
Perubahan Kadar Natrium dan Kalium Serum Akibat Pemberian Glukosa 40% pada Latihan Fisik Akut

Wahyudi, Suryani Ginting, Charles Siregar, Chairul Yoel, Syahril Pasaribu, Munar Lubis
Departemen Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara RS. H. Adam Malik, Medan, Indonesia

Latar belakang. Glukosa sumber energi untuk latihan fisik dan berpengaruh pada keseimbangan metabolisme tubuh. Glukosa menyebabkan masuknya ion natrium ke dalam sel. Sewaktu ATP terhidrolisis menjadi ADP, protein pembawa mengalami fosforilasi dan perubahan konformasi yang menyebabkan ion natrium dilepaskan ke cairan ekstrasel. Kemudian dua ion kalium berikatan di sisi ekstrasel masuk ke sel.

Tujuan. Untuk mengetahui dan membandingkan perubahan kadar natrium dan kalium serum sebelum dan setelah latihan fisik akut pada kelompok yang diberikan air putih dan air berglukosa 40%.

Metode. Empat puluh anak SLTP sehat yang dipilih secara acak sederhana mendapat minuman glukosa 40% (dosis 1 g/kgBB yang dilarutkan dalam 300cc air) (n=20) dan air putih sebanyak 300 cc (n=20). Semua anak diberi minum 10 menit sebelum latihan fisik, kemudian dilakukan latihan fisik selama 10 menit. Sampel darah vena diambil sebelum anak minum dan setelah melakukan latihan fisik.

Hasil. Terjadi perubahan penurunan natrium serum berbeda bermakna setelah latihan fisik akut ($p < 0,05$) pada kelompok air putih, sedangkan pada kelompok air berglukosa 40% terjadi peningkatan natrium serum. Perbandingan kadar natrium serum kedua kelompok berbeda bermakna ($p < 0,05$). Kadar kalium serum tidak mengalami perubahan ($p > 0,05$) pada kedua kelompok.

Kesimpulan. Pemberian minuman berglukosa 40% sebelum latihan fisik akut dapat menyebabkan peningkatan kadar natrium serum. (*Sari Pediatri* 2008;10(2):77-82).

Kata kunci: glukosa, latihan fisik, natrium, kalium

Alamat Korespondensi:

Dr. Wahyudi, SpA. Bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara/ RSUP H.Adam Malik Jl. Bunga Lau no.17 Medan. Tel (061) 8361721 – 8365663, Fax. (061) 8361721. E-mail: bikafkusu@telkom.net, kotak Pos 697 Medan 20136

Di dalam tubuh terdapat sejumlah sistem metabolisme energi yang dapat menyediakan energi sesuai kebutuhan pada saat latihan fisik. Peran energi dalam latihan fisik penting diperhatikan karena kelelahan dapat terjadi akibat tidak cukupnya ketersediaan nutrisi energi yang diperlukan dari glikogen otot atau glukosa darah.^{1,2,3} Pemberian karbohidrat pada anak yang melakukan latihan fisik bertujuan untuk membentuk

glikogen otot yang pada penguraianya menghasilkan energi bagi pembentukan ATP. Glikogen sebagai sumber utama energi pembentukan ATP, terjadi pada proses metabolisme anaerobik dan proses aerobik.^{4,5} Pemberian minuman berkarbohidrat selama latihan fisik yang lama dapat mencegah terjadinya dehidrasi dan mengurangi efek kekurangan cairan terhadap fungsi kardiovaskular dan kemampuan berolahraga serta memperlambat terjadinya kelelahan.⁶

Kebutuhan penggunaan karbohidrat sebagai sumber energi meningkat sesuai dengan peningkatan aktifitas fisik yang dilakukan.⁷ Efektifitas pemberian karbohidrat untuk meningkatkan daya tahan tergantung pada beberapa faktor antar lain lamanya dan intensitas latihan, banyaknya karbohidrat yang dikonsumsi dan waktu pemberian karbohidrat.³ Beberapa penelitian menunjukkan peningkatan daya tahan pada subjek yang diberi karbohidrat sebanyak 25-60 g selama 1 jam latihan fisik.⁸ Penelitian Coggan dkk⁹ mengenai efek pemberian karbohidrat selama latihan fisik dengan intensitas berat menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat 1 g/kg BB dapat meningkatkan kemampuan melakukan aktifitas fisik dan memperlambat terjadinya kelelahan. Glesson dkk¹⁰ menilai efek pemberian glukosa 1g/kgBB sebelum berolahraga terhadap ketahanan berolahraga memperpanjang awitan terjadinya kelelahan selama latihan fisik tersebut.

Waktu pemberian karbohidrat juga merupakan faktor yang menentukan efektifitas pemberian karbohidrat. Konsumsi karbohidrat sebelum latihan fisik merupakan hal yang penting untuk memaksimalkan cadangan glikogen.^{3,7,11} Kadar glukosa darah meningkat sekitar 30 menit sampai 1 jam setelah mengkonsumsi karbohidrat seiring dengan pencernaan dan penyerapan glukosa dari makanan. Namun kadar glukosa darah ini menurun kembali ke kadar gula darah puasa setelah 2 jam mengkonsumsi karbohidrat.⁴

Sebagian sel mengambil glukosa melalui transport pasif. Konsentrasi glukosa didalam cairan ekstrasel tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di dalam sel, yang merupakan tempat glukosa dengan cepat mengalami metabolisme. Oleh karena itu glukosa bergerak mengikuti penurunan *gradien* kimianya.¹²

Homeostatis cairan dan elektrolit sangat esensial untuk fungsi sel dan organ tubuh secara optimal. Air merupakan komponen yang paling besar dari tubuh manusia, pada keadaan sehat jumlahnya 65%-85% dari

berat badan. Cairan tubuh total (*total body water*) terbagi dalam dua kompartemen yaitu cairan intraselular dan cairan ekstraselular. Tiap kompartemen mempunyai satu solut yang osmotik aktif yaitu, natrium pada cairan ekstraselular dan kalium pada cairan intraselular.¹³ Perubahan cairan tubuh sangat berhubungan dengan metabolisme kalori. Hiponatremia adalah turunnya kadar natrium serum <135 mEq/l. Banyak hal yang dapat menyebabkan terjadinya hiponatremia, salah satunya adalah keringat yang berlebihan. Hipernatremia adalah bila dijumpai kadar natrium serum >145 mEq/l. Hipokalemia adalah turunnya kadar K serum < 3,5 mEq/l. Gangguan keseimbangan asam-basa adalah satu dari beberapa keadaan yang dapat menyebabkan terjadinya hipokalemia.^{13,14} Gejala yang khas dari hipokalemia adalah kelemahan otot anggota gerak, yang mendahului kelemahan otot tubuh dan otot pernafasan. Hiperkalemia adalah peningkatan kadar kalium serum >5,0 mEq/l. Redistribusi kalium transelular (asidosis metabolik) adalah satu dari beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya hiperkalemia. Akibat hiperkalemia yang paling nyata adalah terhadap sistem neuromuskular.¹³⁻¹⁷

Konsentrasi natrium dan kalium di dalam cairan intrasel dan ekstrasel dipertahankan oleh suatu sistem transpor aktif $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP-ase}$.¹² Sebagian besar proses yang memerlukan energi di dalam tubuh menggunakan ikatan fosfat berenergi tinggi pada ATP untuk menyediakan energi ini. Transpor aktif, kerja mekanis, dan reaksi biosintetik semuanya merupakan proses yang memerlukan energi sehingga ATP diubah menjadi ADP dan P. Untuk memperbaharui ATP, terjadi reaksi katabolik (reaksi makanan atau bahan bakar dioksidasi) yang menghasilkan energi.^{12,18,19}

Penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan natrium dan kalium serum anak setelah melakukan latihan fisik akut pada kelompok yang minum air putih dan minuman glukosa.

Metode

Penelitian bersifat eksperimental yang dilakukan di RS PTPN III Aek Nabara Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara pada anak murid SLTP Bilah Hulu, Aek Nabara Selatan Kabupaten Labuhan Batu Sumatera Utara pada minggu pertama bulan April 2005.

Subjek penelitian ini adalah anak murid laki-laki yang berumur antara 13-16 tahun, sehat, dengan IMT

(Indeks Massa Tubuh) antara 16-22, serta bersedia dan mendapat persetujuan dari orang tua. Dikatakan sehat adalah anak yang sehat berdasarkan pemeriksaan fisik oleh dokter. Anak yang tidak bersedia, tidak mendapat persetujuan dari orang tua, dan tidak mau minum minuman yang diberikan tidak diikuti sertakan dalam penelitian ini.

Sebanyak 40 orang anak SLTP yang dipilih dan dikelompokkan secara acak sederhana menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang minum air putih dan kelompok yang diberikan minuman glukosa dengan jumlah masing-masing kelompok 20 orang. Data dasar anak dicatat dalam satu lembar isian (lampiran). Berat badan (BB) diukur dengan menggunakan timbangan digital merek *Camry*[®] tipe EB 6571 dengan akurasi 0,1 kg. Tinggi badan (TB) diukur dengan menggunakan alat statur meter yang diletakkan di dinding tembok secara vertikal (akurasi 0,1 cm), pengukuran dilakukan tanpa menggunakan alas kaki. Indeks massa tubuh dihitung berdasarkan rumus berat badan (kg) dibagi dengan tinggi badan (cm).²

Semua anak dari kedua kelompok melakukan latihan fisik dengan alat treadmill (series 2000 treadmill, *Marquet Medical System Inc*) dan menggunakan protokol Bruce selama 10 menit.²⁰ Tiga puluh menit sebelum latihan fisik dilakukan, subjek minum air putih (20 anak) dan 20 anak minum glukosa 40%, 1 g/kg BB (yang dilarutkan dengan air menjadi 350 cc). Sebelum minum dan setelah latihan fisik dilakukan pengambilan darah vena sampel dengan menggunakan spuit 1cc, darah dimasukkan ke dalam *cartridge type CG-8* dan kemudian dimasukkan ke dalam alat *i- Staat Analyzer*. Dari hasil pemeriksaan darah awal, anak dengan nilai Hb 8g/dl dan dengan kadar glukosa darah >200 mg/dl tidak diikutsertakan dalam penelitian.

Semua data dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 13,0 untuk menilai natrium dan kalium sebelum dan sesudah latihan fisik dipakai uji t dependen dan menilai perbedaan diantara 2 kelompok dipakai uji t independen. Dikatakan bermakna bila $p < 0,05$.

Hasil

Jumlah subjek penelitian 40 orang, terdiri dari 20 orang kelompok minum air putih dan 20 orang kelompok minum glukosa. Tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) karakteristik sampel (usia, berat badan, tinggi badan dan *body mass index* (BMI) pada kedua kelompok (Tabel 1). Rata-rata usia (\pm SB) adalah 13,90 (\pm 0,64) tahun pada kelompok plasebo dan 14,05 (\pm 0,89) tahun pada kelompok glukosa. Rata-rata berat badan adalah 46,55 (\pm 6,33) kg pada kelompok plasebo dan 48,00 (\pm 7,12) pada kelompok glukosa. Rata-rata tinggi badan adalah 156,15 (\pm 7,51) cm pada kelompok plasebo dan 158,85 (\pm 6,35) pada kelompok glukosa. Rata-rata IMT adalah 19,03 (\pm 1,63) kg/m² pada kelompok plasebo dan 18,95 (\pm 2,02) kg/m² pada kelompok glukosa.

Perubahan Natrium dan Kalium

Sebelum dan sesudah latihan fisik dijumpai penurunan yang bermakna dari rata-rata kadar glukosa darah pada kelompok plasebo ($p < 0,05$) sedang pada kelompok yang minum glukosa tidak dijumpai penurunan yang bermakna dari rata-rata kadar glukosa ($p > 0,05$). Sebelum dan sesudah latihan fisik didapatkan penurunan yang bermakna ($p < 0,05$) kadar natrium pada kelompok plasebo dan peningkatan yang bermakna ($p < 0,05$) kadar natrium pada kelompok yang minum glukosa, sedangkan kadar kalium tidak dijumpai perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) baik pada kelompok plasebo maupun kelompok minum glukosa (Tabel 2 dan 3).

Perbedaan perubahan natrium dan kalium

Dijumpai perbedaan perubahan kadar natrium yang bermakna ($p < 0,05$) diantara kedua kelompok sedangkan kadar kalium tidak dijumpai perbedaan perubahan yang bermakna ($p > 0,05$) pada kedua kelompok (Tabel 4).

Tabel 1. karakteristik sampel pada kelompok plasebo dan minuman glukosa

Karakteristik	Air putih (n = 20)	glukosa (n = 20)	p
Usia,tahun (rerata \pm SB)	13,90 \pm 0,64	14,05 \pm 0,89	0,543
Berat badan,kg (rerata \pm SB)	46,55 \pm 6,33	48,00 \pm 7,12	0,500
Tinggi badan,cm(rerata \pm SB)	156,15 \pm 7,51	158,85 \pm 6,35	0,227
IMT, kg/m ² (rerata \pm SB)	19,03 \pm 1,63	18,95 \pm 2,02	0,892

Tabel 2. Perubahan natrium dan kalium sebelum dan sesudah latihan fisik pada kelompok minuman air putih.

Kadar	Air putih		p
	Sebelum	Setelah	
Glukosa	6,03 ±1,18	5,19±0,44	0,012
Natrium, mlq/l (rerata ± SB)	139,80±1,79	138,95±1, 57	0,002
Kalium, mlq/l (rerata ± SB)	3,80±0,37	3,81±0,33	0,898

Table 3. Perubahan natrium dan kalium sebelum dan sesudah latihan fisik pada kelompok minuman glukosa

Kadar	Glukosa		p
	Sebelum	Setelah	
Glukosa	5,82±0,91	5,67±1,36	0,719
Natrium, mlq/l (rerata ± SB)	139,50±1,73	140,40±1,50	0,003
Kalium, mlq/l (rerata ± SB)	3,79±0,24	3,83±0,32	0,56

Tabel 4. Perbedaan perubahan natrium dan kalium diantara kedua kelompok

Kadar	Air putih	Glukosa	p
Natrium, mlq/l (rerata ± SB)	0,85±1,08	0,90±1,16	0,001
Kalium, mlq/l (rerata ± SB)	0,01±0,34	0,04±0,30	0,771

Diskusi

Peran energi dalam latihan fisik penting diperhatikan karena kelelahan dapat terjadi akibat tidak cukupnya ketersediaan nutrisi energi yang diperlukan dari glikogen otot atau glukosa darah.^{1,2,3} Pemberian karbohidrat pada anak yang melakukan latihan fisik bertujuan untuk membentuk glikogen otot yang terurai menghasilkan energi bagi pembentukan ATP. Pemberian minuman berkarbohidrat selama latihan fisik yang lama dapat mencegah terjadinya dehidrasi dan mengurangi efek kekurangan cairan terhadap fungsi kardiovaskular dan kemampuan berolahraga serta memperlambat terjadinya kelelahan.⁶ Kebutuhan penggunaan karbohidrat sebagai sumber energi meningkat sesuai dengan peningkatan aktifitas fisik yang dilakukan.⁷ Penelitian Coggan dkk.⁹ mengenai efek pemberian karbohidrat selama latihan fisik dengan intensitas berat menunjukkan bahwa pemberian karbohidrat 1 gr/kg BB dapat meningkatkan kemampuan melakukan aktifitas fisik dan memperlama terjadinya kelelahan. Glesson dkk.¹⁰ menilai efek pemberian glukosa 1g/kgBB sebelum berolahraga terhadap ketahanan berolahraga memperlambat terjadinya kelelahan selama latihan fisik tersebut.

Waktu pemberian karbohidrat juga merupakan faktor yang menentukan efektifitas pemberian karbohidrat. Konsumsi karbohidrat sebelum latihan fisik merupakan hal yang penting untuk memaksimalkan cadangan glikogen.^{3,7,11} Kadar glukosa darah meningkat sekitar 30 menit sampai 1 jam setelah mengkonsumsi karbohidrat seiring dengan pencernaan dan penyerapan glukosa dari makanan. Namun kadar glukosa darah ini menurun kembali ke kadar gula darah puasa setelah 2 jam mengkonsumsi karbohidrat.⁴

Pada studi ini dapat dilihat bahwa kadar glukosa pada kelompok yang minum air putih terjadi perubahan, sedangkan pada kelompok yang minum glukosa tidak dijumpai penurunan kadar glukosa. Hal ini disebabkan adanya masukan glukosa sebelum melakukan latihan fisik untuk dipakai sebagai sumber energi.

Cairan tubuh total (*total body water*) terbagi dalam dua kompartemen yaitu cairan intraselular dan cairan ekstraselular. Cairan terdiri dari cairan intravaskular dan interstitial. Tiap kompartemen mempunyai satu solut yang osmotik aktif yaitu, natrium pada cairan ekstraselular dan kalium pada cairan intraselular.¹³ Perubahan cairan tubuh sangat berhubungan dengan

metabolisme kalori. Sebagian sel mengambil glukosa melalui mekanisme pasif. Konsentrasi glukosa di dalam cairan ekstrasel tinggi dibandingkan dengan konsentrasi intrasel. Intrasel merupakan tempat glukosa dengan cepat mengalami metabolisme, oleh karena itu glukosa masuk mengikuti penurunan *gradient* kimianya.⁴ Konsentrasi Natrium dan Kalium di dalam cairan intrasel dan ekstrasel dipertahankan oleh suatu sistem transpor aktif $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATP-ase}$.¹²

Pada waktu lari terjadi peningkatan kebutuhan elektrolit akibat elektrolit keluar bersamaan dengan keringat yang keluar berlebihan. Tersering terjadi yaitu kehilangan natrium, klorida dan kalium. Kehilangan elektrolit terlalu banyak mengakibatkan terjadinya gangguan keseimbangan air dalam tubuh. Pada studi ini didapatkan penurunan kadar natrium pada kelompok air putih, diakibatkan natrium keluar bersamaan keringat. Kelompok glukosa dijumpai peningkatan kadar natrium yang disebabkan oleh transpor aktif sekunder glukosa. Ion natrium berikatan dengan protein pembawa pada membran luminal dan merangsang pengikatan glukosa. Setelah perubahan konformasi protein melepas natrium dan glukosa ke intrasel, kemudian kembali ke konformasinya. Ditemukannya Na^+ , $\text{K}^+\text{ATP-ase}$ di membran basolateral memompa Na^+ melawan gradien konsentrasinya ke dalam cairan ekstrasel. Tidak dijumpai perbedaan yang bermakna pada kadar kalium baik pada yang minum air putih maupun yang minum glukosa.

Kesimpulan

Latihan fisik akut menyebabkan penurunan kadar natrium serum, pemberian minuman yang mengandung glukosa 40% sebelum latihan fisik dapat mengatasinya.

Daftar Pustaka

1. Miharja L. Sistem energi dan zat gizi yang diperlukan pada olahraga aerobik dan anaerobik. *Med Indo. Perhimpunan Dokter Gizi Medik Indonesia* 2004;3:9-13
2. Suleman A. Exercise Physiology. Diambil dari URL: www.emedicine.com/sport/topic_78. Diakses pada 17 Desember 2004.
3. Nishibhata Izumi. Glucosa ingestion and performance. College of Medical Science, Mel University. Didapat dari URL: www.pnm.id/content.asp
4. Marks DB, Marks A, Smith CM. Metabolisme karbohidrat. Dalam: Suyono J, Sadikin V, Mandra LI, penyunting. *Terjemahan Basic Medical Biochemistry: Jakarta A clinical approach*. h. 335-49, 381-3, 462-3, 471-2.
5. Sunarya Yan. Gizi sebelum latihan: makanan sebelum pertandingan. Dalam: *Petunjuk gizi untuk setiap cabang olahraga*. Edisi pertama. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada; 2001. h. 93-104.
6. Ostojic SM, Sanja M. Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer test and performance. *Sport Science and Med*. 2002 Vol 1. Didapat dari: <http://www.jssm.org>.
7. Warner S, Henderson N, Pardiyaq E. Information for energy, exercise and endurance. *Endurance Research board* 2003. Vol 1 Didapat dari URL: www.mendosa.com.
8. Coyle EF. Fluid and carbohydrate replacement during exercise: how much and why? *Sport Science Exchange* 1994;7. Didapat dari URL: www.sportsci.org/2006/dsr.htm - 86k.
9. Coggan AR, Coyle EF. Effect of carbohydrate Feedings during high intensity exercise. *J Appl Physiol* 1998;65:1703-9.
10. Glesson M, Maughan RJ, Greenhalf PL. Comparison of the effect of pre exercise of glucose, glycerol and placebo on endurance and fuel homeostasis in man. *Eur J. App Physiol Occup Physio* 1988;55:645-53.
11. Febbario MA, Chiu A, Angus JD. Effect of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiology* 2000;89:2220-6. Didapat dari URL: <http://www.jap.org>.
12. Marks DB, Marks A, Smith CM. Bioenergetik sel. Dalam: Suyono J, Sadikin V, Mandra LI, penyunting. *Terjemahan Basic Medical Biochemistry: a clinical approach*. Jakarta: EGC. h. 270-84
13. Greenbaun LA. Electrolyte and acid-base disorder. Dalam: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, penyunting. *Nelson textbook of pediatrics*. Edisi ke-17. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2004. h.191-223.
14. Ford MD. Fluid, electrolyte and acid base disorder and therapy. Dalam: Hay, WW, Hayward AR, Levin MJ, Sondheimer JM, penyunting. *Current Pediatric Diagnosis and Treatment*. Edisi ke-15. Colorado: McGraw-Hill/Appleton and Lange; 2001. h. 1145-54.
15. Alatas H. Keseimbangan cairan, elektrolit dan asam basa. Dalam: Alatas H, Tambunan T, Trihono PP, Pardede SO, penyunting. *Buku Ajar Nefrology Anak*. Edisi ke-2. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2002. h. 29-50.

16. Robergs RA, Hutchinson K, Hendee SP, Madden S, Siegler J. Influence of pre-exercise acidosis and alkalosis on the kinetic of acid-base recovery following intense exercise, IJSNEM 2005;15(1). Didapat dari: <http://www.brianmac.co.uk/articles/rindexphy.htm>.
17. Robergs RA. Exercise induced metabolic acidosis: where do the proton come from ? Sports science 2001;5:2-20.
18. Ganong WF. Excitable tissue: muscle. Dalam: Review of medical physiology. Edisi ke 21. San Fransisco: McGraw Hill; 2003. h. 65-77.
19. McArdle WD, Katch FI. Energy transfer in exercise. Dalam: Exercise Physiology. Edisi ke 4. h. 121-35.
20. Bruce treadmill protocol. Didapat dari URL: <http://www.brianmac.demon.co.uk/>