
PERBEDAAN PERUBAHAN LEMAK TUBUH DAN BERAT BADAN ATLET BALAP SEPEDA PADA BERBAGAI INTENSITAS LATIHAN

Oleh:

Mirza Hapsari Sakti Titis Penggalih dan Ibtidau Niamila

Program Studi Gizi Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Penurunan persen lemak dan berat badan dapat terjadi pada latihan *endurance*. Salah satu olahraga yang termasuk latihan *endurance* adalah balap sepeda. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan berat badan dan persen lemak pada durasi latihan yang berbeda. Sebanyak 9 atlet balap sepeda dengan usia $23 \pm 3,2$ tahun, tinggi badan $168,5 \pm 4,2$ cm, dan berat badan $60,2 \pm 4,6$ kg ikut dalam penelitian ini. Perubahan berat badan dan persen lemak tubuh diukur dengan menggunakan timbangan CAMRY EF311BW sebelum dan setelah latihan. Intensitas latihan diukur menggunakan alat garmin seri EDG510. Terdapat beda signifikan ($p < 0,05$) pada perubahan persen lemak tubuh latihan ringan dibanding latihan sedang dan latihan berat. Perubahan berat badan menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) jika dibandingkan antar latihan.

Kata kunci: persentase lemak, berat badan, atlet balap sepeda, intensitas latihan

Latihan adalah aktivitas olahraga yang dilakukan secara sistematis dan berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama diikuti peningkatan beban secara bertahap dan terus menerus sesuai dengan kemampuan individu masing-masing. Tujuan latihan untuk membentuk dan mengembangkan fungsi fisiologis dan psikologis (Nasution, 2002 dalam Palar *et al.*, 2015). Beban atau intensitas latihan semakin hari semakin meningkat agar memberikan rangsangan secara menyeluruh pada tubuh (Maqsalmina, 2007 dalam Palar *et al.*, 2015). Menurut Depkes RI (2015) latihan fisik adalah bentuk aktivitas fisik yang terencana, terstruktur, dan berkesinambungan dengan melibatkan gerakan tubuh berulang-ulang serta ditujukan untuk meningkatkan kebugaran jasmani.

Latihan fisik yang terukur adalah latihan yang dilakukan terukur intensitas latihannya dengan menghitung denyut nadi dan lama waktu latihan. Waktu untuk melakukan latihan fisik disesuaikan dengan kemampuan fisik dan ditingkatkan secara bertahap dengan perlahan-lahan dengan waktu antara 20-60 menit. Mengukur intensitas latihan dapat pula menggunakan tes bicara (*talk test*) untuk menentukan latihan fisik dengan intensitas sedang. Cara melakukan tes bicara adalah dengan berbicara saat melakukan latihan fisik. Jika selama latihan fisik dilakukan subjek masih dapat mengobrol dengan santai atau menyebutkan kalimat dengan 15-20 kata, maka intensitas latihan tersebut terlalu ringan. Bila selama latihan

fisik dilakukan sambil mengobrol sudah terengah-engah, maka intensitas latihan tersebut terlalu berat (Depkes RI, 2015).

Olahraga adalah suatu bentuk aktivitas fisik yang terencana, terstruktur, dan berkesinambungan yang melibatkan gerakan tubuh berulang-ulang dengan aturan-aturan tertentu yang ditujukan untuk meningkatkan kebugaran jasmani dan prestasi (Depkes RI, 2015). Terdapat dua jenis olahraga yaitu olahraga aerobik dan anaerobik. Disebut olahraga aerobik jika komponen aerobik lebih dominan dan olahraga anaerobik jika komponen anaerobik lebih dominan. Tidak ada olahraga yang murni aerobik atau anaerobik saja (Depkes RI, 2006).

Olahraga aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara terus-menerus ketika kebutuhan oksigen masih dapat dipenuhi oleh tubuh. Olahraga aerobik terbagi tiga yaitu, olahraga dengan naik-turunnya denyut nadi yang relatif stabil seperti berjalan kaki, *jogging*, lari, bersepeda; olahraga dengan naik-turunnya nadi berlangsung secara bertahap seperti berenang, senam dan dansa; olahraga dengan naik-turunnya denyut nadi secara mendadak seperti olahraga permainan sepak bola, basket, voli, tenis. Olahraga anaerobik adalah olahraga yang kebutuhan oksigennya tidak dapat sepenuhnya dipenuhi oleh tubuh. Contoh olahraga anaerobik adalah angkat besi dan lari cepat 100 meter (*sprint*). Olahraga disebut terukur jika olahraga dilakukan dengan mengukur denyut nadi latihan. Untuk meningkatkan daya tahan tubuh, denyut nadi latihan harus mencapai 70% - 85% denyut nadi maksimal (220 - umur). Untuk membakar lemak dengan olahraga intensitas latihan yang lebih ringan maka denyut nadi latihan harus mencapai nilai antara 60% - 70% denyut nadi maksimal (Depkes RI, 2006).

Latihan *endurance* adalah latihan yang berlangsung lama dengan intensitas relatif rendah. Latihan *endurance* disebut pula sebagai latihan aerobik. Latihan olahraga aerobik adalah aktivitas yang bergantung pada ketersediaan oksigen untuk membantu pembakaran energi. Proses ini bergantung pada kerja organ-organ tubuh seperti jantung, paru-paru dan pembuluh darah untuk mengangkut oksigen agar pembakaran energi dapat berjalan sempurna. Aktivitas aerobik biasanya merupakan aktivitas olahraga dengan intensitas rendah hingga sedang yang dilakukan terus menerus dalam waktu yang cukup lama seperti berjalan kaki, bersepeda, dan *jogging* (Palar *et al.*, 2015).

Latihan *endurance* atau aerobik dapat dikembangkan dengan beberapa metode antara lain latihan kontinyu, latihan berselang atau interval, dan latihan sirkuit. Latihan kontinyu adalah latihan yang dilakukan terus-menerus seperti treadmill, bersepeda, dan berenang.

Latihan berselang atau latihan berinterval adalah latihan kerja dengan diselingi istirahat (recovery). Latihan sirkuit adalah latihan untuk mengembangkan kapasitas paru dan kekuatan otot. Durasi latihan *endurance* yang semakin bertambah dapat meningkatkan kebugaran, mengontrol berat badan, meningkatkan metabolisme lemak (Suharja, 2007). Latihan aerobik yang dilakukan secara terus menerus akan meningkatkan system kardiovaskular dan otot skelet sehingga dapat meningkatkan kemampuan *endurance* (Howley, 2001).

Pengeluaran energi selama latihan dapat dipengaruhi oleh intensitas, durasi dan tipe latihan (Kang, 2012). Intensitas latihan mengukur seberapa keras seseorang dapat bekerja terkait dengan kapasitas maksimal orang tersebut (Birch *et al.*, 2006). Intensitas latihan dapat diukur dari denyut nadi atau METs, denyut nadi maksimal, dan VO_2 max (Birch *et al.*, 2006; Norton *et al.*, 2009). Semakin berat intensitas latihan, maka energi yang dikeluarkan setiap satuan waktu akan semakin besar. Olahraga dengan intensitas menengah hingga tinggi dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan aerobik (Kang, 2012).

Durasi adalah kapasitas untuk melakukan latihan aerobik. Durasi latihan 45-60 menit setiap sesinya dapat bermanfaat untuk kesehatan (Boone, 2014). Durasi latihan dapat tergantung pada intensitas aktivitas yang dilakukan. Intensitas latihan berbanding terbalik dengan durasi latihan, contohnya bila terjadi peningkatan intensitas latihan maka durasi latihan akan berkurang (Birch *et al.*, 2006). Kombinasi durasi, intensitas dan frekuensi latihan dapat meningkatkan kesehatan. Intensitas latihan yang rendah atau durasi latihan pendek butuh frekuensi latihan yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang sama dengan intensitas latihan yang tinggi atau durasi latihan yang lebih lama (Mackinnon *et al.*, 2003). Frekuensi latihan adalah jumlah sesi latihan yang dilakukan setiap hari, minggu, atau bulan (Howley, 2001).

Latihan aerobik yang melibatkan banyak otot untuk aktivitas menyebabkan peningkatan denyut nadi dan pengeluaran energi (Howley, 2001). Protein, lemak, dan karbohidrat adalah sumber bahan bakar untuk kontraksi otot. Penggunaan dari masing-masing bahan bakar tersebut bergantung pada intensitas dan durasi latihan. Olahraga intensitas tinggi dengan durasi singkat menggunakan produksi metabolisme *adenosine trifosfat* (ATP) anaerobik sehingga bahan bakar yang digunakan hanya glukosa dan glikogen. Metabolisme anaerobik adalah produksi energi dari glukosa tanpa adanya oksigen. Asam lemak tidak dapat digunakan untuk memproduksi ATP pada olahraga intensitas tinggi karena lemak tidak dipecah secara cepat untuk menghasilkan energi (Mahan dan Escott-

Stump, 2008). Latihan anaerobik yang dilakukan pada intensitas yang sangat tinggi, sebagian besar energinya berasal dari proses glikolisis dan simpanan fosfokreatin (Howley, 2001).

Pada olahraga dengan intensitas menengah seperti *jogging*, *gymnastic*, dan bersepeda setengah energi untuk aktivitasnya berasal dari glikogen otot dan setengahnya berasal dari glukosa darah dan asam lemak. Olahraga dengan intensitas menengah hingga ringan contohnya berjalan bahan bakarnya berasal dari metabolisme aerobik yang menggunakan lemak sebagai sumber utama penghasil ATP. Metabolisme aerobik adalah transfer penggunaan energi melalui fosforilasi oksidatif pada rantai pernafasan dengan adanya oksigen. Selain intensitas latihan, durasi latihan menentukan energi yang digunakan selama latihan. Semakin meningkatnya durasi latihan, maka metabolisme aerobik semakin meningkat dan semakin banyak memproduksi ATP dari asam lemak (Mahan dan Escott-Stump, 2008).

Pada olahraga daya tahan (*endurance*) produksi energi dalam tubuh menggunakan sistem metabolisme aerobik dengan membakar karbohidrat, lemak dan sedikit pemecahan protein. Metabolisme aerobik adalah proses metabolisme yang membutuhkan oksigen agar dapat menghasilkan ATP dengan sempurna. Simpanan karbohidrat (glukosa darah, glikogen otot dan hati) dan lemak (trigliserida) merupakan sumber energi utama untuk pembentukan energi secara aerobik pada saat berolahraga (Hernawati, 2008). Selain karbohidrat dan lemak, olahraga aerobik juga menggunakan sebagian kecil pemecahan simpanan protein (kurang dari lima persen) untuk menghasilkan ATP (Palar *et al.*, 2015).

Jaringan adiposit merupakan jaringan yang tersebar merata pada tubuh manusia. Jaringan adipose biasa ditemukan pada jaringan subkutan penghubung yang longgar dan juga mengelilingi organ internal. Jaringan adiposit terbagi menjadi dua yaitu lemak putih dan lemak coklat. Lemak putih yang tersebar luas merupakan tempat metabolisme lemak dan penyimpanannya. Lemak coklat relatif jarang ditemukan dan memiliki fungsi utama untuk menghasilkan panas tubuh, sangat penting untuk bayi yang baru lahir. Jaringan adiposit putih merupakan cadangan energi terbesar dan memiliki fungsi utama untuk menyimpan triasilgliserol (TG) saat terjadi kelebihan energi. Selain itu jaringan adipose putih juga berguna untuk melepaskan energi dalam bentuk asam lemak bebas selama kehilangan energi (Niemela *et al.*, 2008).

Jaringan lemak subkutan merupakan bagian utama dari jaringan adipose yang dapat ditemukan dibawah kulit. Pada atlet elit jumlah lemak yang disimpan pada jaringan adiposa berkisar antara 10-25% pada perempuan dan 5-15% pada laki-laki (Brounds, 2002).

Meskipun bukan yang terpenting, lemak merupakan bahan bakar yang paling awal dibakar saat latihan dengan intensitas ringan hingga menengah (Mahan dan Escott-Stump, 2008). Jumlah simpanan lemak dalam tubuh yang banyak dapat menggambarkan banyaknya sumber bahan bakar untuk otot. Asam lemak yang tersimpan pada jaringan adipose dan sel otot adalah salah satu sumber energi untuk metabolisme saat latihan (Maughan, 2000). Umumnya asal energi yang digunakan saat latihan *endurance* dalam waktu yang lama berasal dari lemak subkutan jaringan adipose (Bircher *et al.*, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan berat badan dan persen lemak pada intensitas latihan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan metode survei. Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran langsung (data primer) terhadap berat badan dan persen lemak tubuh. Variabel bebas pada penelitian ini adalah berat badan dan persen lemak tubuh. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah intensitas latihan yang terbagi menjadi tiga kategori yaitu intensitas latihan ringan, sedang, dan berat (Tabel 2).

Subjek

Sebanyak sembilan orang laki-laki yang tergabung dalam *Pegasus Continental Cycling Team* diambil data berat badan dan persen lemak tubuh. Subjek memiliki rentang usia 18 – 27 tahun, tinggi badan 162 – 176 cm, dan berat badan 52,6 – 67 kg (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Minimum	Maksimum	Rata-rata±Standar deviasi
Usia	18	27	23±3,2
Tinggi badan	162,1	176,1	168,5±4,2
Berat badan	52,6	67	60,2±4,6

Desain

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2015. Berat badan dan persen lemak tubuh subjek diukur menggunakan timbangan CAMRY EF311BW saat sebelum dan setelah latihan. Saat dilakukan penimbangan atlet menggunakan pakaian yang tipis dan kering serta

tidak menggunakan perlengkapan lain seperti jam tangan, topi, garmin, ataupun aksesoris lain. Pengukuran durasi latihan menggunakan alat garmin seri EDG510. Garmin dipasang pada sepeda dan dikoneksikan dengan alat bersensor yang dipasang di tubuh. Garmin dapat merekam jarak latihan, durasi lamanya latihan, dan kecepatan latihan. Intensitas latihan dibagi menjadi latihan ringan, latihan sedang, dan latihan berat (Tabel 1). Perubahan berat badan dan persen lemak tubuh diperoleh dari selisih berat badan dan persen lemak tubuh sebelum dan setelah latihan.

Analisis data

Data berat badan dan persen lemak tubuh termasuk jenis data interval, sedangkan data intensitas latihan termasuk jenis data ordinal. Analisis data menggunakan uji statistic *one way* ANOVA. Ketika uji *one way* ANOVA menunjukkan nilai p yang signifikan maka dilanjutkan dengan tes Tukey *post hoc* untuk mengetahui variabel yang memiliki nilai signifikan. Statistik dinyatakan signifikan atau bermakna jika nilai $p < 0,05$. Rata-rata jarak dan waktu latihan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas latihan. Sedangkan rata-rata kecepatan terbesar adalah pada latihan sedang dan yang terkecil pada latihan ringan.

Tabel 2. Karakteristik Latihan

Intensitas Latihan	Jarak (km)	Waktu (jam)	Kecepatan (km/jam)
Latihan ringan	38,6±6,0	1,96±0,15	19,9±4,4
Latihan sedang	92,1±17,8	3,30±0,72	28,1±2,4
Latihan berat	146,5±12,4	5,34±0,37	27,5±2,2

HASIL PENELITIAN

Terjadi penurunan persen lemak tubuh dan berat badan baik pada latihan ringan, latihan sedang, maupun latihan berat. Semakin meningkatnya intensitas latihan dan semakin lama durasi latihan maka semakin besar penurunan yang terjadi pada persen lemak tubuh dan berat badan. Hasil uji *one way* ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada persen lemak tubuh dan berat badan antara latihan ringan, latihan sedang dan latihan berat ditunjukkan dengan nilai $p < 0,000 < 0,05$ (Tabel 4).

Tabel 3. Berat Badan dan Persen Lemak Tubuh

Intensitas Latihan	Berat badan sebelum latihan (kg)	Berat badan setelah latihan (kg)	Lemak tubuh sebelum latihan (%)	Lemak tubuh setelah latihan (%)
Latihan ringan	59,8±4,6	59,4±4,6	15,7±3,9	15,4±3,9
Latihan sedang	60,0±4,6	58,9±4,5	16,3±4,1	15,1±4,0
Latihan berat	60,0±4,6	58,4±4,4	16,1±4,0	14,8±3,9

Rata-rata berat badan subjek sebelum latihan ringan, sedang maupun latihan berat cenderung stabil, sedangkan rata-rata persentase lemak tubuh sebelum latihan bersifat fluktuatif (Tabel 3). Rata-rata berat badan dan rata-rata persentase lemak tubuh setelah latihan mengalami penurunan yang semakin besar seiring dengan meningkatnya intensitas latihan. Penurunan terkecil terjadi pada latihan ringan dan penurunan terbesar terjadi pada latihan berat (Tabel 4).

Tabel 4. Perubahan Berat Badan dan Persen Lemak Tubuh

Variabel	Rerata ± Standar Deviasi			Beda rerata±standar error	Nilai p
	L1	L2	L3		
Persen lemak tubuh				^a 0.76±0.15	¹ 0.000*
	-0,28±0,16	-1,25±0,68	-1,35±0,33	^b 1.27±0.15	² 0.000*
				^c 0.51±0.15	³ 0.882
Berat badan				^a 0.97±0.21	¹ 0.000*
	-0,36±0,15	-1,12±0,28	-1,63±0,43	^b 1.07±0.21	² 0.000*
				^c 0.10±0.21	³ 0.005*

Keterangan: Tanda minus menunjukkan terjadinya penurunan berat badan dan persen lemak tubuh

* Beda signifikan $p < 0,05$

L1: Latihan ringan

L2: Latihan sedang

L3: Latihan berat

a: Beda rerata L1 dengan L2

b: Beda rerata L1 dengan L3

c: Beda rerata L2 dengan L3

1: Nilai p L1 dengan L2

2: Nilai p L1 dengan L3

3: Nilai p L2 dengan L3

Tes Tukey *post hoc* menunjukkan bahwa terdapat beda signifikan ($p < 0,05$) pada perubahan persen lemak tubuh latihan ringan dibanding latihan sedang dan latihan berat. Nilai perubahan persen lemak tubuh paling besar terjadi pada perubahan persen lemak tubuh

latihan ringan dibandingkan latihan berat (1.27 ± 0.15). Perbedaan signifikan ($p < 0,05$) terjadi pada perubahan berat badan yang dibandingkan antar latihan (Tabel 4). Perbedaan perubahan berat badan terbesar ditunjukkan oleh latihan ringan dibandingkan dengan latihan berat ($1,07 \pm 0.21$).

PEMBAHASAN

Olahraga atau aktivitas fisik adalah cara mudah untuk menjaga kesehatan, selain itu olahraga atau aktivitas fisik juga dapat menjadi salah satu solusi untuk menurunkan berat badan dan lemak tubuh apabila dilakukan dengan intensitas, durasi dan frekuensi yang tepat. Latihan aerobik atau *endurance* merupakan salah satu latihan yang banyak dilakukan untuk dapat menurunkan berat badan dan lemak tubuh. Patrilasni (1997) dalam Purwanto (2011) menyatakan bahwa dalam kurun waktu 12 minggu setelah melakukan senam aerobik, persentase lemak badan menurun secara bermakna sebesar 3,42%.

Aktivitas fisik yang meningkat akan meningkatkan metabolisme basal pada sel-sel tubuh, hal ini memfasilitasi mobilisasi dan oksidasi lemak terutama pada jaringan adiposa visceral yang akan menyebabkan penurunan kadar lemak tubuh (Dewi *et al.*, 2015). Individu yang terlatih memiliki otot yang berkapiler dan bermitokondria lebih banyak serta dapat meningkatkan kapasitas untuk menyimpan karbohidrat dan mengoksidasi lemak (Psilander, 2014). Peningkatan penggunaan lemak sebagai energi pada latihan *endurance* terjadi selama latihan submaksimal (Gropper *et al.*, 2009). Faktor lain yang berperan pada oksidasi lemak adalah proliferasi kapiler otot skelet yang meningkatkan pelepasan asam lemak ke otot, peningkatan karnitin transferase yang memudahkan transportasi asam lemak melewati membran mitokondria, dan peningkatan asam lemak pengikat protein yang mengatur transportasi asam lemak miosit (Horowitz dan Klein, 2000).

Oksidasi asam lemak menghalangi penggunaan glukosa dan glikolisis di dalam otot skelet. Pada latihan dengan intensitas yang sama, atlet yang terlatih memiliki konsentrasi asam lemak plasma yang lebih rendah dan lipolisis jaringan adipose yang lebih kecil dibandingkan yang tidak terlatih. Dibandingkan simpanan adiposit triasilgliserol, atlet terlatih menggunakan asam lemak yang bersumber dari simpanan *intramuscular* triasilgliserol. Setelah latihan *intramuscular* triasilgliserol digantikan dengan asam lemak dari plasma. Peningkatan asam lemak bebas di plasma berasal dari lipolisis adiposit. Hasil dari proses ini adalah penurunan ukuran jaringan adiposa (Gropper *et al.*, 2009).

Kebanyakan asam lemak yang dioksidasi selama latihan dengan intensitas rendah (25% VO_2 max) berasal dari asam lemak plasma. Seiring peningkatan intensitas latihan, terjadi peningkatan *intramuscular* triasilgliserol mencapai sekitar setengah total lemak yang teroksidasi. Total lemak yang teroksidasi selama latihan dengan intensitas tinggi (> 70% VO_2 max) lebih rendah dibandingkan saat latihan dengan intensitas menengah meskipun pengeluaran energi selama latihan tersebut tergolong tinggi. Pembatasan penggunaan lemak selama latihan dengan intensitas tinggi berasal dari penurunan sirkulasi asam lemak yang disebabkan penurunan pelepasan asam lemak dari jaringan adiposit. Selain itu pembatasan oksidasi lemak selama latihan dengan intensitas tinggi kemungkinan berhubungan dengan peningkatan metabolisme glikogen di dalam otot (Horowitz dan Klein, 2000).

Selain pengaruh intensitas latihan, kecepatan oksidasi lemak juga dipengaruhi oleh durasi latihan yang dilakukan pada setiap intensitas. Perubahan lemak menjadi energi meningkat ketika latihan dilakukan pada periode waktu yang lama (Achten *et al.*, 2002). Dalam penelitian ini atlet mengalami penurunan lemak tubuh 0,28% dan berat badan 0,36 kg

setelah melakukan latihan ringan dengan rerata jarak 38,6 km ditempuh dengan waktu 1,96 jam pada kecepatan 19,9 km/jam. Pada saat latihan dengan intensitas sedang, atlet kehilangan berat badan 1,12 kg dan lemak tubuh 1,25% setelah menempuh rerata jarak 92,1 km dalam waktu 3,30 dengan kecepatan 28,1 km/jam. Sedangkan pada latihan berat yang ditempuh dengan rerata jarak 146,5 dalam waktu 5,34 jam dengan kecepatan 27,5 km/jam terjadi penurunan lemak tubuh 1,35% dan berat badan 1,63 kg. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya durasi latihan maka semakin besar lemak yang dibakar. Hal ini sejalan dengan teori yang telah dikemukakan sebelumnya.

Pada jarak 2.272 km yang ditempuh oleh *ultraendurance* atlet terjadi kehilangan berat badan sebanyak 2 kg, penurunan massa lemak sebesar 13,8%, massa lemak bebas sebesar 1,9%, dan lemak tubuh sebesar 0,96% (Bircher *et al.*, 2006). *Ultraendurance* atlet yang menempuh pertandingan sejauh 8.835 km selama 44 hari terjadi penurunan massa lemak sebesar 38,3%, massa lemak bebas 2,8%, dan lemak tubuh 6,4%. *Ultraendurance* atlet menggunakan lemak yang bersumber dari adiposa subkutan sebagai bahan energi utama pada pertandingan dengan durasi yang lama. Sebagian besar berat badan yang berasal dari simpanan lemak digunakan pada saat tubuh kekurangan energi selama pertandingan. Hal ini ditunjukkan dengan penggunaan simpanan adiposa internal (Jagim *et al.*, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Bischoff *et al.* (2013) pada pertandingan sepeda *ultraendurance* sejauh 600km terjadi penurunan berat badan ($1,5 \pm 1,2$ kg) yang berkorelasi dengan penurunan estimasi massa lemak ($1,5 \pm 1,1$ kg) ($r = 0,20$, $P = 0,03$). Kecepatan sepeda dalam pertandingan tersebut tergolong pelan ($23,5 \pm 4$ km/jam) sehingga diduga tidak terdapat otot yang rusak. Penurunan berat badan ditunjukkan dengan penurunan jaringan adiposa subkutan sebagai sumber energi. Penurunan jaringan adiposa subkutan terjadi pada tubuh bagian atas maupun bagian bawah dengan penurunan terbesar terjadi pada skinfold yang paling tebal. Perubahan relatif pada lemak visceral atau lemak subkutan yang terjadi bersamaan dengan perubahan berat badan dapat dipengaruhi pula oleh jumlah awal jaringan adiposa total dan jenis kelamin subjek (Dewi *et al.*, 2015).

Menurut Maughan *et al.* (2007) kehilangan berat badan dapat berasal dari oksidasi substrat dalam tubuh, oksidasi air, dan hilangnya air akibat pelepasan glikogen. Oksidasi substrat dalam tubuh adalah oksidasi bahan bakar metabolik (karbohidrat, lemak, dan protein) saat latihan. Oksidasi tersebut menghasilkan karbondioksida yang hilang saat bernapas dan menyisakan air yang dihitung sebagai berat badan. Oksidasi substrat yang terjadi kemudian menghasilkan oksidasi air. Air dapat hilang akibat pelepasan glikogen. Glikogen dalam

jaringan berkaitan dengan sejumlah air, ketika glikogen otot banyak berkurang selama latihan maka beberapa air tidak akan berikatan dengan glikogen dan menyebabkan perubahan berat badan.

KESIMPULAN

Kehilangan berat badan karena oksidasi glikogen otot dan hati serta simpanan asam lemak menggambarkan kehilangan berat badan tanpa melalui keringat selama latihan (Baker *et al.*, 2009). Kehilangan berat badan yang akut menunjukkan level terjadinya kehilangan air. Diasumsikan bahwa kehilangan berat badan 1 gram sama dengan 1 ml cairan. Cairan yang banyak hilang adalah keringat (Driskell dan Wolinsky, 2011). Biasanya keringat keluar sekitar 2 hingga 3 liter per jam sehingga penurunan berat badan 2-3% dapat terjadi pada saat latihan. Banyaknya keringat yang dikeluarkan tergantung pada adaptasi masing-masing individu. Pada latihan yang sama dan kondisi yang sama setiap individu dapat mengeluarkan keringat dalam jumlah yang berbeda (Shireffs, 2009).

Ketika jumlah keringat dapat diprediksi secara akurat dari perubahan berat badan maka dapat diketahui bahwa hilangnya berat badan saat latihan hanya berasal dari pengeluaran keringat, pertukaran oksigen dan karbon dioksida, dan air yang keluar dari pernapasan. Jumlah keringat yang diperkirakan selama latihan dengan durasi sekitar 60 menit dapat diprediksi dengan jumlah kesalahan yang relatif kecil. Namun karena pertukaran gas secara metabolik dan kehilangan air dari pernapasan terhitung sekitar 5% hingga 15% dari kehilangan berat badan selama latihan maka kehilangan keringat akan menunjukkan hasil yang terlalu tinggi saat melakukan latihan selama berjam-jam apabila faktor yang berpengaruh terhadap berat badan ini diabaikan (Montain, 2008). Simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini antara lain 1) Semakin besar jarak dan waktu latihan terjadi penurunan persen lemak tubuh dan berat badan yang semakin besar. 2) Terdapat perbedaan signifikan pada perubahan persen lemak tubuh latihan ringan dibandingkan latihan sedang maupun latihan berat. 3) Terdapat perbedaan signifikan perubahan berat badan latihan ringan dibandingkan latihan sedang maupun latihan berat dan latihan sedang dibandingkan latihan berat. 4) Pada olahraga balap sepeda persentase lemak tubuh dapat lebih banyak diturunkan jika latihan dilakukan pada intensitas menengah (durasi 2-3 jam dengan rata-rata kecepatan 28 km/jam).

DAFTAR PUSTAKA

- Achten, Juul, Michael Gleeson, Asker E. Jeunckendrup. (2002). Determination of the Exercise Intensity that Elicit Maximal Maximal Fat Oxidation. *American College of Sports Medicine Journal*.
- Baker, Lindsay B., James A. Lang, W. Larry Kenney. (2009). Change in Body Mass Accurately and Reliably Predicts Change in Body Water after Endurance Exercise. *European Journal Applied Physiology*, 105, 959-967
- Birch, Karen, D. Maclaren, K. George. (2006). *Sport and Exercise Physiology*. New York: BIOS Scientific Publishers
- Bircher, Stefan, Andreas Enggist, Thomas Jehle, Beat Knechtle. (2006). Effect of An Extreme Endurance Race on Energy Balance and Body Composition-A Case Study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5:154-162
- Bischol, Martin, Beat Knechtle, Christoph A. Riist, Patrizia Knechtle, Thomas Rosemann. (2013). Change in Skinfold Thicknesses and Body Fat in Ultra-Endurance Cyclist. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4 (1), Maret, pp 15-22
- Boone, Tommy. (2014). *Introduction to Exercise Physiology*. USA: Jones & Barlet Learning
- Brouns, Fred. (2002). *Essential of Sports Nutrition Second Edition*. England: John Wiley and Sons, Ltd
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2006). *Pedoman Olahraga di Puskesmas*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Info datin: Pembinaan Kesehatan Olahraga di Indonesia*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
- Dewi, Putri Kania, Ieva B. Akbar, Arief Budi Yulianti. (2015). *Hubungan Kebugaran Jasmani dan Lemak Tubuh pada Kelompok Senam dan Kelompok Tidak Senam*. Prosiding Penelitian Sivitas Akademika, Universitas Islam Bandung
- Driskell, Judy A. dan Wolinsky, Ira. (2011). *Nutritional Assesement of Athletes Second Editions*. New York: CRC Press
- Gropper, Sareen S, Jack L. Smith, James L. Groff. (2009). *Advance Nutrition and Human Metabolism, Fifth Edition*. Wadsworth: Cengage Learning
- Hernawati. (2008). Produksi Asam Laktat pada Exercise Aerobik dan Anaerobik. Diakses pada 14 Desember 2015 di
- Horowitz, Jeffrey F dan Klein, Samuel. (2000). Lipid Metabolism During Endurance Exercise. *American Journal Of Clinical Nutrition*, 72(suppl):558S-63S
- Howley, Edward T. (2001). Type of Activity: Resistance, Aerobic, and Leisure Versus Occupational Physical Activity. *American College of Sports Medicine Journal*
- http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/197003311997022-HERNAWATI/FILE_2.pdf
- Jagim, Andrew, Levers Kyle, Elfego Galvan, Dustin Jubert, Chris Rsmussen, Mike Greenwood, Richard B. Kreider. (2014). Effect of an Ultra-Endurace Event on Body

- Composition, Exercise Performance, and Markers of Clinical Health: A Case Study. *Bioenergetics*, 3:119
- Kang, Jie. (2012). *Nutrition and Metabolism in Sport, Exercise and Health*. New York: Routledge
- Mackinnon, Laurel T., Carrie B. Ritchie, Sue L. Hooper, Peter J. Abernethy. (2003). *Exercise Management: Concept and Professional Practice*. USA: Human Kinetics
- Mahan, L. Katherine dan Escott-Stump, Sylvia. (2008). *Krause's Food and Nutrition Therapy 12th Edition*. Canada: Elsevier
- Maughan, Ronald J. *Nutrition in Sport*. (2000). London: Blackwell Science, Ltd
- Maughan, Ronald J., Susan M. Shirreffs, John B. Leiper. (2007). Errors in Estimation of Hydration Status from Changes in Body Mass. *Journal of Sport Sciences*, 25(7), Mei, 797-804
- Montain, Scott J. 2008. Hydration Recommendations for Sport 2008. *Current Sport Medicine Report American College of Sport Medicine Journal* 7(4) pp. 187-192
- Niemela, S., S. Miettinen, J.R. Sarkanen dan N. Ashammakhi. (2008). Adipose Tissue and Adipocyte Differentiation: Molecular and Cellular Aspects and Tissue Engineering Applications. *Journal Topic in Tissue Engineering* Vol. 4
- Norton, Kevin, Lynda Norton, Daryl Sadgrove. (2009). Position Statement on Physical Activity and Exercise Intensity Terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2010) 496-502
- Palar, Chrisly M., Djon Wongkar, Shane H. R. Ticoalu. (2015). Manfaat Latihan Olahraga Aerobik Terhadap Kebugaran Fisik Manusia. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 3(1), Januari-April 2015
- Psilander, Niklas. (2014). *The Effect of Different Exercise Regimens on Mitochondrial Biogenesis and Performance*. Thesis for Doctoral Degree, Stockholm Karolinska Institutet
- Purwanto. (2011). Dampak Senam Aerobik terhadap Daya Tahan Tubuh dan Penyakit. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 1 (1), Juli.
- Suharjana. (2007). Latihan Endurance dan Ventilasi Paru. *MEDIKORA*, III (2), Oktober, 149-172.