 mL)	100
Jus Jeruk, 8 ons (240 mL)	100
Susu 2%, 8 ons (240 mL)	120
Anggur merah, 5 ons (150 mL)	120
Soda biasa, 12 ons (360 mL)	125
Beer biasa, 12 ons (360 mL)	150
Jus lembut <i>snapple</i>	300
Susu Coklat Nesquik	340
Starbucks Vanilla Frappuccino	430

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2011.

### **Sebelum Latihan**

Penting bagi individu atau atlet ketika memulai latihan atau berolahraga dengan hidrasi dan kadar elektrolit normal. Praktik hidrasi yang baik di siang hari, dengan fokus pada konsumsi cairan dan makanan berkadar air tinggi seperti buah-buahan dan sayuran, harus menjadi tujuan utama. Setelah 8 hingga 12 jam

dari waktu latihan terakhir dan konsumsi cairan cukup, individu/atlet tersebut harus mendekati keadaan euhidrasi. Di sisi lain, untuk seseorang yang telah kehilangan sejumlah besar cairan dan belum diisi kembali dengan cairan dan elektrolit dalam jumlah yang dibutuhkan untuk membentuk euhidrasi, protokol hidrasi sebelum olahraga yang agresif perlu dilakukan (Sawka et al. 2007).

Setidaknya 4 jam sebelum berolahraga, atlet atau individu harus mengonsumsi kurang lebih 5-7 ml cairan per kilogram berat badan. Mereka harus mengonsumsi lebih banyak cairan secara perlahan, kira-kira 3-5 ml/kg berat badan, 2 jam sebelum olah raga jika individu tersebut tidak buang air kecil atau jika air seni berwarna gelap (Sawka et al. 2007).

Mengonsumsi makanan kaya natrium sebelum latihan atau berolahraga dapat membantu merangsang rasa haus dan menahan cairan. Jika natrium dikonsumsi dalam minuman, jumlah yang disarankan adalah 20 sampai 50 mEq (460-1.150 mg) per liter (Swaka et al. 2007). Praktik umum sebelum pertandingan adalah atlet mencoba hiperhidrasi dengan air. Praktik ini tidak disarankan karena meningkatkan risiko buang air kecil selama bertanding dan dapat mengencerkan kadar natrium dalam tubuh, sehingga meningkatkan risiko hiponatremia (Laursen et al. 2006). Untuk mempromosikan keadaan euhidrasi sebelum pelatihan atau kompetisi, palatabilitas (tingkat kelezatan pada makanan) cairan sangat penting. Kelezatan atau kekurangannya akan berkontribusi atau mengurangi strategi hidrasi sebelum olahraga. Cairan biasanya harus sedikit dimaniskan, harus mengandung natrium, dan harus bersuhu dingin.

### **Selama Latihan**

Tujuan minum selama olahraga adalah untuk mencegah dehidrasi berlebihan (lebih dari 2% berat badan akibat kehilangan air) dan perubahan keseimbangan elektrolit yang berlebihan (Sawka et al. 2007). Strategi

penggantian cairan umumnya sangat individual dan berbeda satu sama lainnya. Atlet harus menargetkan 3-8 ons (90-240 ml) minuman mengandung karbohidrat-elektrolit 6-8% setiap 10 hingga 20 menit selama latihan yang berlangsung lebih dari 60-90 menit.

Hal ini akan membantu dalam hidrasi dan meningkatkan performa yang lebih baik selama latihan atau pertandingan dengan durasi yang lama (Sawka et al. 2007; Jeukendrup, Jentjens, dan Moseley 2005). Mengonsumsi karbohidrat selama olahraga menjaga kadar glukosa dalam darah tetap normal dan mengurangi kelelahan. Dikutip dari beberapa penelitian, berikut kandungan dalam minuman olahraga (Institute of Medicine 2005; Jeukendrup, Jentjens, dan Moseley 2005):

- 20-50 mEq natrium (460-1.150 mg) per liter
- 2 -5 mEq kalium (78-195 mg) per liter
- 6- 8 % konsentrasi karbohidrat

Mengonsumsi minuman dengan natrium (cairan 20-50 mEq/L) atau makanan ringan yang mengandung natrium akan membantu merangsang rasa haus dan menahan air (Ray et al. 1998). Selain natrium, minuman olahraga dengan protein juga dapat meningkatkan retensi cairan. Dalam sebuah penelitian yang meneliti retensi cairan setelah dehidrasi (penurunan berat badan 2,5%), peneliti memberikan 13 subjek minuman yang mengandung karbohidrat ditambah protein (masing-masing 6% dan 1,5%), karbohidrat saja (larutan 6%), atau air dengan volume yang sama dengan penurunan berat badan selama periode pemulihan 3 jam (Ray et al. 1998).

Retensi cairan secara signifikan lebih tinggi untuk kelompok karbohidrat-protein daripada kelompok karbohidrat. Baik karbohidrat-protein dan karbohidrat saja lebih baik daripada air untuk rehidrasi. Jadi dapat disimpulkan

bahwa retensi cairan setelah konsumsi minuman karbohidrat-protein adalah 15% lebih besar daripada setelah konsumsi minuman yang hanya mengandung karbohidrat dan 40% lebih besar daripada setelah konsumsi air (Seifert, Harmon, dan DeClercq, 2006).

**Setelah Latihan**

Tujuan utama mengonsumsi cairan setelah latihan adalah untuk mengisi kembali defisit cairan dan elektrolit setelah latihan atau pertandingan tersebut (Sawka et al. 2007). Sederhananya adalah mengonsumsi 20-24 ons (600 hingga 720 ml) cairan untuk setiap pon berat badan yang hilang selama pelatihan.

Meskipun air biasa efektif untuk rehidrasi, atlet harus mempertimbangkan minuman olahraga atau mengonsumsi air dengan makanan yang mengandung elektrolit seperti natrium dan klorida untuk menggantikan kehilangan elektrolit (Dunford 2006). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan, minuman beralkohol dan berkafein memiliki efek diuretik; tetapi efek tersebut bersifat sementara. Oleh karena itu, mengonsumsi minuman tersebut berkontribusi pada rekomendasi hidrasi harian. Namun, jika rehidrasi cepat adalah tujuan pasca latihan, disarankan untuk menghindari minuman beralkohol dan berkafein dalam beberapa jam pertama setelah aktivitas (Dunford 2006).

**Tabel 4.4 Perbandingan Minuman Setelah Latihan**

Cairan	Penyajian	Kalori	Natrium	Kalium	Vitamin C
Air Kelapa (2 Bahan)	17 ons (500 mL)	90	60	1,03	350% DV
Gatorade (12 Bahan)	20 ons (600 mL)	125	275	75	0 %

Jus Jeruk (1 Bahan)	16 ons (480 mL)	220	0	900	200 % DV
------------------------	--------------------	-----	---	-----	----------

Cairan yang dikonsumsi pada periode pasca latihan harus mendorong rehidrasi yang cepat. Bergantung pada jumlah waktu sebelum sesi latihan berikutnya, mengonsumsi makanan dan minuman kaya natrium dengan air setelah kompetisi atau sesi pelatihan sudah cukup. Sodium adalah salah satu nutrisi utama yang harus dikonsumsi atlet setelah latihan untuk kembali ke keadaan euhidrasi karena membantu mempertahankan cairan yang tertelan dan merangsang rasa haus (Clark 2014, NCSA 2011).

## **F. Latihan Kekuatan dan Performa Daya Ledak**

Penelitian-penelitian sebelumnya lebih banyak menghasilkan rekomendasi khusus untuk konsumsi cairan dan mengukur status hidrasi pada atlet ketahanan aerobik. Lebih sedikit, penelitian yang melihat efek dehidrasi pada kekuatan dan performa daya ledak. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang beragam. Hal ini menunjukkan bahwa dehidrasi ringan dapat memengaruhi aspek performa tertentu, dan yang lain menunjukkan bahwa dehidrasi yang sangat parah tidak memiliki efek. Hasil berbeda disebabkan karena perbedaan dalam metodologi, ukuran, dan tujuan yang diperoleh (Clark 2014, NCSA 2011).

Dalam sebuah penelitian, para ilmuwan meneliti efek dehidrasi progresif pada kekuatan dan daya ledak yang diukur dengan kekuatan, kapasitas lompatan, dan fungsi neuromuskuler. Dua belas pria yang aktif berolahraga menyelesaikan enam latihan ketahanan dalam keadaan hipohidrasi progresif yang disebabkan oleh jogging dalam cuaca panas. Tidak ada perbedaan yang dicatat pada ketinggian lompatan vertikal, data elektromiografi, atau ekstensi kaki isokinetik pada kecepatan 120°. Namun, ketika subjek kehilangan 1% dari massa tubuh

karena hipohidrasi, ekstensi kaki isometrik berkurang secara signifikan. Pada penurunan 2,6 % massa tubuh akibat hipohidrasi, ekstensi kaki isokinetik pada kecepatan 30° berkurang secara signifikan (Hayes dan Morse 2010). Studi lain meneliti efek euhidrasi versus dehidrasi progresif (penurunan 2,5 % dan 5% massa tubuh) pada ketinggian lompat vertikal, lompat jongkok, dan jongkok punggung isometrik. Tidak ada perbedaan pada semua pengukuran yang diuji. Namun, hipohidrasi (pada 2,5 % dan 5% penurunan massa tubuh) secara signifikan menurunkan kinerja latihan resistensi selama rangkaian protokol jongkok punggung (Judelson et al., 2007b).

Berbeda dengan penelitian yang disebutkan pada paragraf sebelumnya, penelitian lain sama sekali tidak menunjukkan efek dehidrasi pada kekuatan dan daya tahan otot. Satu studi *crossover* mengukur perubahan dalam kekuatan dan daya tahan otot isometrik setelah penurunan 4% massa tubuh akibat dehidrasi melalui paparan sauna intermiten pada tujuh pria. Para penulis mengamati tidak ada efek meskipun tingkat dehidrasi dua kali titik kritis yang paling sering direkomendasikan untuk atlet yang berkompetisi dalam latihan ketahanan aerobik (Greiwe et al. 1998). Sementara studi tentang dehidrasi dan kekuatan telah memberikan hasil yang beragam, setelah memperhitungkan perbedaan metodologi, para peneliti yang meninjau bukti menemukan bahwa hipohidrasi tampaknya menurunkan kekuatan sekitar 2%, daya ledak atau *power* sekitar 3%, dan daya tahan intensitas tinggi sekitar 10% (Judelson dkk. 2007).

## **BAB V**

# **PENGATURAN BERAT BADAN BAGI OLAHRAGAWAN**

Mengembangkan rencana pengelolaan berat badan, sangat penting bagi semua orang. Nutrisi yang tepat, memainkan peran penting pada performa yang optimal, terutama ketika seseorang melakukan olahraga agar tetap fit, berpartisipasi secara teratur dalam aktivitas fisik atau latihan olahraga yang terorganisasi untuk mencapai level teratas olahraga tersebut. Berkenaan dengan seorang atlet, manajemen berat badan merupakan bagian yang semakin tidak terpisahkan, karena mengonsumsi makanan yang tepat dapat menyebabkan kesuksesan atau kegagalan secara individu (Kevin et al 2013). Jika para atlet menggabungkan sumber energi atau makanan yang serius dengan latihan kekuatan dan daya tahan, hal tersebut dapat menyebabkan perubahan metabolisme. Kedua faktor ini membuat para atlet tertekan karena penurunan berat badan yang cepat, performa olahraganya yang rendah, dan kesehatannya yang berbahaya (Manore 2015).

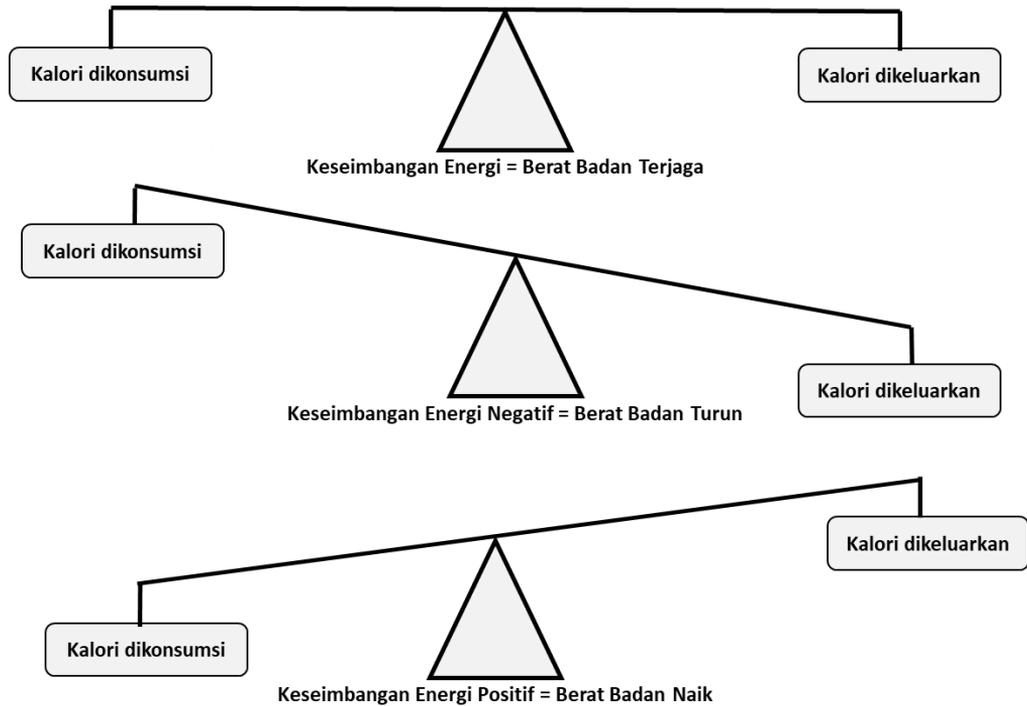
Kebutuhan nutrisi khusus para atlet tergantung pada olahraganya; apakah mereka ingin menghilangkan lemak tubuh atau menambah dan/atau mempertahankan jaringan tanpa lemak (Manore 2015). Beberapa atlet cabang olahraga tertentu memiliki postur badan kurus secara alami, dengan berat dan ukuran tubuh yang cocok dengan olahraga mereka. Sementara, atlet yang lain perlu mengubah berat badan dan/atau komposisi tubuh agar dapat bersaing. Misalnya, jenis olahraga estetik seperti senam atau senam lantai. Jenis olahraga

ketahanan misalnya lari jarak jauh adalah olahraga yang membutuhkan berat badan rendah untuk dianggap sebagai atlet elit (Werner et al 2013). Prioritas terpenting bagi atlet adalah menetapkan program nutrisi yang dipilih dengan baik berdasarkan jenis olahraga, tujuan komposisi tubuh tentang olahraga tersebut, juga beban latihan dan kebutuhan kompetisi (Burke et al 2001). Asupan makanan yang tepat akan memberikan nutrisi dan energi yang cukup untuk meningkatkan adaptasi dari latihan, mendukung pemulihan yang optimal tanpa stres terkait makanan. Diketahui bahwa latihan berat, membutuhkan lebih banyak nutrisi dan energi terutama pada karbohidrat, protein, dan mikronutrien (vitamin dan mineral) (Burke et al 2001). Profesional kesehatan dan nutrisisionis olahraga perlu memahami keseimbangan energi dan menyiapkan pendekatan pola makan dengan pendekatan dan bukti ilmiah untuk membantu atlet dan individu yang aktif mencapai tujuan berat badan mereka (Manore 2015).

## **A. Keseimbangan Energi**

Salah satu cara individu atau atlet dapat mencapai penurunan berat badan dan kehilangan lemak adalah dengan memodifikasi asupan nutrisi, terutama jumlah dan jenis kalori yang dikonsumsi. Cara termudah bagi atlet dan individu untuk mengubah komposisi tubuhnya adalah dengan mengubah persamaan keseimbangan energi. Persamaan keseimbangan energi, ketika dalam kesetimbangan, menyatakan bahwa asupan energi (yaitu, konsumsi makanan) sama dengan pengeluaran energi melalui proses metabolisme normal dan aktivitas atau olahraga. Ketika dalam keadaan keseimbangan energi, seseorang sedang mengonsumsi asupan makan yang disebut eukalori yang merupakan istilah untuk pola makan yang mencakup jumlah kilokalori harian yang dibutuhkan untuk mempertahankan berat badan yang ada; dicapai dengan

konsumsi jumlah kilokalori yang sama dengan pengeluaran energi total (TEE) individu (Clark 2014, NCSA 2011).



**Gambar 5.1 Keseimbangan Energi**

Karena fluktuasi berat badan, persamaan ini tidak selalu dalam keseimbangan sempurna. Jika lebih banyak makanan yang dikonsumsi daripada kalori yang dikeluarkan, keseimbangan energi positif tercipta dan berat badan kemungkinan besar akan terjadi. Sebaliknya, jika kalori yang dikonsumsi lebih sedikit daripada yang dibutuhkan untuk aktivitas dan metabolisme normal sehari-hari, defisit energi akan terjadi (gambar 5.1). Diet yang memicu defisit energi disebut diet hipoenergetik atau hipokalorik. Diet yang mendorong keseimbangan

energi positif dikenal sebagai diet hiperenergi atau hiperkalorik (Clark 2014, NCSA 2011).

Energi berasal dari karbohidrat, protein dan lemak. Presentase terbesar untuk asupan kalori atlet berasal dari karbohidrat, setidaknya 50% harus berasal dari karbohidrat (Litt, 2004). Sangat penting bagi atlet mengonsumsi cukup karbohidrat untuk menyesuaikan dengan kebutuhan energi dalam latihan intensitas tinggi, untuk mempertahankan nilai glukosa, dan untuk menyimpan kembali glikogen pada otot. (Lemon, 1998).

Asupan protein juga penting untuk atlet. Protein dibutuhkan untuk hormon dan produksi enzim, pengiriman nutrisi dalam darah, pendukung jaringan ikat, dan perbaikan jaringan dalam responnya terhadap latihan. Kebutuhan protein pada atlet lebih tinggi dibandingkan dengan orang biasa. Asupan protein untuk kebanyakan atlet mencapai 1,2-2 g/kg berat badan per hari (Jenkins & Reaburn, 2000).

Asupan protein yang melebihi rekomendasi yang telah ditetapkan, tidak dianjurkan untuk dikonsumsi (*American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine*) (ACSM 2000). Jika protein dikonsumsi secara berlebihan, akan menyebabkan produksi sampah berlebihan dalam tubuh, meningkatkan resiko dehidrasi, dan menimbulkan hilangnya kalsium dalam tubuh (Millward, 2003). Atlet harus mengonsumsi sebanyak 10-15% dari total kalori yang dibutuhkan (ACSM 2000, Lemon, 1998, Contugna, 2005). Protein terdapat pada daging, ikan, telur, daging unggas dan makanan sehari hari lainnya. Protein juga dapat ditemukan pada makanan yang bukan berasal dari hewan, seperti makanan sereal dan kacang-kacangan.

Asupan lemak sangat penting untuk produksi energi, melindungi organ, dan memfasilitasi asupan vitamin yang larut dalam lemak. Asupan lemak harus 20-25% dari total kalori yang dibutuhkan. Tidak ada manfaatnya bagi atlet yang

mengonsumsi kurang dari 15% atau di atas 30% dari total kalori. (ADA / DC / ACSM. 2000). Lemak dapat ditemukan pada daging, minyak kelapa, minyak palem, kue, biskuit, alpukat dan margarin. Mikronutrisi seperti vitamin dan mineral juga mempunyai peran penting bagi kesehatan atlet. Memiliki peran penting dalam produksi energi, sintesis hemoglobin, kesehatan tulang, fungsi imunitas, dan aktivitas antioksidan. Konsumsi buah-buahan dan sayuran amatlah penting untuk melengkapi kebutuhan mikronutrisi bagi tubuh atlet (Clark 2014, NCSA 2011).

## **B. Pendekatan Pembatasan Energi**

Pendekatan untuk membatasi asupan energi yang dikombinasikan dengan program latihan kekuatan dan daya tahan yang intens sebenarnya dapat meningkatkan adaptasi metabolik yang memperlambat penurunan berat badan dan mengurangi efek aditif dari kedua faktor ini pada penurunan berat badan. Tapi, pendekatan ini harus dihindari oleh atlet karena menyebabkan sejumlah performa negatif serta konsekuensi kesehatan lainnya (Mountjoy et al 2014). Misalnya, efek penurunan performa atletik yang disebabkan oleh penurunan kekuatan otot, simpanan glikogen, konsentrasi, koordinasi dan respons pelatihan, dan mudah emosi disebabkan oleh peningkatan risiko perilaku makan yang tidak teratur, dehidrasi, dan tekanan emosional karena kelaparan, kelelahan, dan stres (Garthe et al 2011).

Penting untuk diingat bahwa dengan keseimbangan energi negatif, individu bugar dapat dengan cepat kehilangan massa otot jika energi dibatasi terlalu drastis (Thomas et al 2010). Sebagai gambaran, satu penelitian menempatkan personel militer aktif ( $BMI 25 \pm 1 \text{ kg/m}^2$ ) pada pola makan terbatas dengan

sumber energi 40% selama 30 hari dengan ditambah asupan protein yang direkomendasikan (RDA) sebesar 0,8 g/kg per berat badan, dari 3,3 kg yang hilang selama penelitian ini (4.2% berat badan), 58% adalah massa otot (1,9 kg). Sebaliknya, ketika mereka menempatkan individu dengan berat badan berlebih (BMI 27,8 kg/m<sup>2</sup>) pada pola makan terbatas dengan sumber energi 40% selama 3 bulan, mereka kehilangan 6 kg, dengan hanya 33% berasal dari massa otot (2 kg) (Pasiakos et al 2013). Lebih lanjut, penelitian lain menunjukkan bahwa atlet yang mengalami penurunan berat badan lebih lambat dan lebih logis sekitar 0,7% penurunan berat badan per minggu membantu mempertahankan massa otot seraya meningkatkan kekuatan dibandingkan dengan penurunan berat badan yang lebih parah (penurunan berat badan 1,4% /minggu). Oleh karena itu, untuk atlet atau individu yang telah menjalani latihan atau pertandingan, sebaiknya membatasi asupan energi (mis. 500–700 kkal/hari) dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai tujuan penurunan berat badan (0,50-1 kg/minggu). Pendekatan ini juga memungkinkan waktu yang dibutuhkan untuk beradaptasi dengan kebiasaan pola makan baru serta memastikan energi yang cukup tersedia untuk latihan atau pertandingan (Garthe et al 2011).

### **C. Estimasi Kebutuhan Kalori Harian**

Terdapat dua dari beberapa jenis perhitungan yang akan dijelaskan mengenai estimasi kebutuhan kalori harian pada bab ini, yakni melalui level aktivitas yang dikembangkan oleh Baechle dan Earle pada tahun 2006 serta dari Harris dan Benedict yang dikembangkan pada tahun 1919. Tujuan estimasi kebutuhan kalori harian ini agar membantu atlet atau individu untuk memenuhi asupan makanan yang dibutuhkan tubuhnya sendiri.

### *Perhitungan Baechle & Earle*

Pada tahun 2006 Baechle dan Earle mengembangkan perhitungan untuk estimasi kalori yang dibutuhkan setiap harinya berdasarkan level aktivitas untuk laki-laki dan perempuan, adapun tabelnya sebagai berikut:

**Tabel 5.1 Estimasi Kalori Berdasarkan Tingkat Aktivitas**

Level Aktivitas	Laki-laki	Perempuan
	Kcal/kg	Kcal/kg
Rendah	38	35
Sedang	41	37
Tinggi	50	44

Level aktivitas rendah: jalan 4 – 5 km, membersihkan rumah, mengurus anak, golf, berlayar, tenis meja. Level aktivitas sedang: jalan 5 – 6,5 km/jam, bersepeda, ski, tenis dan menari. Level aktivitas tinggi: jalan ke bukit atau pegunungan, basket, memanjat, rugby, sepakbola.

Sebagai contoh, Seorang pemain sepakbola dengan berat 67 kg akan membutuhkan kurang lebih sebanyak 2.984 kalori per hari.

### *Perhitungan Harris and Benedict*

Metode perhitungan jumlah kalori menggunakan formula ini membutuhkan data berat badan (kg), tinggi badan (cm) serta usia (tahun). Setelah ketiga data tersebut diketahui, perhitungan BMR (*Basal Metabolic Rate*) didapatkan.

Formula untuk mengetahui BMR laki-laki adalah:

$$= 66,67 + (13,75 \times \text{BB kg}) + (5,0 \times \text{TB cm}) - (6,76 \times \text{usia})$$

Formula untuk mengetahui BMR Perempuan adalah:

$$= 655 + (9,6 \times \text{BB kg}) + (1,8 \times \text{TB cm}) - (4,7 \times \text{usia})$$

Sebagai contoh: Seorang atlet pria dengan berat badan 62 kg, tinggi 168 cm dan usia 23 tahun ingin mengetahui seberapa besar kalori yang dibutuhkan per harinya. Maka, perhitungannya dapat diaplikasikan seperti di bawah ini

$$\begin{aligned} &= 66,67 + (13,75 \times 62) + (5,0 \times 168) - (6,76 \times 23) \\ &= 66,67 + 852,5 + 840 - 155,48 \\ &= 1.603,69 \end{aligned}$$

*Basal Metabolic Rate* (BMR) adalah keadaan dimana tubuh membutuhkan energi untuk kerja setiap organ saat istirahat. Setelah mengetahui estimasi BMR, kemudian untuk mengetahui jumlah kalori yang dibutuhkan dalam satu hari, kita diharuskan untuk memilih level aktivitas yang ada pada table di bawah ini.

**Tabel 5.2 Tingkat Aktivitas**

Level Aktivitas Olahraga	
Tidak Olahraga Sama Sekali	1,2
Rendah (1-3 kali dalam satu minggu)	1,375
Sedang (3-5 kali dalam satu minggu)	1,55
Berat ( 5-7 kali dalam satu minggu)	1,725
Sangat Berat (2 kali dalam satu hari)	1,9

Sebagai contoh lanjutan: Atlet pria yang tersebut di atas memiliki level aktivitas sedang, biasa melakukan latihan sebanyak 3-5 hari per minggu. Maka jumlah kalori yang dibutuhkan per harinya adalah:

- Kebutuhan Kalori → BMR x level aktivitas

$$\begin{aligned} &= \text{BMR} \times \text{level aktivitas sedang} \\ &= 1.603,69 \times 1,55 \text{ (aktivitas sedang)} \\ &= 2.485,72 \text{ kalori/hari} \end{aligned}$$

Formula yang ada di atas bertujuan agar atlet lebih memahami dirinya, juga menyadari akan pentingnya jumlah asupan nutrisi yang seimbang untuk menunjang kegiatan aktivitas fisik yang dilakukan.

## **D. Mencapai Berat Badan yang Ideal**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahun 2015, tergantung dari jenis olahraganya, berat badan seorang atlet pada musim kompetisi biasanya lebih rendah dari pada berat badan pada saat *off season*. Akibatnya, sebagian besar atlet membatasi asupan energi mereka untuk mencapai berat kompetitif mereka dan mereka sering mendapatkan kembali berat badan yang hilang selama *off season* (Manore et al 2009). Tujuan akhir bagi semua individu dan juga para atlet, adalah mengembangkan kebiasaan pola makan yang sehat untuk mencapai berat badan ideal yang dapat dipertahankan sepanjang tahun. Dengan cara itu, atlet mengurangi jumlah berat badan yang perlu hilang untuk berkompetisi.

Penelitian yang sama mendukung bahwa untuk beberapa cabang olahraga, menurunkan berat badan dalam jumlah besar untuk keperluan musim kompetisi tidak sehat bagi kebanyakan atlet. Selain itu prioritas utama untuk setiap atlet adalah memastikan bahwa tujuan berat badan mereka realistis dan tidak akan menyebabkan masalah kesehatan atau meningkatkan risiko cedera (Manore et al 2009). Mempertimbangkan usia serta tingkat perkembangan fisik mereka adalah beberapa cara yang dapat membantu atlet atau individu mengidentifikasi apakah berat yang ingin mereka capai itu realistis. Nutrisi olahraga adalah profesional kesehatan yang harus memantau atlet atau individu untuk membantu mereka mencapai tujuan berat badan ideal sesuai cabang olahraga serta untuk memastikan mereka mempertahankan kebiasaan makan yang sehat (Manore et al 2009).

## **E. Waktu Konsumsi Makanan**

Pengaturan waktu konsumsi makanan antar waktu latihan atau jeda pertandingan sampai pada tahan penyerapan oleh tubuh sepanjang hari merupakan prioritas utama bagi atlet. Pendekatan ini memastikan bahwa tubuh memiliki nutrisi dan energi yang dibutuhkan untuk latihan tertentu dan membangun serta memperbaiki massa otot (Sundgot-Borgen et al 2013). Selain itu, dapat menunda rasa lapar dan mencegah atlet dari mengonsumsi makanan atau minuman yang tidak termasuk dalam rencana pola makan atlet atau individu. Hal ini berdasarkan bukti bahwa ketika atlet prihatin tentang berat badan (khususnya atlet wanita), mereka biasanya melewatkan makan, terutama sarapan (Erdman et al 2013). Studi terbaru menunjukkan bahwa 98% atlet pria elit Kanada mengonsumsi sarapan (Erdman et al 2013), sementara pada tahun yang sama

penelitian lain menemukan bahwa hanya 23% atlet elit wanita di perguruan tinggi yang mengonsumsi sarapan (Shriver et al 2013). Mayoritas atlet dalam studi kedua melaporkan pola makan mereka buruk, sebagian besar kalori dikonsumsi saat makan malam dan mereka merasa sulit untuk mempertahankan berat badan. Kebiasaan makan tersebut mungkin merupakan hasil dari gagasan bahwa melewatkan sarapan pagi membantu mengurangi asupan kalori, dengan demikian dapat menurunkan berat badan secara keseluruhan (Shriver et al 2013).

Berfokus pada atlet, sarapan merupakan makanan terpenting pada hari itu (latihan atau pertandingan), karena dapat menyediakan karbohidrat yang dibutuhkan untuk membantu mengisi kembali glikogen yang hilang setelah tidak ada asupan makanan semalaman dan menyediakan sumber tenaga yang tepat untuk latihan atau pertandingan (Carlsohn et al 2012). Bagi atlet yang melakukan latihan pagi hari, mengonsumsi makanan ringan sebelum latihan dan sarapan bergizi pasca latihan akan memastikan kecukupan nutrisi yang hilang selama latihan terutama karbohidrat dan protein. Dalam sebuah penelitian yang meneliti pentingnya sarapan bagi para atlet, ditemukan bahwa selama pekan latihan intensitas sedang, sarapan menyediakan 21% dari asupan karbohidrat harian untuk atlet elit triathlon junior, sedangkan selama pekan latihan intensitas tinggi, sarapan menyediakan 28% dari asupan karbohidrat harian mereka. Oleh karena itu, melewatkan sarapan pagi akan menurunkan total asupan karbohidrat harian, sehingga memengaruhi performa latihan (Carlsohn et al 2012).

Seperti disebutkan pada paragraf sebelumnya, asupan makanan pasca latihan tidak kalah pentingnya, karena memberikan atlet semua kebutuhan nutrisi yang diperlukan untuk mengisi kembali glikogen yang hilang, dan juga membangun dan memperbaiki massa otot mereka (Carlsohn et al 2012). Makanan pasca-latihan yang sesuai harus terdiri dari makanan tinggi cairan untuk rehidrasi dan karbohidrat dalam bentuk makanan padat, seperti buah dan sayuran

utuh dan biji-bijian. Nutrisionis olahraga harus memantau atlet untuk memastikan mereka mengembangkan kebiasaan makan yang sehat dan menyiapkan rencana pola makan yang paling tepat sesuai dengan kebutuhan masing-masing atlet. Secara keseluruhan, menggunakan pola makan karbohidrat adalah cara paling efektif untuk mengisi bahan bakar selama periode latihan, sedangkan selama periode kompetisi atau pertandingan ada kebutuhan untuk makanan padat energi yang lebih tinggi jika penggantian glikogen perlu dilakukan dalam waktu kurang dari 24 jam (Manore et al 2015)

## **F. Diet Tinggi Karbohidrat, Rendah Lemak**

Mengenai penurunan berat badan, rasio optimal konsumsi karbohidrat dan protein terhadap lemak masih dan akan terus diperdebatkan sehingga penelitian yang telah dilakukan masih belum menggambarkan dan menjelaskan fenomena yang ada. Pola makan atau diet tinggi karbohidrat dan rendah lemak telah populer dalam populasi atletik selama bertahun-tahun. Namun, diet ini, terutama pada populasi non-atletik, telah kehilangan popularitasnya selama beberapa tahun terakhir karena diperkenalkannya berbagai diet tinggi protein dan rendah karbohidrat. Studi yang berlangsung selama 12 bulan atau kurang menunjukkan bahwa diet rendah karbohidrat mungkin lebih menguntungkan daripada diet tinggi karbohidrat untuk perbaikan komposisi tubuh jangka pendek (Brehm dan D'Alessio 2008). Data jangka panjang saat ini (> 12 bulan) menunjukkan bahwa penurunan berat badan serupa pada mereka yang mengonsumsi diet rendah lemak, tinggi karbohidrat dan mereka yang mengonsumsi diet tinggi protein, rendah karbohidrat (Kushner dan Doerfler 2008). Perdebatan berlanjut tentang jenis karbohidrat dalam makanan (yaitu, indeks glikemik tinggi, beban glikemik

tinggi, indeks glikemik rendah, atau beban glikemik rendah) yang optimal untuk menurunkan berat badan.

Meskipun beberapa studi penurunan berat badan telah melibatkan atlet dan individu terlatih (Horswill et al. 1990; Mourier et al. 1997), dalam beberapa kasus penelitian ini telah menggunakan subjek non-atletik yang kelebihan berat badan atau obesitas. Jadi banyak informasi penelitian yang berkaitan dengan penurunan berat badan hanya dapat diekstrapolasi ke populasi atletik. Banyak penelitian yang menggunakan diet hipokalorik rendah lemak dan karbohidrat yang relatif tinggi telah memanipulasi jenis karbohidrat yang dikonsumsi untuk menentukan dampaknya pada penurunan berat badan. Pada tahun 2004, studi CARMEN (*Carbohydrate Ratio Management in European National diet*) mengungkapkan bahwa baik individu yang mengonsumsi kelompok rendah lemak, tinggi karbohidrat sederhana (LFSC) atau rendah lemak, kelompok karbohidrat kompleks tinggi (LFCC) kehilangan jumlah yang sama dari berat badan dan massa lemak (masing-masing 0,9 kg dan 1,8 kg; 1,3 kg dan 1,8 kg) sambil mempertahankan massa lemak (Saris et al. 2000).

Sebaliknya, penelitian lain yang dilakukann oleh de Rougemont melaporkan bahwa dalam studi lima minggu, individu dalam kelompok yang melakukan diet dengan indeks glikemik rendah kehilangan berat badan secara signifikan (-1,1 kg vs -0,3 kg) dibandingkan dengan kelompok yang melakukan diet dengan indeks glikemik tinggi. Mengenai kehilangan lemak pada penelitian tersebut disebutkan bahwa tidak ada kelompok yang kehilangan massa lemak secara signifikan (0,17 vs 0,04 kg) (de Rougemont et al. 2007). Penelitian lain juga menunjukkan dalam studi lima minggu bahwa melakukan diet dengan indeks glikemik rendah dibandingkan dengan melakukan diet dengan indeks glikemik tinggi menyebabkan penurunan yang signifikan dalam massa lemak

(0,7 kg), serta tren statistik menunjukan peningkatan massa otot, tanpa mengubah berat badan (Bouche et al 2002).

Atlet sering didorong untuk mengonsumsi karbohidrat glikemik tinggi untuk meningkatkan resintesis glikogen setelah melakukan latihan atau pertandingan yang mungkin juga berdampak pada penurunan berat badan dan perubahan massa otot selama periode diet. Sayangnya, banyak penelitian yang dipublikasikan di bidang ini yang saling bertentangan. Dengan demikian diperlukan lebih banyak penelitian untuk memungkinkan kesimpulan tentang apakah diet indeks glikemik tinggi atau rendah lebih mujarab untuk memperbaiki komposisi tubuh dan penurunan berat badan. Konsumsi lemak tetap menjadi bidang penyelidikan ilmiah, dan pada titik ini rekomendasi khusus yang berkaitan dengan asupan lemak masih terus berkembang sehingga masih tetap sulit untuk dipahami. Mengenai komposisi tubuh, salah satu penelitian menyebutkan bahwa pengurangan konsumsi lemak secara keseluruhan dalam program penurunan berat badan sangat bermanfaat (Strychar 2006), tetapi persentase optimal tidak sepenuhnya disetujui oleh para ilmuwan. Namun demikian, ACSM dan ADA memberikan pedoman yang berkaitan dengan asupan lemak. Satu poin yang dibuat dalam pedoman tersebut adalah bahwa "Asupan lemak harus cukup untuk menyediakan asam lemak esensial dan vitamin yang larut dalam lemak, serta memberikan kontribusi energi untuk pemeliharaan berat badan dan asupan lemak harus berkisar dari 20% sampai 35% dari total asupan energi. Mengonsumsi  $\leq$  20% energi (*American College of Sports Medicine [ACSM], American Dietetic Association, and Dietitians of Canada 2000*).

Kesimpulannya, diet hipokalorik seperti VLCD (*very low calory diet*) dan LCD (*low calory diet*) dapat menyebabkan penurunan berat badan yang signifikan. Namun demikian, untuk atlet yang melakukan pola makan atau diet ini umumnya tidak disarankan karena dapat mengganggu performa dan proses

pemulihan. (Eston et al. 1992; Krotkiewski et al. 2000). Diet hipokalorik yang relatif tinggi karbohidrat dan rendah lemak telah terbukti menurunkan lemak tubuh dan memperbaiki komposisi tubuh. Namun, jumlah lemak yang optimal dalam makanan meningkatkan penurunan berat badan masih belum jelas. Selain itu, apakah karbohidrat glikemik tinggi atau rendah atau beban glikemik mempengaruhi penurunan berat badan masih diperdebatkan. Peneliti atau nutrisionis harus memperhitungkan bahwa atlet atau individu yang terlibat dalam latihan intensitas tinggi memiliki kebutuhan kalori yang berbeda. Secara khusus, aktivitas intens terutama yang memicu gerak otot rangka memakai sumber tenaga yang besar dari karbohidrat (yang dibakar untuk energi selama proses glikolisis). Untuk alasan ini, individu yang melakukan latihan intensitas tinggi membutuhkan tingkat karbohidrat yang lebih tinggi (Clark 2014, NCSA 2011).

## **G. Diet Tinggi Protein**

Pola makan atau diet tinggi protein yang disertai dengan pembatasan karbohidrat telah mendapatkan perhatian dan menjadi sangat populer sebagai cara untuk menurunkan berat badan, memperbaiki komposisi tubuh, mengurangi rasa lapar, dan meningkatkan profil lipid dalam darah dan sensitivitas insulin (Brehm dan D'Alessio 2008; Halton dan Hu 2004; Kushner dan Doerfler 2008; Noble dan Kushner 2006). Temuan penelitian yang dipublikasikan menunjukkan bahwa diet tinggi protein membantu penurunan berat badan karena efek rasa kenyang dan termal atau panas dari protein (Brehm dan D'Alessio, 2008). Faktanya, menunjukkan bahwa efek termis dari makanan yang mengandung protein relatif tinggi (30% energi sebagai karbohidrat kompleks, 10% sebagai gula sederhana, 30% sebagai protein, dan 30% sebagai lemak), rata-rata hampir

dua kali lebih besar daripada makanan berkarbohidrat tinggi yang mengandung kalori yang sama (50% energi sebagai karbohidrat kompleks, 10% sebagai gula sederhana, 15% sebagai protein, dan 25% sebagai lemak) (Johnston et al., 2002).

Penelitian lain menyebutkan bahwa individu yang mengonsumsi makanan tinggi protein lebih cenderung makan lebih sedikit pada makanan berikutnya karena adanya efek mengenyangkan dari protein (Halton dan Hu 2004). Secara khusus, mengonsumsi makanan berprotein tinggi telah mengakibatkan konsumsi 12% dan 31 % lebih sedikit kalori pada makanan berikutnya (Barkeling, Rossner, dan Bjorvell 1990, Latner dan Schwartz 1999). Salah satu alasan diet protein tinggi mungkin lebih mengenyangkan daripada diet tinggi karbohidrat adalah karena protein sebagai lawan dari lemak dan karbohidrat, merupakan stimulator yang relatif kuat dari hormon kolesistokinin gastrointestinal (CCK) yang mengenyangkan (Johnston, Day, dan Swan 2002).

Penelitian yang berlangsung hingga 12 bulan, uji coba terkontrol secara acak berulang kali menunjukkan bahwa diet tinggi protein sebanding, dan mungkin lebih unggul, dari pada diet rendah protein dalam hal penurunan berat badan, pengawetan massa otot, dan peningkatan beberapa faktor risiko kardiovaskular. Oleh karena itu, diet yang sedikit meningkatkan protein dan sedikit membatasi karbohidrat dan lemak mungkin memiliki efek menguntungkan pada berat badan dan komposisi tubuh (Brehm dan D'Alessio 2008; Halton dan Hu 2004).

Menariknya, dalam sebuah kesimpulan penelitian lain menyebutkan data jangka panjang terus menunjukkan bahwa penurunan berat badan total tidak berbeda secara signifikan antara pelaku diet rendah karbohidrat dan pelaku diet rendah lemak. Oleh karena itu, meskipun tidak semua penelitian setuju, diet tinggi protein dan rendah karbohidrat mungkin lebih baik untuk menurunkan berat badan dan komposisi tubuh dalam jangka pendek; tetapi studi jangka

panjang menunjukkan bahwa diet tradisional rendah lemak dan tinggi karbohidrat mungkin sama efektifnya. Meskipun diet tinggi protein dan rendah karbohidrat tampak menjanjikan, para ilmuwan menunjukkan bahwa efek jangka panjang dari diet tinggi protein pada kesehatan kardiovaskular dan metabolisme secara keseluruhan masih perlu penelitian lebih lanjut.

Kesimpulannya, diet tinggi protein dan sedikit lebih rendah karbohidrat mungkin bermanfaat untuk menurunkan berat badan dan memperbaiki komposisi tubuh. Selain itu, meningkatkan asupan protein selama penurunan berat badan dengan asupan kalori yang bervariasi akan mencegah keseimbangan nitrogen negatif, yang juga dapat membantu mengurangi hilangnya jaringan otot tanpa lemak dan pada akhirnya mengistirahatkan pengeluaran energi (Stiegler dan Cunliffe 2006).

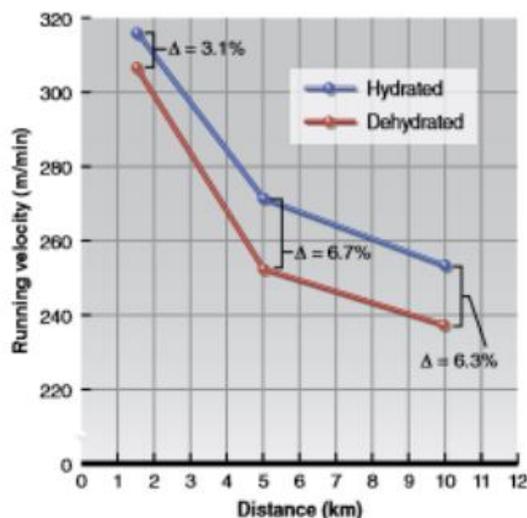
Namun, asupan karbohidrat yang cukup juga penting untuk beberapa aspek performa atletik dan latihan intensitas tinggi. Oleh karena itu, dengan individu yang aktif secara fisik, seringkali tidak bijaksana untuk menganjurkan penurunan drastis asupan karbohidrat karena hal ini dapat mempengaruhi penyimpanan dan performa glikogen otot (Cook dan Haub, 2007). Diet hipokalorik yang membatasi asupan karbohidrat mungkin tidak bijaksana selama musim kompetisi pada olahraga yang mengandalkan penggunaan karbohidrat berat, seperti lari jarak jauh dan menengah, renang, bola basket, dan gulat. Namun, variasi dari diet ini mungkin bermanfaat dalam mempromosikan penurunan berat badan untuk atlet di *off season*. Poin penting adalah bahwa penurunan berat badan harus dilakukan ketika atlet sedang pada periode *off season*. Karena performa kompetitif bukan bagian dari *off season*, pencapaian berat badan dan komposisi tubuh yang ideal melalui perubahan asupan makanan pada saat ini tidak akan secara langsung memengaruhi performa kompetitif (Cook dan Haub, 2007).

## **BAB VI**

# **MAKANAN DAN MINUMAN PENAMBAH ENERGI SELAMA BEROLAHRAGA**

Seseorang akan mampu bertahan hidup dengan tidak mengonsumsi makanan selama 30 hari, sementara hanya akan tahan 4 – 10 hari untuk hidup jika tidak minum sama sekali (Kenney et al., 2015). Peran penting dari asupan cairan begitu besar, sayangnya kesadaran akan pentingnya asupan cairan masih sering diabaikan (Purcell, 2013). Khususnya remaja, sering sekali mengabaikan asupan cairan (minimal air putih) sehingga berdampak pada defisiensi kalori. Selain itu, kebiasaan mengonsumsi minuman berenergi jelas memberikan pengaruh positif atau negatif.

Konsumsi cairan dalam jumlah yang tepat baik untuk fungsi sel (Galloway, 2011) dan pada atlet berguna pada saat perubahan suhu (Kenney et al., 2015). Ironisnya, selama mengalami tekanan fisiologis dan panas tubuh, manusia tidak dapat menyeimbangkan kembali pergantian keringat yang dikeluarkan ketika mengonsumsi cairan. Faktanya, kebanyakan atlet hanya dapat mengganti 2/3 air atas keringat yang keluar selama latihan. Dapat disimpulkan bahwa tubuh secara fisiologis masih mengalami kekurangan cairan yang berdampak pada penurunan performa.



**Gambar 6.1. Hubungan Hidrasi dengan Jarak Tempuh dan Kecepatan Berlari (Kenney et al., 2015)**

Penurunan jelas terjadi ketika seseorang ataupun atlet mengalami kekurangan asupan cairan. Penurunan performa terjadi pada mereka yang mengalami dehidrasi tanpa tambahan asupan air dan elektrolit. Namun, untuk atlet yang terhidrasi dengan baik akan memiliki keunggulan kemampuan dalam menjelajahi jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan yang terhidrasi. Sesuai rekomendasi, ketika melakukan aktivitas fisik di bawah 60 menit, penggantian cairan cukup dengan air putih. Saat durasinya bertambah menjadi 60–90 menit, kehilangan cairan tubuh digantikan dengan cairan elektrolit dan air putih. Apabila lebih dari 90 menit beraktivitas fisik harus diganti cairan elektrolit, air, dan tambahan asupan glukosa (Porcari et al., 2015).

Sulitnya mengubah kebiasaan buruk, melewati konsumsi cairan, akan memberikan dampak negatif dan perubahan perilaku dalam mengonsumsi minuman berenergi dibandingkan asupan minimal dari air mineral. Anggapan tentang baiknya pengaruh konsumsi minuman berenergi yang berasal dari

pengaruh iklan, menyebabkan banyak orang tergoda untuk mengonsumsi dan mengesampingkan kandungan serta manfaatnya bagi tubuh.

Minuman berenergi yang dijual bebas di pasaran, seperti Redbull dan Kratingdaeng mengandung gula dan kafein. Selain itu, mereka juga mengklaim minuman berenergi dapat meningkatkan mood dan melawan penyakit jantung dan kanker (vitamin B), menjaga sel darah merah dan sistem syaraf menjadi lebih sehat (B12), membantu fungsi sistem kardiovaskular, imun dan syaraf (B6), menghilangkan rasa sakit akibat arthritis (niacin), dll. Sementara itu, tidak lepas dari pro-kontra, banyak yang beranggapan bahwa minuman berenergi mengandung banyak kafein dan gula, setara dengan kurang lebih 8–10 sendok teh. Kombinasi kandungan gula dan kafein akan meningkatkan level gula darah dan peningkatan energi, sehingga secara tiba-tiba dapat menurunkan level gula darah dan merasa lelah. Anggapan kontra lainnya adalah minuman berenergi tidak terlalu baik dikonsumsi saat berolahraga, berakibat dehidrasi sehingga memberikan efek penurunan performa, membuat seseorang menjadi lebih *addict*, sakit kepala/migraine, insomnia, sering cemas, tekanan darah tinggi, dan pusing.

Salah satu peneliti yang fokus mendalami tentang minuman berenergi mempelajari tentang efek terhadap performa. Salah satu studinya menjelaskan tentang peran kafein yang dapat meningkatkan performa fisik pada olahraga semisal renang. Studi selanjutnya juga membahas tentang peran kafein dapat meningkatkan fokus terhadap mental, perhatian, dan mood, meskipun ada dampak negatifnya seperti denyut jantung meningkat, insomnia dan gangguan tidur, dehidrasi, iritasi lambung, cemas, kurang istirahat, beresiko terkena osteoporosis dan denyut jantung yang berubah-ubah.

American College of Toxicology juga melaporkan beberapa penekanan terhadap mereka yang terbiasa mengonsumsi minuman berenergi, seperti risiko

dehidrasi dan konsumsi kafein dalam jumlah besar akan berdampak terjadinya kerusakan energi.

## **A. Kandungan *Sport Drink***

Sumber cairan karbohidrat sama efektifnya dengan sumber karbohidrat makronutrien. Faktanya, banyak yang lebih memilih meminum cairan karbohidrat karena mereka tidak mengalami lapar saat latihan intensif. Selain itu, pengganti cairan juga berperan sangat penting bagi tubuh. Pada Gambar 6.2, dapat dilihat tabel perbandingan beberapa sumber minuman berenergi yang mengandung karbohidrat, beberapa juga mengandung protein. Sport drink jelas berbeda dengan energi drink yang dijual di pasaran, untuk memberikan stimulasi dari segi mental dan menjadi sumber energi tambahan. Minuman berenergi biasanya mengandung kafein dan racikan herbal dan mungkin justru tidak baik atau tidak berguna bagi orang yang aktif. Meskipun beberapa minuman berenergi mengandung jumlah stimulan kafein yang sedikit, para produsen mendesain pembuatan minuman untuk memaksimalkan penyerapan cairan dan mendukung performa atau *recovery* yang ada pada air, elektrolit, karbohidrat dan untuk beberapa kasus pada protein.

*Sport drink* dengan jumlah karbohidrat dan elektrolit yang tepat dapat mempertahankan homeostasis, mencegah cedera, memperlambat kelelahan dan optimal membantu performa. Tentunya diproduksi oleh perusahaan dengan reputasi tinggi yang sudah di tes dan sangat aman serta efektif. Karbohidrat dalam bentuk glukosa atau polimer glukosa (maltodextrin), fruktosa atau sukrosa (glukosa + fruktosa), baik sendiri atau dalam kombinasi. Konsentrasi (%) karbohidrat dalam minuman olahraga pilihan ini bervariasi, kurang dari 1 hingga

17%. Secara umum, konsentrasi karbohidrat kurang dari 4% merupakan kandungan yang paling berguna untuk latihan dengan durasi kurang dari satu jam. Konsentrasi karbohidrat sekitar 4–8%, optimal untuk digunakan selama latihan lebih dari 60 menit ketika cairan dan sumber energi benar-benar dibutuhkan. Lebih dari 8% konsentrasi karbohidrat sangat baik untuk pemulihan, ketika tujuannya untuk pengisian kembali glikogen yang sudah terkuras.

**TABLE 6.4** Composition of Selected Sports Drinks (per 8 oz or 240 mL)

Name	Type of CHO*	Energy (kcal)	CHO (g)	CHO† Concentration (%)	Na (mg)	K (mg)	Other
Accelerade	G	80	15	6	120	15	Ca, Vitamin E, protein
All Sport	F, GP	60	16	7	55	30	5 B Vitamins and C
Boost	F	240	41	17	130	400	Fat, protein, vitamins, minerals
Clif Shot Recovery	Brown rice syrup	140	31	13	270	130	Ca, Mg, BCAAs, Protein, vitamins A, C, E, B <sub>6</sub>
Exceed	GP, F	68	17	7	50	45	Ca, Mg, P, Cl
Gatorade	S, G, F	50	14	6	110	30	Cl, P
Gatorade Endurance	S, G, F	50	14	6	200	90	Ca, Mg
GU <sub>0</sub>	GP, F	50	13	6	120		K and citric acid
Nutrament	F	240	34	14			Fat, protein vitamins, minerals
Power Ade	F, GP	64	17	7	53	32	Cl and vitamin C
Power Bar Recovery Shake	G, F, GP	190	30	13	167	410	Fat, protein, vitamins
Propel	S	10	3	0.4	35	0	Vitamin C, E, niacin, B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> pantothenic acid
Water		0	0	0	Low	Low	Depends on source

\*F, fructose; G, glucose; GP, glucose polymer; S, sucrose.  
 †% concentration = [CHO (g)] ÷ [volume (mL)] × 100, rounded to nearest whole percentage.  
**Note:** Some values may vary slightly based on flavors.  
**Source:** Manufacturer's web sites and product labels.

**Gambar 6.2. Kandungan yang Terdapat pada Minuman Olahraga yang Tersebar di Luar Indonesia (Plowman, 2011)**

## B. Sport Bar

*Sport bar* menyediakan karbohidrat yang terbagi kedalam dua bentuk: tinggi karbohidrat (>60% dari total kalori) dengan kandungan lemak dan protein yang minimalis; dan rendah-sedang kandungan karbohidrat (20-55% dari total

kalori) dengan diseimbangkan oleh kandungan lemak dan protein (kurang lebih 22-40% masing-masing). Sport bar yang tinggi karbohidrat sangat cocok untuk dicerna sebelum, selama, dan setelah latihan. Lemak dikonsumsi selama latihan bukan dalam bentuk siap untuk diubah menjadi energi; karena lemak memperlambat pencernaan.

*Sport bar* dengan 4 g atau kurang lemak (per ukuran porsi 230 kkal) baik untuk latihan, tetapi bar dengan kandungan lemak yang lebih tinggi paling baik digunakan sebagai suplemen makanan atau cemilan pasca-latihan. Sebelum atau selama berolahraga, yang terbaik adalah memilih sport bar dengan tidak lebih dari 8-10 g protein karena jumlah protein yang lebih tinggi juga memperlambat pencernaan. Demikian juga, bar dengan lebih dari 5 g serat tidak boleh dikonsumsi sebelum atau selama berolahraga karena serat juga memperlambat pencernaan. Namun, batangan berserat tinggi bisa menjadi pilihan yang baik untuk camilan karena serat menunda rasa lapar. Jika *sport bar* akan digunakan sebagai pengganti makanan, harus dipilih yang berprotein tinggi. Selain itu, *sport bar* dengan protein tinggi dapat digunakan dalam pemulihan.

Meskipun sebagian besar individu akan mendapat manfaat dari peningkatan persentase karbohidrat yang dicerna, kadar setinggi 58-68% direkomendasikan hanya untuk atlet atau orang yang aktif berolahraga yang benar-benar menggunakan karbohidrat dalam jumlah tinggi untuk latihan, khususnya pelari jarak jauh, perenang, sepeda, pemain sepak bola, dan hoki (Costill, 1988; Coyle, 1991). Bagi atlet nonendurance seperti pegolf, pemain softball atau baseball, pejalan kaki kebugaran, atau individu yang tidak banyak bergerak, menelan 70% karbohidrat memiliki sedikit keuntungan dan juga beberapa risiko, terutama jika mengonsumsi makanan yang HGI, seperti disebutkan sebelumnya. Glukosa tinggi dapat menyebabkan hiperglikemia sementara dan peningkatan respons insulin. Karena penyimpanan glikogen

terbatas pada individu yang tidak banyak bergerak dan tidak terlatih, jalur glikolitik menjadi kelebihan beban. Hasilnya adalah ketergantungan yang lebih besar dari normal pada jalur yang mengubah glukosa menjadi asam lemak bebas (dan kemudian trigliserida) dan kolesterol.

## **BAB VII**

### **SUPLEMEN DAN ERGOGENIC AIDS**

Konsumsi suplemen dan zat atau bahan kimia untuk meningkatkan performa menyebabkan adanya ketidakseimbangan antara energi dan cairan dalam tubuh. Sebagai contoh, beberapa stigma negatif sering dilakukan oleh para atlet ketika akan menjelang pertandingan. Banyak pengurus yang mengisyaratkan untuk mengonsumsi beberapa suplemen yang dipercaya dapat meningkatkan performa. Pada kenyataannya, saat pertandingan, atlet sama sekali tidak merasakan manfaat dari konsumsi suplemen, tetapi justru mengalami kelelahan yang berarti. Contoh lain, Kebiasaan atlet konsumsi suplemen ternyata memberikan efek buruk terhadap asupan jumlah kalori. Secara keseluruhan, atlet remaja ataupun dewasa mengalami penurunan asupan kalori akibat dari kecenderungan mengonsumsi suplemen atau ergogenic aids. Anggapan superior tentang manfaat dari suatu zat yang dikonsumsi ternyata berbanding terbalik dengan pengaruh fisiologis. Perlu adanya edukasi bertahap, agar minimal atlet dan juga orang biasa mengerti mengenai suplemen yang boleh dan tidak boleh dikonsumsi.

Tujuan *Ergogenic aids* dibagi kedalam beberapa kategori: mekanis, tujuan farmakologi, fisiologi nutrisi, dan psikologi. Dalam pembahasan ini hanya mencakup tujuan farmakologi dan nutrisi saja. Selain itu, pada pembahasan di bab *ergogenic*, yang dijelaskan adalah suplemen yang tidak dilarang oleh IOC (International Olympic Committee). IOC mengidentifikasi beberapa suplemen

yang memberikan manfaat terhadap performa atlet, diantaranya: kafein, kreatin, beta-alanine, nitrat, dan sodium bikarbonat.

## A. Kafein

Kafein merupakan natural alkaloid yang biasa terdapat pada daun, buah, dan biji-bijian pada variasi tanaman seperti kopi dan teh, biasa dipelajari dan dikenal dalam bentuk suplemen.

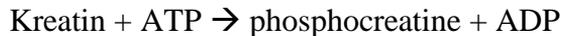
<b>Cara kerja:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimetabolisme oleh hati (aksi enzimatik) yang menghasilkan paraxanthine, teofilin, dan teobromin</li><li>• Setelah konsumsi, muncul dalam aliran darah dalam waktu 15 sampai 45 menit, dengan puncak level muncul sekitar 1 jam</li><li>• Beberapa mekanisme diusulkan karena kemampuan untuk melintasi aliran darah otak juga sebagai membran semua jaringan dalam tubuh</li><li>• Kemungkinan besar (signifikan), bahkan pada dosis rendah adalah efek pada sistem saraf pusat atau perifer bersaing dengan adenosin di situs reseptor</li></ul>
<b>Manfaat</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Meningkatkan performa daya tahan</li><li>• Meningkatkan waktu reaksi, konsentrasi, dan level persepsi energi</li><li>• Meningkatkan performa latihan intensitas tinggi yang berulang-ulang,</li><li>• Memberikan sedikit atau tidak sama sekali efek terhadap olahraga kekuatan</li></ul>

Rekomendasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsumsi sedikit dengan dosis 200 mg atau 1,5 - 3 mg/kg berat badan sangat efektif dan harus dikonsumsi sesegera mungkin di awal</li> <li>• Dosis kurang lebih 3–6 mg/kg berat badan dianggap aman dan efektif</li> <li>• Dosis tinggi (<math>\geq 9</math> mg/kg berat badan) tidak memberikan manfaat dan justru malah mengandung efek samping</li> <li>• Dikonsumsi kira-kira satu jam sebelum kegiatan untuk memperoleh hasil maksimal</li> <li>• Sebagai pertimbangan: IOC memiliki batasan kandungan kafein yang dikeluarkan melalui urine.</li> </ul>
Efek samping
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insomnia</li> <li>• Sakit kepala</li> <li>• Nervous/Kecemasan</li> <li>• Masalah pencernaan</li> </ul>

## B. Kreatin

Kreatin disintesis di ginjal, hati, pankreas, dan pada tingkat lebih rendah, terjadi di otak. Sintesis kreatin berasal dari asam amino glisin, arginin, dan metionin. Otot rangka adalah tempat utama penyimpanan kreatin hingga 90% dari total penyimpanan di tubuh. Total penyimpanan kreatin tubuh dapat meningkat dengan konsumsi makanan tinggi kreatin (yaitu: daging dan ikan) atau suplementasi nutrisi.

Mekanisme aksi di dalam otot terjadi akibat adanya reaksi kimia:



PCr adalah sumber energi yang penting untuk intensitas tinggi, kontraksi otot durasi pendek. Kreatin penting untuk regenerasi PCr. Sistem creatine kinase (CK) phosphocreatine (PCr) berfungsi sebagai penyangga energi dalam sel dengan kebutuhan energi yang tinggi dan berfluktuasi. Kreatin salah satunya terdapat pada daging. Namun, atlet atau individu yang mencoba menurunkan atau mempertahankan berat badan harus mempertimbangkan kalori tambahan, terkait dengan konsumsi besar jumlah daging atau ikan untuk kreatin.

Kreatin juga sebenarnya diproduksi di dalam tubuh sehingga penting atau tidak sebenarnya untuk mengonsumsi asupan tambahan kreatin muncul ke permukaan. Suplemen kreatin otot yang dikonsumsi sebelum berolahraga perlu dipertimbangkan untuk dikonsumsi. Orang yang memiliki serat otot tipe II (dominan anaerobic) biasanya memiliki konsentrasi tinggi kreatin.

Rekomendasi
<p>Fase pengisian:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• kurang lebih 20 g/hari selama 5 hari atau 5 g/hari selama 4 minggu akan dimuat dengan cara yang sama (tetapi manfaatnya tertunda)</li></ul> <p>Konsistensi konsumsi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 5 g/hari</li><li>• Tidak disarankan untuk mengonsumsi bagi atlet sepeda.</li><li>• Suplementasi kreatin melemahkan produksi endogen</li><li>• Pertimbangan: Mengonsumsi karbohidrat dengan kreatin meningkatkan penyerapan</li></ul>

Efek samping
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertambahan berat badan (valid)</li> <li>• Kram (tidak cukup bukti ilmiah)</li> <li>• Perubahan suhu tubuh (tidak cukup bukti ilmiah)</li> </ul>

### C. Beta-Alanine

Beta-alanine Termasuk ke dalam asam amino non-proteogenik (tidak dikodekan secara alami) dan diproduksi secara endogen di hati. Total beta-alanine tubuh dapat ditingkatkan dengan mengonsumsi daging, termasuk daging unggas, atau melalui suplementasi.

Manfaat suplemen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningkatkan kapasitas latihan pada intensitas tinggi selama 60–240 detik</li> <li>• Dapat beradaptasi dengan tambahan volume latihan pada kompetisi durasi pendek (seperti angkat beban dan sprinting)</li> <li>• Mungkin dapat bermanfaat, pada kompetisi yang durasinya sedikit lebih lama (&gt;4 menit) sampai 10 menit.</li> <li>• Melemahkan (mengurangi) tingkat kelelahan neuromuskular</li> </ul>
Rekomendasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manfaat akan dirasakan setelah konsumsi rutin selama empat minggu</li> <li>• Penggunaan hanya untuk sekali latihan, tidak dianjurkan karena akan menyebabkan kulit kesemutan dan tidak memberikan manfaat pada performa</li> </ul>

- Asupan 4–6 g/dosis (~65 mg/kg berat badan) dibagi kedalam dua kali takaran dan dikonsumsi minimal dua minggu secara rutin.
- Asupan sekali takar dari obat yang diberikan dalam durasi pendek. Biasanya melalui suntik terhadap aliran darah, atau juga melalui mulut.

#### Efek samping

- Kulit kesemutan biasanya dialami di daerah muka, leher, dan belakang lengan
- Dosis yang terlalu banyak juga akan menghasilkan efek samping yang berlebih
- Tidak ada efek jangka panjang lebih dari 1 tahun (karena belum ada data penelitian valid)

## D. Nitrat

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) terjadi secara anion alami dalam tubuh yang terlibat dalam biosintesis nitrit oksida (NO) yang memiliki banyak fungsi fisiologis dalam tubuh. Sayuran berdaun hijau dan akar sayuran kaya akan nitrat. Konsumsi makanan kaya nitrat berkontribusi untuk pembentukan oksidasi nitrat.

#### Mekanisme:

- Efek ergogenik nitrat tidak berhubungan langsung dengan nitrat, tetapi terhadap oksidasi nitrat
- Peningkatan antara hidrolisis ATP dan produksi kekuatan, menghasilkan pengurangan modalitas energi
- Perubahan status redoks juga dapat menjadi mekanisme potensial dimana manfaat ergogenic direalisasikan

Rekomendasi penggunaan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5–7 mmol nitrate (~0.1 mmol/kg berat badan)</li> <li>• Fase puncak dalam 2–3 jam dan meningkat kembali saat 6–8 jam</li> <li>• Takaran harian diperlukan untuk menjaga tidak berdampak meningkat</li> </ul>
Efek samping
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sejauh ini tidak ada efek samping jika dikonsumsi sesuai anjuran</li> </ul>

## E. Sodium Bikarbonat

Studi tentang alkalosis untuk meningkatkan kinerja, terjadi jauh ke belakang, sekitar tahun 1930. Natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) telah diakui sebagai bantuan ergogenic yang paling efektif. Natrium bikarbonat meningkatkan kadar bikarbonat dalam darah yang merupakan buffer alami untuk menerima proton dari asam karbonat



Mekanisme:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bikarbonat sendiri merupakan buffer dan berperan dalam menjaga pH dan elektrolit antara ruang intraseluler dan ekstraseluler</li> <li>• Dalam peran itu, menginduksi alkalosis dan berdampak pada peran intra dan keseimbangan ekstraseluler, berkontribusi pada pemeliharaan fungsi otot</li> <li>• Meskipun diakui sebagai mekanisme utama, bukti terbaru menunjukkan bahwa pendekatan yang lebih integratif diperlukan karena bikarbonat tidak hanya mempengaruhi metabolisme, tetapi juga fisiologi otot dan jalur motorik</li> </ul>

<b>Manfaat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan kinerja saat latihan atau event di mana ada ketergantungan pada glikolisis anaerobik</li> <li>• Paling sering terjadi saat &gt; 30 detik, tetapi kurang dari 120 detik</li> <li>• Studi terbaru menyoroti tidak ada perbedaan dalam ukuran efek saat intensitas sedang (2 sampai 10 menit) dan lama (&gt;10 menit).</li> <li>• Yang terakhir mungkin karena biaya oksigen yang lebih rendah</li> <li>• Manfaat terjadi ketika latihan interval intensitas tinggi (olahraga tim)</li> <li>• Bukti menunjukkan bahwa lebih bermanfaat bagi orang yang tidak terlatih</li> </ul>
<b>Rekomendasi</b>
0,2 – 0,4 g/kg berat badan dicerna 60–120 menit sebelum latihan atau kompetisi
<b>Efek samping</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masalah pada pencernaan (gastrointestinal) termasuk rasa sakit, diare, muntah, gas berlebih, dan mual.</li> <li>• Individu harus melakukan percobaan terlebih dahulu saat latihan, agar diketahui respon tubuh setelah mengonsumsi suplemen yang mengandung sodium bikarbonat</li> </ul>

Tak kalah pentingnya, bahan suplemen yang terakhir adalah ginseng. Ginseng sudah digunakan orang Asia untuk mengurangi kelelahan. Dalam beberapa studi, ginseng dapat mempercepat penggunaan glikogen dan meningkatkan oksidasi asam lemak. Hanya sedikit bukti yang menjelaskan bahwa Ginseng berguna untuk meningkatkan performa daya tahan dengan meningkatkan pengiriman oksigen ke otot. Konsumsi berlebihan dari setiap

ergogenic dapat membahayakan bagi tubuh, ada berbagai macam efek samping yang dimiliki, pelajari kembali bagaimana cara mengonsumsi agar tujuan dalam meningkatkan performa dapat terpenuhi

## **BAB VIII**

### ***CARBOHYDRATE LOADING***

Atlet internasional ataupun nasional ternyata mengalami permasalahan yang hampir mirip, yaitu tidak cukup mengonsumsi makanan dan minuman dengan benar (Ziegler, et al., 2002; Burke, 2001). Gaya hidup dan wawasan mengenai asupan makanan yang masih kurang membuat pengambilan keputusan dalam pemilihan makanan dan minuman yang dikonsumsi sering mispersepsi. Selain itu, konsumsi energi tidak pada waktu yang tepat, memberikan efek negatif pada komposisi tubuh dan performa (Hawley and Burke, 1997; Deutz, et al., 2000).

Dalam usaha memperbaiki pola makan dan pengetahuan tentang nutrisi perlu dilakukan secara perlahan. Tentunya, pemberian edukasi dapat dimulai lebih awal dengan target sasaran yang tepat, seperti orang biasa atau atlet. Tanpa mendiskreditkan kemampuan atlet dan juga orang yang aktif berolahraga tentang wawasan asupan makanan dan minuman. Ada satu metode atau cara yang dapat menjadi solusi ketika seseorang akan menghadapi sebuah kompetisi olahraga, yaitu *carbohydrate loading*. Langkah ini dilakukan agar atlet dapat lebih mempersiapkan diri khususnya pada aspek sumber energi selama melakukan aktivitas fisik.

Penerapan *carbohydrate loading* dapat dilakukan mulai dari 7 hari sebelum pertandingan dimulai, khususnya lebih bermanfaat dilakukan pada atlet lari jarak jauh, pesepeda, *cross country* ski, dan olahraga lain yang menguras penyimpanan glikogen. Berikut adalah bentuk rekomendasi dari penerapan *carbohydrate loading* (Bernadot, 2012).

Waktu	Tujuan	Dianjurkan untuk dikonsumsi
7 hari sebelum pertandingan	membuat otot mengganti glikogen yang sudah hilang selama latihan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minum cairan kaya karbohidrat selama berlatih</li> <li>2. Makan makanan karbohidrat sebelum latihan</li> <li>3. Karbohidrat 400 kalori harus dikonsumsi sesegera mungkin setelah latihan</li> <li>4. Tambahan 800 kalori harus dipenuhi selang beberapa jam kemudian</li> </ol>
6 dan 5 hari sebelum pertandingan	durasi latihan tidak membuat atlet merasakan kelelahan dibandingkan H-7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hari pertama tapering</li> <li>2. Pertahankan konsumsi karbohidrat tinggi disertai banyak minum</li> </ol>
4 dan 3 hari sebelum pertandingan	Fokus pada skill spesifik dari cabang olahraga	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Makan tambahan ekstra protein (1,7 g/kg). Kebutuhan</li> </ol>

		<p>1,2–1,7 g/kg direkomendasikan</p> <p>2. Asupan <i>Hi-carbo, low-fat</i></p>
2 hari sebelum pertandingan	Fokus pada skill spesifik dari cabang olahraga	<p>1. Istirahat cukup</p> <p>2. Latihan sore atau malam dikurangi sampai tidak lebih dari 1,5 jam dengan intensitas sedang- rendah</p> <p>3. Asupan karbohidrat dan protein harus tinggi</p>
1 hari sebelum pertandingan	Fokus pada skill spesifik dari cabang olahraga	<p>1. Istirahat cukup</p> <p>2. Bentuk latihan, <i>full-speed run, full “game-intensity” practice</i></p> <p>3. Melakukan pengecekan venue pertandingan atau melihat video dari lawan yang akan dihadapi. Namun, lebih</p>

		<p>direkomendasikan untuk melihat video pertandingan terbaik dari diri sendiri agar dapat meningkatkan motivasi</p> <p>4. Asupan karbohidrat pada level tertinggi dan rendah serat, seperti pasta, roti, nasi dan buah (tanpa biji atau kulit buah).</p> <p>5. Menambahkan asupan cairan agar seimbang</p> <p>6. Sayuran cenderung memiliki banyak serat tetapi mungkin akan memproduksi gas</p>
--	--	--

Memakan karbohidrat tinggi dalam waktu tiga hari pada masa tapering (penurunan intensitas latihan setelah melakukan latihan dengan intensitas berat) di minggu sebelum kompetisi berlangsung dan diselesaikan dengan istirahat sehari sebelum pertandingan. Dengan rata-rata 600 gram karbohidrat atau sekitar 8–10 g/kg dari berat badan. Meningkatkan oksidasi karbohidrat selama latihan dengan intensitas sedang, meningkatkan performa latihan pada intensitas tinggi

dalam durasi singkat. Efek samping yang dialami biasanya penambahan berat badan dan meningkatkan penyimpanan air. Sehingga menyebabkan perut kembung dalam durasi yang singkat.

Hasil studi menyebutkan bahwa untuk penerapan *Carbohydrate loading* ternyata lebih bermanfaat bagi laki-laki dibandingkan dengan perempuan, dikarenakan pada perempuan memiliki kadar lemak yang lebih tinggi, kadar protein yang lebih rendah dan angka oksidasi karbohidrat yang lebih rendah (American College of Sport Medicine, 2009). Lalu, untuk atlet yang memiliki jadwal latihan padat dan dianggap tidak dapat mengaplikasikan fase tapering, konsumsi asupan karbohidrat tinggi dan mempertahankan hidrasi yang optimal menjadi sangat penting untuk performa di lapangan (Bernadot, 2012).

**Kunci persiapan yang baik untuk menghadapi kompetisi:**

1. Dapatkan waktu untuk istirahat yang baik
2. Mulai penurunan intensitas latihan (tapering) 6–7 hari sebelum kompetisi
3. Makan cukup karbohidrat untuk memaksimalkan penyimpanan glikogen
4. Minum minuman secukupnya untuk memaksimalkan penyimpanan cairan
5. Frekuensi makan kira-kira setiap 3 jam sekali, untuk mempertahankan glukosa darah dan glikogen otot
6. Pastikan sudah mengonsumsi energi yang cukup sebelum melakukan aktivitas untuk memastikan bahan bakar terpenuhi untuk mendukung aktivitas dan menghindari penggunaan otot sebagai sumber energi

7. Lakukan latihan makan dan minum disesuaikan dengan jadwal kompetisi, agar anda merasakan mana yang paling cocok untuk anda
8. Jangan melakukan sesuatu yang belum pernah anda lakukan ketika kompetisi berlangsung
9. Siapkan seluruh kebutuhan yang anda perlukan (seperti minuman olahraga, snack, dll.) jauh sebelum waktu kompetisi dimulai

# **BAB IX**

## **GANGGUAN MAKAN**

### **A. Anorexia Nervosa**

Anorexia Nervosa adalah pembebanan dalam diri untuk menahan diri tidak makan atau bahkan sampai kelaparan dalam usaha untuk menurunkan berat badan dan memperoleh badan yang kurus. Tanda-tanda yang harus diperhatikan bagi penderita Anorexia Nervosa; 1) Berkomentar secara berulang-ulang tentang merasa gemuk, dan bertanya dengan pertanyaan “Apa kamu pikir saya gendut?” ketika berat badan ada di bawah normal. 2.) Penurunan berat badan yang dramatis tanpa ada alasan medis 3.) Mencapai berat badan di bawah berat ideal untuk atlet dan melanjutkan untuk menurunkan berat badan meskipun dalam *off-season*. 4.) Terlalu asik dengan makanan, kalori dan berat badan.

Anorexia, atau anorexia nervosa, adalah kondisi dimana adanya keinginan untuk menurunkan berat badan, yang mana jauh melebihi keinginan biasanya untuk menjadi kurus. Jika tidak diobati, itu bisa berakibat fatal. Biasanya melanda anak muda antara 11 sampai 30 tahun dan sering terjadi pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki. Anorexia nervosa sangat jarang ditemukan, tapi sekarang mulai bermunculan, biasanya terjadi pada orang-orang kalangan menengah. Gangguan ini merupakan bagian dari kesalahan persepsi, dimana penderitanya—seorang gadis, misalnya—yakin bahwa dia terlalu gemuk, padahal sebenarnya dia sangat kurus. Gadis yang menderita anorexia mungkin juga takut akan seksualitasnya yang berkembang seiring penambahan usia dan merasa bahwa jika dia ingin mempertahankan sosok kekanak-kanakannya, maka dia tidak perlu menghadapi masalah seksualitas seperti orang dewasa. Bahaya

dari anorexia nervosa jarang dikaji: perlu adanya sentuhan dari para ahli untuk menyembuhkan. Lebih dari 20% kasus berakhir fatal. Laki-laki dan gadis yang merasa *insecure* (tidak nyaman dengan kondisi sekarang; risih) melakukan pengaturan pola makan untuk meningkatkan kepercayaan diri dalam hal seksual. Mereka terpengaruh dengan gagasan bahwa kurus adalah keadaan yang diinginkan oleh semua orang, dan diperkuat terus-menerus oleh iklan televisi dan majalah yang mempromosikan bentuk badan kurus ideal dengan mengagungkan kurus yang tidak wajar.

### **Kecanduan diet**

Orang normal yang diet secara drastis biasanya bisa berhenti kapan saja, mungkin ketika mereka telah mencapai target berat badan mereka. Masalah mereka biasanya menjaga pola makan ketika ada makanan di sekitar mereka, karena rasa lapar mereka anggap sebagai sensasi yang tidak menyenangkan. Penderita anoreksia, begitu dimulai, tidak bisa mundur. Mereka sudah kecanduan diet.

Penderita anoreksia berusaha keras untuk menyembunyikan apa yang mereka lakukan. Mereka mungkin sangat energik dan bersikeras bahwa mereka baik-baik saja. Mereka memasak makanan besar untuk orang lain, sambil tidak makan apa-apa untuk dirinya sendiri. Mereka berbohong, mengatakan bahwa mereka telah makan di tempat lain, dan menjadi sangat terampil menyembunyikan makanan sambil berpura-pura makan. Beberapa membuat diri mereka muntah untuk menyingkirkan makana, atau mereka menggunakan pencahar, diuretik, dan bahkan enema untuk mencegah tubuh mereka menyerap makanan. Beberapa penderita anoreksia mengembangkan pola makan banyak (binge-) and muntah (-vomit) yang disebut bulimia. Mereka makan dalam jumlah

besar dan kemudian dibuat muntah oleh sendiri sehingga mereka bisa makan tanpa menambah berat badan.

### **Gejala anoreksia nervosa**

Gejala pertama yang jelas dari anoreksia nervosa terus menerus kehilangan berat badan. Mungkin tidak mudah bagi keluarga penderita anoreksia untuk mengenali gejala sampai menjadi parah. Sebuah gejala yang berbahaya pada seorang gadis adalah setelah berat badannya turun lebih dari sekitar 26 pound (12 kg) di bawah normal, dia berhenti menstruasi. Anak perempuan atau laki-laki yang diet berlebihan dan merasa memiliki kelebihan berat badan padahal itu hanya anggapan pribadi saja, harus diperiksa oleh dokter sesegera mungkin. Mereka mungkin hanya membutuhkan saran dan informasi tentang berat badan yang harus mereka coba capai dan tentang pola makan yang tepat. Namun, jika mereka menderita anoreksia nervosa, penting untuk memulai pengobatan sesegera mungkin. Semakin lama kondisinya tidak diobati, semakin sulit untuk disembuhkan.

Mungkin satu dari lima penderita anoreksia akhirnya meninggal karena kelaparan atau dari infeksi yang disebabkan oleh kekurangan gizi. Beberapa menjadi sangat tertekan sehingga mereka bunuh diri. Penyembuhan jarang terjadi tanpa pengobatan, karena korban bangga dan senang dengan kondisinya. Semakin teralihkan citra diri mereka, semakin sulit penyembuhannya.

### **Mengobati anoreksia nervosa**

Langkah pertama adalah menambah berat badan, setidaknya di atas batas *underweight*. Penelitian menunjukkan bahwa ketika seorang pasien di bawah berat tertentu, psikoterapi tidak dapat menembus isolasi mental yang aneh

disebabkan oleh kelaparan. Jika belum mencapai berat badan normal, tidak ada terjalin komunikasi nyata yang dapat terjadi.

Biasanya, lebih baik mengobati penderita anoreksia di rumah sakit. Asupan makanan harus dikontrol dengan hati-hati karena mereka cenderung menyembunyikan atau membuang makanan untuk menghindari makan. Ada juga kemungkinan bahwa mereka akan memalsukan kenaikan berat badan mereka dengan memasukkan beban saku mereka sebelum menginjak timbangan. Perilaku ini dapat lebih mudah dipantau di rumah sakit. Terkadang, pasien dibuat untuk beristirahat di tempat tidur, sangat sering di kamar sendirian, dan asupan makanan dipantau secara ketat oleh perawat.

Di awal fase pengobatan, pasien juga dapat diberikan obat penenang dan diberikan secara intravena (obat akan dimasukkan langsung ke pembuluh vena menggunakan jarum atau tabung yang disebut kateter IV). Terkadang, sistem penghargaan dan hukuman dijadikan senjata untuk membujuk pasien makan makanan normal agar dapat menambah berat badan dalam jumlah tertentu.

Setelah pasien mendapatkan berat badan yang cukup untuk keluar dari bahaya, psikoterapi dapat dimulai. Pendekatan ini mungkin diperlukan selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun setelah pasien berada pada berat badan normal. Sering, seluruh keluarga diberikan penyuluhan, agar orang tua dapat memahami sifat penyakit anak mereka dan apa penyebabnya.

## **B. Bulimia Nervosa**

Bulimia mungkin muncul dengan sendirinya, tapi sering disertai anoreksia nervosa. Bentuk parahnya disebut bulimia nervosa. Kondisi ini paling sering terjadi pada anak perempuan dan wanita muda yang yakin bahwa mereka kelebihan berat badan, meskipun dalam kebanyakan kasus, berat badan mereka

berfluktuasi antara sedikit di atas dan sedikit di bawah normal. Orang dengan bulimia makan makanan yang sangat besar, atau pesta makan. Ketakutan kelebihan berat badan kemudian mendorong muntah yang disengaja oleh diri sendiri.

Mereka cenderung makan secara sembunyi-sembunyi dan tidak mampu mengendalikan diri. Selama pesta makan, mereka mungkin makan hingga 12.000 kalori hanya dalam beberapa jam. Pesta makan ini sering dipicu oleh stres dan terjadi beberapa kali dalam sehari. Pasien mungkin tidak makan sama sekali di antara jam makan malam. Penderita bulimia biasanya tidak menjadi sangat kurus, seperti penderita anoreksia, tetapi mereka bisa menyebabkan diri mereka terluka secara fisik dengan membebani sistem pencernaan dengan makanan dan mengonsumsi obat pencahar. Mereka menderita lemas dan kram, serta dehidrasi, dan gigi mereka bisa rusak karena asam lambung. Mengobati masalah psikologis yang dialami penderita dapat membantu kondisinya menjadi lebih baik.

Bulimia Nervosa juga diartikan sebagai konsumsi makanan dalam jumlah yang besar, lebih banyak dari orang yang biasa, yang dikonsumsi dalam satu kali makan.

Tanda-tanda Bulimia Nervosa
<ul style="list-style-type: none"><li>• Makan secara diam-diam, seperti bungkus makanan ditemukan di kamar atau loker atau ketika atlet ditemukan waswas melihat makanan di meja,</li><li>• Menghilang berulang kali sesegera mungkin setelah makan, khususnya jika makanan yang telah dimakan dalam jumlah yang banyak.</li></ul>

- Merasakan nervous atau gelisah ketika ditinggalkan sendiri setelah makan,
- Menurunkan atau menaikkan berat badan secara ekstrem.
- Adanya muntahan di area ruang istirahat.
- Hilangnya makanan dalam jumlah yang banyak.

Peringatan gejala (Anorexia Nervosa dan Bulimia Nervosa)

1. Terlalu banyak mengalami konstipasi atau sakit perut.
2. Perubahan mood
3. Menarik diri dari kehidupan sosial
4. Melakukan latihan secara berlebihan
5. Perhatiannya fokus terhadap berat badan
6. Diet ketat diikuti dengan pesta makan
7. Meningkatkan kritikan terhadap satu tubuh.
8. Penolakan yang kuat terhadap masalah yang ada, meskipun ketika sudah terlihat bukti yang nyata.

Yang tidak perlu dilakukan?

Profesional tidak perlu memberikan perlakuan pada orang yang mengalami gangguan makan; yang harus disadari oleh trainer kebugaran dengan mengetahui tanda-tanda dari gangguan makan dan melihat kapan masalah tersebut dapat dicurigai.

Selain anorexia dan bulimia nervosa, terdapat satu bentuk gangguan makan lain yaitu anorexia athletica, berikut ketiga bentuk gangguan makan berdasarkan karakteristiknya masing-masing:

Karakteristik Gangguan Makan (Plowman, 2011)

Anorexia Nervosa	Bulimia Nervosa	Anorexia Athletica
Menolak untuk mempertahankan berat badan di atas normal untuk tinggi dan usia (>15% di bawah); penurunan berat badan yang disebabkan oleh diri sendiri	Pengulangan pesta makan (konsumsi cepat dalam jumlah besar, makanan padat kalori, seringkali diam-diam); merasa tidak terkontrol saat pesta pora	Takut berat badan naik meskipun ideal.
Ketakutan yang intens akan kenaikan berat badan atau menjadi gemuk meskipun berat badan kurang	Membersihkan diri atau mengompensasi pesta makan berlebihan dengan muntah yang dilakukan sendiri, penggunaan diuretik atau pencahar, olahraga berat, dan pembatasan makanan atau puasa yang ketat	Berat badan lebih besar dari 5% di bawah normal Perkembangan otot mempertahankan berat badan di atas ambang anoreksia nervosa
Ketidakpuasan tubuh yang parah dan distorsi citra tubuh; penolakan serius terhadap tubuh dengan berat badan rendah.	Menunjukkan pesta makan berlebihan atau perilaku kompensasi tidak pantas setidaknya dua kali seminggu selama 3 bulan	Asupan kalori terbatas Sering dilanggar diakibatkan oleh pesta makan
Perubahan endokrin diatur oleh amenore (setidaknya tiga siklus berturut-turut) pada	Ketidakpuasan tubuh yang parah; evaluasi diri	Olahraga berlebihan di atas kebutuhan latihan normal  Disfungsi menstruasi Pubertas tertunda Amenore sekunder atau oligomenore  Keluhan gastrointestinal

Wanita dan hilangnya minat seksual dan impoten pada pria	terlalu dipengaruhi oleh bentuk tubuh dan berat badan	
--	---	--

## **BAB X**

### **FOOD OBSESSION**

Salah satu sindrom yang berhubungan dengan gangguan adalah pesta makan (*binge-eating*) yang membawa pada terjadinya obesitas. Obesitas merupakan salah satu masalah serius di bidang kesehatan. Obesitas dapat meningkatkan hyperlipidemia (meningkatkan lemak dalam darah), penyakit jantung koroner, stroke, hipertensi, kandungan glukosa yang tidak dapat ditoleransi, diabetes tipe 2, penyakit pada katung empedu, osteoarthritis, pernapasan yang berhenti sementara selama tidur (apnea), dan berbagai macam tipe kanker. Obesitas adalah penyakit yang kompleks dan penanganan obesitas pun kompleks. Pemeliharaan penurunan berat badan dalam periode yang lama lebih dari 3–5 tahun terjadi hanya pada populasi minoritas pada penderita obesitas, jadi belum menyeluruh. Obesitas sangat sulit untuk diberikan perlakuan dan merupakan salah satu tantangan bagi dunia medis dan masalah sosial sekarang. Pada atlet, obesitas nyata terjadi pada atlet setelah karir profesionalnya berakhir dan menurunnya aktivitas fisik. Body mass index (BMI) merupakan penilaian yang cocok untuk mengetahui komposisi tubuh bagi orang yang obesitas.

Pengukuran melalui skinfold menjadi tidak akurat karena ukuran dari ketebalan kulit dan sedikitnya formula standard untuk orang dewasa yang obesitas. Perhitungan body mass index adalah:

$$\text{Berat badan (kg) / tinggi (m)}^2$$

Kelebihan berat badan dikategorikan ketika sudah masuk kedalam ukuran BMI antara 25–29,9 kg/m<sup>2</sup> dan obesitas pada BMI antara 30 kg/m<sup>2</sup> atau lebih. Lingkar pinggang merupakan indikator gemuknya bagian abdominal (perut) yang tidak sesuai dengan total lemak tubuh, dapat diketahui dan merupakan faktor tambahan untuk menafsirkan resiko yang akan dialami. Untuk orang Asia kategori normal dan optimum adalah kisaran 18,5 – 23 kg/m<sup>2</sup>. Untuk populasi ini, BMI sebesar 23 kg/m<sup>2</sup> atau lebih besar terjadi peningkatan resiko yang sedang dan BMI di atas 27,5 kg/m<sup>2</sup> menggambarkan orang yang obesitas. Namun, BMI tidak dapat dijadikan acuan jika memperhitungkan atlet yang memiliki massa tubuh tanpa lemak. Atlet tersebut mungkin dinilai obesitas jika dihitung di atas kertas, tapi pada kenyataannya mereka memiliki lemak tubuh yang sangat sedikit. Meskipun semua orang obesitas memiliki jumlah lemak tubuh yang banyak, tetapi perlakuan pada tiap individunya tidak dapat disamakan. Harus diketahui terlebih dahulu mengenai riwayat kesehatannya. Atlet obesitas yang diperintahkan untuk menurunkan berat badannya merupakan tantangan yang sulit karena menurunkan berat badan diperintah dari wilayah eksternal atlet dan bukan kemauan atlet. Jika dari data diketahui bahwa atlet tidak menjalankan instruksi untuk menurunkan berat badan, lebih baik personal trainer pindah ke tempat lain, karena penurunan berat badan haruslah berasal dari dalam diri atlet.

Mengukur berat badan adalah bagian standar operasional yang harus dilakukan dari setiap medis pemeriksaan, karena berat badan sering menjadi petunjuk bagi seseorang mengenai keadaan kesehatan secara umum. Orang yang kelebihan berat badan menempatkan ketegangan ekstra pada tubuh mereka, khususnya pada jantung. Mereka harus menurunkan berat badan untuk menjaga kesehatan. Berat badan dapat diturunkan dengan berdiet secara bijaksana —tidak

makan melebihi apa yang dibutuhkan tubuh, sambil memastikan bahwa itu menjadi makanan penting— dan meningkatkan intensitas latihan.

### **Makan berlebihan**

Makan berlebihan yang kompulsif adalah penyebab utama obesitas yang berlebihan untuk menutupi kecemasan, sekarang diakui sebagai penyakit. Bagi mereka, makanan menawarkan kenyamanan dan keamanan. Biasanya kebanyakan wanita yang terdorong untuk makan berlebihan secara kompulsif, sering kali terjadi ketika pesta makan. Meskipun risiko terhadap mental dan kesehatan fisik cukup besar, orang-orang seperti itu sering tidak mampu membantu diri mereka sendiri. Psikoterapi atau organisasi seperti Overeaters Anonymous dapat membantu menemukan penyebab yang mendasari gejala gangguan makanan ini dan membantu untuk mengontrol berat badan mereka dengan bijaksana.

Gangguan pesta makan ditandai dengan konsumsi makanan berlebihan dalam jumlah besar secara berulang dalam waktu singkat. Kondisi ini sering terjadi bersamaan dengan gangguan kesehatan mental seperti kecemasan dan depresi, sehingga sangat terkait dengan obesitas. Beberapa orang menghubungkan gangguan pesta makan dengan kecanduan makanan, meskipun dasar fisiologis untuk masing-masing adalah sumber penelitian yang sedang berlangsung, sehingga masih dipertanyakan kebenarannya.

Diagnosa <i>food obsession</i> (Porcari, 2015)
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pengulangan kegiatan pesta makan</li><li>2. Pengulangan pesta makan dikaitkan dengan tiga (atau lebih) dari berikut ini:<ul style="list-style-type: none"><li>• Makan jauh lebih cepat dari biasanya</li></ul></li></ol>

- Makan sampai merasa tidak nyaman karena kekenyangan
  - Makan makanan dalam jumlah besar saat tidak merasa lapar secara fisik
  - Makan sendiri karena merasa malu berapa banyak yang makan
  - Merasa jijik dengan diri sendiri, depresi, atau sangat bersalah setelah makan berlebihan
3. Tertekan dan terlihat nyata terkait dengan pesta makan
  4. Pesta makan terjadi, rata-rata, setidaknya seminggu sekali selama 3 bulan
  5. Pesta makan tidak terkait dengan kebiasaan berulang dari perilaku akumulasi makan yang tidak pantas dan tidak terjadi secara eksklusif seperti bulimia nervosa atau anoreksia nervosa

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Carlsohn, S. Nippe, J. Heydenreich, and F. Mayer. (2012). “Carbohydrate Intake and Food Sources of Junior Triathletes during a Moderate and an Intensive Training Period”, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 22, no. 6, pp. 438–443,.
- A. Werner, A. Thiel, S. Schneider, J. Mayer, K. E. Giel, and S. Zipfel. (2013). “Weight-Control Behaviour and Weight-Concerns in Young Elite Athletes - a Systematic Review”, *Journal of Eating Disorders*, vol. 1, no. 1, article no. 18.
- American College of Sports Medicine (ACSM), American Dietetic Association (ADA), and Dietitians of Canada. (2009). “Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance”. *Med Sci Sports Exerc* 41 (3): 709–731.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2007a). “ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement”. *Med Sci Sports Exerc* 39 (2): 377–390.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2007b). “ACSM Position Stand on The Female Athlete Triad”. *Med Sci Sports Exerc* 39 (10): 1.867–1.882.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2011). “Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise”. *Med Sci Sports Exerc* 43 (7): 1.334–1.359.
- American College of Sports Medicine, The American Dietetic Association, and The Dietitians of Canada. (2000). “Nutrition and Athletic Performance”. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 32, No. 12, pp. 2.130–2.145; *J. Am. Diet. Assoc.* Vol. 12, pp. 1.543– 1.556. (2000); *Diet of Canada* Vol. 61, pp. 176–192.

- Andersen, L.L., G. Tufekovic, M.K. Zebis, R.M. Cramer, G. Verlaan, M. Kjaer, C. Suetta, P. Magnusson, and P. Aagaard. (2005). “The Effect of Resistance Training Combined With Timed Ingestion of Protein on Muscle Fiber Size and Muscle Strength”. *Metabolism: Clinical and Experimental* 54(2): 151–156.
- Andersson, A., A. Sjodin, A. Hedman, R. Olsson, and B. Vessby. (2000). “Fatty Acid Profile of Skeletal Muscle Phospholipids in Trained and Untrained Young Men”. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism* 279(4): E744–E751.
- Antonio, J., and J.R. Stout, eds. (2001). *Sports Supplements*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Armstrong LE. (2007). “Assesing Hydration Status; The Elusive Gold Standard”. *Journal of the American College of Nutrition*. 26: 575–84.
- Armstrong, L.E., C.M. Maresh, J.W. Castellani, M.F. Bergerson, R.W. Kenefick, K.E. LaGasse, and D. Riebe. (1994). “Urinary Indices of Hydration Status”. *International Journal of Sport Nutrition* 4(3): 265–279.
- Babault, N., Deley, G., & Le Ruyet, P. (2014). “Effects of Soluble Milk Protein or Casein Supplementation on Muscle Fatigue Following Resistance Training Program: A Randomized, Double-Blind, and Placebo-Controlled Study”. *Journal of International Society of Sports Nutrition*.
- Baechle & Earle. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning* – 3rd ed. Human Kinetics.
- Barkeling, B., S. Rossner, and H. Bjorvell. (1990). “Effects of a High-Protein Meal (Meat) and a High-Carbohydrate Meal (Vegetarian) on Satiety Measured by Automated Computerized Monitoring of Subsequent Food Intake, Motivation to Eat and Food Preferences”. *International Journal of Obesity* 14(9): 743–751.
- Beaufriere, B., M. Dangin, and Y. Boirie. (2000). *The Fast and Slow Protein Concept*. In: *Proteins, Peptides and Amino Acids in Enteral Nutrition*, edited by P. Furst and V. Young, 121–133. Basel: Karger.
- Beelen, M., R. Koopman, A.P. Gijsen, H. Vandereydt, A.K. Kies, H. Kuipers, W.H. Saris, and L.J. Van Loon. (2008). “Protein Coingestion Stimulates

- Muscle Protein Synthesis during Resistancetype Exercise”. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism* 295(1): E70–77.
- Belko, A.Z., E. Obarzanek, R. Roach, M. Rotter, G. Urban, S. Weinberg, and D.A. Roe. (1984). “Effects of Aerobic Exercise and Weight Loss on Riboflavin Requirements of Moderately Obese, Marginally Deficient Young Women”. *American Journal of Clinical Nutrition* 40(3): 553–561.
- Belko, A.Z., M.P. Meredith, H.J. Kalkwarf, E. Obarzanek, S. Weinberg, R. Roach, G. McKeon, and D.A. Roe. (1985). “Effects of Exercise on Riboflavin Requirements: Biological Validation in Weight Reducing Women”. *American Journal of Clinical Nutrition* 41(2): 270–277.
- Bigard, A.X., P. Lavier, L. Ullmann, H. Legrand, P. Douce, and C.Y. Guezennec. (1996). “Branched-Chain Amino Acid Supplementation during Repeated Prolonged Skiing Exercises at Altitude”. *International Journal of Sport Nutrition* 6(3): 295–306.
- Bloomer, R.J., A.C. Fry, M.J. Falvo, and C.A. Moore. (2007). Protein Carbonyls are Acutely Elevated Following Single Set Anaerobic Exercise in Resistance Trained Men. *Journal of Science and Medicine in Sport* 10(6): 411–417.
- Bloomer, R.J., A.H. Goldfarb, L. Wideman, M.J. McKenzie, and L.A. Consitt. (2005). “Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Markers of Oxidative Stress”. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(2): 276–285.
- Boirie, Y., M. Dangin, P. Gachon, M.P. Vasson, J.L. Maubois, and B. Beaufriere. (1997). “Slow and Fast Dietary Proteins Differently Modulate Postprandial Protein Accretion”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94(26): 14.930–14.935.
- Bouche, C., S.W. Rizkalla, J. Luo, H. Vidal, A. Veronese, N. Pacher, C. Fouquet, V. Lang, and G. Slama. (2002). “Five-Week, Low-Glycemic Index Diet Decreases Total Fat Mass and Improves Plasma Lipid Profile in Moderately Overweight Nondiabetic Men”. *Diabetes Care* 25(5): 822–828.

- Brehm, B.J., and D.A. D'Alessio. (2008). "Benefits of High-Protein Weight Loss Diets: Enough Evidence for Practice?". *Current Opinions in Endocrinology, Diabetes, and Obesity* 15(5): 416–421.
- Brehm, B.J., and D.A. D'Alessio. (2008). "Benefits of High-Protein Weight Loss Diets: Enough Evidence for Practice?". *Current Opinions in Endocrinology, Diabetes, and Obesity* 15(5): 416–421.
- Brown, E., & Devor, S. (2004). Soy Versus Whey Protein Bars: Effects on Exercise Training Impact on Lean Body Mass and Antioxidant Status. *Nutrition Journal*, Vol.3, pp.22–22.
- Brown, E.C., R.A. DiSilvestro, A. Babaknia, and S.T. Devor. (2004). Soy Versus Whey Protein Bars: Effects on Exercise Training Impact on Lean Body Mass and Antioxidant Status. *Nutrition Journal* 8(3): 22.
- Bucci, L., and L. Unlu. (2000). "Proteins and Amino Acid Supplements in Exercise and Sport". In: *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*, edited by J. Driskell and I. Wolinsky. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Bucci, L., and U. Lm. (2000). "Proteins and Amino Acid Supplements in Exercise and Sport". In: *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*, edited by J. Driskell and I. Wolinsky, 191–212. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Campbell, B., R. Kreider, T. Ziegenfuss, P. La Bounty, M. Roberts, D. Burke, J. Landis, H. Lopez, and J. Antonio. (2007). "International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise". *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 4: 8.
- Campbell, B., R.B. Kreider, T. Ziegenfuss, P. La Bounty, M. Roberts, D. Burke, J. Landis, H. Lopez, and J. Antonio. (2007). "International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise". *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 4: 8.
- Candow, D.G., N.C. Burke, T. Smith-Palmer, and D.G. Burke. (2006). "Effect of Whey and Soy Protein Supplementation Combined with Resistance Training in Young Adults". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16: 233–244.

- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M. Zasloff, and R.P. Heaney. (2008). “Diagnosis and Treatment of Vitamin D Deficiency”. *Expert Opinion on Pharmacotherapy* 9(1): 107–118.
- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M.B. Sorenson, T.N. Taft, and J.J. Anderson. (2009). “Athletic Performance and Vitamin D”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41(5): 1.102–1.110.
- Carli, G., M. Bonifazi, L. Lodi, C. Lupo, G. Martelli, and A. Viti. (1992). “Changes in The Exerciseinduced Hormone Response to Branched Chain Amino Acid Administration”. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 64(3): 272–277.
- Cavendish. (2011). *Nutrition and Fitness*. Marshall Cavendish Reference.
- Clark, N. (2014). *Nancy Clark's sports nutrition guidebook*. Fifth edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cohen, J.L., L. Potosnak, O. Frank, and H. Baker. (1985). “A Nutritional and Hematological Assessment of Elite Ballet Dancers”. *Physician and Sports Medicine* 13: 43–54.
- Cook, C.M., and M.D. Haub. (2007). “Low-Carbohydrate Diets and Performance”. *Current Sports Medicine Reports* 6(4): 225–229.
- Coombes, J.S., and L.R. McNaughton. (2000). “Effects of Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Serum Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase After Prolonged Exercise”. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40: 240–246.
- Costill, D. (1988). “Carbohydrates for Exercise: Dietary Demands for Optimal Performance”. *International Journal of Sports Medicine* 9: 1–18.
- Cotugna N, Vickery CE, McBee S. (2005). “Sport Nutrition for Young Athletes”. *The Journal of School Nursing*. December 2005. M. Mountjoy, J. Sundgot-Borgen,
- D. Thomas, S. Das, J. A. Levine et al. (2010) “New Fat Free Mass-Fat Mass Model for Use in Physiological Energy Balance Equations,” *Nutrition & Metabolism*, vol. 7, no. 1, p. 39.

- De Feo, P., C. Di Loreto, P. Lucidi, G. Murdolo, N. Parlanti, A. De Cicco, F. Piccioni, and F. Santeusano. (2003). "Metabolic Response to Exercise". *Journal of Endocrinological Investigation* 26(9): 851–854.
- de Rougemont, A., S. Normand, J.A. Nazare, M.R. Skilton, M. Sothier, S. Vinoy, and M. Laville. (2007). "Beneficial Effects of A 5-Week Low-Glycaemic Index Regimen on Weight Control and Cardiovascular Risk Factors in Overweight Non-Diabetic Subjects". *British Journal of Nutrition* 98(6): 1.288–1.298.
- Deuster, P.A., E. Dolev, S.B. Kyle, R.A. Anderson, and E.B. Schoomaker. (1987). "Magnesium Homeostasis During High-Intensity Anaerobic Exercise in Men". *Journal of Applied Physiology* 62(2): 545–550.
- Deuster, P.A., S.B. Kyle, P.B. Moser, R.A. Vigersky, A. Singh, and E.B. Schoomaker. (1986). "Nutritional Survey of Highly Trained Women Runners". *American Journal of Clinical Nutrition* 44(6): 954–962.
- Dewell, A., C.B. Hollenbeck, and B. Bruce. (2002). "The Effects of Soy-Derived Phytoestrogens on Serum Lipids and Lipoproteins in Moderately Hypercholesterolemic Postmenopausal Women". *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 87(1): 118–121.
- Dorgan, J.F., J.T. Judd, C. Longcope, C. Brown, A. Schatzkin, B.A. Clevidence, W.S. Campbell, P.P. Nair, C. Franz, L. Kahle, and P.R. Taylor. (1996). "Effects of Dietary Fat And Fiber on Plasma and Urine Androgens and Estrogens in Men: A Controlled Feeding Study". *American Journal of Clinical Nutrition* 64(6): 850–855.
- Dunford, M. (2006). *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. 4th ed. American Dietetic Association. Chicago, IL.
- Dunford, M., and J.A. Doyle. (2008). *Nutrition for Sport and Exercise*. Belmont, CA: Thompson Higher Education.
- Edgerton, V.R., Y. Ohira, J. Hettiarachchi, B. Senewiratne, G.W. Gardner, and R.J. Barnard. (1981). "Elevation of Hemoglobin and Work Tolerance in Iron-Deficient Subjects". *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 27(2): 77–86.

- Erskine, R., G. Fletcher, B. Hanson, and J. Folland. (2012). "Whey Protein does not Enhance The Adaptations to Elbow Flexor Resistance Training". *Med Sci Sports Exerc* 44 (9): 1.791–1.800.
- Esmarck, B., J.L. Andersen, S. Olsen, E.A. Richter, M. Mizuno, and M. Kjaer. (2001). "Timing of Postexercise Protein Intake is Important for Muscle Hypertrophy with Resistance Training in Elderly Humans". *Journal of Physiology* 535(Pt 1): 301–311.
- Eston, R.G., S. Shephard, S. Kreitzman, A. Coxon, D.A. Brodie, K.L. Lamb, and V. Baltzopoulos. (1992). "Effect of Very Low Calorie Diet on Body Composition and Exercise Response in Sedentary Women". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 65(5): 452–458.
- Faber, M., and A.J. Benade. (1991). "Mineral and Vitamin Intake in Field Athletes" (Discus-, Hammer-, Javelin-Throwers and Shotputters). *International Journal of Sports Medicine* 12(3): 324–327.
- Floris, R., I. Recio, B. Berkhout, and S. Visser. (2003). "Antibacterial and Antiviral Effects of Milk Proteins and Derivatives Thereof". *Current Pharmaceutical Design* 9(16): 1.257–1.275.
- Fogelholm, M., I. Ruokonen, J.T. Laakso, T. Vuorimaa, and J.J. Himberg. (1993). "Lack of Association Between Indices of Vitamin B1, B2, and B6 Status and Exercise-Induced Blood Lactate in Young Adults". *International Journal of Sport Nutrition* 3(2): 165–176.
- Fruhbeck, G. (1998). "Protein Metabolism: Slow and Fast Dietary Proteins". *Nature* 391, 843, 845.
- Gardner, G.W., V.R. Edgerton, B. Senewiratne, R.J. Barnard, and Y. Ohira. (1977). "Physical Work Capacity and Metabolic Stress in Subjects with Iron Deficiency Anemia". *American Journal of Clinical Nutrition* 30(6): 910–917.
- Gattas, V., G.A. Barrera, J.S. Riumallo, and R. Uauy. (1992). "Protein-Energy Requirements of Boys 12-14 Y Old Determined by Using The Nitrogen-Balance Response to A Mixed-Protein Diet". *American Journal of Clinical Nutrition* 56(3): 499–503.

- Gattas, V.G. (1990). "Protein-Energy Requirements of Prepubertal School-Age Boys Determined by Using The Nitrogen-Balance Response to A Mixed-Protein Diet". *American Journal of Clinical Nutrition* 52(6): 1.037–1.042.
- Godek, S.F., A.R. Bartolozzi, R. Burkholder, E. Sugarman, and C. Peduzzi. (2008). "Sweat Rates and Fluid Turnover in Professional Football Players: A Comparison of National Football League Lineman and Backs". *Journal of Athletic Training* 43(2): 184–189.
- Greiwe, J.S., K.S. Staffey, D.R. Melrose, M.D. Narve, and R.G. Knowlton. (1998). "Effects of Dehydration on Isometric Muscular Strength and Endurance". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30: 284–288.
- Halton, T.L., and F.B. Hu. (2004). "The Effects of High Protein Diets on Thermogenesis, Satiety and Weight Loss: A Critical Review". *Journal of the American College of Nutrition* 23(5): 373–385.
- Hamalainen, E.K., H. Adlercreutz, P. Puska, and P. Pietinen. (1983). "Decrease of Serum Total and Free Testosterone During A Low-Fat High-Fibre Diet". *Journal of Steroid Biochemistry* 18(3): 369–370.
- Hayes, L.D., and C.I. Morse. (2010). "The Effects of Progressive Dehydration on Strength and Power: Is There a Dose Response?". *European Journal of Applied Physiology* 108: 701–707.
- Heath, E.M. (2006). "Niacin". In: *Sports nutrition*, edited by J.A. Driskell and I. Wolinsky, 69–80. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Helge, J.W., B.J. Wu, M. Willer, J.R. Dugaard, L.H. Storlien, and B. Kiens. (2001). "Training Affects Muscle Phospholipid Fatty Acid Composition in Humans". *Journal of Applied Physiology* 90(2): 670–677.
- Hew-Butler, T., C. Almond, J.C. Ayus, J. Dugas, W. Meeuwisse, T. Noakes, S. Reid, A. Siegel, D. Speedy, K. Stuempfle, J. Verbalis, and L. Weschler. (2005). "Consensus Statement of The 1st International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Cape Town, South Africa". *Clinical Journal of Sports Medicine* 15(4): 206–211.

- Holick, M.F. (2007). "Vitamin D Deficiency". *New England Journal of Medicine* 357(3): 266–281.
- Hoogendijk, W.J., P. Lips, M.G. Dik, D.J. Deeg, A.T. Beekman, and B.W. Penninx. (2008). "Depression is Associated with Decreased 25-Hydroxyvitamin D and Increased Parathyroid Hormone Levels in Older Adults". *Archives of General Psychiatry* 65(5): 508–512.
- Horswill, C.A., R.C. Hickner, J.R. Scott, D.L. Costill, and D. Gould. (1990). "Weight Loss, Dietary Carbohydrate Modifications, and High Intensity, Physical Performance". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22(4): 470–476.
- Horvath, P.J., C.K. Eagen, N.M. Fisher, J.J. Leddy, and D.R. Pendergast. (2000). "The Effects of Varying Dietary Fat on Performance and Metabolism in Trained Male and Female Runners". *Journal of the American College of Nutrition* 19(1): 52–60.
- Hulmi, J.J., V. Kovanen, H. Selanne, W.J. Kraemer, K. Hakkinen, and A.A. Mero. (2009). "Acute and Long-Term Effects of Resistance Exercise with or without Protein Ingestion on Muscle Hypertrophy and Gene Expression". *Amino Acids* 37: 297–308.
- I. Garthe, T. Raastad, P. E. Refsnes, A. Koivisto, and J. Sundgot-Borgen. (2010). "Effect of Two Different Weight-Loss Rates on Body Composition and Strength and Power-Related Performance in Elite Athletes". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 21, no. 2, pp. 97–104.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. (1998). *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B12, Folate, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington, DC: National Academy Press.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. (2000). *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, And Carotenoids*. Washington, DC: National Academy Press.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper,*

*Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, And Zinc.* Washington, DC: National Academy Press.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. (2003). *Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Planning.* Washington, DC: National Academy Press.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. (2005). *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Chloride, And Sodium.* Washington, DC: National Academy Press.

Jenkins, D., & Reaburn, P. (2000). *Guiding the Young Athlete* (pp.146–147). St, Leonards, Australia: Allen & Unwin.

Jenkins, D.J., C.W. Kendall, E. Vidgen, V. Vuksan, C.J. Jackson, L.S. Augustin, B. Lee, et al. (2000). “Effect of Soy-Based Breakfast Cereal on Blood Lipids and Oxidized Low-Density Lipoprotein”. *Metabolism: Clinical and Experimental* 49(11): 1.496–1.500.

Jeukendrup, A.E., R. Jentjens, and L. Moseley. (2005). “Nutritional Considerations in Triathlon”. *Sports Medicine* 35: 163–181.

Johnston, C.S., C.S. Day, and P.D. Swan. (2002). “Postprandial Thermogenesis is Increased 100% on A High-Protein, Low-Fat Diet Versus A High-Carbohydrate, Low-Fat Diet in Healthy, Young Women”. *Journal of the American College of Nutrition* 21(1): 55–61.

Johnston, C.S., P.D. Swan, and C. Corte. (1999). “Substrate Utilization and Work Efficiency During Submaximal Exercise in Vitamin C Depleted-Repleted Adults”. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 69(1): 41–44.

Judelson, D.A., C.M. Maresh, J.M. Anderson, D.J. Casa, W.J. Kraemer, and J.S. Volek. (2007a). “Hydration and Muscular Performance: Does Fluid Balance Affect Strength, Power and High-Intensity Endurance?”. *Sports Medicine* 37: 907–921.

Judelson, D.A., C.M. Maresh, M.J. Farrell, L.M. Yamamoto, L.E. Armstrong, W.J. Kraemer, J.S. Volek, B.A. Spiering, D.J. Casa, and J.M. Anderson. (2007b). “Effect of Hydration State on Strength, Power, and Resistance

Exercise Performance”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39: 1.817–1.824.

- K. A. Erdman, J. Tunnicliffe, V. M. Lun, and R. A. Reimer. (2013). “Eating Patterns and Composition of Meals and Snacks in Elite Canadian Athletes”. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 23, no. 3, pp. 210–219.
- K. D. Tipton and R. R. Wolfe. (2004). “Protein and Amino Acids for Athletes”. *Journal of Sports Sciences*. vol. 22, no. 1, pp. 65–79.
- Kalman, D., S. Feldman, M. Martinez, D.R. Krieger, and M.J. Tallon. (2007). “Effect of Protein Source and Resistance Training on Body Composition and Sex Hormones”. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 4: 4.
- Kalman, D., S. Feldman, M. Martinez, D.R. Krieger, A., and P.J. Cribb. (2008). “Effect of Whey Protein Isolate on Strength, Body Composition and Muscle Hypertrophy During Resistance Training”. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 11(1): 40–44.
- Karp, J.R., J.D. Johnston, S. Tecklenburg, T.D. Mickleborough, A.D. Fly, and J.M. Stager. (2006). “Chocolate Milk as A Post-Exercise Recovery Aid”. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16: 78–91.
- Keith, R.E. (2006). “Ascorbic Acid”. In: *Sports nutrition*, edited by J.A. Driskell and I. Wolinsky, 29–46. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Keith, R.E., and L.A. Alt. (1991). “Riboflavin Status of Female Athletes Consuming Normal Diets”. *Nutrition Research* 11: 727–734.
- Keith, R.E., K.A. O’Keeffe, L.A. Alt, and K.L. Young. (1989). “Dietary Status of Trained Female Cyclists”. *Journal of the American Dietetic Association* 89 (11): 1.620–1.623.
- Kerksick, C., T. Harvey, J. Stout, B. Campbell, C. Wilborn, R. Kreider, D. Kalman, et al. (2008). “International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutrient Timing”. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 5: 17.

- Kraemer, W.J., N.A. Ratamess, J.S. Volek, K. Hakkinen, M.R. Rubin, D.N. French, A.L. Gomez, et al. (2006). "The Effects of Amino Acid Supplementation on Hormonal Responses to Resistance Training Overreaching". *Metabolism: Clinical and Experimental* 55(3): 282–291.
- Krotkiewski, M., K. Landin, D. Mellstrom, and J. Tolli. (2000). "Loss of Total Body Potassium During Rapid Weight Loss Does Not Depend on The Decrease of Potassium Concentration in Muscles. Different Methods to Evaluate Body Composition During a Low Energy Diet". *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 24(1): 101–107.
- Kushner, R.F., and B. Doerfler. (2008). "Low-Carbohydrate, High-Protein Diets Revisited". *Current Opinion in Gastroenterology* 24(2): 198–203.
- L. Burke et al. (2014). "The IOC Consensus Statement: Beyond The Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)". *British Journal of Sports Medicine*, vol. 48, no. 7, pp. 491–497.
- L. H. Shriver, N. M. Betts, and G. Wollenberg. (2013). "Dietary Intakes and Eating Habits of College Athletes: Are Female College Athletes Following The Current Sports Nutrition Standards?". *Journal of American College Health*, vol. 61, no. 1, pp. 10–16.
- L. M. Burke, G. R. Cox, N. K. Cummings, and B. Desbrow (2001). "Guidelines for Daily Carbohydrate Intake: Do Athletes Achieve Them?". *Sports Medicine*, vol. 31, no. 4, pp. 267–299.
- Lands, L.C., V.L. Grey, and A.A. Smountas. (1999). "Effect of Supplementation with a Cysteine Donor on Muscular Performance". *Journal of Applied Physiology* 87(4): 1.381–1.385.
- Latner, J.D., and M. Schwartz. (1999). "The Effects of A High-Carbohydrate, High-Protein or Balanced Lunch Upon Later Food Intake and Hunger Ratings". *Appetite* 33(1): 119–128.
- Laursen, P.B., R. Suriano, M.J. Quod, H. Lee, C.R. Abbiss, K. Nosaka, D.T. Martin, and D. Bishop. (2006). "Core Temperature and Hydration Status During an Ironman Triathlon". *British Journal of Sports Medicine* 40: 320–325.

- Lemon, P. (2001). "Protein Requirements for Strength Athletes". In: *Sports Supplements*, edited by J. Antonio and J.R. Stout, 301. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Lemon, P. W. R. (1998). "Effects of Exercise on Dietary Protein Requirements". *International Journal of Sport Nutrition*, 8(4), 426–477.
- Lemon, P.W., and F.J. Nagle. (1981). Effects of Exercise on Protein and Amino Acid Metabolism. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 13: 141–149.
- Litt, A. (2004). *Fuel for Young Athletes* (pp. 7-10). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lowery, L. (2004). "Dietary Fat and Sports Nutrition: a Primer". *Journal of Sports Science and Medicine* 3: 106–117.
- Lukaski, H. (2004). "Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance". *Nutrition* 20(7-8): 632–644.
- Lukaski, H.C. (2007). "Effects of Chromium(III) as A Nutritional Supplement". In: *The Nutritional Biochemistry of Chromium(III)*, edited by J.B. Vincent, 71–84. New York: Elsevier.
- Lukaski, H.C., B.S. Hoverson, S.K. Gallagher, and W.W. Bolonchuk. (1990). "Physical Training and Copper, Iron, and Zinc Status of Swimmers". *American Journal of Clinical Nutrition* 51(6): 1.093–1.099.
- M. M. Manore. (2015). "Weight Management for Athletes and Active Individuals: A Brief Review". *Sports Medicine*, vol. 45, pp. 83–92.
- Mathews, E.M., and D.R. Wagner. (2008). "Prevalence of Overweight and Obesity in Collegiate American Football Players, By Position". *Journal of American College Health* 57 (1): 33–38.
- Maughan, R., and S.M. Shirreffs. (2008). "Development of Individual Hydration Strategies for Athletes". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 18: 457–472.
- McArdle, W.D., F.I. Katch, and V.L. Katch. (2006). "Factors Affecting Physiological Function: The Environment and Special Aids to

- Performance". In: *Essentials of exercise physiology*. Baltimore: McGraw-Hill.
- Mero, A. (1999). "Leucine Supplementation and Intensive Training". *Sports Medicine* 27(6): 347–358.
- Messina, M. (1999). "Soy, Soy Phytoestrogens (Isoflavones), and Breast Cancer". *American Journal of Clinical Nutrition* 70(4): 574–575.
- Montain, S. (2008). "Strategies to Prevent Hyponatremia During Prolonged Exercise". *Current Sports Medicine Reports* 7 (4): S28–S35.
- Montoye, H.J., P.J. Spata, V. Pinckney, and L. Barron. (1955). "Effects of Vitamin B12 Supplementation on Physical Fitness and Growth of Young Boys". *Journal of Applied Physiology* 7(6): 589–592.
- Mourier, A., A.X. Bigard, E. de Kerviler, B. Roger, H. Legrand, and C.Y. Guezennec. (1997). "Combined Effects of Caloric Restriction and Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Body Composition and Exercise Performance in Elite Wrestlers". *International Journal of Sports Medicine* 18(1): 47–55.
- Murray B. (2007). "Hydration and Physical Performance". *Journal of the American College of Nutrition.*; 26: 542–8.
- National Strength & Conditioning Association (U.S.), Campbell, B. I., & Spano, M. A. (2011). *NSCA's Guide to Sport and Exercise Nutrition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Noble, C.A., and R.F. Kushner. (2006). "An Update on Low-Carbohydrate, High-Protein Diets". *Current Opinion in Gastroenterology* 22(2): 153–159.
- Noonan, B., G. Mack, and N. Stachenfeld. (2007). "The Effects of Hockey Protective Equipment on High-Intensity Intermittent Exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39(8): 1.327–1.335.
- Peters, A.J., R.H. Dressendorfer, J. Rimar, and C.L. Keen. (1986). "Diet of Endurance Runners Competing in a 20-Day Road Race". *Physician and SportsMedicine* 14: 63–70.

- Petrie, H.J., E.A. Stover, and C.A. Horswill. (2004). “Nutritional Concerns for The Child and Adolescent Competitor”. *Nutrition* 20: 620–631.
- Phillips, S., Hartman, J., & Wilkinson, S. (2005). “Dietary Protein to Support Anabolism with Resistance Exercise in Young Men”. *Journal of the American College of Nutrition*, 134S–139S
- Phillips, S., Tang, J., & Moore, D. (2004). “The Role of Milk- and Soy-Based Protein in Support of Muscle Protein Synthesis and Muscle Protein Accretion in Young and Elderly Persons”. *Journal of the American College of Nutrition*, 343–354.
- Plotnikoff, G.A., and J.M. Quigley. (2003). “Prevalence of Severe Hypovitaminosis D in Patients with Persistent, Nonspecific Musculoskeletal Pain”. *Mayo Clinic Proceedings* 78 (12): 1.463–1.470.
- Plowman, Sharon A. (2011). *Exercise physiology for health, fitness, and performance*. Lippincott Williams & Wilkins
- Potter, S.M. (1995). “Overview of Proposed Mechanisms for The Hypocholesterolemic Effect of Soy”. *Journal of Nutrition* 125(3 Suppl): 606S–611S.
- Porcari, J.P., Bryant, C.X., Comana, F. (2015). *Exercise physiology*. F. A. Davis Company
- Puntis, J.W., P.A. Ball, M.A. Preece, A. Green, G.A. Brown, and I.W. Booth. (1989). “Egg and Breast Milk Based Nitrogen Sources Compared”. *Archives of Disease in Childhood* 64(10): 1.472–1.477.
- Raatz, S.K., D. Bibus, W. Thomas, and P. Kris-Etherton. (2001). “Total Fat Intake Modifies Plasma Fatty Acid Composition in Humans”. *Journal of Nutrition* 131(2): 231–234.
- Ray, M.L., M.W. Bryan, T.M. Ruden, S.M. Baier, R.L. Sharp, and D.S. King. (1998). “Effect of Sodium in a Rehydration Beverage When Consumed as a Fluid or Meal”. *Journal of Applied Physiology* 85: 1.329–1.336.
- Reed, M.J., R.W. Cheng, M. Simmonds, W. Richmond, and V.H. James. (1987). “Dietary Lipids: an Additional Regulator of Plasma Levels of Sex

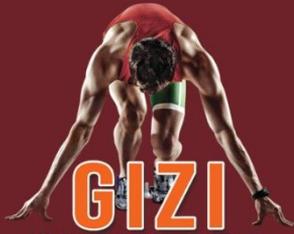
- Hormone Binding Globulin”. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 64(5): 1.083–1.085.
- Rehrer, N.J., F. Brouns, E.J. Beckers, F. Ten Hoor, and W.H. Saris. (1990). “Gastric Emptying with Repeated Drinking During Running and Bicycling”. *International Journal of Sports Medicine* 11(3): 238–243.
- Rowlands, D.S., K. Rossler, R.M. Thorp, D.F. Graham, B.W. Timmons, S.R. Stannard, and M.A. Tarnopolsky. (2008). “Effect of Dietary Protein Content During Recovery from High-Intensity Cycling on Subsequent Performance and Markers of Stress, Inflammation, and Muscle Damage in Well-Trained Men”. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 33(1): 39–51.
- Roy, B.D. (2008). “Milk: The New Sports Drink? A Review”. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 5: 15.
- S. M. Pasiakos, J. J. Cao, L. M. Margolis et al. (2013). “Effects of High-Protein Diets on Fat-Free Mass and Muscle Protein Synthesis Following Weight Loss: A Randomized Controlled Trial”. *The FASEB Journal*, vol. 27, no. 9, pp. 3.837–3.847.
- Saris, W.H., A. Astrup, A.M. Prentice, H.J. Zunft, X. Formiguera, W.P. Verboeket-van de Venne, A. Raben, S.D. Poppitt, B. Seppelt, S. Johnston, T.H. Vasilaras, and G.F. Keogh. (2000). “Randomized Controlled Trial of Changes in Dietary Carbohydrate/Fat Ratio and Simple Vs Complex Carbohydrates on Body Weight and Blood Lipids: The CARMEN Study. The Carbohydrate Ratio Management in European National Diets”. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 24(10): 1.310–1.318.
- Sawka, M.N., C.B. Wenger, and K.B. Pandolf. (1996). “Thermoregulatory Responses to Acute Exercise-Heat Stress and Heat Acclimation”. In: *Handbook of physiology*, section 4: Environmental physiology, edited by C.M. Blatteis and M.J. Fregly. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society.
- Sawka, M.N., L.M. Burke, E.R. Eichner, R.J. Maughan, S.J. Montain, and N.S. Stachenfeld. (2007). “Exercise and Fluid Replacement Position Stand”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39(2): 377–389.

- Seifert, J., J. Harmon, and P. DeClercq. (2006). "Protein Added to a Sports Drink Improves Fluid Retention". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16(4): 420–429.
- Sherman, W.M., G. Brodowicz, D.A. Wright, W.K. Allen, J. Simonsen, and A. Dernbach. (1989). "Effects of 4 H Preexercise Carbohydrate Feedings on Cycling Performance". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 21(5): 598–604.
- Shirreffs, S.M., P. Watson, and R.J. Maughan. (2007). "Milk as An Effective Post-Exercise Rehydration Drink". *British Journal of Nutrition* 98: 173–180.
- Sims, S.T., L. van Vliet, J. Cotter, and N. Rehrer. (2007). "Sodium Loading Aids Fluid Balance and Reduces Physiological Strain of Trained Men Exercising in The Heat". *Med Sci Sports Exerc* 39 (1): 123–130.
- Singh, A., P.A. Deuster, and P.B. Moser. (1990). "Zinc and Copper Status in Women by Physical Activity and Menstrual Status". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 30(1): 29–36.
- Speedy, D.B., T.D. Noakes, and C. Schneider. (2001). "Exercise-Associated Hyponatremia: A Review". *Emergency Medicine Journal* 13: 17–27.
- Stiegler, P., and A. Cunliffe. (2006). "The Role of Diet and Exercise for The Maintenance of Fatfree Mass and Resting Metabolic Rate During Weight Loss". *Sports Medicine* 36(3): 239–262.
- Strychar, I. (2006). "Diet in The Management of Weight Loss". *Canadian Medical Association Journal* 174(1): 56–63.
- Sundgot-Borgen, N. L. Meyer, T. G. Lohman et al., (2013). "How to Minimise The Health Risks to Athletes Who Compete in Weight-Sensitive Sports Review and Position Statement on Behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, Under the Auspices of the IOC Medical Commission". *British Journal of Sports Medicine*, vol. 47, no. 16, pp. 1.012–1.022.
- Symons, T., Sheffield-Moore, M., Wolfe, R., & Paddon-Jones, D. (n.d.). "A Moderate Serving of High-Quality Protein Maximally Stimulates

- Skeletal Muscle Protein Synthesis in Young and Elderly Subjects”. *Journal of the American Dietetic Association*, 1.582–1.586.
- Takatsuka, N., C. Nagata, Y. Kurisu, S. Inaba, N. Kawakami, and H. Shimizu. (2000). “Hypocholesterolemic Effect of Soymilk Supplementation with Usual Diet in Premenopausal Normolipidemic Japanese Women”. *Preventive Medicine* 31(4): 308–314.
- Tang, J., Moore, D., Kujbida, G., Tarnopolsky, M., & Phillips, S. (2009). “Ingestion of Whey Hydrolysate, Casein, or Soy Protein Isolate: Effects on Mixed Muscle Protein Synthesis at Rest and Following Resistance Exercise in Young Men”. *Journal of Applied Physiology*, 987–992.
- Telford, R.D., E.A. Catchpole, V. Deakin, A.G. Hahn, and A.W. Plank. (1992). “The Effect of 7 to 8 Months of Vitamin/Mineral Supplementation on Athletic Performance”. *International Journal of Sport Nutrition* 2(2): 135–153.
- Tin-May-Than, Ma-Win-May, Khin-Sann-Aung, and M. Mya-Tu. (1978). “The Effect of Vitamin B12 on Physical Performance Capacity”. *British Journal of Nutrition* 40(2): 269–273.
- Tipton KD, Ferrando AA. (2008). “Improving Muscle Mass: Response of Muscle Metabolism to Exercise, Nutrition and Anabolic Agents”. *Essays Biochem*; 44:85–98.
- Tipton, K.D., B.B. Rasmussen, S.L. Miller, S.E. Wolf, S.K. Owens-Stovall, B.E. Petrini, and R.R. Wolfe. (2001). “Timing of Amino Acid-Carbohydrate Ingestion Alters Anabolic Response of Muscle to Resistance Exercise”. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism* 281(2): E197–E206.
- Tipton, K.D., T.A. Elliot, M.G. Cree, S.E. Wolf, A.P. Sanford, and R.R. Wolf. (2004). “Ingestion of Casein and Whey Proteins Result in Muscle Anabolism After Resistance Exercise”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36(12): 2.073–2.081.
- van der Beek, E.J., W. van Dokkum, J. Schrijver, A. Wesstra, C. Kistemaker, and R.J. Hermus. (1990). “Controlled Vitamin C Restriction and Physical

- Performance in Volunteers”. *Journal of the American College of Nutrition* 9(4): 332–339.
- van Loon, L.J., A.E. Jeukendrup, W.H. Saris, and A.J. Wagenmakers. (1999). “Effect of Training Status on Fuel Selection During Submaximal Exercise with Glucose Ingestion”. *Journal of Applied Physiology* 87: 1.413–1.420.
- Van Zant, R.S., J.M. Conway, and J.L. Seale. (2002). “A Moderate Carbohydrate and Fat Diet Does Not Impair Strength Performance in Moderately Trained Males”. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 42(1): 31–37.
- Virk, R.S., N.J. Dunton, J.C. Young, and J.E. Leklem. (1999). “Effect of Vitamin B-6 Supplementation on Fuels, Catecholamines, and Amino Acids During Exercise in Men”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31(3): 400–408.
- Vogt, M., A. Puntschart, H. Howald, B. Mueller, C. Mannhart, L. Gfeller-Tuescher, P. Mullis, and H. Hoppeler. (2003). “Effects of Dietary Fat on Muscle Substrates, Metabolism, and Performance in Athletes”. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(6) (Jun): 952–960.
- Volpe, S.L. (2007). “Micronutrient Requirements for Athletes”. *Clinics in Sports Medicine* 26(1): 119–130.
- Watson, P., T.D. Love, R.J. Maughan, and S.M. Shirreffs. (2008). “A Comparison of The Effects of Milk and a Carbohydrate-Electrolyte Drink on the Restoration of Fluid Balance and Exercise Capacity in a Hot, Humid Environment”. *European Journal of Applied Physiology* 104(4): 633–642.
- Williams, M.H. (2002). *Nutrition for health, fitness, and sport*. 6th ed. New York: McGraw-Hill
- Willoughby, D.S., J.R. Stout, and C.D. Wilborn. (2007). “Effects of Resistance Training and Protein Plus Amino Acid Supplementation on Muscle Anabolism, Mass, and Strength”. *Amino Acids* 32(4): 467–477.
- Wolfe, R.R. (2006) “The Underappreciated Role of Muscle in Health and Disease”. *Am. J. Clin. Nutr.* 84, 475–482.

- Woolf, K., and M.M. Manore. (2006). “B-Vitamins and Exercise: Does Exercise Alter Requirements?”. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16(5): 453–484.
- Zawadzki, K.M., B.B. Yaspelkis 3rd, and J.L. Ivy. (1992). “Carbohydrate-Protein Complex Increases the Rate of Muscle Glycogen Storage After Exercise”. *Journal of Applied Physiology* 72(5): 1.854–1.859.



# GIZI OLAHRAGA

APLIKASI PRAKTIS BAGI OLAHRAKAWAN

Diblayai oleh DIPA BLU Universitas Negeri Yogyakarta  
nomor: SP DIPA- 023.17.2.677509/2021, tanggal 23 November 2020  
berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Buku Referensi  
nomor: B/14/UN34.16/PL/2021, tanggal 8 Maret 2021

Buku Panduan *Gizi Olahraga (Aplikasi Praktis bagi Olahragawan)* adalah buku referensi yang digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana individu dapat menyesuaikan pola asupan makanan dengan mempertimbangkan makro dan mikronutrisi yang harus diatur. Nutrisi olahraga menjadi kunci dalam mempelajari rekomendasi asupan makanan dan minuman, disertai dengan kemampuan menganalisis tipe gerakan atau aktivitas pada setiap cabang olahraga. Aktivitas fisik dan latihan memiliki peranan penting untuk mempromosikan kesehatan, gaya hidup sehat, dan menurunkan resiko terhadap penyakit. Latihan rutin sangat krusial untuk memaksimalkan kemampuan individu dan performa tim saat menghadapi kompetisi. Apalagi jika ditambah dengan kemampuan mengatur pola makan, akan terbentuk kontribusi yang positif untuk tujuan mencapai performa maksimal, prestasi, ataupun hanya sekedar mempertahankan derajat kesehatan.



Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2021

ISBN 978-602-8429-86-3

