

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN PEMULA**



**Efektifitas *High Density Foam Roller* terhadap Leukosit dan Monosit sebagai
Indikator *Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS)* Pasca *Long Distance*
Running (10 Km) pada Laki-laki Muda Terlatih**

TIM PENGUSUL

MOHAMMAD ARIF ALI, S.Si., M.Sc.	NIDN 0031128801
Dr. SETYA RAHAYU, M.S.	NIDN 0010116117
NANDARU FAJAR SUMIRAT	NIM 6211416053
BAYU PANGESTU	NIM 6211416054

Dibiayai oleh:

**Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran Universitas Negeri Semarang
Nomor: SP DIPA-023.17.2.677507/2020, 27 Desember 2019, sesuai dengan
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen Pemula Dana DIPA UNNES
Tahun 2020 Nomor: 2.4.5/UN37/PPK.4.6/2020, 04 Mei 2020**

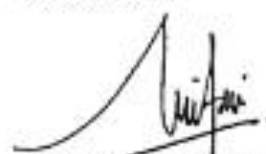
**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
OKTOBER, TAHUN 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN PEMULA**

Judul Penelitian	: <i>Efektifitas High Density Foam Roller terhadap Leukosit dan Monosit sebagai Indikator Delayed-Onset of Muscle Soreness (DOMS) Pasca Long-Distance Running (10 Km) pada Laki-laki Muda Terlatih</i>
Kode>Nama Rumpun Ilmu	: 765/ <i>Medical Sciences</i> (Ilmu Olahraga)
Ketua Peneliti	
a. Nama Lengkap dan Gelar	: Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.
b. NIDN	: 0031128801
c. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
d. Program Studi/Jurusan/Fakultas	: Ilmu Keolahragaan/IKOR/FIK UNNES
e. Alamat Surel (e-mail)	: h.arifalikhani@mail.unnes.ac.id
Anggota Peneliti Dosen	
1. Nama Lengkap/Prodi/Jurusan	: Dr. Setya Rahayu, M.S./Ilmu Keolahragaan/IKOR
Anggota Peneliti Mahasiswa	
1. Nama Lengkap/NIM/Prodi	: Nandaru Fajar Sumirat/6211416053/IKOR FIK UNNES
2. Nama Lengkap/NIM/Prodi	: Bayu Pangestu/6211416054/IKOR FIK UNNES
Kerjasama dengan Institusi lain	
a. Nama Institusi	: -
b. Alamat	: -
c. Telepon/Fax/E-mail	: -
Lama Penelitian	: 10 Bulan
Biaya yang diperlukan	
a. Sumber dari lembaga penelitian	: Rp. 15.000.000,-
Jumlah	: Rp. 15.000.000,- (Lima Belas Juta Rupiah)

Semarang, 28 September 2020

Ketua Peneliti


Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.
NIP. 198812312015041002


Dr. Panduro Rahayu, M.Pd.
NIP. 196105021984032001

Menyetujui
Ketua LP2M


Dr. Stiwico Eko Pramono, M.Pd.
NIP. 195809201985031003

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Untuk mengetahui pengaruh *high density foam roller* terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) pasca-*long distance running 10 Km*, 2) Untuk mengetahui efektivitas *high density foam roller* terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) pasca-*long distance running 10 Km*, 3) Untuk mengetahui pengaruh *high density foam roller* terhadap jumlah monosit ($10^9/L$) pasca-*long distance running 10 Km*, dan 4) Untuk mengetahui efektivitas *high density foam roller* terhadap jumlah monosit ($10^9/L$) pasca-*long distance running 10 Km*. Sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa FIK UNNES dan Pemuda Kota Semarang. Teknik Penarikan Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Teknik *Voluntary Purposive Sampling*. Prosedur penelitian dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Pengambilan data dengan menggunakan desain *repeated-measure* atau dengan istilah lain data berkala. Pengukuran leukosit ($10^9/L$) dan monosit ($10^9/L$) dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu: 1) Sebelum *long distance running 10 Km*, 2) Dua puluh empat jam, dan 3) Empat puluh delapan jam, setelah *long distance running 10 Km*. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas dilakukan sebagai uji prasyarat analisis. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan uji beda *Repeated Measure ANOVA* untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas *high density foam roller* terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) dan monosit ($10^9/L$) pasca-*long distance running 10 Km* dengan mempertimbangkan nilai $P < .05$ untuk signifikansinya. Data leukosit pre-test 6.30 ± 0.9 ($10^3/uL$), 24 jam: 6.18 ± 0.9 ($10^3/uL$), dan 48 jam: 5.93 ± 0.8 ($10^3/uL$), tidak menunjukkan adanya perbedaan yang berarti ($P > .05$). Sedangkan data monosit pre-test 7.60 ± 1.0 ($10^3/uL$), 24 jam: 7.40 ± 0.9 ($10^3/uL$), dan 48 jam: 9.00 ± 1.8 ($10^3/uL$), juga tidak menunjukkan adanya perbedaan yang berarti ($P > .05$). Berdasarkan data penelitian, *long distance running* (10 Km) sendiri tidak memberikan perubahan yang bermakna pada leukosit maupun monosit. Hal ini mungkin disebabkan karena delayed onset of muscle soreness termasuk cedera ringan yang masih tergolong sebagai respon faal pada aktivitas fisik yang berikan. Karenanya, perubahan pada sistem imun tidak terlihat jelas. Sedangkan pengaruh dari pemberian *foam rolling*, adalah *High density foam roller* tidak memberikan pengaruh yang berarti dan tidak efektif terhadap perubahan jumlah leukosit ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*, dan *High density foam roller* tidak memberikan pengaruh yang berarti dan tidak efektif terhadap perubahan jumlah monosit ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*.

Kata kunci: *exercise rehabilitation, muscle health, doms*

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena dengan limpahan dan karuniaNYA-lah Laporan Akhir Penelitian Dosen Pemula, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang dengan judul “Efektifitas *High Density Foam Roller* terhadap Leukosit dan Monosit sebagai Indikator *Delayed-Onset Muscle Soreness* (DOMS) Pasca *Long Distance Running* (10 Km) pada Laki-laki Muda Terlatih” akhirnya berhasil disusun. Ucapan terima kasih kami haturkan untuk Fakultas Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan bantuan dana sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan lancar, dan tidak lupa kami ucapkan banyak terima kasih untuk tim evaluator penelitian Muhammad Azinar, S.KM., M.Kes. dan Billy Castyana, S.Si., M.S.M. Semoga hasil dari penelitian ini tidak hanya sampai laporan saja, namun bisa dilaksanakan sampai dengan pengabdian kepada masyarakat untuk tahun anggaran 2021, sehingga hilirisasi penelitian benar-benar berjalan.

Salam hormat,

Tim Peneliti Dosen Pemula, 2020

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Ringkasan.....	iii
Prakata.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Lampiran.....	ix

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Trauma pada Olahraga	5
2.2 <i>Delayed Onset Of Muscle Soreness</i> (DOMS).....	7
2.3 Leukosit.....	7
2.4 Monosit.....	8
2.5 <i>Foam Rolling</i>	8
2.6 <i>Roadmap</i> Penelitian.....	9

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan Penelitian.....	11
3.2 Manfaat Penelitian.....	11

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian.....	12
4.2 Subjek dan Prosedur.....	13
4.3 Protokol <i>Long Distance Running 10 Km</i>	14
4.4 Protokol <i>Foam Rolling</i>	14
4.5 Pengukuran Leukosit dan Monosit.....	14
4.6 Analisis Data.....	15

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil dan Pembahasan.....	16
-------------------------------	----

BAB 6. SIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Simpulan.....	20
6.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
LAMPIRAN.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rangkuman terapi untuk penanganan DOMS 8

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Roadmap penelitian IKOR FIK UNNES.....	10
Gambar 2. Kajian penelitian IKOR FIK UNNES.....	10
Gambar 3. Desain penelitian	12
Gambar 4. Perubahan leukosit sebelum, pasca 10 Km dan pemberian <i>foam rolling</i>	16
Gambar 5. Perubahan monosit sebelum, pasca 10 Km dan pemberian <i>foam rolling</i>	17

DAFTAR LAMPIRAN

1. Instrumen Penelitian
2. Personalia Tim Peneliti
3. Surat Perjanjian Penelitian
4. Artikel Ilmiah
5. Dokumentasi

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Setiap orang di seluruh dunia pasti mempunyai tujuan masing-masing dalam melakukan aktivitas olahraga. Salah satu tujuannya yaitu untuk meningkatkan performa fisik. Dalam mencapai tujuan seperti itu tentunya ada latihan yang dilakukan. Tidak jarang setelah latihan seseorang dapat merasakan efek negatif. Efek negatif tersebut bisa berupa cedera olahraga. Cedera olahraga dapat mengakibatkan trauma akut dan stress pada tulang dan jaringan lunak seperti ligamen, otot dan tendon (1).

Otot yang menjadi sistem gerak utama tubuh dan tulang sebagai penyangganya. Semua beban gerak tentunya dibebankan kepada otot terutama saat latihan. Otot ini terdiri dari serat-serat yang bernama myofibril yang mana saat menerima beban yang berlebih otot akan bekerja secara maksimal yang menimbulkan kerusakan pada serat otot. Kerusakan otot ini menimbulkan trauma pada otot yang bervariasi sesuai kondisi otot. Secara umum trauma otot dibagi menjadi 3, yaitu trauma akut, trauma sub-akut dan trauma kronis (2). Sedangkan jika diklasifikasikan berdasarkan tipe trauma pada otot atau strain ada 3 tipe, yaitu: tipe I (ringan), tipe II (sedang) dan tipe III (berat). Pada strain tipe I yang ditandai dengan kerusakan mikroskopis pada serat otot terjadi pembengkakan dan rasa nyeri yang timbul disertai dengan kemungkinan kehilangan rentang gerak (3).

Strain tipe I memunculkan *Delayed Onset of Muscles Soreness* (DOMS) yang mana otot mengalami adaptasi latihan (4). Terdapat beberapa biomarker yang terkait dengan DOMS diantaranya creatine kinase (CK) (5), myoglobin (6), laktat darah (7), leukosit (8), monosit (9) dan *functional marker range of motion* (ROM) (10). Terdapat lesi ultrastruktural dan rusaknya sarkomer di myofibril serta DOMS juga dikaitkan dengan peningkatan rasa sakit, nyeri, kekakuan dan pembengkakan (11).

DOMS ini sering dikaitkan dengan respon inflamasi yang melibatkan leukosit. Respon inflamasi ini suatu bentuk adaptasi dari otot yang prosesnya memperbaiki serat otot yang rusak. **Peningkatan leukosit di dalam sirkulasi darah menjadi biomarker adanya DOMS (8). Monosit salah satu jenis dari leukosit yang berperan pada proses inflamasi (9)(8). Monosit berubah menjadi makrofag ketika masuk kedalam jaringan melakukan fungsinya melakukan fagositosis (12).** DOMS hanya menyebabkan kerusakan mikroskopis saja pada serat otot. Adanya kerusakan mikroskopis memberi sinyal kepada monosit untuk bekerja pada proses angiogenesis dan fibrosis (13).

Rasa nyeri yang muncul akibat DOMS memang sangat mengganggu kenyamanan. Rasa nyeri yang muncul tentunya tidak bisa diabaikan begitu saja. Rasa nyeri ini dapat diukur dengan menggunakan protokol pengukuran *Visual Analog Scale* (VAS) (14). Kita dapat merasakan rasa nyeri pada otot, sehingga kita masing-masing dapat memberi nilai seberapa besar sakit yang dirasakan.

Efek nyeri yang dihasilkan dari DOMS memang akan menghilang seiring waktu. DOMS termasuk kedalam trauma sub-akut yang terjadi bisa sehari-hari yang tidak langsung terjadi saat latihan namun terjadi setelah latihan (2). DOMS terjadi pada 24 jam pertama pasca latihan, kemudian memuncak secara signifikan 72 jam setelah latihan dan mereda hingga akhirnya akan menghilang dalam 5 sampai 7 hari (17). DOMS dapat menyerang siapa saja mulai dari orang umum hingga atlet sekalipun terlepas dari tingkat kebugarannya. Bentuk latihan yang tidak dikenal atau latihan baru dan kontraksi otot secara eksentrik menyebabkan cedera otot (4). Selain itu bentuk latihan seperti latihan resistensi, lari jarak jauh, lari *downhill* dan latihan dengan intensitas tinggi juga mendorong terjadinya DOMS (18).

Latihan dengan intensitas tinggi menimbulkan DOMS karena otot dipaksa berkerja secara maksimal, (19). *Strenuous Exercise* mendorong otot untuk berkerja dengan berat, jika beban ditambah dengan kondisi yang menanjak (Uphill) kemungkinan beban yang ditanggung menjadi jauh lebih berat.

Terdapat beberapa terapi yang telah diuji untuk menangani DOMS, yaitu: *whole-body cryotherapy* (20), *cold water immersion* (21), *heat therapy* (22), *pneumatic compression device* (PCD) (23), *massage* (24), akupuntur (25), penggunaan obat *non-steroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs) (26), *branched-chain amino acids* (BCAAs) (27), *stretching* (28) dan *foam rolling* (29). *Foam rolling* adalah teknik *self-myofascial release* (SMR) yang menjadi *recovery process* dalam menurunkan rasa nyeri akut (30). *Foam roller* memiliki bermacam-macam jenis permukaan dan jenis bahan yang berkaitan dengan densitasnya, namun Jenis serta permukaan *foam roller* tidak memiliki perbedaan yang bermakna dalam meningkatkan *range of motion* sendi lutut, (15). *Foam rolling* adalah terapi yang populer karena penggunaannya yang sederhana tidak memerlukan teknik yang rumit dan khusus. Selain itu karena *foam rolling* mengaplikasikan teknik SMR, dalam melakukan *foam rolling* tidak memerlukan bantuan dari orang lain dalam mengaplikasikannya. Panjang dan pendek *foam roller* juga bervariasi sesuai kebutuhan yang diperlukan.

Dari beberapa literasi yang menjadi bahan studi pustaka, **tim peneliti belum menemukan penelitian yang mengkaji efektivitas dari penggunaan *foam roller* terhadap percepatan proses pemulihan *delayed-onset muscle soreness* pasca latihan *strenuous uphill* maupun *long distance running 10 Km* ditinjau dari ilmu biokimia dengan menggunakan biomarker total leukosit dan monosit**, sebagai usaha pendalaman pengetahuan tentang efek positif dari *foam roller*.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian *Efektifitas High Density Foam Roller terhadap Leukosit dan Monosit sebagai Indikator Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) Pasca Long Distance Running 10 Km pada Laki-laki Muda Terlatih* dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Apakah *high density foam roller* memiliki pengaruh terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) pasca *long distance running* maupun *long distance running 10 Km*?
- 2) Bagaimana pengaruh *high density foam roller* terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) pasca *long distance running* maupun *long distance running 10 Km*?
- 3) Apakah *high density foam roller* memiliki pengaruh terhadap jumlah monosit ($10^9/L$) pasca *long distance running* maupun *long distance running 10 Km*?
- 4) Bagaimana pengaruh *high density foam roller* terhadap jumlah monosit ($10^9/L$) pasca *long distance running* maupun *long distance running 10 Km*?

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Trauma pada Olahraga

Trauma pada olahraga sering terjadi pada saat melakukan aktivitas olahraga yang juga merupakan konsekuensi bagi setiap orang yang melakukannya baik pada saat latihan maupun kejuaraan olahraga Menurut Roald Bahr dan Sverre Maehlum (2004: 44) dalam Julian Dewantara (30) menjelaskan faktor resiko penyebab cedera olahraga dapat berasal dari dalam diri sendiri (intrinsik) dan dari luar (ekstrinsik) berikut contohnya:

- a. Faktor dari dalam diri (intrinsik) antara lain: 1) Umur, 2) Kurang gerak, 3) Pernah mengalami cedera sebelumnya yang menyebabkan penurunan fungsi otot dan syaraf, 4) Osteoporosis
- b. Faktor dari luar (ekstrinsik) antara lain: 1) Berlari dengan menggunakan sepatu yang rusak, 2) Berlari di aspal yang keras, 3) Bermain sepak bola di lapangan yang rusak

Beberapa olahraga dengan gerakan otot yang berulang, seperti senam, lari, tenis, sepak bola, dapat menjadi faktor terjadinya cedera kronik / overuse selain itu cedera olahraga juga dapat terjadi secara akut / traumatic seperti memar (contusio), keseleo (Sprain), strain dan patah tulang (fracture) yang diakibatkan karena benturan keras secara langsung. Menurut Clifford D. Stark dan Elizabeth Shimer (2010: 2) dalam Julian Dewantara (30) Cedera kronik / overuse terjadi ketika otot, tendon, atau tulang tidak bisa mempertahankan kondisi stres yang terus menerus (berulang) digunakan pada bagian tersebut, sehingga pada bagian tersebut memecah dan menyebabkan rasa sakit sedangkan Cedera akut biasanya terjadi setelah trauma tiba-tiba misalnya terjadi sebagai akibat dari pergelangan kaki terkilir (ankle injury) di lapangan sepak bola, jatuh saat pertandingan sepak bola, atau bertabrakan dengan pemain lain di lapangan basket. Cedera olahraga seperti sprain dan strain merupakan contoh cedera yang memiliki beberapa tingkatan, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

a. *Sprain*

Peregangan sendi secara berulang secara terus menerus saat kondisi lelah ataupun peregangan secara tiba-tiba pada saat tubuh belum siap memasuki zona latihan pada gerakan tertentu dapat menyebabkan kerusakan jaringan ligamen pada persendian yang sering disebut *Sprain* (Robekan jaringan ligamen), dan biasanya pada kasus cedera ini diikuti dengan rasa nyeri pada persendian baik saat ditekan maupun digerakan tergantung bagaimana tingkat cedera *sprain* tersebut. Berdasarkan tingkat berat ringannya *sprain* menurut Novita Intan Arovah (2009: 5) dalam Julian Dewantara (30) dibagi menjadi tiga tingkatan yaitu: 1) *Sprain* tingkat I Pada cedera ini terdapat sedikit hematoma dalam ligamentum dan beberapa serabut yang putus. Cedera ini menimbulkan rasa nyeri tekan, pembengkakan dan rasa nyeri sakit pada daerah tersebut. 2) *Sprain* tingkat II Pada cedera ini lebih banyak serabut dari ligamentum yang putus, tetapi lebih separuh serabut ligamentum yang utuh. Cedera menimbulkan rasa sakit, nyeri tekan, pembengkakan, efusi (cairan yang keluar), dan biasanya tidak dapat menggerakkan persendian tersebut. 3) *Sprain* tingkat III Pada cedera ini seluruh ligamentum putus, sehingga kedua ujungnya terpisah. Persendian yang bersangkutan merasa sangat sakit, terdapat darah dalam persendian, pembengkakan, tidak dapat bergerak seperti biasanya, dan terdapat gerakan-gerakan yang abnormal.

b. *Strain* (Robekan jaringan otot/tendo)

Strain (Robekan jaringan otot atau tendo) dapat timbul karena peregangan otot, baik secara mendadak ataupun berulang pada saat otot belum siap memasuki zona latihan maupun ketika tubuh lelah diikuti dengan penurunan fungsi otot dapat menyebabkan kerusakan jaringan otot dan tendon. Berdasarkan tingkat berat ringannya cedera, menurut Novita Intan Arovah (2009: 5) dalam Angga Julian (30) membedakan *strain* menjadi 3 tingkatan, yaitu: 1) *Strain* Tingkat I Pada *strain* tingkat I, terjadi regangan yang hebat, tetapi belum sampai terjadi robekan pada jaringan otot maupun tendon 2) *Strain* Tingkat II Pada *strain* tingkat II, terdapat robekan

pada otot maupun tendon. Tahap ini menimbulkan rasa nyeri dan sakit sehingga terjadi penurunan kekuatan otot. 3) *Strain* Tingkat III Pada strain tingkat III, telah terjadi robekan total pada otot dan tendo. Biasanya hal ini membutuhkan tindakan pembedahan.

2.2 *Delayed Onset of Muscle Soreness (DOMS)*

Delayed Onset Muscle soreness (DOMS) adalah salah satu kondisi yang paling umum dimana otot terasa nyeri dan disebabkan oleh tidak terbiasanya aktivitas fisik atau olahraga. DOMS merupakan respon tubuh yang diberikan setelah latihan dan masuk kedalam kategori *strain* tipe I (4). Berdasarkan teori di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) merupakan gejala rasa sakit bahwa sudah dikatakan menjadi cedera atau sakit yang dialami oleh penderita setelah melakukan aktivitas fisik atau olahraga. Rasa sakit ini tentunya tidak selamanya dikarenakan oleh cedera tetapi rasa sakit yang dirasakan setiap setelah aktivitas yang dirasa lebih berat sehingga beban kerja otot dan organ tubuh lebih berat. Keadaan ini tentunya akan mempengaruhi kebugaran otot dan organ tubuh bagi pelaku. Latihan ini berpotensi meningkatkan leukosit, dalam hal ini leukosit menjadi salah satu biomarker yang terlibat dalam proses inflamasi ketika terjadi DOMS (8). Salah satu leukosit yang berperan saat proses inflamasi adalah monosit (9).

2.3 Leukosit

Leukosit merupakan komponen penting untuk sistem pertahanan tubuh, yaitu mampu melawan agen infeksi yang berupa bakteri, cendawan, virus, dan parasit (Stock & Hoffman 2000). Ketika terjadi infeksi, leukosit akan segera bermigrasi dari dalam pembuluh darah menuju pada jaringan yang mengalami infeksi tersebut dan melakukan proses inflamasi (Yadav et al 2003). Kadar leukosit dalam tubuh hewan dapat menunjukkan kondisi fisiologis hewan (Hiremath et al 2010).

Leukosit terdiri dari basofil, eosinofil, neutrofil, limfosit, dan monosit (Nussler et al 1999) (31).

2.4 Monosit

Monosit memiliki jumlah sekitar 6% dari total leukosit dan memiliki peran yang unik dalam sistem pertahanan, memiliki inti berbentuk menyerupai ginjal dan tidak bergranul (Hiremath et al 2010). Monosit dapat mencapai tingkat dewasa pada saat monosit telah berubah menjadi makrofag, monosit akan berubah menjadi makrofag bila terjadi infeksi yang membuat monosit bermigrasi keluar dari pembuluh darah dan masuk ke dalam jaringan. Makrofag banyak tersebar dalam organ-organ penting tubuh, seperti pada sinusoid hati (sel Kupffer), sumsum tulang, alveoli paru-paru, lapisan serosa usus, sinus limpa, limfonodus, kulit (sel Langerhans), sinovial (sel Synovial A), otak (Mikroglia), atau lapisan endothel (misalnya glomerulus ginjal) (Despopoulos & Sibernagl 2003). Monosit mempunyai enzim yang berguna untuk membantu proses fagosit runtuh sel jaringan dari reaksi peradangan yang kronik. Monosit jaringan atau makrofag mempunyai kemampuan fagositosis yang lebih hebat dari neutrofil, yang bahkan mampu untuk memfagosit 100 sel bakteri (Davis et al 2008) (31).

2.5 Foam Rolling

Foam Roller atau rol busa merupakan alat yang sudah populer diindustri kebugaran yang memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai *Self-Myofascial Release* (SMR) untuk pemanasan (29).

Tabel 1. Rangkuman terapi untuk penanganan DOMS

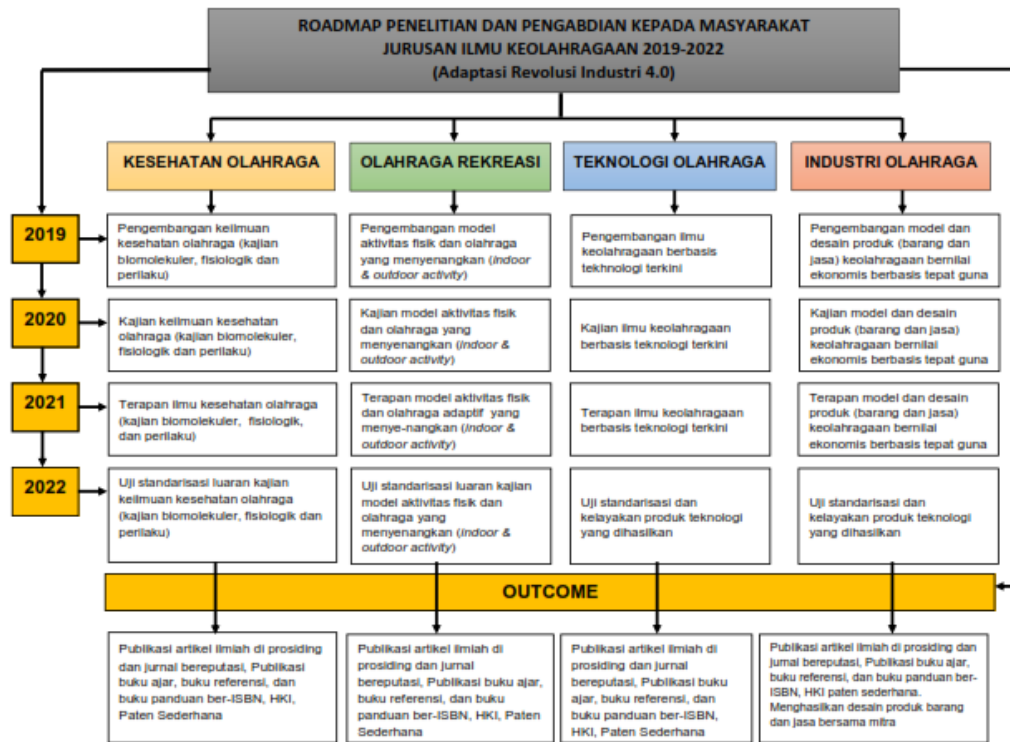
No.	Peneliti, Tahun	Sampel	Terapi	Efek
1	Malanga, Gerard A., Yan, Ning., Stark, Jill, 2015	Manusia	<i>Cold therapy</i> dan <i>Heat therapy</i>	<i>Cold therapy</i> berperan dalam pengaturan cedera akut dengan peradangan dan <i>Heat therapy</i> untuk nyeri otot dan nyeri serta untuk nyeri sendi dan kekakuan

2	Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C, 2017	Manusia	<i>Whole-body Cryotherapy</i>	Meningkatkan pemulihan dari kerusakan otot, pemulihan dari rasa sakit, kehilangan fungsi otot, dan peradangan
3	Ihsan M, Watson G, Abbiss CR, 2016	Manusia	CWI	Lebih efektif dalam memperbaiki efek EIMD
4	Winke M, Williamson S., 2018	Manusia	PCD	Secara signifikan mengurangi pembengkakan otot yang terkait DOMS, gangguan dalam ROM, dan nyeri
5	Visconti L, Capra G, Carta G, Forni C, Janin D, 2015	Manusia	Massage	efektif untuk mengurangi rasa sakit dan meningkatkan kesan pribadi dan tidak menyebabkan efek samping
6	Fleckenstein J et al, 2016	Manusia	Akupunktur	Tidak efektif dalam pengobatan DOMS.
7	Bryant AE et al, 2017	Tikus	NSAIDs	Menghambat beberapa proses regenerasi otot dan menurunkan beberapa protein sitoprotektif yang diketahui menghambat jalur intrinsik kematian sel terprogram.
8	Vandusseldorp TA et al, 2018	Manusia	BCAA	Suplementasi BCAA dapat mengurangi nyeri otot setelah latihan yang merusak otot serta penurunan persepsi nyeri pada individu yang terlatih

2.6 Roadmap dan Kajian Penelitian Jurusan Ilmu Keolahragaan FIK UNNES

Penelitian efektifitas *high density foam roller* terhadap leukosit dan monosit sebagai indikator *delayed-onset muscle soreness* (doms) pasca-*long distance running 10 Km* pada laki-laki muda terlatih sudah sesuai dengan *roadmap* penelitian di Jurusan IKOR FIK UNNES, terutama pada fokus kajian kesehatan

olahraga. Untuk melihat lebih jelas tentang *roadmap* penelitian dan pengabdian Jurusan Ilmu Keolahragaan, bisa dilihat pada bagan di bawah ini.



Gambar 1. Roadmap penelitian IKOR FIK UNNES



Gambar 2. Kajian penelitian IKOR FIK UNNES

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian *Efektifitas High Density Foam Roller terhadap Leukosit dan Monosit sebagai Indikator Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) Pasca-Long Distance Running 10 Km pada Laki-laki Muda Terlatih* antaralain:

- 1) Untuk mengetahui **pengaruh** *high density foam roller* terhadap jumlah **leukosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*.
- 2) Untuk mengetahui **efektivitas** *high density foam roller* terhadap jumlah **leukosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*.
- 3) Untuk mengetahui **pengaruh** *high density foam roller* terhadap jumlah **monosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*.
- 4) Untuk mengetahui **efektivitas** *high density foam roller* terhadap jumlah **monosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running 10 Km*.

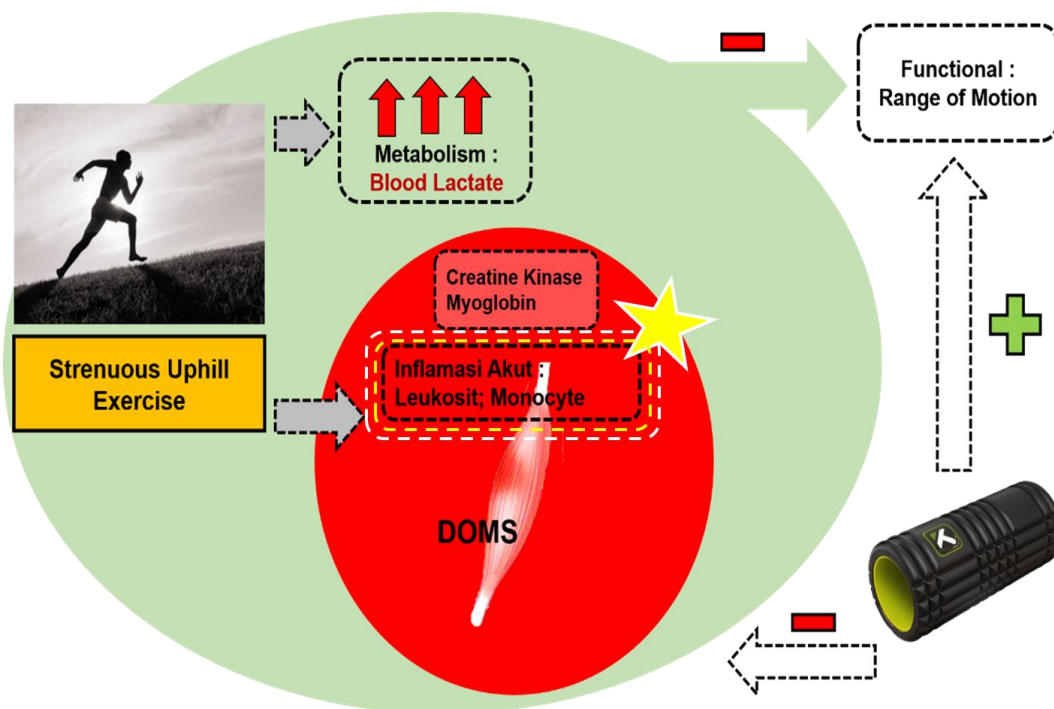
3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menyumbangkan informasi penting khususnya yang berhubungan dengan biokimia olahraga maupun kesehatan olahraga pada umumnya. Selanjutnya, peneliti sangat berharap hasil dari penelitian ini bisa digunakan sebagai dasar pengembangan IPTEK yang berkelanjutan, seperti pengembangan bahan ajar dan atau menjadi dasar untuk penelitian berikutnya, yang pada akhirnya penelitian ini mampu memberikan kontribusi untuk UNNES sebagai rumah ilmu.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Quasi Experiment*, dengan menggunakan desain *Purposed Subject, One Group Repeated-measures Design*. **Variabel bebas** dalam penelitian ini adalah *foam rolling*, sedangkan **variabel terikat** yang diukur adalah leukosit ($10^9/L$), dan monosit ($10^9/L$).



Gambar 3. Desain penelitian

4.2 Subjek dan Prosedur

Populasi dalam penelitian ini adalah remaja laki-laki (17-25 tahun) di lingkungan Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Semarang (UNNES), dan Kota Semarang. Teknik Penarikan Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *Voluntary Purposive Sampling*, digunakan untuk memilih sampel yang layak sesuai dengan kriteria INKLUSI: bersedia menjadi sampel; dinyatakan sehat oleh dokter; tidak sedang dalam pengobatan; usia tidak kurang dari 17 tahun

dan tidak lebih dari 25 tahun. Sedangkan kriteria EKSKLUSINYA adalah: mengundurkan diri; tidak mengikuti prosedur penelitian yang telah disampaikan; atlet; memiliki riwayat gangguan sistem peredaran darah; memiliki gangguan pernapasan; memiliki kontraindikasi latihan yang berhubungan dengan cedera otot, sakit pinggang; memiliki riwayat cedera ligamen tingkat III; cedera otot tingkat II atau III; memiliki riwayat operasi; patah tulang pada ekstremitas tubuh bagian bawah kurang dari dua tahun.

Prosedur penelitian telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Universitas Negeri Semarang, dengan Nomor Surat Persetujuan Nomor: 120/KEPK/EC/2020. Secara garis besar tahapan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Berikut adalah penjelasan lebih rinci untuk setiap tahapan dari penelitian ini: **1) Tahap Persiapan** terdiri dari pengecekan tempat, alat, dan petugas medis untuk pengambilan data, pengumpulan sampel penelitian, pendataan dan seleksi sampel dengan cara purposive sampling, kemudian dibagi menjadi dua kelompok (kelompok kontrol dan kelompok perlakuan), setelah itu semua sampel diberikan pengarahan tentang prosedur penelitian dan simulasi singkat pemberian latihan. **2) Tahap Pelaksanaan** diawali dengan pengondisian sampel, *review* prosedur penelitian yang sudah disampaikan, pemanasan diatas treadmill selama lima menit, pemberian *long distance running 10 Km*, pendinginan diatas treadmill selama lima menit hingga treadmill berhenti bergerak, setelah itu istirahat dua menit dilanjutkan dengan pengambilan data sampel darah (leukosit dan monosit), kemudian pemberian perlakuan *foam rolling*. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali yaitu sebelum *long distance running 10 Km*, sesaat setelah *long distance running 10 Km* dilakukan, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah *long distance running 10 Km*. **3) Tahap Akhir** dari penelitian ini adalah menganalisis dan menyajikan data yang didapatkan kemudian memberikan penjelasan serta pembahasan dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan.

4.3 Protokol Long Distance Running 10 Km

Sample telah diminta untuk tidak melakukan latihan fisik apapun dalam minggu penelitian, tetapi diperbolehkan untuk aktifitas keseharian mereka. Lari 10 Km dilakukan dengan intensitas latihan 70%-80% dari denyut nadi maksimal, dilakukan di lapangan terbuka, Lapangan Sumur Boto Jatingaleh Semarang, dengan diawali pemanasan selama lima menit (*mode* berjalan), diikuti latihan inti yaitu lari 10 Km, dan diakhiri dengan pendinginan (selama lima menit dengan *mode* berjalan). *Heart rate detector* (polar) dipasang pada sampel untuk mengontrol intensitas selama latihan berlangsung. Latihan dilakukan pada pagi hari yaitu direntang waktu jam 06.00 – 10.00 WIB. Dua menit setelah sample selesai melakukan 10 Km, pengambilan sampel darah (leukosit dan monosit), dan diikuti kegiatan *foam rolling*.

4.4 Protokol Foam Rolling

High density foam roller digunakan dua menit setelah lari, sebagai pemulihan aktif yang dilakukan (7), setiap kelompok otot ekstermitas bawah yang terlibat dalam gerakan lari (*Triceps Surae*, *Hamstring*, *Gluteus*, *Anterior Tibialis*, dan *Quadriceps Femoris*) dirolling selama tiga menit, kanan dan kiri(8), sehingga total waktu foam rolling untuk lima kelompok otot yang terlibat, tungkai kanan dan kiri adalah 30 menit (9).

4.5 Pengukuran Leukosit dan Monosit

Pengukuran leukosit ($10^9/L$) dan monosit ($10^9/L$) akan dilakukan sebanyak tiga kali 3X, yaitu: 1) Sebelum lari 10 Km, 2) Dua puluh empat jam, 3) Empat puluh delapan jam setelah lari 10 Km. Pengambilan sampel darah dilakukan di lapangan Sumurboto, dengan petugas lab Cito datang ke lokasi penelitian, dan pengukuran leukosit ($10^9/L$) dan monosit ($10^9/L$) dilakukan di laboraotirum klinik Cito Jl. Setiabudi Kota Semarang Telp/Fax. (024) 7461645. Standarisasi prosedur

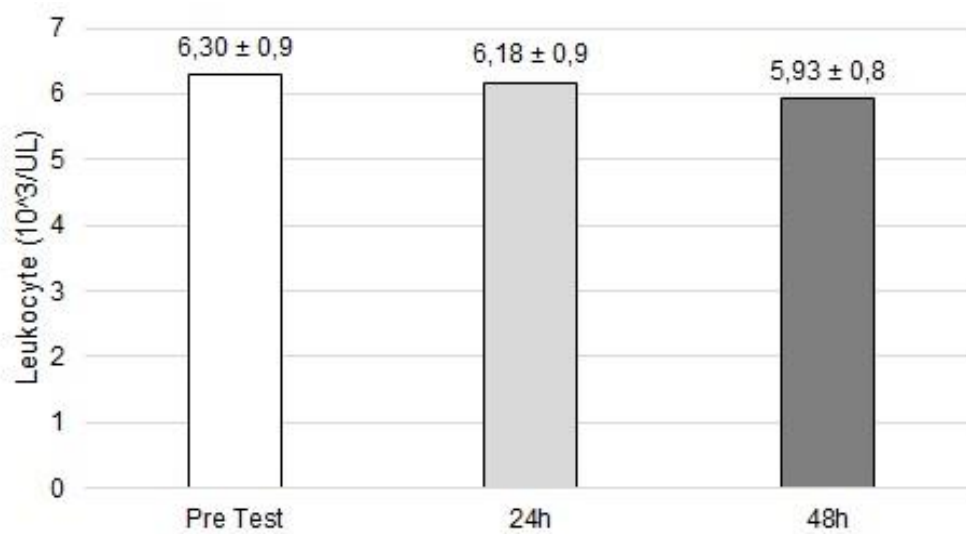
pengukuran sesuai dengan standarisasi yang dimiliki laboratorum klinik Prodia. Yaitu ISO 9001: 2015 Certified

4.6 Analisis Data

Uji Normalitas dan Uji Homogenitas akan dilakukan sebagai uji prasyarat analisis. Selanjutnya data akan dianalisis dengan menggunakan uji beda *Repeat Measure ANOVA* untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas *high density foam roller* terhadap jumlah leukosit ($10^9/L$) dan monosit ($10^9/L$) pasca lari 10 Km dengan mempertimbangkan nilai $P < 0.05$ untuk signifikansinya.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

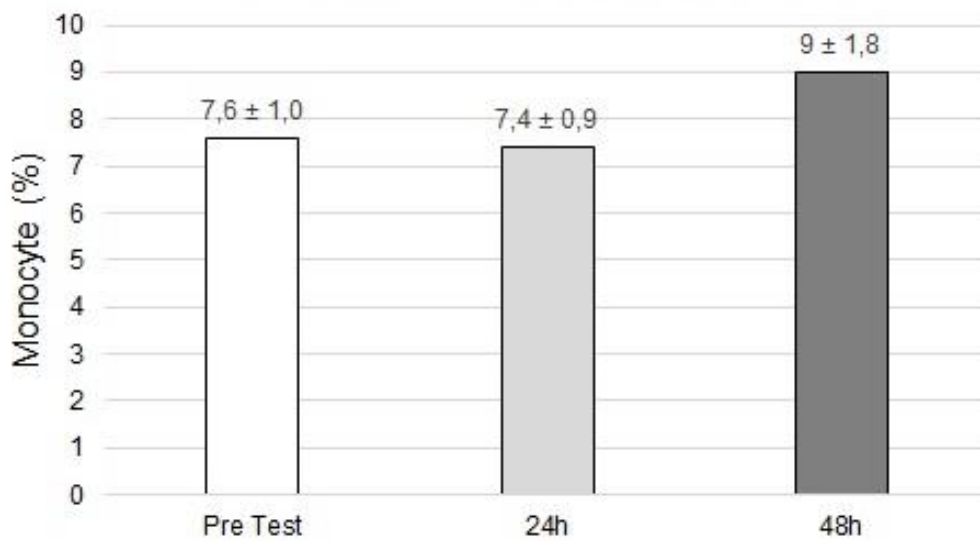
DOMS diinduksikan dengan perlakuan latihan fisik yang sebelumnya adalah *long-distance uphill running*, dan diganti menjadi *long-distance running* 10 Km. pergantian ini dikarenakan kejadian akibat *Pandemic Covid-19*. Hasil dari *pilot study* dengan menggunakan instrumen VAS dan McGill questionnaire menunjukkan bahwa *long-distance running* 10 Km mampu mengakibatkan DOMS.



Gambar 4. Perubahan leukosit sebelum, pasca 10 Km dan pemberian *foam rolling*

Data di atas menunjukkan perubahan rerata jumlah leukosit pada 10 sampel pengukuran Leukosit. Pengambilan data ini dilakukan secara berkala dalam waktu 3 hari dengan total 3 tahap pengambilan data yaitu *pretest*, 24 jam, dan 48 jam. Pengambilan data ini dilakukan pasca lari jarak jauh 10Km. Setelah dilakukan uji *Repeated Measures Anova* maka terdapat perbedaan hasil antara *pretest* dan 24 jam setelah lari jarak jauh 10Km. Dalam fase ini terjadi penurunan tidak signifikan yaitu $0,12 \text{ } 10^3/\text{uL}$ atau 2%. Selanjutnya antara 24 jam dan 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi penurunan kembali namun tidak signifikan yaitu $0,25 \text{ } 10^3/\text{uL}$ atau 4%. Kemudian perubahan data antara *pretest* dan 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi penurunan tidak signifikan yaitu $0,37 \text{ } 10^3/\text{uL}$ atau 5%. Rerata data *pretest* menunjukkan hasil $6.30 \text{ } 10^3/\text{uL}$. Setelah 24 jam pasca

melakukan lari jarak jauh 10Km data menunjukkan bahwa terjadi penurunan rerata jumlah leukosit menjadi $6.18 \cdot 10^3/uL$. Kemudian pada 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi penurunan rerata jumlah leukosit menjadi $5.93 \cdot 10^3/uL$. Berdasarkan data tersebut maka dapat diartikan bahwa terjadi penurunan yang tidak signifikan pada jumlah leukosit dalam waktu 24 jam hingga 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km (Gambar 4).



Gambar 5. Perubahan monosit sebelum, pasca 10 Km dan pemberian *foam rolling*

Data di atas menunjukkan perubahan rerata jumlah leukosit pada 10 sampel pengukuran monosit. Pengambilan data ini dilakukan secara berkala dalam waktu 3 hari dengan total 3 tahap pengambilan data yaitu *pretest*, 24 jam, dan 48 jam. Pengambilan data ini dilakukan pasca lari jarak jauh 10Km. Setelah dilakukan uji *Repeated Measures Anova* maka terdapat perbedaan hasil antara *pretest* dan 24 jam setelah lari jarak jauh 10Km. Dalam fase ini terjadi penurunan tidak signifikan yaitu 0,2 atau 2%. Selanjutnya antara 24 jam dan 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi peningkatan namun tidak signifikan yaitu 1.6 atau 21%. Kemudian perubahan data antara *pretest* dan 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi peningkatan tidak signifikan yaitu 1,4 atau 18%. Rerata data *pretest* menunjukkan rerata kadar monosit yaitu 7.6 %. Setelah 24 jam pasca melakukan

lari jarak jauh 10Km data menunjukkan bahwa terjadi penurunan rerata kadar monosit menjadi 7.4%. Kemudian pada 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km terjadi peningkatan rerata kadar monosit menjadi 9%. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan jumlah monosit dalam waktu 24 jam meskipun tidak berarti, dan terjadi peningkatan setelah 48 jam pasca lari jarak jauh 10Km meskipun tidak signifikan (Gambar 5).

Dari data yang diperoleh, rerata dari 10 sampel lelaki muda terlatih saat pretest menunjukkan angka $6,30 \cdot 10^3/\mu\text{L}$. Berdasarkan penelitian terdahulu angka tersebut dapat dikatakan normal, karena batas ambang leukosit pada saat kondisi normal berkisar pada angka $4 - 11 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ (41). Dari data tersebut dapat diartikan bahwa sampel tidak mengalami kelelahan yang berarti atau dalam kondisi normal. Aktifitas fisik dapat mempengaruhi perubahan jumlah leukosit, hal ini disebabkan oleh ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan system pertahanan anti oksidan tubuh. Kerusakan jaringan akibat stres oksidatif ditandai dengan peningkatan radikal bebas diiringi dengan peningkatan leukosit (40).

Pada pengambilan data kedua yaitu pada waktu 24 jam pasca lari 10km dan *treatment foam rolling*. Pengambilan data dilakukan pada waktu 24 jam pasca lari 10km karena jumlah leukosit mulai meningkat setelah lari dan akan terus meningkat hingga 24 jam setelah lari (41). Durasi pemberian *foam rolling* terbagi pada 5 bagian kelompok otot yaitu: *tricep suare, tibialis anterior, quadriceps femoris, hamstring, dan gluteus*. Pada setiap bagian otot *foam rolling* dilakukan selama 45 detik dengan 3 kali repetisi dan 15 detik istirahat pada setiap repetisinya, *foam rolling* pada satu bagian kaki yaitu 900 detik atau 15 menit maka total pemberian *foam rolling* pada kaki kanan dan kiri adalah 1.800 detik atau 30 menit. Teknik pemberian *foam rolling* ini mengacu pada protokol Dre "mastermuscle.com" yang dikombinasikan dengan Mathew "Casall". Tujuan dari pemberian *treatment foam rolling* ini untuk pencegahan peningkatan leukosit akibat inflamasi. Dari pengambilan data pada hari kedua rerata jumlah leukosit

turun yaitu $0,12 \cdot 10^3/\mu\text{L}$, hasil ini didapat dari penurunan yang tidak signifikan yaitu dari $6,30 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ menjadi $6,18 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ (2%). Hal ini berbanding terbalik dengan sebelumnya yang dilakukan oleh (42). Data menunjukkan bahwa terjadi peningkatan leukosit setelah aktifitas fisik. Perbedaan tersebut dikarenakan pada penelitian ini sampel diberi *treatment foam rolling*. Penurunan ini diartikan sebagai bukti bahwa *treatment foam rolling* mampu mencegah peningkatan leukosit pasca lari 10km.

Pada pengukuran hari ketiga atau 48 jam pasca lari 10 km rerata leukosit kembali turun $0,25 \cdot 10^3/\mu\text{L}$. Hasil ini didapat dari selisih penurunan $6,18 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ menjadi $5,93 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ (4%). Terjadinya penurunan pada 48 jam pasca latihan ini semakin memperkuat bukti bahwa *foam rolling* mampu mencegah peningkatan leukosit akibat inflamasi karena lari sejauh 10 km. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian (43). Peningkatan leukosit dapat dicegah menggunakan treatment tertentu.

Monosit merupakan makrofag yang berperan saat inflamasi yang diakibatkan oleh lari sejauh 10km (45). Rerata data pretest menunjukkan kadar monosit sebesar 7.6 %. Setelah 24 jam pasca melakukan long distance running data menunjukkan bahwa terjadi penurunan rerata kadar monosit menjadi 7.4%. Kemudian pada 48 jam pasca lari 10Km terjadi peningkatan rerata kadar monosit menjadi 9%. Berdasarkan data tersebut maka dapat diartikan bahwa terjadi penurunan kadar monosit dalam waktu 24 jam dan terjadi peningkatan setelah 48 jam pasca lari 10 km. Pada kasus ini didapatkan data penurunan jumlah leukosit dari $6,18 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ menjadi $5,93 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ namun terjadi peningkatan monosit dari 7,4% menjadi 9%. Pada presentase hari ketiga atau 48 jam pasca lari 10 Km terjadi peningkatan monosit yang berimbas pada turunnya limfosit dan neutrofil. Jika dijumlah total kadar leukosit hasilnya tetap 100%. Limfosit turun dari 33,7% menjadi 33,2%. Begitu pula neutrophil dari 55,5% menjadi 55,1%. Peningkatan kadar monosit disebut monositosis. Peningkatan ini disebabkan karena monosit sedang bekerja memperbaiki kerusakan sel yang ada didalam tubuh (44).

BAB 6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan data penelitian, *long distance running* (10 Km) sendiri tidak memberikan perubahan yang bermakna pada leukosit maupun monosit. Hal ini mungkin disebabkan karena *delayed onset of muscle soreness* termasuk cedera ringan yang masih tergolong sebagai respon faal pada aktivitas fisik yang beriklan. Karenanya, perubahan pada sistem imun tidak terlihat jelas. Sedangkan pengaruh dari pemberian *foam rolling*, adalah sebagai berikut:

- 1) *High density foam roller* **tidak memberikan pengaruh** yang berarti terhadap perubahan jumlah **leukosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running* 10 Km.
- 2) *High density foam roller* **tidak efektif** terhadap perubahan jumlah **leukosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running* 10 Km.
- 3) *High density foam roller* **tidak memberikan pengaruh** yang berarti terhadap perubahan jumlah **monosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running* 10 Km.
- 4) *High density foam roller* **tidak efektif** terhadap perubahan jumlah **monosit** ($10^9/L$) pasca *long distance running* 10 Km.

6.2 Saran

Penelitian mekanisme pertahanan tubuh level intra seluler mungkin bisa dilakukan untuk menggali potensi dalam rangka memastikan bahwa kondisi *delayed onset of muscle soreness* tidak memiliki pengaruh terhadap perubahan sistem imun, dan *foam rolling* tidak memiliki pengaruh terhadap sistem imun. Dengan memperhatikan limitasi dari penelitian ini. Adapun limitasi kami adalah: 1) Kecepatan penggunaan *Foam Roller* saat pengguliran tidak sama. 2) Tim peneliti hanya fokus pada penyelesaian jarak tempuh lari bukan fokus pada waktu tempuh. 3) Kurangnya SDM dalam pengawasan treatment *Foam Rolling*. 4) Ketika pengukuran derajat nyeri tingkat sensitivitas nyeri setiap individu berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Elmagd MA. Common Sports Injuries. *Int J Phys Educ Sport Heal*. 2016;3(5):142–8.
2. Flores D V., Gómez CM, Estrada-Castrillón M, Smitaman E, Pathria MN. MR imaging of muscle trauma: Anatomy, biomechanics, pathophysiology, and imaging appearance. Vol. 38, *Radiographics*. 2018. p. 124–48.
3. Delos D, Maak TG, Rodeo SA. Muscle Injuries in Athletes: Enhancing Recovery Through Scientific Understanding and Novel Therapies. Vol. 5, *Sports Health*. 2013. p. 346–52.
4. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle Soreness and Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clin Sports Med*. 2012;31(2):255–62.
5. Rossato M, De Souza Bezerra E, De Ceselles Seixas Da Silva DA, Avila Santana T, Rafael Malezam W, Carpes FP. Effects of cryotherapy on muscle damage markers and perception of delayed onset muscle soreness after downhill running: A Pilot study. *Rev Andaluza Med del Deport*. 2015;8(2):49–53.
6. Hui T, Petrofsky J, Laymon M. Agreement with Microcurrent Conductance, Serum Myoglobin, and Diagnostic Ultrasound When Evaluating Delayed Onset Muscle Soreness. Vol. 05, *International Journal of Clinical Medicine*. 2014. p. 531–9.
7. Manojlović V, Erčulj F. Using blood lactate concentration to predict muscle damage and jump performance response to maximal stretch-shortening cycle exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59(4):581–6.
8. Fatouros IG, Jamurtas AZ. Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: Opportunities for optimizing performance. *J Inflamm Res*. 2016;9:175–86.
9. Jajtner AR, Fragala MS, Townsend JR, Gonzalez AM, Wells AJ, Fukuda DH, et al. Mediators of monocyte migration in response to recovery modalities following resistance exercise. *Mediators Inflamm*. 2014;2014.
10. Nikolaidis MG. The effects of eccentric exercise on muscle damage and blood redox status in men and women. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2017;2(2).
11. Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW, Lutter C, Forst R, Grim C, et al. Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and Diagnostics. Vol. 32, *Sportverletzung-Sportschaden*. 2018. p. 243–50.
12. Kim J, Lee J. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. Vol. 10, *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2014. p. 349–56.
13. Best TM, Gharaibeh B, Huard J. Stem cells, angiogenesis and muscle healing: A potential role in massage therapies? Vol. 89, *Postgraduate Medical Journal*. 2013. p. 666–70.
14. Lau WY, Blazevich AJ, Newton MJ, Xuan Wu SS, Nosaka K. Assessment of muscle pain induced by elbow-flexor eccentric exercise. *J Athl Train*. 2015;50(11):1140–8.
15. Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *J Athl Train* [Internet]. 2015;50(1):5–13. Available from: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6050-50.1.01>
16. Owens DJ, Twist C, Cogley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? Vol. 19, *European Journal of Sport Science*. 2019. p. 71–85.
17. Holub C, Smith J. Effect of Swedish Massage on DOMS after Strenuous Exercise. Vol. 10, *International Journal of Exercise Science*. 2017. p. 258–65.
18. Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C. Whole-body Cryotherapy as a Recovery Technique after Exercise: A Review of the Literature. Vol. 38, *International*

- Journal of Sports Medicine. 2017. p. 1049–60.
19. Ihsan M, Watson G, Abbiss CR. What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise? Vol. 46, Sports Medicine. 2016. p. 1095–109.
 20. Malanga GA, Yan N, Stark J. Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. Vol. 127, Postgraduate Medicine. 2015. p. 57–65.
 21. Winke M, Williamson S. Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS. [Internet]. Vol. 11, International Journal of exercise science. 2018. p. 375–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29795729> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5955306>
 22. Visconti L, Capra G, Carta G, Forni C, Janin D. Effect of massage on DOMS in ultramarathon runners: A pilot study. Vol. 19, Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2015. p. 458–63.
 23. Fleckenstein J, Niederer D, Auerbach K, Bernhörster M, Hübscher M, Vogt L, et al. No Effect of Acupuncture in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Randomized Controlled Trial. Vol. 26, Clinical Journal of Sport Medicine. 2016. p. 471–7.
 24. Bryant AE, Aldape MJ, Bayer CR, Katahira EJ, Bond L, Nicora CD, et al. Effects of delayed NSAID administration after experimental eccentric contraction injury - A cellular and proteomics study. Vol. 12, PLoS ONE. 2017.
 25. Vandusseldorp TA, Escobar KA, Johnson KE, Stratton MT, Moriarty T, Cole N, et al. Effect of branched-chain amino acid supplementation on recovery following acute eccentric exercise. *Nutrients*. 2018;10(10).
 26. Xie Y, Feng B, Chen K, Andersen LL, Page P, Wang Y. The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: A randomized clinical trial. Vol. 28, Clinical Journal of Sport Medicine. 2018. p. 28–36.
 27. Heiss R, Lutter C, Freiwald J, Hoppe MW, Grim C, Poettgen K, et al. Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) - Part II: Treatment and Prevention. Vol. 33, Sportverletzung-Sportschaden. 2019. p. 21–9.
 28. Cheatham SW. The Effects of Self-Myofascial Release Using a Foam Roll or Roller Massager on Joint Range of Motion, Muscle Recovery, and Performance: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(6):827–38.
 29. SEAN KRATCHMAN. FOAM ROLLING FOR PERFORMANCE AND RECOVERY. (7):30–4.
 30. Dewantara J. Identifikasi Macam, Jenis, Dan Lokasi Cedera Olahraga Atlet Panahan Kontingen Klaten. Universitas Negeri Yogyakarta; 2016.
 31. Fachrudin MM. Jumlah Leukosit, Differensiasi Leukosit, Dan Indeks. Institut Pertanian Bogor; 2013.
 32. Dutra HS, Nunes dos Reis V. The randomization determines the distribution of participants into groups; experimental and control group..pdf. *J Nurs*. 2016;10(6):2230–41.
 33. Suresh K. An overview of randomization techniques: An unbiased assessment of outcome in clinical research. *J Hum Reprod Sci*. 2011;4(1):8–11.
 34. Rico H, Gervas JJ, Hernández ER, Seco C, Villa LF, Revilla M, et al. Effects of alprazolam supplementation on vertebral and femoral bone mass in rats on strenuous treadmill training exercise. *Calcif Tissue Int*. 1999;65(2):139–42.
 35. Gigli I, Bussmann LE. Effects of exercise on muscle metabolites and sarcoplasmic reticulum function in ovariectomized rats. *Physiol Res*. 2002;51(3):247–54.

36. Agarwal M, Narayan J, Sharma P, Singh S, Tiwari S. Acute effect of uphill and downhill treadmill walk on cardiovascular response and perceived exertion in young sedentary individual. *Int J Med Sci Public Heal*. 2017;6(7):1.
37. Cheatham SW, Stull KR. Comparison of Three Different Density Type Foam Rollers on Knee Range of Motion and Pressure Pain Threshold: a Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2018;13(3):474–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30038833>0A<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6044602>
38. Su H, Chang NJ, Wu WL, Guo LY, Chu IH. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *J Sport Rehabil*. 2017;26(6):469–77.
39. Wittle MW. *Gait Analysis : An Introduction*. Philadelphia: Elsevier Ltd; 2007.
40. Harahap, N. S. (2008). *Hitung Jenis Leukosit Pada Mencit (Mus Musculus L) Jantan Tesis Hitung Jenis Leukosit Pada Mencit (Mus Musculus L) Jantan dalam Program Studi Ilmu Biomedik pada Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara*.
41. Mackinnon, L. (1992). *Advances in Exercise Immunology* (1st ed.). Canada.
42. Laeto, A. Bin, Natsir, R., & Arsyad, M. A. (2017). *Effect of night futsal on the number of leukocytes and the count of leukocytes in young adults*. 35–40.
43. Nurmartatiti, E. (2019). *Pengaruh Whey Protein Terhadap Leukosit Pada Tikus Pasca Latihan Maksimal*. Universitas Negeri Semarang.
44. Pietrangelo, A. (2019). What Does It Mean If Your Monocyte Levels Are High? Retrieved from <https://www.healthline.com/health/monocytes-high#what-are-monocytes>
45. Jajtner, A. R., Fragala, M. S., Townsend, J. R., Gonzalez, A. M., Wells, A. J., Fukuda, D. H., ... Hoffman, J. R. (2014). Mediators of monocyte migration in response to recovery modalities following resistance exercise. *Journal Mediators of Inflammation*, 2014, 1–9.

LAMPIRAN INSTRUMENT PENELITIAN

INSTRUMENT PENGUKURAN JUMLAH LEUKOSIT & MONISIT

Seperti apa yang sudah dijelaskan pada proposal penelitian, pengukuran jumlah leukosit dan monosit (Hematologi Lengkap) akan dilakukan oleh petugas medis dari laboratorium kesehatan prodia semarang, dengan menggunakan teknik dan peralatan sesuai standar yang dimiliki oleh laboratorium tersebut. Surel di bawah ini adalah penjelasan lebih detailnya terkait pengukuran yang akan dilakukan.

<http://www.prodia.co.id/id/produklayanan/pemeriksaanlaboratoriumdetails/hematologi-lengkap?Kategori=Hematologi>

HEMATOLOGI LENGKAP

Hematologi

Deskripsi:

Hematologi lengkap meliputi pemeriksaan hematologi rutin (Complete Blood Count/CBC), laju endap darah (LED), dan hitung jenis leukosit.

Manfaat Pemeriksaan:

Penunjang diagnosa pada berbagai penyakit.

Catatan:

Pada pelaksanaan penelitian (ambil data), laboratorium profesional yang telah membantu pengukuran biokimia terkait leukosit dan monosit adalah Laboratorium Cito Setiabudi, Kota Semarang.

LAMPIRAN PERSONALIA TIM PENELITIAN

A. Identitas Diri **KETUA PENELITIAN**

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.		
2	Jenis Kelamin	Laki-laki		
3	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli		
4	NIP	198812312015041002		
5	NIDN	0031128801		
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tegal, 31 Desember 1988		
7	Alamat Rumah	Jl. H Mukhlas No. 30 Krasak Slaranglor 004/007 Kec. Dukuwaru Kab. Tegal (52451) Jawa Tengah		
8	Nomor Telepon/Faks/HP	081 390 666 864		
9	Alamat Kantor	Gedung F1 Lt. 01 IKOR FIK Universitas Negeri Semarang - Kampus Sekaran Gunungpati – Semarang (50229) Jawa Tengah		
10	Nomor Telepon/Faks	(024) 8508007		
11	Alamat e-mail	hiarifalikh@mail.unnes.ac.id		
12	Lulusan yang telah dihasilkan	-	-	-
13	Mata Kuliah Ajar:	1	Biokimia Olahraga	
		2	Ilmu Gizi Olahraga	
		3	Kebugaran Jasmani	

B. Riwayat Pendidikan Ketua Peneliti

Jenjang Pendidikan	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Negeri Semarang – Indonesia	University of Taipei – Taiwan	-
Bidang Ilmu	Ilmu Keolahragaan	Exercise Science in Biochemistry	-
Tahun Masuk-Lulus	2006 – 2010	2012 – 2014	-
Judul Skripsi/ Thesis/ Disertasi	Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Peningkatan Kadar High Density Lipoprotein Dalam Darah Pada Atlet Aerobic Gymnastics Provinsi Jawa Tengah	Effects of a Novel Protein Supplement on Disuse Muscle Atrophy: Role of Autophagy	-
Nama Pembimbing/ Promotor	1. Drs. Hadi Setyo Subiyono, M. Kes. 2. Dr. Siti Baitul Mukarromah, S.Si., M. Si. Med.	1. Prof. Chia-Hua Kuo, Ph.D., FACSM., CTSSN. 2. Yi-Hung Liao, Ph.D	-

C. Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2018	Exercise Behavior Comparison between UNNES Sports Science Students and MSU Sports Science Students	DIPA FIK	100
2	2017	Pengaruh Latihan Aerobik (Mixed Impact Aerobic Dance) Jangka Pendek terhadap Perubahan Tekanan Darah (Sistolik & Diastolik), Denyut Nadi Istirahat, dan Berat Badan pada Dewasa Muda (18-21 Tahun)	DIPA FIK	10
3	2016	Implementasi International Sport Student Exchange (SSE) pada Fakultas Ilmu Keolahragaan melalui Program Inbound dan Outbound	DIPA FIK	16
4	2016	Kajian Sistem Penyelenggaraan Penjasorkes Di Kabupaten Aceh Besar Sebagai Satu Indikator Akreditasi Sekolah	DIPA UNNES	100
5	2015	Efek Fruit Infused water (Kombinasi Apel, Pisang dan Lemon) terhadap Gula Darah dan Tingkat Dehidrasi dari Aktifitas Ketahanan pada Laki-Laki Muda	DIPA FIK	8

6	2014	Effects of a Novel Protein Supplement on Disuse Muscle Atrophy: Role of Autophagy	Laboratory of Exercise Biochemistry, Department of Sports Sciences, University of Taipei	- Thesis
7	2013	The Effects of Long-Term Mesenchymal Stem Cell Extract Intervention on Spontaneous Physical Activities of Aging Rat	Laboratory of Exercise Biochemistry, Department of Sports Sciences, University of Taipei	- Ming-Fen Hsu's Dissertation
8	2013	The Association Between The Degeneration Of Metabolic Regulation And Joint Health In Retired Elite Female Basketball Players	Laboratory of Exercise Biochemistry, Department of Sports Sciences, University of Taipei	- Final Project for ACSM

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2018	Penggunaan Fruit-Infused Water (Kombinasi Apel, Pisang dan Lemon) sebagai Upaya Menjaga Performa Atlet Softball dari Dehidrasi Akibat Latihan	DIPA FIK	6
2	2017	Coaching Clinic "Sports Nutrition" bagi Atlet Pusat Pembinaan dan Latihan Olahraga Pelajar (PPLOP) di Jawa Tengah	DIPA FIK	6
3	2016	FIK Unnes Goes to Public sebagai Sarana Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Kesehatan di Car Free Day Kawasan Simpang Lima Kota Semarang	DIPA FIK	16
4	2016	SOSIALISASI PERILAKU HIDUP BERSIH DAN SEHAT (PHBS) PADA REMAJA DAN IBU RUMAH TANGGA DI KABUPATEN WONOSOBO	DIPA FIK	8

E. Pengalaman Menulis Buku Dalam Jurnal 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah halaman	Penerbit
1	The effect of fruit-infused water (combination of apple, banana and lemon) on blood glucose in young men	2016	4	Asian Network for Scientific Information
2	Usage of Fruit-Infused Water for Prevention of Dehydration due to Endurance Exercise	2018	6	Jurnal Kesehatan Masyarakat
3	-	-	-	-

F. Pengalaman Memperoleh HAKI Dalam Jurnal 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema Haki	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-

G. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/ Tema Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang telah diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-

H. Penghargaan yang Pernah Diraih Dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Usulan Penelitian Dosen Pemula.

Semarang, 25 Agustus 2020



Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.
NIP. 198812312015041002

A. Identitas Diri ANGGOTA PENELITI #01

NIP	131571555
NIP KONVERSI	196111101986012001
Nama	Dr. Setya Rahayu, M. S.
NIDN	0010116117
Kode Dosen	40407
Unit Kerja	UNNES - FIK
Jenis Kelamin	Perempuan
Kelahiran	Kendal, 10 November 1961
Alamat Tinggal	Jl. Dewi Sartika Timur VII 16
Kab./ Kota/ Propinsi	Semarang, JAWA TENGAH
Kode Pos	50221
No Telepon HP	081325782212
Alamat Email	setyarahayu@mail.unnes.ac.id
Pangkat/ Golongan/ Ruang	Pembina Tk. I - IV/b (TMT : 01 April 2018)
Pendidikan Terakhir	Strata 3 (S3) - (Lulus 15 Juli 1999)
Jabatan	Lektor Kepala (Ketua Program Studi S2)
MK Pokok	ANATOMI, BIOKIMIA OLAHRAGA
Mata Kuliah Ajar	Anatomi; Biokimia Olahraga
Homepage Prodi	Ilmu Keolahragaan (S1)

B. Riwayat Pendidikan

Program	S-1	S-2	S3
Nama PT	IKIP Semarang	Universitas Airlangga	Universitas Airlangga
Bidang Ilmu	Pendidikan Olahraga	Ilmu Kesehatan Olahraga	Ilmu Kedokteran
Tahun Masuk- Lulus	1981-1985	1991-1993	1993-1999
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	-	Pengaruh Latihan Plyometric Terhadap Kekuatan dan Daya Ledak Anggota Gerak Bawah	Pengaruh Frekuensi Latihan Aerobik Terhadap Kesegaran Jasmani dan Respons Imun
Nama Pembimbing/Promotor	-	Prof. Dr. Lukas Widiyanto, dr. dan Prof. Dr. Soekarman, dr	Prof. Dr. Soekarman, dr. dan Prof. Dr. Suhartono Taat Putra, M. S.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1.	2016	Implementasi International Sport Student Exchange (SSE) Pada Fakultas Ilmu Keolahragaan Melalui Program Inbound Dan Outbound	DIPA UNNES	16
2.	2017	Case-Finding Model Of Malnourished Children (Under And Over-Nutrition) In Indonesia And Thailand (Rp. 70.000.000)	DIPA UNNES	70
3.	2017	Peran Dan Potensi Laboratorium Terpadu Uji Dan Kalibrasi Fik UNNES Berstandar Iso 17025 Dalam Pengembangan Prestasi Olahraga Jateng	DIPA UNNES	16
4.	2018	Exercise Behavior Comparison Between UNNES Sports Science Students And MSU Sports Science Students	DIPA UNNES	100

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1.	2016	FIK Unnes Goes To Public Sebagai Sarana Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Kesehatan Di Car Free Day Kawasan Simpang Lima Kota Semarang	DIPA UNNES	16
	2017	Olahraga Sebagai Gaya Hidup Masyarakat Kota Semarang	DIPA UNNES	20
2.	2017	Peningkatan Prestasi Cabang Olahraga Senam Melalui Peningkatan Kualifikasi Pembina/Pelatih Bagi Guru Penjasorkes Di Kecamatan Tembalang	DIPA UNNES	6
3.	2018	Peningkatan Kualitas Kesehatan Masyarakat Melalui Pendampingan Sports On Sunday Morning Bagi Warga	DIPA UNNES	6

		Desa Jinggotan Kabupaten Jepara		
4.	2019	Edusport Instruktur Senam Aerobik	DIPA UNNES	8

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Analisis Profil Tingkat Kesegaran Jasmani Pemain Futsal Anker Fc Tahun 2014	Tahun 2015 Vol. 4 No. 3	Journal of Physical Education and Sports
2	Evaluasi Program Pembinaan Prestasi Pencak Silat	Tahun 2015 Vol. 4 No. 1	Journal of Physical Education and Sports
3	Pengaruh Olahraga Tradisional Wok Dhor Terhadap Kesegaran Jasmani Santriwan Usia 13-15 Tahun Di Pondok Pesantren Roudlatut Thalibin Rembang	Tahun 2016 Vol. 4 No. 4	Journal of Sport Sciences and Fitness
4	Pengaruh Metode Pembelajaran Eksplorasi Dan Kelincahan Siswa Terhadap Hasil Belajar Permainan Sepakbola	Tahun 2016 Vol. 5 No. 2	Journal of Physical Education and Sports
5	Developing A Multifunctional Ball For Teaching Physical Education, Sport And Health	Tahun 2016 Vol. 4 No. 2	The Journal of Educational Development
6	Hubungan Persepsi, Minat, Partisipasi Terhadap Keterampilan Teknik Dasar Futsal Ekstrakurikuler Putri	Tahun 2017 Vol. 5 No. 2	Journal of Physical Education and Sports
7	Evaluasi Pelaksanaan Pembelajaran Kurikulum 2013 PJOK	Tahun 2017 Vol. 5 No. 2	Journal of Physical Education and Sports
8	Pengaruh Gaya Mengajar Guided Discovery Dan Tingkat Motor Educability Terhadap Hasil Belajar Pencak Silat	Tahun 2017 Vol. 5 No. 2	Journal of Physical Education and Sports
9	Manajemen Pembelajaran Pendidikan Jasmani Olahraga Dan Kesehatan SMP-SMA Semesta Bilingual Boarding School Semarang	Tahun 2017 Vol. 5 No. 2	Journal of Physical Education and Sports

10	Metode Latihan Plyometrics Dan Kelentukan Untuk Meningkatkan Power Otot Tungkai Dan Hasil Lay Up Shoot Bola Basket	Tahun 2017 Vol. 5 No. 1	Journal of Physical Education and Sports
11	Kelentukan Togok Dan Latihan Kelincahan Meningkatkan Kemampuan Dribble Pada Pemain Hockey indoor Pemula	Tahun 2017 Vol. 5 No. 1	Journal of Physical Education and Sports
12	Physical Fitness Development And Training Program For Members Of Indonesian National Army (An Evaluation Study In Military Regional Command IV/Diponegoro)	Tahun 2017 Vol. 5 No. 1	The Journal of Educational Development
13	The Influence Of Exercise Method, Cooperative Attitude, And Sex Types On Volleyball Playing Skill(An Experimental Study On Students Of State Vocational High School 4 Kendal)	Tahun 2017 Vol. 26 No. 1	International Journal Of Health, Physical Education & Computer Science In Sports
14	Usage Of Fruit-Infused Water For Prevention Of Dehydration Due To Endurance Exercise	Tahun 2018 Vol. 13 No. 3	Jurnal Kesehatan Masyarakat
15	Intelligence Stimulation On Kindergarten Student Through Physical Activity Based On Perceptual Motor	Tahun 2018 Vol. 98 No. 1	Man in India
16	STUDENTS FOOTBALL ATHLETES COACHING AND TRAINING MODEL PROGRAM (An Evaluative Study In Student Training And Education Program)	Tahun 2018 Vol. 1 No. 2	Man in India
17	Modifications Futsal Game Development To Learningsport And Health Physical Education High School Students	Tahun 2019 Vol. 8 No. 1	Journal of Physical Education and Sport Nasional
18	The Influence Of Learning Approeach And Eye-Hand Coordination On The Learning Outcomes Of Mini Volleyball Passing Skill	Tahun 2019 Vol. 8 No. 1	Journal of Physical Education and Sport

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	International Conference of Sport Science	The Effect of Body Mass Index on The Agility of Early Childhood	2019, Ton Duc Tang University, Vietnam
2.	The 4 th Asean Council of Physical Education and Sport (ACPES) “Faster, Higher, Stronger: Technological Advancement In Sports & Physical Education”	Excercise Behaviour In Healthy People And People With Degenerative Diseases	2018, Hotel Tenera, Bandar Baru Bangi, Selangor, Malaysia
3.	International Seminar of Public Health and Education	Exercise Behaviour Analysis of Universitas Negeri Semarang Sports Sciences Students	2018, The Wujil Resort, Central Java Indonesia
4.	Asean Council of Physical Education and Sport (ACPES)	The Effect of Yoga Exercise Toward The Level of Painful Menstrual Periods (Dysmenorrhea) in Teenager	2017, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Thailand
5.	Asean Council of Physical Education and Sport (ACPES)	The Profile Of Body Mass Index Of Hockey Athletes Central Java Province Training Centre	2016, Cagayan de Oro Philiphine

Semarang, 25 Agustus 2020



Dr. Setya Rahayu, M.S.
NIDN 0010116117

A. Identitas Diri ANGGOTA **PENELITI #02**



A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Nandaru Fajar Sumirat
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	Program Studi	S1 Ilmu Keolahragaan
4.	NIM	6211416053
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Klaten, 25 Januari 1999
6.	Alamat e-mail	nandarufs@student.unnes.ac.id
7.	Nomor Telepon/Handphone	+6289602756675

B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No.	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	HIMA IKOR FIK UNNES	Ketua HIMA	2018
2	HIMA IKOR FIK UNNES	Bidang Penelitian dan Pengembangan	2017

C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No.	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Mapres 2	HIMA IKOR	2017
2.	Mapres 2	HIMA IKOR	2018

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian/Pengabdian Dana DIPA FIK 2020.

A. Identitas Diri ANGGOTA PENELITI #03



D. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Bayu Pangestu
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	Program Studi	Ilmu Keolahragaan S-1
4.	NIM	6211416054
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Boyolali, 18 Mei 1998
6.	Alamat e-mail	bayu_pangestu@students.unnes.ac.id
7.	Nomor Telepon/Handphone	+6281212024698

E. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No.	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	HIMA IKOR FIK	Bidang Informasi dan Komunikasi	2017
2	HIMA IKOR FIK	Wakil Ketua HIMA	2018

F. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No.	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian/Pengabdian Dana DIPA FIK 2020.

LAMPIRAN SURAT PERJANJIAN PENELITIAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
Gedung Dekanat Kampus UNNES Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon (024) 8508007, Fax. (024) 8508007
Laman: <http://fik.unnes.ac.id>, email : fik@unnes.ac.id

**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
PELAKSANAAN PENELITIAN DOSEN PEMULA
TAHUN ANGGARAN 2020
Nomor : 2.4.5/UN37/PPK.3.1/2020**

Pada hari ini **Senin** tanggal **Empat** bulan **Mei** tahun **Dua ribu dua puluh**, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd. : **Pejabat Pembuat Komitmen** Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/1/UN37/ HK/2020 tanggal, 2 Januari 2020, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama KPA Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc. : **Dosen Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang**, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian tahun anggaran 2020 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

PIHAK PERTAMA dan **PIHAL KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal berikut.

**PASAL 1
Dasar Hukum**

1. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/651/UN37/HK.02/2019 tanggal 15 Juli 2019 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan di Lingkungan Universitas Negeri Semarang Periode 2019-2023
2. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/1/UN37/HK/2020 tanggal, 2 Januari 2020 tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/ Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2020 Universitas Negeri Semarang
3. Keputusan Dekan 4509/UN37.1.6/PG/2020 tanggal 28 April 2020 tentang Penetapan Penerinaa Penelitian Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang Tahun 2020
4. Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019

**PASAL 2
Ruang Lingkup Perjanjian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Dosen Pemula tahun 2020 dengan judul "Efektivitas Moderate Density Foam Roller terhadap Leukosit dan Monosit sebagai Indikator Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) Pasca-Strenous Uphill Exercise pada Laki-laki Muda Terlatih

- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan/kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya kepada **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 3 **Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar Rp. **15.000.000,- (Lima Belas Juta Rupiah)** sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019.

PASAL 4 **Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu $70\% \times \text{Rp } 15.000.000 = \text{Rp } 10.500.000$ (Sepuluh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah :
- (1) Mengunggah hasil revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, dan instrumen penelitian ke SIPP.
 - (2) Menyerahkan hardcopy asli revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, instrumen penelitian, dan nota persetujuan hasil evaluasi instrumen penelitian masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA**.
- b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu $30\% \times \text{Rp } 15.000.000,- = \text{Rp } 4.500.000,-$ (Empat Juta Lima Ratus Ribu Rupiah) bayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah :
- 1) Mengunggah ke SIPP :
 - Catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, selambat-lambatnya **4 Agustus 2020**
 - Draf Laporan Akhir selambat-lambatnya **8 Oktober 2020**
 - Catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan luaran penelitian yang dicapai, selambat-lambatnya **4 November 2020**
 - 2) Menyerahkan hardcopy masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** :
 - Catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, selambat-lambatnya **4 Agustus 2020**
 - Catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan luaran penelitian yang dicapai selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BNI atas nama Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc. dengan nomor rekening 373077503

PASAL 5 **Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian yang dimaksud dalam Pasal 2 sampai 100% adalah terhitung sejak tanggal **4 Mei 2020** dan berakhir pada tanggal **4 November 2020**.

PASAL 6
Janji Luaran

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban memenuhi janji luaran wajib yaitu berupa 1 artikel jurnal terindeks Scopus (accepted) dan 1 artikel ISPHE 2020 (published) selambat-lambatnya **31 Oktober 2021**.
- (2) Apabila janji luaran wajib sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak dipenuhi dalam batas waktu tersebut, maka secara administratif **PIHAK KEDUA** tidak dapat mengajukan proposal penelitian pada tahun berikutnya.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban melaporkan perkembangan pencapaian janji luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**

PASAL 7
Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan luaran wajib penelitian dari **PIHAK KEDUA** sebagaimana dimaksud dalam pasal 6.
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**
 - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4
 - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan luaran wajib penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud dalam pasal 6.

PASAL 8
Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan, paling lambat **4 Agustus 2020**
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan hardcopy catatan harian 70%, laporan penggunaan anggaran 70% dan laporan kemajuan masing-masing dua eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat **4 Agustus 2020**
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah laporan akhir, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah dan tambahan luaran penelitian, selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (5) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan masing-masing dua eksemplar catatan harian 100%, laporan akhir yang telah disetujui Evaluator dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, nota persetujuan laporan akhir dari evaluator, laporan keuangan 100%, artikel ilmiah, profil penelitian, Poster dan luaran wajib yang telah dicapai selambat-lambatnya **4 November 2020**
- (6) Laporan hasil penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Format font Times New Romans, ukuran 12 spasi 1,5
 - b. Bentuk/ukuran kertas A4
 - c. Warna cover **Hijau Muda**
 - d. Di bawah bagian sampul cover ditulis:

Dibiayai oleh :

Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang
Nomor DIPA 023.17.2.677507/2020, tanggal 27 Desember 2019 sesuai dengan Surat Perjanjian
Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2020
Nomor: 2.4.5/UN37/PPK.3.1/2020, tanggal 4 Mei 2020

PASAL 9
Monitoring dan Evaluasi

Dalam rangka pengawasan, **PIHAK PERTAMA** akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020

PASAL 10
Penilaian Luaran

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/ *Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

PASAL 11
Pergantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapatkan persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetorkan ke Kas Negara.
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk pelaksanaan Kontrak Penelitian telah berakhir, pihak kedua belum menyelesaikan tugasnya dan atau terlambat mengirimkan dan mengunggah laporan kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1% (satu persiil) untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) terhitung dari tanggal jatuh tempo dan denda administratif (tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut).
- (2) Peneliti/pelaksana yang tidak hadir dalam kegiatan monitoring dan evaluasi tanpa pemberitahuan sebelumnya pada pihak pertama maka pelaksana penelitian tidak berhak menerima dana tahap kedua sebesar 30%.

PASAL 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/tidak kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Penelitian tersebut dinyatakan batal, dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana Penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

PASAL 14
Pajak-Pajak

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban memungut dan menyetor pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa:
 - a. pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10%, PPh 22 sebesar 1,5% dan PPh 23 sebesar 2%;
 - b. dan pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.
- (2) **PIHAK PERTAMA** berkewajiban memungut dan menyetor pajak belanja ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa honorarium dikenai PPh Pasal 21 dengan ketentuan 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, serta 6% bagi yang tidak memiliki NPWP; untuk golongan IV sebesar 15%;

PASAL 15
Peralatan dan/ Alat Hasil Penelitian

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan Penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/ atau ekspos dalam bentuk apapun yang erkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana
- (3) Hasil Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

PASAL 16
Keadaan Memaksa (*Force Majeure*)

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggungjawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan para pihak yang dpat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*).
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blockade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, hru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan penelitian.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etiket baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

PASAL 17
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili Hukum di Pengadilan Tinggi Semarang.

PASAL 18
Lain-Lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/ atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam negeri maupun luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

PASAL 19
Penutup

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 3 (tiga) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



Prof. Dr. Tandiyu Rahayu, M.Pd.
NIP. 196103201984032001

PIHAK KEDUA

Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.
NIP. 198812312015041002

LAMPIRAN ARTIKEL ILMIAH

ISPHE

Proceedings of the 5th International Seminar of Public Health and Education, ISPHE 2020, 22 July 2020, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Sports Science Faculty, Universitas Negeri Semarang is the host of the 5th International Seminar on Physical Health and Education (ISPHE), which were held virtually on July 22nd, 2020 in Semarang (Indonesia), in collaboration with the Health Education National Networking (JNPK) Indonesia, the In...
more »

Editor(s): Oktia Handayani (Universitas Negeri Semarang, Indonesia), Sri Sumartiningsih (Universitas Negeri Semarang, Indonesia) and Natalia Putriningtyas (Universitas Negeri Semarang, Indonesia)

Publisher: EAI

ISBN: 978-1-63190-262-8

ISSN: 2593-7650

Conference dates: 22nd Jul 2020

Location: Semarang, Indonesia

Appeared in EUDL: 2020-09-29

Copyright © 2020–2020 EAI

https://eudl.eu/proceedings/ISPHE/2020?articles_page=1&q=

Delayed Onset of Muscle Soreness and The Activation of The Immune System

Mohammad Arif Ali¹, Setya Rahayu², Yang, Chia-En³, Nandaru Fajar Sumirat⁴, Bayu Pangestu⁵, Gustiana Mega Anggita⁶, Sugiarto⁷, Fuadah Nor Wicqoyatul Milla⁸
(hianrifalikhani@mail.unnes.ac.id¹, setyarahayu@mail.unnes.ac.id², yce@mail.npust.edu.tw³)

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia^{1,2}
National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan³

Abstract. Inappropriate exercise prescription is one of many factors to sport injuries. Delayed onset of muscle soreness triggers the inflammatory processes. Therefore knowing the process of DOMS, physical exercise benefits, and the process of immune system activation after physical exercise will give us better understanding to create precise prescription. Original studies within last ten years were considered, other references were used only to support the story-lines. The codifying/compilation stage, followed by analysis and synthesis, then analysis to synthesis were performed sequentially to provide acceptable answers. Eccentric contraction and high intensity exercise cause DOMS. DOMS sequences: mechanical damage; inflammation; and free radical proliferation. Physical exercise benefits both in physical and mental health. Neutrophil, macrophages as natural killer cells are types of the main cellular vulnerable congenital of immune system, changed because of physical exercise. Proper methods and intensity in physical exercise are keys to activates immune system.

Keywords: physical exercise; DOMS; immune system.

1 Introduction

The human immune system has important and complex task in human survival. The immune system can identify harmful microbes and microbes that are beneficial to the human body [1]. Physical exercise has become a necessity for every individual in this modern era, it is because to increase the immune system in the human body is one of physical exercise purposes. Once immune system become stronger, it leads to improve health [2].

Unfortunately, besides having positive effects, acute physical exercise could brings undesirable effects (injury) especially when physical exercise is not following the proper exercise prescription. Athletes are including in high risk of injury, when prolonged physical exercise or too heavy exercise is performed [3]. Injury causes muscle trauma, based on the type of trauma or muscle strain are classified into three grades: grade I (Mild damage to individual muscle fibers), grade II (More extensive damage with more muscle fibers involved), type III (Complete rupture of a muscle or tendon). Grade I strain is characterized by microscopic damage to muscle fibers

which then results in pain and swelling [4]. Muscles will respond to increased intensity of exercise with pain, and this type of pain is commonly considered as Delayed Onset of Muscle Soreness or DOMS [5].

Based on the description above, the objectives of this study are: 1) To describe the process of delayed onset of muscle soreness as part of physical exercise effects. 2) To elaborate on the benefits of physical exercise. 3) To describe the process of immune system activation after physical exercise.

2 Materials and Methods

Materials, this is a narrative review, data in this paper are secondary. Mainly original studies within last ten years of being published were considered on this paper, additionally other references were being used only to support the storylines in order to answer the research objectives. Materials were obtained from data stations such as Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Reports, Blogspots, News Paper, etc. Twenty two papers cited in this study, eighty papers (82%) were published between years 2010 to 2020; two papers (9%) year 2009 and 2003; last two papers (9%) year 1993 and 1991.

Methods, there are three stages must be done sequentially in order to provide acceptable answers for the questions. 1) The Codifying or Compilation Stage is when investigators doing collection and sorting all related materials from sources. 2) Analysis and Synthesis Stage, profound and detailed examination (extracting data) on how data from chosen materials could be constructed into data interpretation. 3) Conclusion Drawing is the last stage to end the process of literature study and to state the novelty of study.

3 Results and Discussion

Since this is a narrative review which all data in this paper are secondary, the limitations we do have is more than systematic review study. In this paper we only focus on specific issue, there are DOMS, physical exercise benefits, and the activation of immune system post exercise.

3.1 DOMS as acute effect of physical exercise

DOMS is ultrastructural muscle damage, it is often associated with increased pain, stiffness, swelling, and mechanical changes in the joints [7]. DOMS causes pain in the muscles and will worsen when used to contract [8]. DOMS occurs because of extra muscle contraction and also a contraction which is not usually done by the people called eccentric contraction, DOMS is also considered as strain grade I [9].

Muscle stiffness due to DOMS can limit movement (decreased range of motion) and interfere onto daily activities (Pearcey et al., 2015). DOMS not only attacks an athlete, but DOMS also might be experienced by untrained people [10] or people who engage in eccentric physical exercise [7]. DOMS occurs within 12 hours and then

peaks within 24 to 72 hours after practice and takes five to seven days to heal [10], [11].

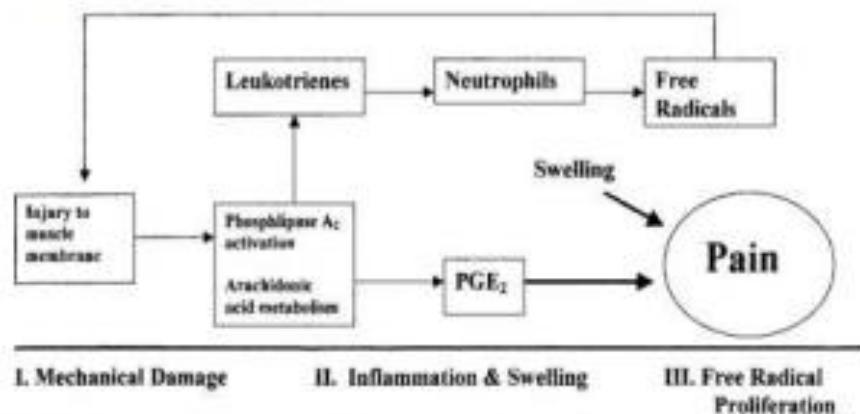


Fig. 1. Schematic showing possible sequence of injury of delayed onset muscle soreness. Figure is adopted from Connolly, Declan A.J., Sayers, Stephen E., Mchugh, Malachy P., 2003 [6].

Inflammation processes occur underlying DOMS condition, this process involving leukocytes that is remarkable biomarker of DOMS [12]. Leukocytes consisting of neutrophils, lymphocytes, basophil, eosinophils, and monocytes [13]. Monocytes are one of the most important in the process of inflammatory [14]. Microscopic damage on muscle fibers occurred because DOMS, and then there is the repair process conducted by muscle fibers monocytes after receiving signals from microscopic damage to work on the process of angiogenesis and fibrosis [15]. Mechanical damage is common initiation cause DOMS (there is an injury from performing physical exercise or sport to muscle membrane), then followed by inflammation (swelling in physical appearance) activation as body response, the end what cause the pain sensation is free radical proliferation, (Figure 1).

3.2 Benefits of physical exercise on health

Physical exercise is useful to maintain muscle strength especially in elderly and reduced risk of death caused by diseases [17]. Moderate exercise can reduce the risk of chronic diseases in human, including cardiovascular disease, type 2 diabetes, and cancer [18]. Physical exercise affecting our immune system, particularly moderate exercise can provides positive effects on immune system improvement [19]. Furthermore, physical exercise also has many benefits on mental health management, start from improving mental health, improving mood, and neuroplasticity using the factor neutropic of the brain [20]. Less of physical activity increased risk of health problems [18].



Fig. 2. Benefits of physical exercise on physical, mental, social, and emotional health. Figure is adopted from <https://www.enoughwiththetmadness.com/blog/the-benefits-of-physical-activity-and-so-much-more> [16].

3.3 Sports activates immune

The effect of exercise on immune system varies different depending on the intensity and methods used for physical exercise. The higher intensity would give better results for good immune when it is conducted with the right prescription. However, if it is mistaken, then the risk of injury become higher. For example, is boxing and running, they have different risk of injury. Sports can influence the immune system in a different way [21].

Regular physical activity can be diversifying the act of anti-inflammatory. Cooperation between organs that are mediated by physical activity set the leading in improving cytokines anti-inflammatory and declines in a pro-inflammatory cytokine. When muscle contract, myokin takes part in sent down chronic inflammation. Particles of a muscle that was revealed by interleukin recognized as myokin apleiotropic in modulation metabolism immune and inflammatory [20]. The immune main defense system is body against pathogenic. Neutrophil, macrophages a natural killers are the typea of the main cellular vulnerable congenital of immune system, changes because of physical exercise. Then neutrophils capable of killing bacteria through the release of enzymes and through the secretion of reactive oxygen species .

According to Pedersen's investigation about the effect of static cycling on ergometer cycle for 60 minutes in a trained and healthy young man, with target intensity 75% of VO2Max. Showed that acute effect of physical exercise is very influential to

improve human immunity (increased leukocytes, lymphocytes, and neutrophil). This is one of the evidence showing that exercise is actually a challenge to our body, (Table 1).

Table 1. Effects of ergometer cycling for 60 minutes (75% VO₂ MAX). Table is adopted from Pedersen, 1991.

Immune Agents	During Exercise	2h Post Exercise
Leukocytes (10 ³ /μl)	↑ Increased	↑ Increased
Lymphocytes (%)	↑ Increased	↑ Increased
Neutrophil (%)	↑ Increased	↑ Increased

Leukocytes are human defense system or commonly called white blood cells. Leukocytes consist of neutrophils, lymphocytes, basophils, eosinophils, and monocytes [13]. The increase of leukocytes is needed by the body as the immune system. Moreover, a study conducted by Laeto showing the effect of physical exercise on changes in the number of leukocytes. Subjects in the study were trained young men with an age range of 18-24 years old. Physical exercise performed for 60 minutes can increase the number of leukocytes. This increase is caused by stress and the burden received by the body due to physical exercise. This also relates to blood transfer activities from lymph vessels to blood vessels. Data are shown in table 2 below:

Table 2. Effects of physical exercise on leucocyte levels in trained young men. Table is adopted from Laeto et al., 2017.

Immune Agents	Average ± before the intervention	Average ± after the intervention	P
Leukocytes (10 ³ /μl)	7912±968	9387±2736	0,013
Neutrophils (%)	4359±718	6462±2783	0,005
Eosinophils (%)	206±130	162±122	0,024
Basophils (%)	53±20	55±16	0,493
Lymphocytes (%)	2689±480	2107±649	0,002
Monocytes (%)	605±124	601±235	0,928

Additionally, a reduction of normal functioning immune because of age is called Immunosenescence. It is marked by impaired immune function cellular and an increase in inflammatory activity. Age affects the innate immune system (macrophages, neutrophil, the dendrites, and natural killer cells) and adaptive immune system (lymphocytes-T and lymphocyte-B). However, Increasing physical exercise can increase sensitivity to infection (body is ready to combat any pathogen) [17].

4 Conclusion

In brief, sequences of DOMS are 1) Mechanical damage, 2) inflammation/swelling, 3) Free radical proliferation. Physical exercise benefits both in physical health and mental health. The proper intensity and methods used for physical exercise

is a key to activates our immune system. Neutrophil, macrophages as natural killer cells are the types of the main cellular vulnerable congenital of immune system (the innate immune system), changes because of physical exercise.

Acknowledgments. This study is part of an investigation about effects of high density foam roller on leucocytes and monocytes levels as indicators of delayed-onset muscle soreness (DOMS) post long distance running in trained young males. This study was granted by Faculty of Sports Science, Universitas Negeri Semarang (*DIPA FIK UNNES Tahun Anggaran 2020, Nomor Surat Perjanjian Penugasan: 2.4.5/UN37/PPK.3.1/2020*).

References

- [1]. S. K. Lundy, "The immune system , in sickness & in health — part 1: microbes and vaccines," *Immune Syst. Fight. Infect. Microbes*, vol. 6, no. September, pp. 1–7, 2018.
- [2]. P. Krstrup, J. Dvorak, and J. Bangsbo, "Small-sided football in schools and leisure-time sport clubs improves physical fitness , health profile , well-being and learning in children," *Br. J. Sports Med.*, vol. 50, no. 19, pp. 1166–1167, 2016.
- [3]. A. W. Ilmawan, "The effect of doms massage on pain reduction and increased range of motion (ROM) and function in the case of delayed onset muscle soreness (DOMS) in the legs," Universitas Negeri Yogyakarta, 2018.
- [4]. D. Delos, T. G. Maak, and S. A. Rodeo, "Muscle injuries in athletes: enhancing recovery through scientific understanding and novel therapies," *Sport Heal.*, vol. 5, no. 4, pp. 346–352, 2013.
- [5]. [5] P. B. Lewis and D. Ruby, "Muscle soreness and delayed-onset muscle," *CSM*, vol. 31, no. 2, pp. 255–262, 2012.
- [6]. M. M. H. D. Connolly, S. Ayers, "Treatment and prevention of delayed onset," *J. Strength Cond. Res.*, vol. 17, no. 1, pp. 197–208, 2003.
- [7]. T. Hotfiel et al., "Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): part i: pathogenesis and diagnostics delayed onset muscle soreness – teil i: pathogenese und diagnostik authors mechanisms and pathogenesis," *Sport. Sport.*, vol. 32, no. 4, pp. 243–250, 2018.
- [8]. L. Stefanelli et al., "Delayed-onset muscle soreness and topical analgesic alter corticospinal excitability of the biceps brachii," *Med. Sci. Sport. Exerc.*, vol. 51, no. 11, pp. 2344–2356, 2019.
- [9]. R. Heiss, C. Lutter, J. Freiwald, M. W. Hoppe, C. Grim, and K. Poettgen, "Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS) – part ii: treatment and prevention delayed onset muscle soreness – teil ii: therapie und prävention authors," *Sport. Sport.*, vol. 33, no. 01, pp. 21–29, 2019.
- [10]. G. E. P. Pearcey, D. J. Bradbury-squires, E. J. Drinkwater, D. G. Behm, and C. Duane, "Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures," *J. Athl. Train.*, vol. 50, no. 1, pp. 5–13, 2015.
- [11]. S. P. Selkar, G. J. Ramteke, and A. K. Dongare, "Effect of eccentric muscle training to reduce severity of delayed onset muscle soreness in athletic subjects," *Eur. J. Gen. Med.*, vol. 6, no. 4, pp. 213–217, 2009.

- [12]. I. G. Fatouros and A. Z. Jamurtas, "Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance," *J. Inflammation Res.*, vol. 9, pp. 175–186, 2016.
- [13]. B. K. Pedersen, "Influence of physical activity on the cellular immune system: mechanisms of action," *J. Sport Med.*, vol. 12, no. 18, pp. 23–29, 1991.
- [14]. A. R. Jajner et al., "Mediators of monocyte migration in response to recovery modalities following resistance exercise," *J. Mediat. Inflamm.*, vol. 2014, pp. 1–9, 2014.
- [15]. T. M. Best, B. Gharaibeh, and J. Huard, "Stem cells, angiogenesis and muscle healing: a potential role in massage therapies," *Postgrad. Med. J.*, vol. 89, no. 1057, pp. 666–670, 2013.
- [16]. "The benefits of physical activity and so much more," 2019. [Online]. Available: <https://www.enoughwiththemadness.com/blog/the-benefits-of-physical-activity-and-so-much-more>.
- [17]. V. Valdiglesias et al., "Immune biomarkers in older adults: role of physical activity immune biomarkers in older adults: role of physical activity," *J. Toxicol. Environ. Heal. Part A*, vol. 00, no. 00, pp. 1–16, 2017.
- [18]. S. Estruel-amades, M. Camps-bossacoma, M. Malén, J. P. Francisco, and M. Castell, "Alterations in the innate immune system due to exhausting exercise in intensively trained rats," pp. 1–12, 2020.
- [19]. G. P. Titz et al., "Increased immune activation during and after physical exercise," *Immunobiology*, vol. 188, no. 1–2, pp. 194–202, 1993.
- [20]. R. Codella, L. Luzzi, and I. Terruzzi, "Exercise has the guts: How physical activity may positively modulate gut microbiota in chronic and immune-based diseases," *Dig. Liver Dis.*, vol. 50, no. 4, pp. 331–341, 2018.
- [21]. J. G. B. Van Dijk and K. D. Matson, "Integrative and comparative biology ecological immunology through the lens of exercise immunology: new perspective on the links between physical activity and immune function and disease susceptibility in wild animals," vol. 56, no. 2, pp. 290–303, 2016.
- [22]. A. Bin Laeto, R. Natsir, and M. A. Arsyad, "Effect of night futsal on the number of leukocytes and the count of leukocytes in young adults," pp. 35–40, 2017.

(183) WhatsApp x | ISPHE 2020 - EUDL x | Sent Mail - hiarfaikhan@gmail.c x | [JHSE] Submission Acknowledg... x
 mail.google.com/mail/u/1/#inbox/FMfcgwxKjBTXGzZrwbkQCjWmhdXNHksq

Gmail Search mail

Compose 923

Inboxed Starred Snoozed Sent Drafts More

Meet New meeting My meetings

Hangouts MOHAMMAD +

No recent chats Start a new one

Type here to search

8 of 1,659

Fri, Oct 30, 1:29 PM (5 days ago)

José A. Pérez Turpin, PhD to me

MR. MOHAMMAD ARIF ALI:

Thank you for submitting the manuscript, "Total Creatine Kinase (U/L) and Soreness Levels Decreased by Foam Rolling in Delayed Onset of Muscle Soreness Post Long-Distance Running" to Journal of Human Sport and Exercise. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site.

Manuscript URL: <https://www.jhse.ua.es/author/submission/180996>
 Username: arifali12

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

José A. Pérez Turpin, PhD
 Journal of Human Sport and Exercise

J. Hum. Sport Exerc. ISSN 1988-5202. Faculty of Education, University of Alicante. C/ Aeroplano s/n - 03690 San Vicente del Raspeig - Alicante - Spain jhse@ua.es

Reply Forward

UNNES

1:36 AM 04/11/2020

DOKUMENTASI



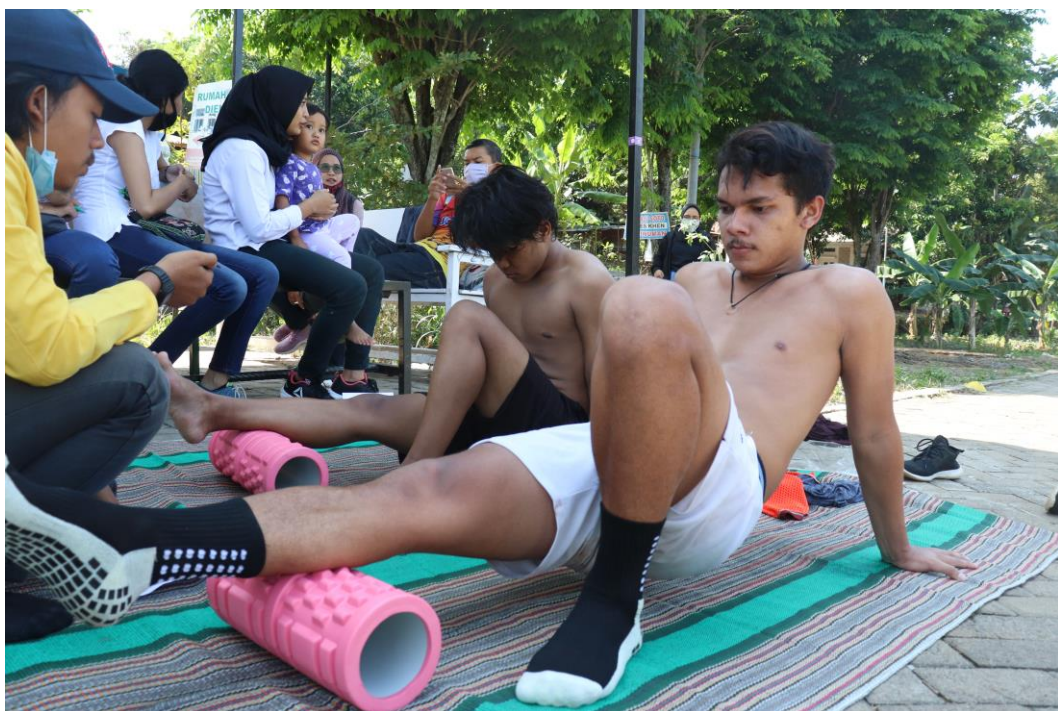
Tim Peneliti, Subjek, dan Petugas Lab. Cito Setiabudi Semarang



Proses Pengambilan Sampel Darah oleh Petugas Lab. Cito Setiabudi



Kegiatan *Long Distance Running* (10 Km)



Kegiatan *Foam Rolling*

ETHICAL CLEARANCE



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)
Gedung F5, Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, Telp (024) 8508107

ETHICAL CLEARANCE **Nomor:120/KEPK/EC/2020**

Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Negeri Semarang, setelah membaca dan menelaah usulan penelitian dengan judul :

Efektivitas Foam Rolling terhadap Perubahan Kadar Blood Lactate, Leukosit, Monosit, Creatin Kinase, Uric Acid, Range of Motion dan Derajat Nyeri akibat Delayed Onset of Muscle Soreness Pasca Latihan Long Distance Uphill Running pada Laki-laki Muda Terlatih

Nama Peneliti Utama : Mohamad Arif Ali, S.Si., M.Sc.
Alamat Institusi Peneliti : Prodi Ilmu Keolahragaan, FIK, UNNES
Lokasi Penelitian : Laboratorium Human Performance Universitas Negeri Semarang.
Tanggal Persetujuan : 23 Juli 2020
(berlaku 1 tahun setelah *tanggal persetujuan*)

menyatakan bahwa penelitian di atas telah memenuhi prinsip-prinsip yang dinyatakan dalam Standards and Operational Guidance for Ethics Review of Health-Related Research with Human Participants dari WHO 2011 dan International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans dari CIOMS dan WHO 2016. Oleh karena itu, penelitian di atas dapat dilaksanakan dengan selalu memperhatikan prinsip-prinsip tersebut.

Komisi Etik Penelitian Kesehatan berhak untuk memantau kegiatan penelitian tersebut.

Peneliti harus melampirkan *informed consent* yang telah disetujui dan ditandatangani oleh peserta penelitian dan saksi pada laporan penelitian.

Peneliti diwajibkan menyerahkan:

- Laporan kemajuan penelitian
- Laporan kejadian bahaya yang ditimbulkan
- Laporan akhir penelitian

Semarang, 23 Juli 2020



Prof. Dr. dr. Oktia Woro K.H., M.Kes.
NIP. 19591001 198703 2 001