

BAB II

KARBOHIDRAT DAN OLAHRAGA

Tujuan:

1. Mengetahui pengertian karbohidrat dalam olahraga
2. Mengetahui kebutuhan karbohidrat sebelum, saat dan setelah latihan
3. Memahami peranan GI terhadap performa.

Pendahuluan

Zat gizi memainkan peran penting dalam persiapan, dan pemulihan saat olahraga. Karbohidrat merupakan bahan bakar utama selama latihan berat, yang disimpan di otot rangka dan di hati sebagai glikogen. Simpanan di otot terbatas yang digunakan saat melakukan olahraga sampai maksimal dapat menyebabkan kelelahan. Sehingga, banyak peneliti yang fokus untuk mencai cara agar penyimpanan karbohidrat menjadi optimal. Meningkatkan simpanan glikogen di saat menjelang latihan dengan cara mengonsumsi diet tinggi karbohidrat mungkin dapat meningkatkan kapasitas performa tubuh dengan menunda timbulnya kelelahan. Bahkan dengan pengaturan pola makan tinggi karbohidrat akan meningkatkan simpanan glikogen dan meningkatkan kapasitas daya tahan selama latihan yang berkepanjangan.

Dari tiga elemen dalam program pelatihan, i.e. serta intensitas yang berlainan pula, durasi dan frekuensi, ini adalah frekuensi pelatihan yang mengakibatkan optimal adaptasi. Untuk dapat mengatasi high-intensity pelatihan setiap hari atlet harus mencoba untuk digunakan untuk toko glikogen mereka sewaktu mereka sedang dalam masa pemulihan. Otot glikogen resynthesis lebih cepat selama mereka yang tinggal di post-exercise melaksanakan perintah Allah dan Rasul maka mengonsumsi karbohidrat segera setelah berolahraga dan kemudian makan high-carbohydrate makanan pada malam hari sangat penting untuk menghindari ancaman strategi pemulihan. Para atlet kereta api atau bersaing dua kali sehari dan oleh karena itu periode pemulihan mungkin hanya beberapa jam.

Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat telah fokus utama dalam studi latihan gizi dan kinerja dalam abad terakhir karbohidrat karena ini adalah substrat zat gizi dan bagi hampir semua proses metabolisme. Ini sebuah relatif kecil menyimpan dan dan sesungguhnya dia itu penting untuk energi metabolisme terutama selama berat latihan karena kelelahan dikaitkan dengan penipisan dari karbohidrat toko dalam otot rangka. Karbohidrat disimpan dalam tubuh dalam bentuk glikogen dalam otot dan hati. Karbohidrat dapat memberikan lebih banyak energi per unit waktu dari lemak. Itulah mengapa dengan meningkatnya latihan intensitas karbohidrat akan menjadi lebih dan lebih penting di ke biaya lemak. Kepadatan yang di bawah untuk moderat latihan, sebagian besar energi dapat diperoleh dari phosphorylation oksidatif dari acetyl-coa berasal dari kedua karbohidrat dan lemak. Sebagai latihan intensitas akan bertambah menjadi tingkat tinggi, kebutuhan energi yang tidak dapat dicapai oleh hanya oksidasi karbohidrat dan lemak.

Simpanan Karbohidrat dan Olahraga

Otot glikogen mewakili sumber utama karbohidrat dalam tubuh (300-400 g atau 1.200-1.600 kcal), diikuti oleh hati glikogen (75-100 g atau 300-400 kcal) dan , terakhir, glukosa darah (5 g atau 20 kcal). Jumlah tersebut secara substansial antara individu bervariasi, tergantung pada otot faktor per kilogram berat badan. Karbohidrat loading dapat meningkatkan simpanan otot glikogen toko mencapai 210 - 230 mmol berat otot.

Pengeluaran energi untuk latihan sebgaaian besar bersumber dari karbohidrat. Karbohidrat yang disimpan dalam bentuk glikogen otot dan glukosa darah menyediakan sekitar setengah dari energi untuk latihan intensitas sedang (65% dari penyerapan oksigen maksimum (VO₂ max) dan dua pertiga dari energi untuk latihan intensitas tinggi (85% dari VO₂ max). Pemanfaatan glikogen otot paling cepat selama tahap awal latihan, secara eksponensial terkait dengan intensitas latihan. Simpanan glikogen hati menjaga kadar glukosa darah saat istirahat dan saat berolahraga. Saat istirahat, otak dan sistem saraf pusat memanfaatkan sebagian besar glukosa darah, dan otot menyumbang kurang dari 20% dari pemanfaatan glukosa darah. Selama latihan, penyerapan glukosa otot dapat meningkat 30 kali lipat, tergantung pada intensitas dan durasi latihan. Awalnya, sebagian besar output glukosa hati berasal dari glikogenolisis. Namun, dengan meningkatnya durasi latihan dan glikogen hati, kontribusi glukosa dari glukoneogenesis meningkat.



Pada awal latihan, glukosa hepatic akan meningkatkan penggunaan glikogen otot. Meskipun glikogen otot adalah sumber utama karbohidrat selama intensitas latihan antara 65% dan 75% dari VO₂ max, glukosa darah menjadi sumber karbohidrat yang semakin penting karena simpanan glikogen otot menurun. Hipoglikemia terjadi ketika keluaran glukosa hepatic tidak dapat lagi mengikuti peningkatan glukosa otot selama latihan yang lama. Penyimpanan glikogen hati dapat habis dengan puasa 15 jam, menurun dari tingkat tipikal 490 mmol pada diet campuran menjadi 60 mmol pada diet rendah karbohidrat. Diet tinggi karbohidrat dapat meningkatkan kandungan glikogen hati hingga sekitar 900 mmol.

Mengonsumsi karbohidrat yang cukup setiap hari diperlukan untuk mengisi kembali glikogen otot dan hati antara sesi latihan dan bertanding serta untuk membantu memenuhi kebutuhan energi dari program pelatihan atlet. Kebutuhan karbohidrat atlet ditentukan oleh total asupan hariannya dan waktu asupan karbohidrat relatif berbeda antara cabang olahraga. Diet dengan ketersediaan

karbohidrat tinggi mempertahankan persediaan substrat karbohidrat yang cukup untuk otot dan sistem saraf pusat untuk berolahraga.

Sebaliknya, sumber bahan bakar karbohidrat habis atau terbatas untuk berolahraga dalam diet dengan ketersediaan karbohidrat rendah. Untuk meningkatkan ketersediaan karbohidrat dapat dilakukan 3 cara: 1) mengonsumsi karbohidrat pada jam atau hari sebelum latihan, 2) mengonsumsi karbohidrat selama berolahraga; dan 3) mengonsumsi karbohidrat setelah berolahraga. Ketersediaan karbohidrat tinggi direkomendasikan untuk kompetisi dan latihan untuk meningkatkan kinerja yang optimal. Target untuk asupan karbohidrat harian harus berdasarkan pada berat badan atlet (untuk memperhitungkan ukuran massa otot atlet) dan beban latihan atlet.

Rekomendasi karbohidrat untuk atlet berkisar antara 3-12 g karbohidrat per kilogram berat badan per hari. Atlet dengan program pelatihan yang sangat ringan (latihan intensitas rendah atau latihan berbasis keterampilan) harus mengonsumsi 3- 5 g/kg /hari. Atlet yang mengikuti program pelatihan intensitas sedang selama 60 menit/hari harus mengonsumsi 5 hingga 7 g/kg/hari.

Selama latihan, ketahanan intensitas sedang hingga tinggi berlangsung selama 1 hingga 3 jam, atlet harus mengonsumsi 6-10 g/kg/hari. Atlet yang berpartisipasi dalam latihan ketahanan intensitas sedang hingga tinggi selama 4-5 jam/hari atau lebih harus mengonsumsi 8-12 g/kg/hari. Ini adalah rekomendasi umum dan harus disesuaikan dengan pertimbangan untuk kebutuhan energi total atlet, kebutuhan pelatihan khusus, dan umpan balik dari program latihan. Asupan karbohidrat dapat disesuaikan secara strategis di sekitar sesi latihan penting untuk meningkatkan kinerja dan meningkatkan pemulihan. Kebutuhan karbohidrat atlet juga dapat berubah berdasarkan perubahan pada tujuan latihan harian, mingguan, atau musiman.

Tabel 2.1
Rekomendasi kebutuhan karbohidrat

Type of Activity	Recommended Carbohydrate Intake, g/kg
Very-light training program (low-intensity or skill-based exercise)	3-5
Moderate-intensity training programs, 60 min/d	5-7
Moderate- to high-intensity endurance exercise, 1-3 h/d	6-10
Moderate- to high-intensity exercise, 4-5 h/d	8-12

Atlet harus mengonsumsi energi dan karbohidrat yang cukup. Asupan gizi yang tidak sesuai kebutuhan akan menurunkan kinerja dan kebugaran tubuh karena berkurangnya glikogen otot dan hati. Asupan karbohidrat yang memadai juga penting bagi atlet dalam aktivitas daya tinggi (misalnya, gulat, senam, dan menari) yang telah kehilangan berat badan karena keseimbangan energi negatif. Kehilangan berat badan dan konsumsi diet rendah energi lazim bisa saja terjadi di kalangan atlet

dengan intensitas tinggi. Keseimbangan energi negatif dapat membahayakan kinerja daya tinggi karena gangguan keseimbangan asam-basa, penurunan tingkat enzim glikolitik, atrofi selektif serat otot tipe II, dan fungsi retikulum sarkoplasma yang abnormal. Secara praktis, atlet tidak dapat mempertahankan olahraga dengan intensitas tinggi tanpa asupan karbohidrat yang cukup.

Glikemik Indek dan Glikemik Load



Indeks glikemik (GI) merupakan respon tubuh (glukosa darah) setelah konsumsi karbohidrat, hal ini dapat memberikan informasi untuk menentukan tingkat makanan tinggi karbohidrat. GI dihitung dengan mengukur area inkremental di bawah kurva glukosa darah setelah konsumsi makanan uji yang menyediakan 50 g karbohidrat dibandingkan dengan makanan referensi (glukosa).

Makanan dengan GI rendah menyebabkan pelepasan glukosa yang lebih lambat dan berkelanjutan ke darah, sedangkan makanan dengan GI tinggi menyebabkan peningkatan glukosa darah yang cepat dan berumur pendek. Makanan biasanya dibagi menjadi mereka yang memiliki GI tinggi (glukosa, roti, kentang, sereal sarapan, dan minuman

olahraga), GI sedang (sukrosa, minuman ringan, gandum, dan buah-buahan tropis, seperti pisang dan mangga), atau GI rendah (fruktosa, susu, yogurt, lentil, pasta, kacang-kacangan, dan buah-buahan, seperti apel dan jeruk).

Beberapa peneliti merekomendasikan untuk memanipulasi GI dari pilihan makanan sebelum, selama, dan setelah latihan untuk meningkatkan performa. Sebagai contoh, makanan rendah GI dan makanan rendah karbohidrat disarankan sebelum berolahraga untuk meningkatkan ketersediaan karbohidrat berkelanjutan. Makanan karbohidrat GI sedang sampai tinggi direkomendasikan pre-exercise untuk memanipulasi metabolisme karbohidrat dan pasca-latihan untuk menyimpan glikogen setelah olahraga. Namun, data penelitian beragam, dan ada perdebatan substansial tentang manfaat memanipulasi GI untuk meningkatkan performa.

Karbohidrat sebelum latihan

Mengonsumsi makanan dan cairan yang kaya karbohidrat dalam 4 jam sebelum latihan membantu untuk (1) mengembalikan glikogen hati, terutama untuk olahraga pagi hari ketika glikogen hati terkuras dari puasa semalaman; (2) meningkatkan penyimpanan glikogen otot jika tidak sepenuhnya pulih dari sesi latihan sebelumnya; (3) mencegah kelaparan, yang dengan sendirinya dapat menurunkan performa; dan (4) menyediakan glukosa untuk sistem saraf pusat.

Mengonsumsi makanan dengan GI yang rendah mungkin bermanfaat dalam mengeluarkan glukosa secara perlahan-lahan ke dalam aliran darah ketika karbohidrat tidak dapat dikonsumsi selama latihan. Mengonsumsi karbohidrat pada pagi hari dapat membantu menjaga kadar glukosa darah selama latihan yang lama. Dibandingkan dengan puasa semalaman, mengonsumsi makanan yang mengandung 200-300 g karbohidrat 2-4 jam sebelum berolahraga meningkatkan kinerja daya tahan.

Sebelum olahraga dan latihan seharusnya mengonsumsi makanan karbohidrat sebanyak 1-4 g karbohidrat per kilogram berat badan dan dikonsumsi 1-4 jam sebelum olahraga. Untuk menghindari potensi gangguan pencernaan ketika darah dialihkan dari usus ke otot-otot yang berolahraga, kandungan karbohidrat dan energi dari makanan harus dikurangi semakin dekat dengan olahraga yang dikonsumsi. Misalnya, pemberian makan karbohidrat 1 g/kg sesuai 1 jam sebelum olahraga, sedangkan 4 g/kg dapat dikonsumsi 4 jam sebelum olahraga. Atlet juga mungkin perlu menghindari makanan tinggi lemak, protein, dan serat untuk mengurangi risiko masalah pencernaan selama latihan. Rekomendasi untuk asupan karbohidrat sebelum olahraga dapat dilihat di tabel bawah ini.

Tabel 2.2
Rekomendasi karbohidrat sebelum latihan

Timing Before Exercise	Carbohydrate
1 hour	1 g/kg
2 hours	2 g/kg
3 hours	3 g/kg
4 hours	4 g/kg

Karbohidrat saat latihan

Sudah dipelajari bahwa mengonsumsi karbohidrat selama berolahraga dapat meningkatkan kapasitas olahraga dan meningkatkan kinerja. Untuk olahraga yang berlangsung lebih dari 2 jam, efeknya terutama bersifat metabolik: konsumsi karbohidrat mencegah hipoglikemia, mempertahankan tingkat oksidasi karbohidrat yang tinggi, dan meningkatkan daya tahan.

Selama latihan yang berkepanjangan, glukosa darah menjadi sumber bahan bakar yang semakin penting karena simpanan glikogen otot menurun. Pemberian makan karbohidrat menjaga kadar glukosa darah pada saat penyimpanan glikogen otot berkurang. Dengan demikian, oksidasi karbohidrat (dan, karenanya, produksi ATP) dapat berlanjut pada tingkat tinggi, dan kinerjanya ditingkatkan. Pemberian makan karbohidrat juga dapat meningkatkan kinerja selama intensitas tinggi (lebih dari 75% VO₂ maks), latihan yang relatif singkat (sekitar 1 jam). Karena jenis kegiatan ini

tidak dibatasi oleh ketersediaan glikogen otot atau glukosa darah, mekanisme yang mendasari untuk manfaat kinerja tidak bersifat metabolik, meskipun mungkin terkait dengan sistem saraf pusat. Karbohidrat saat latihan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2.3
Rekomendasi karbohidrat saat latihan

Type of Activity	Recommended Carbohydrate Intake
Exercise lasting less than 30 minutes	Not necessary or practical
High-intensity exercise lasting 30–75 minutes	Small amounts of carbohydrate or carbohydrate mouth rinse—single or multiple transportable carbohydrates
Endurance and intermittent, high-intensity exercise lasting 1–2 hours	30 g/h—single or multiple transportable carbohydrates
Endurance exercise lasting 2–3 hours	60 g/h—single or multiple transportable carbohydrates
Endurance and ultraendurance exercise lasting 2.5 hours or more	Up to 90 g/h—multiple transportable carbohydrates, which help achieve high rates of carbohydrate oxidation

Karbohidrat setelah latihan

Pemulihan glikogen otot dan hati sangat penting untuk pemulihan di antara sesi latihan atau acara kompetitif, terutama ketika atlet berolahraga beberapa kali sehari dan memiliki waktu terbatas untuk pulih sebelum sesi latihan berikutnya. Memanfaatkan strategi pengisian bahan bakar yang efektif setelah olahraga berat mempromosikan resintesis glikogen yang optimal. Ketika latihan atau kompetisi berat terjadi kurang dari 8 jam, atlet harus mengonsumsi karbohidrat sesegera mungkin setelah sesi latihan pertama untuk memaksimalkan waktu pemulihan yang efektif antara sesi. Untuk pengisian bahan bakar yang cepat setelah latihan penipisan glikogen, atlet harus mengonsumsi 1-1,2 g karbohidrat per kilogram per jam selama 4 jam pertama. Mengonsumsi karbohidrat pada interval yang sering (setiap 15 hingga 30 menit hingga 4 jam pasca latihan juga meningkatkan glikogen otot) sintesis. Selama periode pemulihan yang lebih lama (24 jam atau lebih), waktu, pola, dan jenis asupan karbohidrat dapat dipilih sesuai dengan apa yang praktis dan menyenangkan, asalkan atlet mengonsumsi karbohidrat dan energi yang cukup. Rekomendasi karbohidrat setelah latihan dapat dilihat di Tabel bawah ini.

Tabel 2.4
Rekomendasi karbohidrat setelah latihan

- When exercise sessions are less than 8 hours apart, start consuming carbohydrate immediately after exercise to maximize recovery time.
- Consume 1 to 1.2 g of carbohydrate per kilogram per hour for the first 4 hours after glycogen-depleting exercise.
- Early refueling may be enhanced by consuming small amounts of carbohydrate more frequently (every 15 to 30 minutes) for up to 4 hours postexercise.
- Medium- to high-glycemic index foods *may* help to maximize glycogen storage for athletes who have limited time to recover between workouts.
- Add a small amount of protein (20 g) to the first feeding to stimulate muscle protein synthesis and repair.

Kesimpulan

Karbohidrat adalah bahan bakar utama untuk latihan ketahanan intensitas sedang hingga tinggi dan berulang-ulang dari latihan intensitas sedang hingga tinggi. kebutuhan karbohidrat terjadi pengurangan setelah latihan dan olahraga, hal ini akan tergantung pada kemampuan atlet untuk bekerja pada intensitas tinggi. Karena berkurangnya cadangan karbohidrat endogen (glikogen otot dan hati dan glukosa darah) sehingga dapat mengganggu penurunan performa, strategi pengisian bahan bakar dalam hal ini karbohidrat harus mengoptimalkan dan kebutuhannya disesuaikan dengan kebutuhan atlet yang diberikan sebelum, selama, dan setelah berolahraga.

Latihan

1. Jelaskan hubungan metabolisme karbohidrat dan olahraga?
2. Jelaskan mekanisme karbohidrat saat olahraga?
3. Jelaskan pengaturan karbohidrat sebelum, saat dan setelah latihan?
4. Sebutkan kebutuhan karbohidrat atlet?
5. Jelaskan mekanisme GI saat olahraga?

Daftar Pustaka

- Jacobs KA, Sherman WM. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high carbohydrate diets for improving endurance performance. *Int J Sport Nutr.* 1999;9(1):92-115.
- Coyle EF. Substrate utilization during exercise in active people. *Am J Clin Nutr.* 1995;61(suppl 4):968S-979S.
- Hargreaves M. Exercise physiology and metabolism. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 4th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2010;1-15.
- Burke LM, Hawley JA, Wong S, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):17S-27S.
- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501-528.
- Costill DL, Sherman WM, Fink WJ, Maresh C, Whitten M, Miller JM. The role of dietary carbohydrate in muscle glycogen resynthesis after strenuous running. *Am J Clin Nutr.* 1981;34(9):1831-1836.
- Fallowfield JL, Williams C. Carbohydrate intake and recovery from prolonged exercise. *Int J Sports Nutr.* 1993;3(2):150-164.
- Achten J, Halson SH, Moseley L, Casey A, Jeukendrup AE. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *J Appl Physiol.* 2004;96(4):1331-1340.
- Simonsen JC, Sherman WM, Lamb DR, Dernbach AR, Doyle JA, Strauss R. Dietary carbohydrate, muscle glycogen, and power output during rowing training. *J Appl Physiol.* 1991;70(4):1500-1505.

- Saris WHM, van Erp-Baart MA, Brouns F, Westerterp KR, ten Hoor F. Study of food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise: the Tour de France. *Int J Sport Med*. 1989;10(suppl):26S-31S.
- Costill DL, Flynn MJ, Kirwan JP, et al. Effect of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20(3):249-254.
- Walberg-Rankin J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competitions in sport. *Int J Sport Nutr*. 1995;5(suppl1):13S-28S.
- Burke LM. Preparation for competition. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 4th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2010:304-326.
- Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care*. 2008;31(12):2281-2283.
- Ormsbee MJ, Bach CW, Baur DA. Pre-exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients*. 2014;6(5):1782-1808.
- Stephens FB, Roig M, Armstrong G, Greenhaff PL. Post-exercise ingestion of a unique, high molecular weight glucose polymer solution improves performance during a subsequent bout of cycling exercise. *J Sports Sci*. 2008;26(2):149-154.
- Roberts MD, Lockwood C, Dalbo VJ, Volek J, Kerksick CM. Ingestion of a high-molecular-weight hydrothermally modified waxy maize starch alters metabolic responses to prolonged exercise in trained cyclists. *Nutrition*. 2011;27(6):659-665.
- Hawley JA, Schabort EJ, Noakes TD, Dennis SC. Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. *Sports Med*. 1997;24(2):73-81.
- Karlsson J, Saltin B. Diet, muscle glycogen, and endurance performance. *J Appl Physiol*. 1971;31(2):203-206.
- Bergstrom J, Hermansen L, Saltin B. Diet, muscle glycogen, and physical performance. *Acta Physiol Scand*. 1967;71(2):140-150.
- Sherman WM, Costill DL, Fink WJ, Miller JM. The effect of exercise and diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent use during performance. *Int J Sport Med*. 1981;2(2):114-118.
- Bussau VA., Fairchild TJ, Rao A, Steele P, Fournier PA. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur J Appl Physiol*. 2002;87(3):290-295.
- Fairchild TJ, Fletcher S, Steele P, Goodman C, Dawson B, Fournier PA. Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 2002;34(6):980-986.
- McInerney P, Lessard SJ, Burke LM, et al. Failure to repeatedly supercompensate muscle glycogen stores in highly trained men. *Med Sci Sport Exerc*. 2005;37(3):404-411.
- Balon TW, Horowitz JF, Fitzsimmons KM. Effects of carbohydrate loading and weight-lifting on muscle girth. *Int J Sport Nutr*. 1992;2(4):328-334.
- Brouns F, Saris WH, Stroecken J, et al. Eating, drinking, and cycling: a controlled Tour de France simulation study, part II. Effect of diet manipulation. *Int J Sport Med*. 1989;10(suppl 1):41S-48S.