

**PENGGUNAAN SUBTRAT KARBOHIDRAT DAN LEMAK
SELAMA OLAHRAGA DALAM LINGKUNGAN PANAS,
DINGIN DAN DATARAN TINGGI**



**Disusun Oleh
Helmy Firmansyah
0705479**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN OLAHRAGA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2008**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Tulisan ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu tugas perkuliahan Faal Olahraga dari Ibu Dr. Dr. Neng Tine Kartinah, M.Kes. Saya menyadari bahwa tulisan ini sangat sederhana, oleh sebab itu masukan untuk menambah perbendaharaan materi sangat kami harapkan.

Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tulisan ini.

Akhirnya kami berharap mudah-mudahan tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin

Penulis

Helmy

PENGGUNAAN SUBTRAT KARBOHIDRAT DAN LEMAK SELAMA OLAHRAGA DALAM LINGKUNGAN PANAS, DINGIN DAN DATARAN TINGGI

Pendahuluan

Dalam keadaan diam dan selama latihan, karbohidrat dan lemak merupakan lapisan dasar yang utama. Hal ini di oksidasi relatif secara serempak dengan lapisan dasar adalah tergantung pada bermacam-macam faktor termasuk intensitas latihan dan waktu, diet, kondisi pelatihan dan kondisi lingkungan. Berubahnya metabolisme karbohidrat selama transisi dari istirahat ke dalam kondisi pelatihan dan dari intensitas rendah kepada intensitas tinggi. Faktor-faktor atas akan mengatur metabolisme lemak di dalam transisi intensitas latihan sedang dan faktor-faktor bawah akan mengakibatkan pengaturan metabolisme lemak pada intensitas tinggi dengan kesenjangan yang dipahami. Penggunaan substrat adalah lebih lanjut diatur oleh endokrin (katekolamina, hormon insulin, kortisol). Dengan meningkatkan jangka waktu latihan dengan ditandai peningkatan-peningkatan di dalam metabolisme lemak dan penurunan metabolisme karbohidrat dan ini sudah dianggap berasal dari sebagian besar kepada ketersediaan substrat. Satu peningkatan di dalam masukan karbohidrat akan dengan cepat beradaptasi dengan metabolisme lemak karbohidrat yang tinggi dalam beberapa hari. Kondisi-kondisi yang lingkungan dapat juga mengubah penggunaan substrat, suhu lingkungan tinggi dapat meningkatkan gangguan glikogen sebagai hasil sirkulasi dari suhu yang tinggi dan meningkat peredaran katekolamina. Suhu rendah dapat juga meningkatkan metabolisme karbohidrat, terutama ketika menggigil.

Karbohidrat dan lemak adalah bahan bakar yang paling penting pada posisi diam dan selama latihan. Bahkan di dalam kondisi-kondisi yang ekstrim (latihan dalam

keadaan kondisi puasa) oksidasi asam amino hanya mewakili; menunjukkan suatu pecahan yang relatif kecil dari pemanfaatan substrat total (<10%). Karbohidrat disimpan sebagai glikogen di dalam otot dan hati. Lemak disimpan dalam wujud triacylglycerol di subcutaneous jaringan adipos dan otot. Hati pada umumnya berisi sekitar 80–100 gram glikogen otot 50 gram dan setelah latihan akan menyerap 900 gram dari lemak, dengan makan yang baik, terlatih dan otot (500– 900 mmol/kg dari massa yang kering). Dengan persediaan lemak relatif besar dan perbedaan antar individu harus dipertimbangkan, dengan lemak tubuh antara 8 dan 35% dari massa tubuh (5–40 kg). Lemak adalah sebagian besar disimpan di dalam jaringan adipos hanya approx. 300 gram dapat ditemukan di dalam otot sebagai IMTAG (dalam otot triacylglycerol).

A. Penggunaan Bahan Bakar Selama Latihan

Kontribusi karbohidrat dan lemak untuk menghasilkan energi selama latihan di dapat melalui ratio carbon dioxide output (V_{CO_2}) kepada penggunaan volume oksigen (V_{O_2}). Rasio ini disebut *respiratory exchange ratio (R)*.

B. Pengaturan Bahan Bakar

Kontribusi protein kurang 2 % dari substrat yang digunakan selama latihan dalam waktu kurang dari 1 jam. Peran protein sebagai sumber bahan bakar dapat ditingkatkan selama berdurasi lama. Selama latihan dalam waktu lama ini, total kontribusi protein dapat mencapai 5 % - 15 % selama beberapa menit dalam latihan. Protein hanya berperan minor selama latihan, dengan asupan lemak dan karbohidrat merupakan bahan bakar mayor untuk menghasilkan energi selama beraktivitas. Di suatu sisi lemak dan karbohidrat merupakan substrat utama selama latihan termasuk faktor diet, intensitas dan volume latihan. Contohnya lemak tinggi dan karbohidrat rendah merupakan diet tinggi dalam metabolisme lemak. Lemak merupakan bahan bakar dalam

intensitas rendah, sedangkan dalam intensitas tinggi karbohidrat merupakan bahan bakar utama. Pemilihan bahan bakar ini tergantung kepada durasi dari latihan.

C. Interaksi Metabolisme Lemak dan Karbohidrat

Selama latihan berdurasi pendek tidak memungkinkan penyuplaian glikogen dalam otot atau gula dari darah akan dihabiskan. Selama latihan glikogen dari otot dan hati mencapai tingkatan yang rendah. Ini sangat penting karena ini dapat habis jika otot dan karbohidrat darah mengalami kelelahan otot. Kenapa tingkat glikogen yang rendah dapat mengakibatkan kelelahan?. Peningkatan rata-rata produksi glikosis karbohidrat dan konsentrasi asam pyrovic dalam otot juga akan ditingkatkan. Ini lebih rendah dari produksi ATP. Dalam otot manusia yang adekuat dalam latihan sub maksimal (70 % dari VO₂ max). Asam pyrovic (yang dihasilkan melalui glikosis) sangat penting. Ketika glikosis ditingkatkan pada subtrat, asam pyrovic dalam sarco plasma menurun dan tingkat siklus Krebs menurun juga. Menurunnya dalam siklus Krebs sangatlah lambat dan hasilnya akan meningkatkan produksi ATP. Peningkatan prosduksi ATP dalam otot sehingga kerja otot terbatas dan mengakibatkan kelelahan.

D. Latihan Dalam Lingkungan Panas

Kondisi-kondisi lingkungan dapat juga mempengaruhi pemanfaatan substrat. Itu sangat jelas dipertunjukkan pada lingkungan panas dapat mempengaruhi gunakan substrat pada posisi diam dan selama latihan. Satu temperatur inti yang ditingkatkan ke arah oksidasi karbohidrat selama latihan dan suatu serentak penurunan oksidasi lemak. Ini disebabkan oleh penggunaan glikogen otot tanpa adanya perubahan di dalam pengambilan glukosa oleh otot. Lebih lanjut, itu sudah diusulkan bahwa ada satu produksi glukosa *hepatic* yang ditingkatkan tanpa adanya perubahan di dalam pengambilan glukosa, mendorong ke arah *hyperglycaemia*.

Sejumlah mekanisme-mekanisme telah diusulkan karena pergeseran ke arah metabolisme karbohidrat yang meningkat selama latihan dan tekanan panas. Itu karena

adanya peningkatan di dalam pemanfaatan glikogen otot dalam satu pengangkatan temperatur otot bahwa terjadi selama latihan dan tekanan panas. Mekanisme selama peningkatan di dalam pemanfaatan glikogen otot dengan pengangkatan temperatur di dalam otot tidak dikenal pada sekarang tetapi bisa terkait kepada aktivitas enzim-enzim yang melibatkan di dalam metabolisme karbohidrat, fungsi *mitochondrial* dan perekrutan unit motor. Lebih lanjut, ada juga bukti untuk menyarankan suatu peran yang potensial untuk adrenaline ketika suatu mekanisme untuk *glikogenolisis* otot yang ditingkatkan selama latihan di dalam panas. Itu yang sungguh diketahui bahwa *konsentrasi adrenaline bersifat lebih tinggi selama latihan dalam lingkungan panas bandingkan dengan latihan di dalam lingkungan yang lebih dingin*. Febbraio et al. dipertunjukkan bahwa peningkatan *2-fold* di dalam sirkulasi adrenaline glikogen otot yang ditingkatkan pemanfaatan, oksidasi *glikolisis* dan oksidasi karbohidrat ketika berlatih pada 70% dari VO₂max.

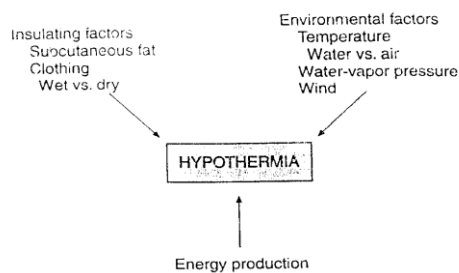
Besaran dari peningkatan adrenaline di studi tersebut adalah serupa dengan yang mereka diamati di dalam studi-studi yang sebelumnya bahwa membandingkan panas dan lingkungan *thermoneutral*. Jadi, Dengan demikian peningkatan di dalam temperatur inti selama latihan di dalam panas itu boleh mengakibatkan satu meningkat pengeluaran adrenaline, sebagai tambahan terhadap pengaruh di temperatur otot yang ditingkatkan diri sendiri dan meningkatnya pemanfaatan glikogen otot.

E. Latihan Dalam Lingkungan Dingin

Ketinggian dan stress panas bukan satu-satunya faktor lingkungan mempunyai satu dampak pada kinerja. Seperti yang tersebut di dalam suatu WBGT dari 10°C atau lebih sedikit dihubungkan dengan hipotermia. Hipotermia muncul ketika rugi bahang dari tubuh melebihi produksi panas. Udara dingin memudahkan proses ini di dalam lebih banyak cara dibanding dengan siap nyata. Pertama-tama, dan paling jelas nyata,

ketika temperatur udara adalah kurang dari temperatur kulit, suatu gradien untuk rugi bahang ada untuk pemindahan gas/panas, dan mekanisme-mekanisme fisiologis yang disertai vasokonstriksi sekeliling dan menggigil masuk ke dalam arena kepada gradien yang konter ini. Kedua, dan lebih sedikit yang jelas nyata, udara dingin mempunyai suatu tekanan uap permukaan air terendah, yang mendorong penguapan embun dari kulit untuk lebih dingin.

Gambar di bawah menunjukkan faktor-faktor berhubungan dengan hipotermia. Ini termasuk faktor lingkungan seperti temperatur, tekanan uap air, angin, dan apakah udara atau air dilibatkan; membatasi faktor-faktor seperti pakaian dan subcutaneous lemak; dan kapasitas untuk produksi energi yang didukung. Kita akan sekarang menafsirkan masing-masing ini sehubungan dengan hipotermia.



F. Latihan Dalam Lingkungan Dataran Tinggi

Pada 1960 ketika Pertandingan Olimpiade yang dijadwalkan akan dilaksanakan Mexico City, perhatian kita mengarahkan kepada bagaimana faktor ketinggian (2,300 meter di Mexico City) akan mempengaruhi kinerja/penampilan. Dari pengalaman sebelumnya pada lingkungan yang tinggi dapat mengusulkan bahwa banyak kinerja yang tidak dalam suatu patokan atau, sebetulnya, menjadi catatan pribadi atlet itu sendiri. Sebaliknya, beberapa kinerja benar-benar diharapkan untuk lebih baik karena mereka menyelenggarakan pada lingkungan tinggi. Mengapa? Apa yang terjadi pada VO2 max dengan ketinggian? Dapatkah atlet mampu menyesuaikan diri atau selalu

dengan sepenuhnya menyesuaikan diri dengan ketinggian? Kita akan tinjauan ulang secara singkat dari faktor lingkungan bahwa berubahnya ketinggian.

Banyak pelari-pelari internasional yang bertanding di dalam Olimpiade bahwa faktor ketinggian merupakan salah satu yang akan mempengaruhi pada kinerja. Menggunakan VO₂ max sebagai satu indikator dari dampak pada kinerja, para ilmuwan belajar pengaruh dari pengunjukan yang segera kepada ketinggian, tingkat kesembuhan di VO₂ max ketika setiap yang tetap pada ketinggian, dan ya atau tidaknya VO₂ max yang lebih tinggi lalu suatu sebelum ketinggian menghargai atas kembali ke permukaan laut. Hasil-hasil itu menarik, bukan karena trend yang umum yang diharapkan, tetapi kepada variabilitas di dalam respon di antara atlet-atlet. Sebagai contoh, penurunan VO₂ max atas pendakian pada ketinggian 2300 meter bergerak dari 88% ke 223%, pada 3,090 meter yang bergerak dari 139% ke 244%, dan pada 4000 meter yang pengurangan bergerak dari 244% ke 343%. Salah satu kesimpulan yang utama bahwa bisa digambar/ditarik dari data ini adalah bahwa pelari terbaik pada permukaan laut tidak boleh ia, terbaik pada ketinggian jika orang mempunyai yang paling besar meneteskan ke dalam VO₂ max. Mengapa variabilitas seperti itu? Studi-studi dari peristiwa menyatakan bahwa variabilitas di dalam penurunan VO₂ max individu berhubungan dengan derajat tingkat dimana atlet-atlet mengalami desaturation seperti urat nadi darah selama pekerjaan maksimal. Bab 10 menguraikan pengaruh itu seperti urat nadi desaturation berakibat pada VO₂ max dari atlet-atlet yang superior.

Jika desaturation seperti itu dapat terjadi membatalkan kondisi-kondisi permukaan laut, lalu kondisi ketinggian perlu mempunyai satu dampak tambahan, dengan besaran dari dampak itu menjadi lebih besar di mereka yang menderita beberapa desaturation sedang di laut tingkatan. Penunjukkan secara konsisten pada suatu ketinggian yang diturunkan 3,000 meter menimbulkan suatu 20.8% penurunan VO₂ max

untuk hal yang terlatih dan hanya berkurang 9.8% untuk atlet yang tak terlatih. Penurunan VO2 max atas pengunjukan kepada ketinggian bukan satu-satunya respon fisiologis bahwa memberi variasi pada atlit-atlit. Ada juga suatu variabel menanggapi di dalam ukuran dari peningkatan di VO2 max ketika pokok materi tinggal bertahan pada ketinggian. Satu studi, pada 2,300 meter, yang ditemukan VO2 max untuk meningkatkan dari 1% ke 8%. Sebagian orang menemukan VO2 max untuk secara berangsur-angsur memperbaiki pada waktu sepuluh sampai dua puluh delapan hari, sedangkan yang lainnya tidak. Sebagai tambahan, ketika pokok materi kembali ke permukaan laut dan diuji kembali, sebagian orang menemukan VO2 max untuk bersifat yang lebih tinggi dibanding sebelum mereka meninggalkan, sedangkan yang lainnya menemukan tanpa perbaikan. Mengapa ada di sana variabilitas seperti itu di dalam respon?. Ada beberapa berbagai kemungkinan. Jika seorang atlit tidaklah di dalam kondisi puncak sebelum menaik ketinggian, lalu tegangan kombinasi dari latihan dan ketinggian bisa meningkatkan VO2 max dari waktu ke waktu selagi pada ketinggian dan pertunjukan satu keuntungan tambahan atas kembali ke permukaan laut. Ada bukti kedua-duanya dan melawan terhadap kombinasi tekanan ketinggian dan latihan memimpin ke arah perubahan-perubahan lebih besar di VO2 max dibanding latihan menekan sendirian. Alasan lain untuk variabilitas itu dihubungkan dengan ketinggian di mana pelatihan itu diselenggarakan. Ketika pelari-pelari melatih pada ketinggian (4000 meter) ketinggian, intensitas berlari (sehubungan dengan permukaan laut yang didukung mempercepat) sudah harus dikurangi untuk melengkapi suatu latihan/ percobaan, karena pengurangan di VO2 max bahwa terjadi pada ketinggian. Sebagai hasilnya, kekuatan pelari itu sebenarnya "turun" selagi pada ketinggian dan kinerja berikut sedang di laut tingkatan tidak sampai boleh dikatakan itu di hadapan akan ketinggian.

Subtrat Lemak

Satu indikator yang sempurna dari isolasi/penyekatan tubuh total per bidang satuan permukaan adalah subcutaneous ketebalan lemak. Pugh dan Edholm mengamati bahwa seorang "yang gemuk" adalah mampu berenang selama tujuh jam di air 16°C tanpa adanya perubahan di dalam suhu tubuh selagi "yang tipis/encer" manusia harus meninggalkan air dalam tiga puluh menit dengan suatu temperatur inti dari 345°C, statemen dukungan-dukungan ini. Perenang-perenang interlokal cenderung untuk menjadi lebih gemuk dari perenang-perenang kursus yang pendek. Kegemukan tubuh yang lebih tinggi mengerjakan lebih dari (sekedarnya) membantu menjaga suhu tubuh, perenang-perenang lebih gemuk lebih sekuritas yang harganya naik, memerlukan lebih sedikit energi untuk berenang pada setiap kecepatan yang di-set (40) sebagai tambahan, kegemukan tubuh berperan dalam serangan dan besaran dari menggigil respon kepada pengunjukan yang dingin.

G. Kesimpulan

Pemilihan substrat pada posisi diam dan selama latihan bergantung pada banyak faktor-faktor termasuk intensitas latihan dan lamanya waktu, masukan makanan sebelum dan selama latihan, komposisi dari diet, kondisi-kondisi lingkungan, jenis kelamin dan status pelatihan dari pokok materi. Meski faktor-faktor ini dikenal lebih dari 70 tahun tentang interaksi antara karbohidrat dan lemak masih dengan kesenjangan dipahami. Sebagai tambahan, mungkin ada faktor-faktor lain yang belum kita fahami. Di sana muncul untuk bersifat yang interindividual besar di dalam pemanfaatan substrat meskipun yang rendah variasi yang intra-individual, dan hanya bagian dari variasi ini dapat dijelaskan oleh yang faktor tersebut di atas. Harus lebih banyak riset dilakukan untuk melihat perbedaan-perbedaan yang nyata di dalam penggunaan substrat.

Lingkungan baru yang berat dapat menjadi malapetaka bagi kemampuan seseorang untuk dapat memenuhi tuntutan sesuatu latihan. Bila motivasi untuk melanjutkan latihan melebihi kemampuannya, terdapat kemungkinan adanya ancaman bagi kesehatan dan bahkan keselamatannya. Hal ini menjadi beban bagi mereka yang bertanggung-jawab merencanakan dan melaksanakan program latihan dibawah kondisi lingkungan yang extrem bagi tubuh dan untuk mengambil langkah-langkah kehati-hatian yang perlu guna menjamin kondisi yang aman bagi para peserta.

Pemilihan bahan bakar metabolisme lemak pada intensitas latihan yang rendah (kurang dari 30% VO₂ max) sangat dominan sedangkan metabolisme karbohidrat akan dominan pada saat intensitas latihan yang tinggi (70% dari VO₂ max). Apa sebabnya berganti dari metabolisme lemak kepada metabolisme karbohidrat? Ada dua faktor utama yaitu perekrutan fiber dengan cepat dan meningkatnya epinephrin darah. Ini berarti fiber akan lebih banyak kepada metabolisme karbohidrat dibandingkan dengan lemak. Jadi metabolisme karbohidrat akan dominan dibandingkan dengan metabolisme lemak. Ketika latihan meningkat maka secara bertahap darah dalam epinephrin dan dengan meningkatnya epinephrin darah maka akan menurunnya glikogen otot, metabolisme karbohidrat dan produksi asam laktat. Dengan meningkatnya produksi asam laktat maka akan menghalangi penurunan substrat lemak.

Selama intensitas latihan rendah (lebih dari 30 menit) ini akan menghasilkan perubahan dari metabolisme karbohidrat ke metabolisme lemak, Mengapa?. Karena substrat karbohidrat digunakan selama latihan dan glikogen dalam otot akan berpindah ke glukosa darah. Ini kontribusi yang relatif dalam glikogen otot dan glukosa darah ke dalam energi metabolisme selama volume latihan. Glukosa darah akan lebih banyak ketika intensitas rendah, dan pada intensitas tinggi maka glikogen otot akan bersumber pada karbohidrat.

DAFTAR PUSTAKA

Jeukendruf, A.E. (2003). *Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment*. Journal International Biochemical Society Transactions. Human Performance Laboratory, School of Sport and Exercise Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham.

Scott K. Power And Edward T. Howley. *Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance. Fourth edition.*

Santosa Giriwijoyo, dkk. (2007). *Ilmu Kesehatan Olahraga*. FPOK UPI.

Santosa Giriwijoyo, dkk. (2007). *Ilmu Faal Olahraga*. FPOK UPI.

International Journal of Environment and Pollution (IJEP) - 32 - 1_files. Volume 32 - Issue 1 - 2008