

## PENGARUH KELEMBABAN RELATIF TERHADAP PERUBAHAN SUHU TUBUH LATIHAN

I Nengah Sandi\*, I Gede Ariyasa\*\*, I Wayan Teresna\*\*\*, Kunjung Ashadi\*\*\*\*

\*Program Studi Magister Fisiologi Olahraga Universitas Udayana

\*\*Fakultas Ilmu Kesehatan, Sain, dan Teknologi, Universitas Dhyana Pura

\*\*\*Politeknik Negeri Bali

\*\*\*\*Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya

### ABSTRAK

Latihan fisik dapat menyebabkan berbagai perubahan fungsi tubuh diantaranya adalah peningkatan terhadap suhu tubuh. Peningkatan suhu tubuh ini disebabkan karena sebagian besar energi saat aktivitas diubah menjadi panas. Panas yang dihasilkan itu harus segera dikeluarkan agar homeostasis tubuh berjalan dengan baik. Kecepatan pengeluaran panas tubuh tergantung dari faktor lingkungan, diantaranya adalah suhu dan kelembaban relatif udara. Semakin meningkat kelembaban udara, semakin meningkat pula suhu tubuh saat latihan dan sebaliknya semakin menurun kelembaban relatif udara maka suhu tubuh akan semakin menurun. Perubahan suhu tubuh ini tidak terus menurun, akan tetapi diatur oleh sistem saraf. Peningkatan panas tubuh berkelanjutan dapat disebabkan karena latihan fisik berkepanjangan dalam waktu yang lama yang dilakukan dalam ruangan dengan kelembaban yang tinggi. Peningkatan suhu tubuh ini dapat disebabkan karena menurunnya cairan tubuh akibat dari pengeluaran keringat berlebih. Untuk menanggulangi penurunan cairan tubuh maka perlu mengkonsumsi cairan yang sesuai dengan cairan yang keluar. Artikel ini ditulis dengan tujuan untuk menguraikan efek dari latihan fisik terhadap perubahan suhu tubuh.

*Kata kunci: latihan fisik, kelembaban relative, suhu tubuh, pengeluaran keringat, cairan tubuh*

### EFFECT OF RELATIVE HUMIDITY ON BODY TEMPERATURE CHANGES

#### ABSTRACT

Physical exercise can cause changes in body functions such as an increase in the body temperature. Increased body temperature is caused because most of the energy is converted to heat when activity. The resulting heat must be removed in order to homeostasis of the body running well. Free body heat expenditure depends on environmental factors, such as temperature and relative humidity. Increasing humidity, also increase the body temperature during exercise and conversely the relative humidity decreases the body temperature will decrease. Changes in body temperature does not continue to decline, but is regulated by the nervous system. Continuous increase in body heat can be caused by physical exercise sustained for a long time were conducted in a room with high humidity. Increased body temperature can be caused due to decreases in body fluids as a result of excessive sweating. To cope with a decrease in body fluids then need to consume liquids in accordance with the juices. This article was written with the purpose of outlining the effects of physical exercise on changes in body temperature.

*Keywords: physical exercise, relative humidity, body temperature, sweating, body fluids*

## PENDAHULUAN

Latihan fisik merupakan aktivitas yang dilakukan yang merupakan akibat dari kontraksi otot dengan melibatkan sistem lokomotorik untuk menjalankan kegiatan sehari-hari. Latihan fisik ini menyebabkan suatu perubahan yang terjadi pada tubuh manusia, baik secara akut maupun secara kronis.

Latihan fisik secara teratur dalam waktu cukup lama yaitu kurang lebih 30 menit dapat menyebabkan perubahan terhadap fungsi tubuh yaitu tekanan darah dan frekuensi denyut nadi istirahat.<sup>1</sup> Selanjutnya Durstine<sup>2</sup> menyatakan, peningkatan latihan fisik akan menyebabkan penurunan terhadap risiko penyakit jantung. Di samping itu, latihan fisik secara teratur dan terprogram juga dapat meningkatkan konsumsi oksigen maksimum ( $VO_2$ Maks).  $VO_2$ Maks ini dibatasi oleh kemampuan sistem respirasi, kemampuan jantung, serta kemampuan otot untuk melakukan kontraksi.<sup>3</sup> Latihan fisik atau aktivitas fisik secara berkesinambungan dapat meningkatkan massa otot dan tulang, meningkatkan pertahanan antioksidan, dan menurunkan denyut nadi istirahat.<sup>4</sup>

Efek akut dari latihan fisik adalah peningkatan terhadap tekanan darah, frekuensi pernapasan, frekuensi denyut jantung, dan suhu tubuh (Kuntaraf dan Kuntaraf, 2009).<sup>4</sup> Latihan fisik dengan intensitas berat selama 20 menit akan meningkatkan suhu tubuh dari 37 °C menjadi 40°C.<sup>5</sup>

Efek yang merugikan akan diperberat apabila latihan fisik dilakukan dalam waktu yang lama pada kelembaban relatif udara yang tinggi. Kelembaban relatif yang tinggi akan mempercepat peningkatan pengeluaran cairan tubuh melalui keringat. Pengeluaran cairan tubuh berlebih ini bertujuan untuk meningkatkan pembuangan panas tubuh, karena panas tubuh bersamaan keluar melalui keringat.<sup>6,7</sup> Latihan fisik secara aerobik dalam waktu lama, akan menurunkan cairan tubuh.<sup>8</sup> Didapatkan terjadi peningkatan pengeluaran cairan tubuh secara bermakna saat latihan fisik pada kelembaban udara 40% dibandingkan dengan kelembaban 50% dan

60%.<sup>9</sup> Dengan menurunnya cairan tubuh saat latihan fisik, maka viskositas darah akan meningkat.<sup>10</sup> Hal ini akan berakibat terhadap peningkatan kerja jantung.<sup>11</sup> Mengonsumsi cairan yang cukup akan memperlancar pengeluaran panas tubuh melalui konveksi.<sup>12,13</sup>

Didapatkan bahwa ada hubungan positif antara kelembaban relatif udara dengan suhu tubuh pada saat latihan fisik.<sup>14</sup> Hasil penelitian Sandi dkk.,<sup>15</sup> bersepeda statis selama 2X30 menit dalam ruangan dengan kelembaban relatif 40% lebih baik daripada kelembaban relatif 50% dan 60% dalam memperlambat peningkatan suhu tubuh latihan. Selanjutnya hasil penelitian Gonzalez-Alonso<sup>16</sup>, latihan berkepanjangan pada kelembaban tinggi, suhu tubuh dapat meningkat mencapai 40°C. Melalui hasil penelitiannya didapatkan, ada peningkatan suhu tubuh pada sembilan orang yang diberikan latihan bersepeda selama dua jam pada kelembaban 80% dibandingkan dengan kelembaban 59%.<sup>17</sup>

Suhu tubuh yang diperoleh dari aktivitas otot lurik, otot polos, otot jantung dan bahkan impuls saraf serta asimilasi makanan melalui suatu sistem pengaturan berusaha dikeluarkan dari dalam tubuh melalui berbagai cara.<sup>18</sup> Pengaturan suhu tubuh dilakukan oleh organ yang terletak di dasar ventrikel otak ke-3 yaitu hipotalamus. Hipotalamus bekerja tergantung dari karakteristik lingkungan melalui suatu respon kontriksi - dilatasi atau menggigil - berkeringat.<sup>11</sup>

Pada artikel ini akan diuraikan secara terperinci tentang pengertian dan pengukuran suhu tubuh, faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan suhu tubuh, pengaturan suhu tubuh, cara perpindahan suhu tubuh, dan efek yang ditimbulkan akibat peningkatan suhu tubuh.

## PEMBAHASAN

### A. Pengertian dan Lokasi Pengukuran Suhu Tubuh

Suhu tubuh merupakan ukuran kuantitas dari keadaan panas dinginya tubuh yang dinyatakan dalam derajat Celsius (°C).

Pengukuran suhu tubuh ini dilakukan dengan alat termometer yaitu termometer klinik. Termometer klinik dapat berupa termometer airraksa, ataupun termometer digital. Jenis termometer yang kedua ini belakangan ini sangat banyak diminati karena pariasinya cukup banyak, penunjukannya yang akurat dan lebih mudah melakukan pengukuran.

Suhu tubuh dapat diukur pada sublingual (di bawah lidah), rektal (dubur), dan aksila (ketiak). Pengukuran ketiga tempat ini memberikan informasi yang berbeda. Temperatur rektal 0,3-0,5 °C lebih tinggi dari pada temperatur aksila sedangkan temperatur permukaan kulit bervariasi sesuai dengan tempat pengukuran. Kulit kepala mempunyai temperature yang lebih tinggi dibandingkan dengan di daerah lainnya seperti badan, tangan, atau kaki.<sup>11</sup>

Suhu rektal dapat mencerminkan suhu inti tubuh (*core temperature*). Pengukuran pada daerah ini paling sedikit dipengaruhi oleh faktor lingkungan, baik suhu maupun kelembaban relatif udara. Suhu sublingual 0,5 lebih rendah dibandingkan dengan suhu rektal. Pengukuran pada sublingual sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah makanan/minuman yang panas atau dingin, merokok, mengunyah permen karet, dan bernapas melewati mulut. Di samping tempat pengukuran, faktor waktu pengukuran juga sangat berpengaruh. Suhu tubuh pada saat tidur relatif lebih rendah dibandingkan saat terjaga, yang mencapai temperature terendah pada pukul 06.00 pagi dan tertinggi pada malam hari.<sup>18</sup>

Dalam olahraga biasanya dilakukan pengukuran pada sublingual atau dengan menggunakan termometer infra merah yang banyak dijual dipasaran. Pengukuran pada daerah lain dipermukaan tubuh (seperti di aksila dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan keringat sedangkan pengukuran di rektal cukup sulit dan tidak etis dilakukan.

## **B. Faktor Yang Mempengaruhi Peningkatan Suhu Tubuh**

Sumber panas atau suhu tubuh sebagian besar dipengaruhi oleh aktivitas dari otot rangka. Saat olahraga tubuh

menghasilkan banyak panas. Panas ini dihasilkan karena efisiensi dari gerak tubuh berkisar di antara 20-30%. Ini berarti bahwa energi yang diperlukan untuk gerak tubuh hanya sebanyak maksimum 30% diubah menjadi gerak sedangkan sisanya sebanyak 70% diubah menjadi panas.<sup>6</sup>

Selain aktivitas otot lurik panas juga didapat dari aktivitas otot polos, otot jantung dan bahkan infuls saraf.<sup>18</sup> Hal ini dapat dimengerti bahwa pada saat tidur tidak ada atau sangat minim sekali aktivitas otot lurik, akan tetapi panas tubuh masih tetap dipertahankan. Panas ini tentunya didapatkan dari aktivitas otot jantung yang tidak pernah berhenti, dan pencernaan makanan pada sistem pencernaan juga tetap bekerja. Ketika kita mimpi buruk, tekanan darah, denyut nadi, dan suhu tubuh juga meningkat.

Pendapat lain adalah terdapat beberapa hal yang mempengaruhi peningkatan suhu tubuh diantaranya adalah 1). laju metabolisme basal semua sel tubuh, 2). Laju metabolisme tambahan yaitu aktivitas otot, 3). metabolisme yang disebabkan karena hormon tiroksin, hormon pertumbuhan dan testosteron, 4). metabolisme yang disebabkan karena epinefrin, norepinefrin, dan rangsangan simpatis pada sel, 5). metabolisme yang disebabkan karena meningkatnya aktivitas kimia di dalam sel pada saat terjadi peningkatan suhu dan, 6). metabolisme untuk pencernaan, absorpsi, dan penyimpanan makanan.<sup>19</sup>

Ganong<sup>18</sup> mengatakan, pembentukan panas tubuh dapat terjadi walaupun tidak ada asupan makanan dan atau kontraksi otot. Epinefrin dan nor epinefrin menyebabkan terjadinya peningkatan panas yang cepat dan singkat sedangkan hormone tiroid menyebabkan peningkatan suhu yang lambat dan berkepanjangan.

Selain hal di atas, demam merupakan suatu keadaan di mana terjadi peningkatan suhu tubuh di atas normal sebagai akibat peningkatan pusat pengatur suhu di hipotalamus. Selain itu demam juga berperan terhadap peningkatan perkembangan imunitas

dalam hal membantu pemulihan dan pertahanan terhadap infeksi.<sup>20</sup>

Suhu tubuh saat latihan atau aktivitas fisik juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan, kelembaban udara, kecepatan angin, jenis pakaian yang dipakai, sumber panas, serta waktu paparan panas.<sup>21</sup>

Indonesia adalah daerah tropis dengan suhu yang tinggi dan kelembaban yang tinggi pula. Umumnya orang Indonesia beraklimatisasi pada suhu antara 18-30°C dengan kelembaban relatif antara 40-60%.<sup>22</sup>

Apabila suhu lingkungan lebih tinggi daripada suhu tubuh maka tubuh akan menerima panas dari lingkungan secara konveksi. Sedangkan bila suhu lingkungan lebih rendah dari suhu tubuh maka panas tubuh akan pindah ke udara sekitar. Bila atlet biasa berlatih pada suhu 29°C kemudian akan berkompresi pada daerah dengan suhu tinggi, sebaiknya menyesuaikan diri selama 12-14 dan apabila tempat tujuan mempunyai temperature lebih rendah, maka penyesuaian hanya dibutuhkan beberapa hari.<sup>23</sup>

Kelembaban udara berperan penting terhadap penguapan keringat, apabila udara lingkungan mempunyai kelembaban yang tinggi, maka penguapan keringat akan terganggu yang berakibat terhadap peningkatan suhu tubuh. Telah dilakukan penelitian pada kelembaban udara yang berbeda pada latihan fisik yang sama. Didapatkan terjadi penurunan suhu tubuh secara bermakna pada kelembaban 40% dibandingkan kelembaban 50% dan 60%.<sup>15</sup>

### C. Pengaturan Suhu Tubuh

Pengaturan suhu tubuh (regulasi termal) adalah pengaturan dari fisiologis tubuh sehingga terjadi keseimbangan antara pembentukan panas dan pengeluaran panas sehingga suhu tubuh dapat dipertahankan konstan.<sup>18</sup>

Pengaturan suhu tubuh dilakukan oleh hipotalamus. Hipotalamus juga berperan mengintegrasikan berbagai informasi dari bagian tubuh lain, kemudian menanggapi untuk segera menyimpan atau melepaskan panas. Kerja dari organ ini tergantung dari karakteristik lingkungan. Respon tubuh

tersebut dapat berupa kontriksi atau dilatasi pembuluh darah di permukaan kulit dan juga dapat berspon menggigil atau berkeringat.<sup>11</sup>

Dengan demikian hipotalamus dapat dianggap sebagai *thermostat* yang berfungsi meningkatkan dan menurunkan suhu tubuh. Apabila informasi dari reseptor panas yang berasal dari bagian tubuh menunjukkan adanya peningkatan suhu dari yang semestinya, maka akan dibangkitkan impuls eferen dari bagian anterior hipotalamus yang akan mengaktifkan mekanisme pembuangan panas. Mekanisme ini dilakukan dengan terbentuknya vasodilatasi pembuluh darah ke kulit dan mengaktifkan kelenjar keringat.<sup>19</sup> Apabila diinformasi oleh reseptor panas terdapat penurunan suhu tubuh, maka mekanisme penyimpanan panas akan aktif. Selanjutnya diikuti dengan terjadinya vasokonstriksi pembuluh darah ke kulit dan tubuh menggigil.<sup>5</sup>

### D. Cara Perpindahan Suhu Tubuh

Meningkatnya produksi panas tubuh karena latihan fisik harus diimbangi dengan meningkatnya pembuangan panas ke lingkungan. Pembuangan panas ini dapat melalui berbagai cara yaitu konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi.<sup>6,23</sup>

1). Konduksi atau antaran adalah transfer atau perpindahan panas tubuh dari permukaan tubuh ke lingkungan sekitarnya yang mempunyai suhu lebih rendah. Kecepatan perpindahan panas tubuh ini tergantung dari tingginya perbedaan suhu antara kulit dan lingkungan sekitar. Hal ini akan tergantung dari temperatur lingkungan. Makin tinggi temperature lingkungan, maka konduksi panas semakin menurun dan semakin rendah suhu lingkungan, maka konduksi panas semakin meningkat. Perpindahan panas konduksi hanya sebagian kecil dari seluruh pertukaran panas tubuh ke lingkungan. Bagaimana konduksi panas pada olahraga renang di dalam air? Tentunya di dalam air konduksi panas lebih cepat dibandingkan dengan di udara. Hal ini disebabkan karena air adalah konduktor panas yang lebih baik dibandingkan dengan udara.<sup>11</sup>

- 2). Konveksi atau aliran adalah perpindahan panas dari tubuh ke lingkungan di mana zat perantara ikut juga berpindah. Perpindahan panas dengan cara ini dapat terjadi karena massa jenis udara panas lebih ringan dibandingkan dengan udara dingin. Disamping itu dapat juga terjadi karena aliran udara melalui atau melewati tubuh. Aliran angin dari kipas angin, hembusan udara dingin pada gedung olahraga, atau bila tubuh bergerak terhadap udara saat bersepeda, ski atau berenang, atau berada merupakan contoh terjadinya konveksi panas.
- 3). Radiasi atau pancaran adalah perpindahan panas dari permukaan tubuh ke lingkungan tanpa kontak langsung dengan objek sekitarnya. Radiasi merupakan suatu bentuk energi yang besarnya sama dengan konstanta Plank dikalikan frekuensi radiasi ( $E = nhf$ ).  $E$  = energi radiasi,  $n$  = bilangan bulat,  $h$  = tetapan Plank, dan  $f$  = frekuensi radiasi. Pakaian berwarna gelap lebih banyak menyerap panas dibandingkan dengan yang berwarna terang, begitu juga sebaliknya. Perubahan terhadap sikap tubuh, misalnya dari berdiri ke duduk permukaan radiasi menurun 10-15 %. Hal ini akan menurunkan kehilangan panas secara radiasi.
- 4). Evaporasi atau penguapan adalah pembuangan panas yang paling penting dan paling besar terjadi selama olahraga dalam berbagai keadaan iklim. Apabila keringat berubah dari fase cair menjadi fase uap akan diambil panas dari tubuh. Pembuangan panas tubuh melalui pengeluaran keringat dalam kondisi panas tidak terjadi, maka suhu tubuh saat latihan berat dengan durasi 20 menit saja akan meningkat dari 37 menjadi 40°C. Pada kelembaban udara yang tinggi, evaporasi sangat menurun. Oleh karena itu, maka tingkat stress suhu tubuh lebih tinggi pada suhu lingkungan panas dan kelembaban udara yang tinggi dibandingkan dengan suhu udara yang rendah dan kelembaban yang rendah pula. Pada kondisi lingkungan panas dan kelembaban tinggi,

keringat akan bercucuran. Hal ini terjadi karena keringat yang dikeluarkan tidak dapat diuapkan. Sebaliknya udara yang dingin dan kering, sebagian atau semua keringat segera diuapkan, sehingga tidak tampak cucuran keringat.

#### E. Efek Yang Ditimbulkan Akibat Peningkatan Suhu Tubuh

Kondisi lingkungan yang tidak bersahabat, menyebabkan beberapa kelainan patologi tubuh terutama yang disebabkan oleh paparan panas dan kelembaban udara yang tinggi di antaranya adalah:<sup>21,23</sup>

1. Pingsan panas (*Heat syncope*) merupakan kelainan gangguan pemindahan panas yang cukup serius. Gangguan ini dicirikan dengan pening dan diikuti pingsan. Pada umumnya disebabkan karena latihan pada lingkungan yang panas dalam jangka waktu cukup panjang. Vasodilatasi sistemik berlebih akibat peningkatan suhu tubuh diprediksi sebagai penyebabnya.
2. Kejang panas (*Heat cramp*) adalah jenis penyakit gangguan panas yang ditandai dengan perasaan nyeri dan kejang pada perut, kaki, tangan dan tubuh berkeringat. Keadaan ini disebabkan oleh karena tidak terjadinya keseimbangan antara cairan dan garam di dalam tubuh. Ketidakseimbangan ini terjadi selama olahraga berat dan berkepanjangan dalam di lingkungan panas. Pengeluaran banyak garam bersamaan dengan keringat hanya digantikan air putih.
3. Kelelahan panas (*Heat exhaustion*) adalah merupakan reaksi dari seluruh tubuh terhadap terpaan panas dalam waktu yang cukup lama (berjam-jam atau bahkan berhari-hari). Pengeluaran keringat saat atau setelah latihan tidak sepenuhnya diganti. Gejala dari penyakit ini adalah berkeringat sangat banyak, tubuh lemah kulit pucat dan pening, napas pendek dan cepat, mual-mual dan pusing, kemudian diikuti pingsan. Pada keadaan ini suhu tubuh meningkat mencapai 37°C - 40°C.
4. Kegawatan panas (*Heat stroke*) merupakan penyakit akibat gangguan panas yang dapat menyebabkan koma dan kematian. Keadaan ini disebabkan karena

beraktivitas pada lingkungan yang panas dan kelembaban yang tinggi. Gejalanya adalah denyut jantung kencang, suhu tubuh meningkat mencapai 40°C dan bahkan lebih, kulit kering dan kebiruan. Juga ditandai dengan menggigil, mual, pening, kebingungan, tidak berkeringat dan pingsan.

## SIMPULAN

Latihan fisik dalam waktu lama pada kelembaban relatif udara yang tinggi berpengaruh negatif terhadap perubahan suhu tubuh. Semakin meningkat kelembaban udara tempat latihan maka semakin meningkat suhu tubuh yang dihasilkan, sebaliknya akan menurun bila kelembaban relatif udara menurun. Hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan pengeluaran cairan tubuh melalui keringat ketika latihan fisik dalam kelembaban udara yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Davine, JG. 2012. *Program Olahraga Tekanan Darah Tinggi: Panduan Untuk Mengatur Olahraga dan Medikasi Pengobatan Hipertensi*. Yogyakarta: PT Citra Aji Pramana.
2. Dustine, JR. 2012. *Program Olahraga Kolesterol Tinggi: Panduan Untuk Mencegah Peningkatan Kolesterol dan Mempertahankan Kesehatan Jantung*. Yogyakarta: PT Citra Aji Pramana.
3. Bompa, TO. Haff, GG. 2009. *Periodization Training for Sports: Theory and Methodology of Training*. Fifth Edition. United State of America: Human Kinetic.
4. Kuntaraf, KL., Kuntaraf, J. 2009. *Olahraga Sumber Kesehatan*. Bandung: Percetakan Advent Indonesia.
5. Kusnanik, NW., Nasution, J., Hartono, S. 2011. *Dasar-dasar Fisiologi Olahraga*. Surabaya: Unesa University Press.
6. Cameron, JR., Skrofonick, J.G., Grant, R.M. 2012. *Fisika Tubuh Manusia*. Edisi Kedua. Jakarta: CV. Sagung Seto.
7. Sandi, N. 2016a. Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Frekuensi Denyut Nadi. *Sport and Fitness Journal*. Vol. 4. No.2: 1-6.
8. Chevront, SN., Kenefick, RW., Montain, SJ., Sawka, MN. 2010. Mechanisms of Aerobic Performance Impairment with Heat Stress and Dehydration. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 109. No.4.
9. Sandi, N., Susihono, W., Parwata, Y. 2017. Effect of Relative Humidity on Expenditure of Body Liquid and Blood Pressure When Exercise. Dalam proses *Bali Medical Journal*. Vol. 6. No.2.
10. Sandi, N. 2014. Pengaruh Suhu dan Kelembaban Relatif Udara Terhadap Penampilan Fisik dalam Olahraga. *Prosiding Seminar Nasional Integrasi Keanekaragaman Hayati dan Kebudayaan dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Denpasar 27 Nopember.
11. Gabriel, JF. 2012. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
12. Wilmore, JH., Costill DL., Kenney, WL. 2008. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics.
13. Almatsier, S. 2013. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia.
14. Yashasi, K., Honda, Y., Kondo, N., Nashiyasu, T. 2006. Relationship Between Ventilator Response and Body Temperature During Prolonged Sub-Maximal Exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 100. No 1: 414-420.
15. Sandi, N., Adiputra, N., Pangkahila, A., Adiatmika, PG. 2016. Relative Humidity of 40% Inhibiting the Increase of Pulse Rate, Body Temperature, and blood Lactic Acid During Exercise. *Bali Medical journal*. Vol. 5. No. 1: 30-34.
16. Gonzalez-Alonso, J., Teller, C., Andersen, SL., Jansen, FB., Hildig, T., Neilsen, B. 2003. Influence of Body Temperature on the Development of Fatigue During Prolonged Exercise in the Heat. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 90. No. 1.
17. Saunders, AG., Dugas, JP., Tuckers, R., Lambert, MI., Noakes, T.D. 2005. The Effects of different Air Velocities on Heat Storage and body Temperature humans Cycling in a Hat, Humid Environment. *Article First Published Online*.
18. Ganong, WF. 2012. *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

19. Hall, JE. 2016. *Guyton and Hall Text Book of Medical Physiology*. 13<sup>th</sup> Edition. Phyladelphia: An Imprint of Elsevier Inc.
20. Sodikin. 2012. *Prinsip Perawatan Demam Pada Anak*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
21. Arief, LM, 2012. *Monitoring Lingkungan Kerja, Tekanan Panas/Heat Stress*. Jakarta: FIK PS Kesehatan Masyarakat Universitas Esa Unggul.
22. Menkes. 2011. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No: 1077/MENKES /PER/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah. Jakarta.
23. Giriwijoyo, S. 2007. *Ilmu Faal Olahraga: Fungsi Tubuh Manusia pada Olahraga untuk Kesehatan dan Prestasi*. Bandung: FPOK-UP

