



Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid* (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness* (DOMS) pasca Latihan *Long Distance Running* 10 Km pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih

SKRIPSI

**Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi Strata 1
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Olahraga
Pada Universitas Negeri Semarang**

oleh

Muchamad Sadhali

NIM 6211416120

**JURUSAN ILMU KEOLAHRAGAAN
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

ABSTRAK

Muchamad Sadhali. 2020. Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid* (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness* (DOMS) pasca Latihan *Long Distance Running* 10 Km Pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih. Skripsi Jurusan Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.

Kata Kunci: *Long Distance Running; Therapeutic media; Free Radical; Sports medicine; Delayed Onset of Muscle Soreness;*

Long Distance Running merupakan Latihan yang memiliki beban relatif berat yang berpotensi menimbulkan DOMS dan meningkatnya kadar *Reactive Oxygen Species* (ROS) Xatin akan meningkat 10 kali lipat saat aktivitas aerobik dengan bantuan enzim xatin oksidase dimetabolisme menjadi *Uric Acid* (mg/dL)(UA). *Foam rolling* (FR) digunakan untuk proses *recovery*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek *Long Distance Running* (LDR) terhadap perubahan kadar UA dan derajat nyeri, untuk mengetahui efek FR sebagai *recovery* aktif terhadap perubahan kadar UA dan derajat nyeri.

Penelitian ini merupakan *quasi experiment* menggunakan desain *purposive sampling, one-group repeated measure design* populasi sampel laki-laki muda sehat (17-25 tahun). Sampel berjumlah 10 orang 50% mahasiswa FIK dan 50% laki-laki muda terlatih kota Semarang

Hasil penelitian rata-rata data nilai pretest yaitu 4.43 mg/dL \pm 0.51, di menit 90 yaitu 5.90 mg/dL \pm 0.52, di menit 120 menit 5.71 mg/dL \pm 0.72 di 24 jam 6.1 mg/dL \pm 0.57. Puncak dari derajat nyeri yaitu pada 24 jam setelah latihan dan derajat nyeri menurun pada 48 jam dan 72 jam

Simpulan LDR terbukti meningkatkan kadar UA secara signifikan. FR yang dilakukan sekali belum mampu menurunkan kadar UA secara signifikan. Presentase terjadinya DOMS pasca LDR terjadi pada 24 jam. Presentase penurunan derajat nyeri pasca pemberian FR terjadi pada 48 jam dan 72 jam.

ABSTRACT

Muchamad Sadhali. 2020. Effects of Foam Rolling on Uric Acid Levels (mg/dL) and Soreness Levels (VAS) due to Delayed Onset of Muscle Soreness (DOMS) Post-Long Distance Running 10 Km in Trained Healthy Young Males. Thesis of Sports Science Department Faculty of Sports Science Semarang State University. Advisor Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc.

Keywords: *Long Distance Running; Therapeutic media; Free Radical; Sports medicine; Delayed Onset of Muscle Soreness;*

Long Distance Running is an exercise that has a relatively heavy load that has the potential to cause DOMS and increased levels of Reactive Oxygen Species (ROS) Xatin will increase 10 times when aerobic activity with the help of the enzyme xanthine oxidase is metabolized to Uric Acid (mg / dL) (UA). Foam rolling (FR) is used for the recovery process. This study aims to determine the effect of Long Distance Running (LDR) on changes in UA levels and pain levels, to determine the effect of FR as active recovery on changes in UA levels and pain degrees.

This research is a quasi-experiment using purposive sampling design, one-group repeated measure design sample population of healthy young men (17-25 years). The sample consisted of 10 people 50% of FIK students and 50% of trained young men in the city of Semarang.

The results of the average data pretest value is 4.43 mg / dL \pm 0.51, at 90 minutes is 5.90 mg / dL \pm 0.52, at 120 minutes 5.71 mg / dL \pm 0.72 at 24 hours 6.1 mg / dL \pm 0.57. The peak of the pain level is 24 hours after exercise and the pain level decreases at 48 hours and 72 hours.

Conclusions LDR has been shown to significantly increase UA levels. FR done once has not been able to significantly reduce UA levels. Percentage of DOMS occurrence after LDR occurs at 24 hours. The percentage of pain reduction after FR administration occurred at 48 hours and 72 hours.

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini, saya:

Nama : Muchamad Sadhali

NIM : 6211416120

Jurusan/Prodi : Ilmu Keolahragaan S1

Fakultas : Ilmu Keolahragaan

Judul Skripsi : Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid* (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness* (DOMS) pasca Latihan *Long Distance Running* 10 Km pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini hasil karya saya sendiri dan tidak menjiplak (plagiat) karya ilmiah orang lain, baik seluruhnya maupun Sebagian. Bagian tulisan dalam skripsi ini yang merupakan kutipan dari karya ahli atau orang lain, telah diberi penjelasan sumbernya sesuai dengan tata cara pengutipan. Hasil karya skripsi ini adalah bagian dari penelitian payung dengan dosen pembimbing atas nama bapak Mohammad Arif Ali S.Si., M.Sc. yang telah disepakati bersama dalam penggunaan data penelitian.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Negeri Semarang dan sanksi hukum sesuai ketentuan yang berlaku diwilayah Republik Indonesia.

Semarang, Juli 2020

Yang menyatakan,



Muchamad Sadhali

NIM 6211416120

PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul "Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid* (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness* (DOMS) Pasca Latihan *Long Dostance Running* (10 Km) pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih" telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dalam Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 21 Juli 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Ilmu Keolahragaan

Sugiarto, S.Si., M.Sc. AIFM.

NIP. 198012242006041001

Dosen Pembimbing

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

NIP. 198812312015041002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Muchamad Sadhali**. NIM **6211416120**. Program Studi Ilmu Keolahragaan. Judul "**Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid* (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness* (DOMS) pasca Latihan *Long Distance Running* 10 Km pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih**". Telah dipertahankan dihadapan sidang panitia Penguji Skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang pada **hari Senin tanggal 03 Agustus, Tahun 2020**.

Panitia Ujian

Ketua



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

Sekretaris

Sugiarto, S.Si., M.Sc., AIFM
NIP 198012242006041001

Dewan Penguji

1. Drs. Sahri, M.Kes., AIFM
NIP 196805271993031002

(Penguji I)

2. Nanang Indardi, S.Si., M.Si. Med.
NIP 198111122005011001

(Penguji II)

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

(Penguji III)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- Berusaha menjadi lebih baik, (Muchamad Sathali. 2020).
- Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya, (Abu Bakar As-Syidiq).

Persembahan:

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Kedua orang tua saya, Ibu Aminah dan Bapak Suud, yang selalu mendoakan dan tetap menjadi inspirasi.
- Kepada kakak saya, Ukul Chamdani, Wahyu Hidayah dan Muhimatunnisa yang selalu mendoakan saya dan menjadi motivasi saya selama kuliah.
- Keluarga besar jurusan Ilmu Keolahragaan UNNES
- Almamater tercinta, Universitas Negeri Semarang yang telah menjadi tempat saya menimba ilmu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas *Foam Rolling* terhadap Perubahan Kadar *Uric Acid (mg/dL)* dan Derajat Nyeri (VAS) akibat *Delayed Onset of Muscle Soreness (DOMS)* pasca Latihan *Long Distance Running* 10 Km pada Laki-laki Muda Sehat Terlatih”. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Olahraga. Keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini karena bantuan dari berbagai pihak dan dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun skripsi;
2. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang yang telah melancarkan dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Ketua Jurusan Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan kesempatan dan dorongan dalam penulisan skripsi ini;
4. Fatona Suraya, S.Pd., M.Pd. Dosen Wali yang memberikan pengarahan, menuntun dan memberikan motivasi selama masa kuliah.
5. Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam membimbing, memberikan ilmu, dan meluangkan waktunya dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Dosen beserta Tendik Jurusan Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan bantuan selama perkuliahan.

7. Nandaru Fajar Sumirat, Didit Prakosa Adi Nugroho, Ebenezer Silaban dan Bayu Pangestu sebagai teman seperjuangan dalam penelitian ini yang selalu mendukung satu sama lain dan dalam susah-senang bersama.
8. Teman-teman kontrakan 99 yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis;
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan atas bantuannya dalam proses penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat sebaik mungkin.

Semarang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Long Distance Running	6
2.2 Konsep Progressive Overload	7
2.3 Keadaan Otot Setelah Latihan	9
2.4 Doms (Delayed Onset Muscle Soreness) Derajat Nyeri	12
2.5 Reactive Oxygen Species (purine)	14
2.6 Terapi Foam Rolling	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	18
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Penarikan Sampel.....	19
3.4 Instrumen Penelitian.....	20

3.5	Prosedur Penelitian	21
3.6	Analisis Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Hasil Penelitian.....	23
4.1.1	Deskripsi Umum.....	23
4.1.2	Deskripsi Data.....	23
4.1.3	Hasil Uji Prasyarat Analisis.....	24
4.1.4	Analisis Data <i>Uric Acid</i>	25
4.1.5	Analisis Data Derajat Nyeri.....	28
4.2	Pembahasan	32
4.2.1	Perubahan Kadar <i>Uric Acid</i>	32
4.2.2	Perubahan Derajat Nyeri	34
4.2.3	Keterbatasan Peneliti.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN		45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4.1 Kriteria Sampel.....	24
Tabel 4.2 Derajat Nyeri otot <i>Triceps Surae Grups</i>	28
Tabel 4.3 Derajat Nyeri otot <i>Tibialis Anterior</i>	29
Tabel 4.4 Derajat Nyeri otot <i>Quadriceps Grups</i>	30
Tabel 4.5 Derajat Nyeri otot <i>Hamstring Grups</i>	31
Tabel 4.6 Derajat nyeri otot <i>Gluteus Grups</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	18
Gambar 3.4 Prosedur Penelitian	18
Gambar 4.1 Grafik <i>uric acid</i>	27
Gambar 4.2 Diagram Uric Acid hari pertama dan hari kedua.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Usulan Pembimbing.....	46
Lampiran 2 Penetapan Dosen Pembimbing.....	46
Lampiran 3 Surat Izin Observasi	47
Lampiran 4 Permohonan <i>Ethical Clearence</i>	48
Lampiran 5 <i>Etchical Clearance</i>	50
Lampiran 6 Surat Izin Penelitian.....	51
Lampiran 7 Hasil <i>Pilot Study</i>	52
Lampiran 8 Rekap Data Pengukuran kadar <i>Uric Acid</i> (mg/dL).....	52
Lampiran 9 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) <i>Pre Test</i>	53
Lampiran 10 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 24 jam.....	53
Lampiran 11 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 48 jam.....	54
Lampiran 12 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 72 jam.....	54
Lampiran 13 Hasil Pengolahan Data.....	55
Lampiran 14 Instrumen VAS.....	57
Lampiran 15 Instrumen Uric Acid	59
Lampiran 16 Protokol Penggunaan Instrumen Uric Acid	59
Lampiran 17 Pemberian Arahan Sebelum <i>Pilots Study</i> 10 Km	60
Lampiran 18 Sampel Saat Melakukan <i>Pilots Study</i> 10Km.....	60
Lampiran 19 Persetujuan Dengan Sampel	61
Lampiran 20 Foto Bersama Tim Peneliti dan sampel	61
Lampiran 21 Foto Penjelasan VAS Kepada Sampel	62
Lampiran 22 Exercise Long Distance Running 10 Km.....	62
Lampiran 23 Pengukuran VAS Pretest.....	63
Lampiran 24 Pengukuran VAS 24 Jam Post LDR 10 Km.....	63
Lampiran 25 Pengukuran VAS 48 Jam Post LDR 10 Km.....	64
Lampiran 26 Pengukuran VAS 72 Jam Post LDR 10 Km.....	64
Lampiran 27 Pengukuran Uric Acid Pretest	65
Lampiran 28 Pengukuran Uric Acid 90 Menit Post LDR 10 Km	65
Lampiran 29 Pengukuran Uric Acid 120 menit Post LDR 10 Km	66
Lampiran 30 Pengukuran Uric Acid 24 Jam Post LDR 10 Km	66
Lampiran 31 Pemberian Foam Rolling 2 menit Post LDR 10 Km.....	67
Lampiran 32 Pemberian Foam Rolling 24 Jam Post LDR 10 Km.....	67
Lampiran 33 Pemberian Foam Rolling 48 Jam Post LDR 10 Km.....	68

BAB I

PEDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga sudah menjadi gaya hidup bagi sebagian orang, setiap orang mempunyai tujuan olahraga yang berbeda, baik untuk meningkatkan kebugaran maupun untuk mendapatkan prestasi. Olahraga memiliki sisi positif dan negatif, sisi positifnya yaitu dapat meningkatkan kepercayaan diri, meningkatkan kekuatan otot dan tulang, serta dapat mencegah datangnya penyakit, seperti kanker dan jantung. Sisi negatifnya yaitu cedera olahraga, yang disebabkan oleh trauma akut atau stres, cedera olahraga dapat mempengaruhi tulang dan jaringan lunak (ligamen, otot, tendon)(Elmagd, 2016).

Penyebab cedera olahraga diantaranya yaitu teknik yang buruk, kecelakaan dalam pertandingan, perlengkapan dan peralatan yang tidak sesuai, terlalu sering menggunakan bagian tubuh tertentu atau *overuse* (Elmagd, 2016). Cedera yang sering terjadi yaitu *strain*, cedera otot atau terjadi robekan pada otot, disebabkan oleh ketegangan otot yang berlebihan (Järvinen et al., 2000). *Strain* diklasifikasikan dalam tiga kategori sesuai dengan tingkat keparahannya, yaitu tingkat I (ringan), tingkat II (sedang), tingkat III (berat) (Järvinen et al., 2000) salah satu contoh strain pada tingkat I yaitu *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) (Pearcey et al., 2015).

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) suatu keadaan dimana ketidaknyamanan rasa nyeri dan peradangan yang terjadi pada otot disebabkan oleh latihan yang tidak biasa. DOMS terjadi 24 jam setelah latihan, puncaknya yaitu pada 48 sampai 72 jam dan akan berkurang setelah 5 sampai 7 hari

setelah latihan (Pearcey et al., 2015). DOMS dapat terjadi pada semua orang, baik itu orang bukan atlet yang mulai berlatih, orang tidak terlatih yang mulai berlatih, orang terlatih dengan peningkatan intensitas, durasi, maupun volume, bentuk latihan eksentrik, latihan resistensi, lari jarak jauh, dan lari *downhill* dapat menimbulkan DOMS (Zondi et al., 2015). Rasa nyeri yang terjadi akibat DOMS dapat diukur dengan *visual analog scale* (VAS) (Lau et al., 2013),

Latihan yang memiliki beban relatif berat berpotensi terjadinya DOMS (Pokora et al., 2014). DOMS juga secara etiologi telah dikaitkan dengan pembentukan respon inflamasi fase akut, yang dihasilkan dari stres metabolik, mekanik, dan oksidatif (Pyne 1994). Selain itu latihan atau aktivitas fisik otot intens yang berhubungan dengan kerusakan otot rangka dapat meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) (McArdle et al. 1999). ROS sudah ada didalam tubuh dan akan meningkat kadarnya ketika dipengaruhi beberapa faktor salah satunya aktivitas fisik latihan dengan beban yang relatif berat dimana akan menimbulkan stres oksidatif (Berawi & Agverianti, 2017).

Stres oksidatif akibat ROS dapat menyebabkan kerusakan pada *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA), interaksi ROS dengan basa DNA dapat merubah struktur kimia DNA (Phaniendra & Babu, 2015). Salah satu basa dari DNA yaitu purine (adenosin dan guanosin), hasil metabolisme adenosin yaitu hypoxanthin, dengan bantuan enzim xanthin oksidase hypoxanthin dimetabolisme menjadi xanthin. Latihan yang tergolong dalam aktivitas aerobik dimana akan terjadi peningkatan xanthin sebesar 10 kali lipat, xanthin dengan bantuan enzim xanthin oksidase dimetabolisme menjadi *uric acid* (Berawi & Agverianti, 2017), salah satu biomarker dalam inflamasi yaitu *purine* (Esther et al., 2008) DOMS termasuk

dalam inflamasi pada jaringan otot yang disebabkan oleh latihan yang memiliki beban relatif berat.

Beberapa penelitian terdahulu sudah banyak yang menguji mengenai bagaimana cara menangani DOMS dengan tujuan agar recovery otot lebih cepat cara yang sudah dilakukan seperti *whole body cryotherapy* (Rose et al., 2017) *cold water immersion* (Ihsan et al., 2016), *heat therapy* (Malanga et al., 2015), *pneumatic compression device* (PCD) (Winke & Williamson, 2018), *massage* (Visconti et al., 2015) (Holub & Smith, 2017), akupunktur (Fleckenstein et al., 2016), penggunaan obat *non-steroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs) (Bryant et al., 2017), *branched-chain amino acids* (BCAAs) (Vandusseldorp et al., 2018), *stretching* (Xie et al., 2018) dan *foam rolling* (Heiss et al., 2019) (Cheatham, 2015).

Foam rolling adalah teknik *self-myofascial release* (SMR) yang menjadi recovery process dalam menurunkan rasa nyeri akut (Cheatham, 2015). *Foam rolling* sudah banyak digunakan di industri kebugaran, baik sebagai peningkatan performa maupun sebagai *recovery* terdapat tiga densitas dari foam roller yaitu *low, moderate, high, foam roller* juga mudah digunakan bisa dilakukan tanpa bantuan orang lain (Sean Kratchman and Brian Jones, 2018).

Berdasarkan uraian diatas bukti ilmiah tentang fungsi *foam rolling* terhadap penurunan derajat nyeri atau doms, tidak mengkaji secara holistik, baik dari segi biomolekul, fungsional, maupun dari segi psikologikal. Peneliti terdahulu yang membahas tentang fungsi atau efek *foam rolling* hanya fokus pada derajat nyeri saja, kekurangan yang lain seperti spesifikasi dari *foam rolling* yang digunakan pun belum di sampaikan, kejadian DOMS yang dibahas pun tidak disampaikan secara jelas akibat apa, apakah disebabkan olahraga baru atau

penambahan volume latihan atau memang dari sampelnya sendiri, maka dari itu peneliti beranggapan urgencies penelitian terhadap efek foam rolling pada penurunan *uric acid* sangat perlu dilakukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan latihan dapat menimbulkan trauma pada otot karena serabut otot akan bekerja secara maksimal menyesuaikan beban yang diterimanya
- 2) Trauma otot yang timbul menyebabkan rusaknya otot secara mikroskopis berupa *delayed onset of muscle soreness* (DOMS)
- 3) *Delayed onset of muscle soreness* (DOMS) memberikan sinyal ke tubuh untuk mengaktifkan respon inflamasi
- 4) Proses inflamasi ditandai dengan meningkatnya kadar *uric acid*

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu pengaruh *foam rolling* terhadap penurunan kadar *uric acid* dan *delayed onset of muscle soreness* (DOMS) pada orang yang diberikan latihan maksimal.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana efek *long distance running* 10 Km terhadap perubahan *uric acid*?
- 2) Bagaimana efek *foam rolling* sebagai recovery aktif terhadap perubahan kadar *uric acid*?

- 3) Bagaimana efek *long distance running* 10 Km terhadap derajat nyeri (DOMS)?
- 4) Bagaimana efek *foam rolling* sebagai *recovery* aktif terhadap perubahan derajat nyeri (DOMS)?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui efek *long distance running* 10 Km terhadap perubahan *uric acid*
- 2) Untuk mengetahui efek *foam rolling* sebagai *recovery* aktif terhadap perubahan kadar *uric acid*
- 3) Untuk mengetahui efek *long distance running* 10 Km terhadap derajat nyeri (DOMS)
- 4) Untuk mengetahui efek *foam rolling* sebagai *recovery* aktif terhadap perubahan derajat nyeri (DOMS)

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat baik teoritis maupun praktis yaitu: manfaat teoritis 1) Sebagai tambahan wawasan di bidang biokimia olahraga dan fisioterapi olahraga. 2) Sebagai masukan dalam mempercepat proses *recovery* ketika terkena DOMS setelah latihan. 3) Meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam penggunaan *foam roller*. Sedangkan manfaat praktis 1) Sebagai dasar kajian pengaplikasian terapi pada olahraga. 2) Sebagai pengetahuan untuk masyarakat dalam mengatasi DOMS. 3) Dengan adanya hasil dari penelitian ini dapat menjadi landasan pada penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Long Distance Running

Cabang olahraga atletik memiliki beberapa nomor yaitu jalan, lompat, lempar, dan lari, nomor lari terdapat beberapa jarak, mulai lari jarak pendek, lari jarak menengah dan lari jarak jauh, lari estafet dan lari halang rintang. Lari jarak pendek atau biasa disebut dengan sprint terdapat tiga nomor yaitu nomor 100 m, 200 m dan 400 m, pada lari jarak menengah terdapat dua nomor yaitu 800 m, dan 1500 m, sedangkan pada lari jarak jauh terdapat tiga nomor yaitu 5000m, 10.0000m, dan Marathon (Bahagia Y, 2012).

Lari jarak jauh adalah salah satu olahraga individu yang tersebar luas secara global dan membentuk kategori utama lomba lari dan lapangan (Bargoria et al., 2020). Kejuaran lari banyak digelar diseluruh dunia setiap tahunnya dengan jutaan peserta (Bargoria et al., 2020) mulai dari jarak antara 5 km samapi dengan jarak 42,2 km atau marathon dan menjadi populer dalam beberapa tahun terakhir, karena latihan aerobik dan aktivitas endurance memiliki keuntungan untuk peningkatan kebugaran fisik dan pencegahan penyakit kardiovaskular (Nagel et al., 2008).

Performa lari jarak jauh merupakan interaksi kompleks dari faktor fisiologis, biomekanik, psikologis, lingkungan, dan taktis (Blagrove et al., 2018), namun lari jarak jauh atau *long distance running* dapat mempengaruhi sensorimotor serta sistem neuromuskuler dan sering menyebabkan gangguan kinematik, kinetik dan neuromuskuler yang dapat menyebabkan cedera berlebihan (Alfuth & Rosenbaum, 2011). Selain itu seiring perkembangannya

banyak insiden cedera terkait lari dan 90% terjadi pada ekstermitas bawah (Nagel et al., 2008) dan cedera akibat penggunaan berlebihan atau *overuse* adalah yang paling banyak pada lari jarak jauh (Bargoria et al., 2020).

Long distance running tergolong dalam lari ketahanan dan sangat menantang untuk otot dan jaringan ikat karena ini adalah aktivitas menahan beban yang melibatkan siklus pemendekan regangan yang diulangi dari waktu ke waktu (Boullosa et al., 2020)

2.2 Konsep Progressive Overload

Latihan merupakan suatu proses sistematis atau pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu cukup lama, dengan meningkatkan beban latihan secara bertahap dan bersifat individu. Setiap rangkaian gerakan pada latihan didesain untuk meningkatkan kemampuan dengan melibatkan pembangkitan tenaga dan aktivitas otot serta melakukan adaptasi terhadap stimulasi yang berulang, latihan juga mengacu pada aktivitas fisik yang terencana dan terarah (Huang et al., 2017). Prinsip *progressive overload* dibuat untuk memaksimalkan program latihan apapun, ini begitu penting untuk memiliki rencana dengan baik yang mengikuti beberapa prinsip dasar periodisasi (Kavanaugh, 2007).

Progressive overload bertujuan untuk merangsang adaptasi berkelanjutan dan terdiri dari peningkatan beban latihan secara bertahap dengan memodifikasi terutama pada volume dan intensitas latihan (Ramirez-campillo & Henríquez-olguín, 2014), dalam prinsip *progressive overload* diperlukan adaptasi latihan berupa kelebihan beban. Adaptasi yang pertama kali terjadi yaitu *neuromuskuler*, diikuti oleh peningkatan kekuatan otot, jaringan ikat, dan massa tulang

(Kavanaugh, 2007). Reaksi tubuh manusia terhadap latihan dapat digambarkan sebagai *General Adaptation Syndrome (GAS)* (Guibert Ulric Crevecoeu, 2016).

Konsep GAS menjelaskan perlu adanya kelebihan beban progresif dalam latihan, tiga tahapan yang terlibat dalam respon terhadap stres yaitu *initial alarm / reaction to the stressor*, *resistance / adaptation to coping* dan, *eventual exhaustion*. *Initial alarm / reaction to the stressor*, pada saat fase ini tubuh mungkin akan mengalami stres, rasa sakit yang luar biasa dan penurunan kinerja sementara waktu. *Resistance / adaptation to coping* tubuh akan ikut beradaptasi dengan rangsangan dan kembali normal. *Eventual exhaustion* terjadi jika stres latihan berlangsung terlalu lama, *overtraining*, kelelahan mental, dan gejala lainnya dapat menyertai fase ini juga (Cunanan et al., 2018; Guibert Ulric Crevecoeu, 2016).

Durasi dan intensitas latihan memiliki beragam variasi, Intensitas latihan harus dipantau secara ketat untuk memastikan jumlah kelebihan beban yang tepat diterapkan dan dibuat sesuai kebutuhan (Kavanaugh, 2007). Prinsip *progressive overload* biasanya diterapkan kepada atlet (Guibert Ulric Crevecoeu, 2016; Ramirez-campillo & Henríquez-olguín, 2014), pastinya semua atlet ingin mendapatkan hasil terbaik dari latihan. Untuk mendapatkan hal tersebut, prinsip *progressive overload* harus digunakan.

Strenuous exercise merupakan salah satu metode latihan yang dianggap dalam kategori relatif berat (Pokora et al., 2014), *strenuous exercise* dapat menyebabkan aktivasi neutrofil dan kerusakan otot yang melibatkan degradasi protein dan perubahan ultra struktural (Duzova et al., 2009) inflamasi pada otot yang terjadi setelah latihan *strenuous exercise* dapat menimbulkan peningkatan

produksi radikal bebas dalam tubuh atau *reactive oxygen species* (ROS) kadar ROS yang berlebihan dalam tubuh dapat menimbulkan adanya stres oksidatif.

2.3 Keadaan Otot Setelah Latihan

Aktivitas fisik yang digemari banyak orang salah satunya yaitu lari, olahraga lari sudah menjadi gaya hidup untuk sebagian orang, dalam berlari semua otot rangka bekerja terutama otot dibagian ekstermitas bawah yang dimana sebagai penggerak utama saat berlari. Tubuh manusia memiliki tiga jenis otot yaitu otot jantung, otot polos, dan otot rangka, otot rangka berperan sangat penting pada saat bergerak, terutama saat melakukan olahraga ataupun latihan, otot rangka pada umumnya melekat pada tulang. Ujung otot yang melekat pada tulang disebut tendon, ujung otot yang melekat pada tulang dan cenderung diam disebut dengan *origo* sedangkan pada tulang yang relatif aktif disebut *insersio*.

Otot rangka mampu melakukan dua jenis kontraksi yaitu isometrik dan isotonik kontraksi isometrik dimana otot berkontraksi tanpa disertai gerakan / perubahan pada sendi. Serabut otot akan mempertahankan panjangnya secara konstan di seluruh kontraksi, sedangkan kontraksi isotonik dibagi menjadi dua yaitu konsentrik dan eksentrik. Kontraksi konsentrik yaitu otot yang bekerja secara memendek dengan kata lain *origo* mendekati *insersio*, sedangkan eksentrik yaitu otot yang bekerja secara memanjang dengan kata lain *origo* mendekati *insersio* (Madeleine et al., 2001; Mannheimer, 1969; Padulo et al., 2013). Berdasarkan klasifikasi kerja otot dibedakan menjadi empat yaitu *Agonist*, *Antgonist*, *Sinergis* dan *Fixator*. 1). *Agonist* / otot primer: otot utama yang berkontraksi saat melakukan gerakan (otot yang paling dominan). 2) *Antagonist* : otot yang bekerja berlawanan dengan otot *agonist* (memanjang/memendek saat *agonist* bergerak). 3) *Sinergist* : otot yang mendukung gerak otot *agonist* baik

secara langsung maupun sebagai fixator. 4) *Fixator* : otot yang mempertahankan gerakan menjadi statis melalui kontraksi isometrik (ketegangan otot meningkat, namun panjang otot tetap sama serta tidak terjadi gerakan).(Gorkovenko et al., 2012; Hoffman & Strick, 1986).

Ketika berlari pasti otot rangka akan bekerja beberapa otot besar yang bekerja saat berlari yaitu *gluteus, quadriceps femoris, hamstring femoris, tibialis anterior, dan triceps surae tensor fascialatae adductor dan iliopsoas*.(Hamner et al., 2010) Dalam berlari ada dua fase yaitu fase *stance phase* dan *swing phase*, pada fase *stance phase* yaitu fase dimana menjejak atau berdiri sedangkan fase *swing phase* yaitu fase mengayun (Wittle, 2007). Beberapa otot yang rentan terhadap cedera berdasarkan kerja otot yaitu antagonis dikarenakan paling banyak bekerja dengan kontraksi eksentrik, dimana otot yang berkontraksi eksentrik beresiko lebih banyak terkena cedera.

Latihan yang tidak biasa dengan kontraksi eksentrik dapat menimbulkan kerusakan otot dan peradangan. Peradangan yang dirangsang oleh kerusakan otot dapat menyebabkan peningkatan awal kerusakan sekunder tetapi juga membantu mengatur proses perbaikan dan perekrutan sel-sel baru, perbaikan yang terjadi setelah latihan membuat otot lebih tahan terhadap respon pada latihan berikutnya (Ankin, 2014) (Bird, 2011).

Frekuensi kerusakan otot bervariasi mulai dari 10–55% dari semua cedera berkelanjutan. cedera otot dapat disebabkan oleh memar, tegang atau robek. Lebih dari 90% dari semua olahraga Cedera yang berhubungan adalah luka memar atau otot tegang, sedangkan laserasi otot adalah cedera yang jarang terjadi dalam olahraga. Memar otot terjadi ketika otot terkena gaya tekan yang berat dan tiba-tiba, seperti pukulan langsung. Pada regangan, otot mengalami

gaya tarik yang berlebihan yang mengarah ke overtraining dari myofiber dan akibatnya pecah di dekat myotendinous junction. (Järvinen et al., 2007)

Penyembuhan otot melalui proses perbaikan ketika sebagian besar jaringan muskuloskeletal sedang diperbaiki, maka akan sembuh dengan bekas luka yang menggantikan jaringan asli. Penyembuhan otot rangka yang cedera mengikuti pola yang cukup konstan terlepas dari penyebab yang mendasari (kontusio, regangan atau laserasi) terdapat tiga fase dalam penyembuhan otot yaitu fase destruksi, fase perbaikan, dan fase remodeling. (Järvinen et al., 2007)

- 1) Fase destruksi: ditandai dengan ruptur dan nekrosis miofiber berikutnya, pembentukan hematoma di antara tunggul miofiber yang pecah, dan reaksi sel inflamasi.
- 2) Fase perbaikan: terdiri dari fagositosis jaringan yang nekrotikans, regenerasi miofiber dan produksi jaringan ikat parut secara bersamaan, serta revaskularisasi melalui pertumbuhan kapiler ke dalam area cedera.
- 3) Fase remodeling: periode dimana terjadi pematangan miofiber yang beregenerasi, retraksi dan reorganisasi jaringan parut dan pemulihan kapasitas fungsional otot terjadi.

Jenis latihan memberikan efek berbeda pada metabolisme otot yang bekerja dan menginduksi respon sirkulasi dan endokrin sistemik yang berbeda selama latihan (Pokora et al., 2014). Latihan dapat dilakukan didalam dan diluar ruangan, latihan diluar ruangan beresiko terkena polusi udara dan sinar UV dari matahari yang dapat menimbulkan radikal bebas dalam tubuh atau *reactive oxygen species* (ROS).

2.4 Doms (Delayed Onset Muscle Soreness) Derajat Nyeri

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) merupakan keadaan dimana ketidaknyamanan rasa nyeri dan peradangan yang terjadi pada otot (Pearcey et al., 2015). Terkadang rasa sakit yang dialami saat melaksanakan program latihan akan pulih dengan cepat nantinya. Tetapi dalam beberapa kasus terutama setelah latihan yang tidak biasa atau latihan eksentrik tidak ada rasa sakit selama latihan dan rasa sakit mulai itu akan muncul setelah 8 sampai 24 jam (Veqar, 2013).

DOMS dapat terjadi 24 jam setelah latihan, puncaknya yaitu pada 48 sampai 72 jam dan akan berkurang setelah 5 sampai 7 hari setelah latihan (Pearcey et al., 2015)(Veqar, 2013). Orang pertama yang meneliti tentang nyeri otot yaitu Theodore Hough (1902), ia meneliti rasa sakit dengan cara ergografis dan menghasilkan dua jenis rasa sakit. Satu muncul di pada saat latihan dan berlangsung selama 3 hingga 4 jam dan tidak akan menghilang dari sepuluh hingga 24 jam ketika latihan telah berhenti. Jenis nyeri pertama disebabkan oleh tekanan dari serat otot yang membengkak pada ujung saraf sensitif atau stimulasi kimiawi ujung saraf. Sedangkan nyeri kedua merupakan hasil dari ketegangan di dalam otot karena pecahnya serat-serat otot atau dari jaringan pendukung, agar ketegangan dipindahkan ke tendon (Veqar, 2013).

DOMS adalah fenomena yang dapat terjadi 12 sampai 72 jam setelah aktivitas berat, terutama dengan aktivitas yang melibatkan kontraksi eksentrik dan dapat disebabkan oleh asam laktat, kejang otot, kerusakan jaringan ikat, kerusakan otot, peradangan, dan penghabisan enzim. DOMS menghasilkan rasa sakit dan penurunan kinerja (Cheung et al., 2003), sehingga telah banyak perhatian untuk menemukan cara bagaimana mengurangi rasa sakit akibat

DOMS. Misalnya, obat penghilang rasa sakit, khususnya *nonsteroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs), tidak memiliki efek pada rasa sakit atau fungsi dalam beberapa penelitian tetapi dapat menurunkan rasa sakit pada orang lain (Holub & Smith, 2017).

DOMS bisa terjadi pada setiap orang, baik itu orang bukan atlet yang mulai berlatih, orang bukan terlatih dan mulai berlatih, orang terlatih dengan peningkatan intensitas, durasi, maupun volume, ketika seseorang akan menuju ke jenjang yang lebih berat, bentuk latihan eksentrik (Deporte, 2015), latihan resistensi, lari jarak jauh, dan lari *downhill* bisa menyebabkan DOMS (Zondi et al., 2015).(Yanagisawa et al., 2003).

DOMS termasuk dalam cedera otot (*strain*) kategori pertama, ada tiga kategori dalam cedera otot atau *strain* yang diklasifikasikan dalam tiga kategori sesuai dengan tingkat keparahannya, tingkat I (ringan) terjadi robekan kecil pada otot dan ketidaknyamanan dalam bergerak melakukan aktivitas atau pembatasan dalam bergerak, tingkat II (sedang) kerusakan pada otot atau terjadi robekan yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat I yang jelas akan kehilangan kekuatan dalam bergerak, dan tingkat III (berat) robekan pada otot yang mengakibatkan hilangnya fungsi otot (Järvinen et al., 2000).

Ada berbagai macam latihan yang dapat menimbulkan DOMS salah satunya yaitu latihan *strenuous exercise* (Holub & Smith, 2017), latihan ini relatif memiliki beban yang berat (Pokora et al., 2014). Rasa nyeri yang terjadi akibat DOMS dapat diukur dengan *visual analog scale* (VAS) skala peringkat verbal, skala peringkat numerik, dan skala diferensial deskriptor, telah digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk menilai DOMS. Di antara alat

pengukur tersebut VAS yang paling sering digunakan untuk penilaian derajat nyeri DOMS (Lau et al., 2013).

Sebenarnya sudah banyak penelitian terdahulu dan didokumentasikan secara rapi dalam jurnal dan menguji mengenai bagaimana cara untuk meringankan DOMS dengan tujuan agar recovery otot lebih cepat diantaranya yaitu *whole-body cryotherapy* (Rose et al., 2017), *cold water immersion* (Ihsan et al., 2016), *heat therapy* (Malanga et al., 2015), *pneumatic compression device* (PCD) (Winke & Williamson, 2018), *massage* (Visconti et al., 2015)(Holub & Smith, 2017), akupunktur (Fleckenstein et al., 2016), penggunaan obat *non-steroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs) (Bryant et al., 2017), *branched-chain amino acids* (BCAAs) (Vandusseldorp et al., 2018), *stretching* (Xie et al., 2018) dan *foam rolling* (Heiss et al., 2019) (Cheatham, 2015).

2.5 Reactive Oxygen Species (purine)

Reactive Oxygen Species (ROS) merupakan elektron yang tidak memiliki pasangan yang bersifat relatif tidak stabil dan bereaksi cepat dengan atom lainnya, sehingga ROS dapat menyebabkan kerusakan jaringan. Dalam tubuh manusia sebenarnya ROS memiliki dampak positif dan negatif, pada tingkatan rendah atau sedang ROS memiliki efek menguntungkan bagi fungsi fisiologis seperti fungsi kekebalan tubuh, dampak negatifnya ketika tingkatan ROS tinggi dapat menghasilkan stres oksidatif yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada biomolekulnya. Stres oksidatif disebabkan karena kelebihan kadar ROS, disfungsi mitokondria, gangguan sistem anti oksidan, kelebihan ROS menyebabkan kerusakan oksidatif pada asam deoksiribonukleat (DNA), protein, dan lipid (Phaniendra & Babu, 2015)

Sumber dari ROS terbagi menjadi dua yaitu sumber endogen dan eksogen, sumber endogen yaitu dihasilkan dari metabolisme tubuh (mitokondria, peroksisom, retikulum endoplasma, sel fagositik) sumber endogen lainnya yaitu sintesis prostaglandin, autoksidasi adrenalin, aktivasi sel imun, peradangan, tekanan mental, olahraga atau aktivitas fisik yang berlebihan, olahraga dibawah terik matahari atau panas, infeksi, kanker, penuaan, dan iskemia. Sedangkan sumber eksogennya yaitu polusi, alkohol, asap tembakau, logam berat, pestisida, obat-obatan tertentu seperti halotan, parasetamol, dan radiasi (Phaniendra & Babu, 2015). (Schlader et al., 2017)

Aktivitas fisik exercise memiliki pengaruh pada stress oksidatif dan memiliki dua respon yaitu respon akut dan kronik. Pada respon akut aktivitas fisik dapat meningkatkan ROS sehingga dapat menimbulkan adanya stres oksidatif, respon kronik aktivitas fisik secara teratur dapat meningkatkan anti oksidan dalam tubuh dan berdampak pada penurunan stres oksidatif. Aktivitas fisik pada respon akut dibagi menjadi dua yaitu aerobik dan anaerobik, selama aktivitas aerobik ROS mengalami peningkatan karena metabolisme aerobik yang meningkat, pada akhir aktivitas respon akut akan terjadi peningkatan ROS (Berawi & Agverianti, 2017).

Aktivitas aerobik terdapat dua mekanisme terbentuknya ROS yaitu cedera *hyperoxic* di mitokondria dan cedera iskemia *reperfusion* yang melibatkan enzim xanthin oksidase, pada mekanisme yang pertama saat beraktivitas kebutuhan oksigen meningkat 10 sampai 20 kali sehingga jumlah oksigen yang mengalir menuju ke otot mencapai 100 sampai 200 kali dibandingkan saat istirahat sehingga meningkatkan produksi ROS dan beresiko merusak jaringan. Mekanisme yang kedua saat melakukan aktivitas fisik tubuh

otot membutuhkan banyak oksigen sehingga menyebabkan organ lain seperti hati dan ginjal mengalami hipoksia. (Berawi & Agverianti, 2017). Pada proses hipoksia pemecahana awal glikogen oleh glikolisis anaerob mitokondria menghasilkan dua molekul *adenosin trifosfat* (ATP) kemudian ATP secara berurutan dipecah menjadi *adenosin difosfat* (ADP), diubah lagi menjadi *adenosin monofosfat* (AMP) dan *inosin monofosfat* (IMP) IMP diubah menjadi hipoksantin dengan bantuan enzim xanthin oksidase berubah menjadi *uric acid* (Prue Cowled and Robert Fitridge & Fitridge R, 2011).

Nilai rujukan kadar *uric acid* normal pada laki-laki yaitu 3.6 - 8.2 mg/dL sedangkan pada perempuan yaitu 2.3 – 6.1 mg/dL (E. Spicher Jack Smith W. 1994). Selain itu kadar uric acid merupakan salah satu anti oksidan didalam tubuh manusia (Chrzczanowicz et al., 2012) beberapa penelitian juga mengatakan bahwa saat olahraga peningkatan tersebut ditandai dengan peningkatan kapasitas total anti oksidan dan juga peningkatan stress oksidatif dalam darah (Nikolaidis et al., 2007) selain itu saat berolahraga anti oksidan dalam tubuh lainnya juga ikut meningkat seperti vitamin E dan vitamin C (Rietjens et al., 2007). Namun dalam penelitian (Rietjens et al., 2007) juga menyebutkan kenaikan kadar uric acid disebabkan karena kerusakan ATP yang diinduksi oleh latihan, serta aktivasi xantin oksidase yang terbentuk selain O₂.

2.6 Terapi Foam Rolling

Foam roller merupakan sebuah alat yang biasa digunakan untuk memijat otot oleh orang itu sendiri tanpa bantuan orang lain, pada saat itu juga *foam roller* digerakkan sendiri dan orang tersebut akan mengalami tekanan pada jaringan lunak seperti otot, dengan menggunakan beban tubuhnya sendiri (Pearcey et al., 2015). Saat digunakan *foam rolling* membantu meningkatkan aliran sirkulasi

melalui area itu mengurangi kerusakan jaringan lunak dan meningkatkan dinamika gerakan (Griffiths, 2016) *Foam rolling* adalah teknik *self-myofascial release* (SMR) yang menjadi *recovery process* dalam menurunkan rasa nyeri akut (Cheatham, 2015).

Foam rolling sudah banyak digunakan di industri kebugaran, dan sudah banyak digunakan pada atlet dan rekreasi atlet (Schick et al., 2019) baik sebagai peningkatan performa maupun sebagai *recovery* (Sean Kratchman and Brian Jones, 2018) penelitian telah menunjukkan manfaat secara teratur *foam roller* dapat membantu mengurangi nyeri sendi dan punggung. Juga membantu sebagai alat pencegahan cedera yang sangat baik (Griffiths, 2016).

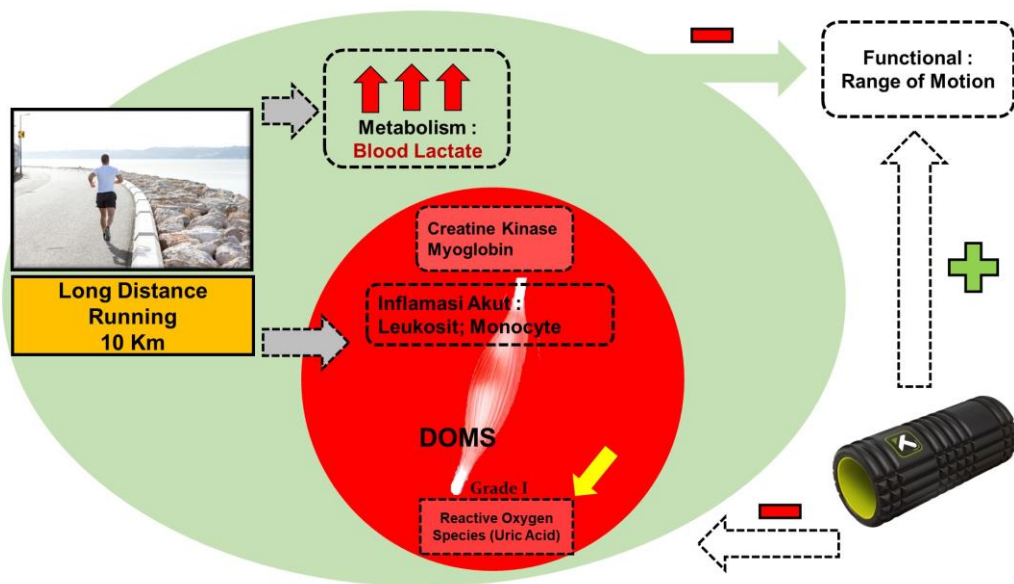
Foam roller memiliki densitas yang berbeda ada tiga densitas dari *foam roller* yaitu *low, moderate, high*. Ukuran dari *foam roller* bervariasi ada yang besar, kecil dan medium, permukaan *foam roller* ada dua macam yaitu bergerigi dan polos atau halus, *foam roller* bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan seseorang, jika baru dalam melakukan latihan kemudian menderita ketegangan otot maka disarankan untuk memilih yang lebih lembut seperti roller busa kecil atau sedang. Jika jenis latihannya untuk meningkatkan performa maka disarankan untuk yang lebih keras. Selain itu *foam roller* juga memiliki banyak manfaat seperti membantu dalam pemulihan, membantu mengurangi nyeri otot, membantu memperbaiki postur (Griffiths, 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan *Quasi Experiment*, dengan menggunakan desain *purposive sampling*, *One-group Repeated-measures Design*. *Quasi Experiment* adalah jenis penelitian eksperimental yang mendukung atau membantah hipotesis dengan analisis statistik yang akurat dan dapat menjelaskan isu secara empiris (Dutra & Nunes dos Reis, 2016). *One-group Repeated-measures Design* adalah pengukuran secara berulang-ulang pada grup penelitian.



Gambar 3.1 Desain Penelitian
Sumber: Dokumen Peneliti

DOMS adalah kerusakan pada otot yang masuk dalam kategori grade I, salah satu latihan yang menyebabkan terjadinya DOMS yaitu *long distance running*, indikator inflamasi yang digunakan yaitu total *leukoocyte* ($10^3/\mu\text{L}$) dan jumlah *monocyte* (%), indikator yang digunakan dalam kerusakan otot adalah *creatin*

kinase (U/L), indikator peningkatan sampah metabolisme adalah *blood lactate* (mmol/L), indikator yang digunakan dari radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS) adalah *uric acid* (mg/dL), sedangkan indikator yang digunakan dalam fungsional otot adalah *range of motion* (ROM) (°). *Foam rolling* digunakan untuk menurunkan total *leukocyte* ($10^3/\mu\text{L}$) *monocyte* (%), *creatin kinase* (U/L), *blood lactate* (mmol/L), dan *uric acid* (mg/dL), kemudian *foam rolling* digunakan untuk menaikkan ROM (°).

3.2 Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono 2009 variabel merupakan segala sesuatu apa saja yang berbentuk dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari lebih lanjut mengenai hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *foam rolling*, sedangkan variabel terikat yang diukur adalah *uric acid* (mg/dL) dan derajat nyeri.

3.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Penarikan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah remaja akhir laki-laki (17-25 tahun) di lingkungan Program Studi Ilmu Keolahragaan (IKOR) Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Semarang (UNNES). **Sampel** dalam penelitian ini adalah mahasiswa IKOR Angkatan 2019. **Teknik Penarikan Sampel** yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik **Purposive Sampling** (digunakan saat 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;

berstatus mahasiswa aktif; terlatih; sedangkan kriteria EKSKLUSINYA adalah: mengundurkan diri; tidak mengikuti prosedur penelitian yang telah sampaikan; 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).

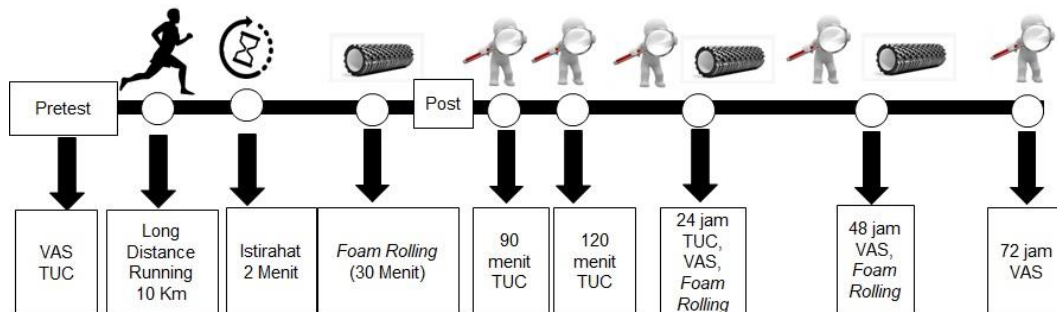
3.4 Instrumen Penelitian

Protokol *Strenuous Uphill Exercise*: Pemanasan dilakukan selama lima menit di *treadmill* dengan *mode* berjalan, dua menit awal dengan derajat *incline* 0.0 sedangkan tiga menit selanjutnya dengan derajat *incline* 3.0. **Latihan inti** dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan *treadmill* yang diatur dengan derajat *incline* 6.0 (Rico et al., 1999)(Gigli & Bussmann, 2002)(Agarwal et al., 2017), dengan jarak tempuh 10 Km, intensitas latihan 70-80% dari denyut nadi maksimal. **Pendinginan** dilakukan selama lima menit dengan *mode* berjalan, dua menit awal dengan derajat *incline* 3.0. dan tiga menit terakhir dengan derajat *incline* 0.0.

Protokol *Foam Rolling*: *foam roller moderate density-soft surface* digunakan sesaat setelah pendinginan dilakukan (Cheatham & Stull, 2018), setiap kelompok otot diberikan selama enam menit dengan repetisi *rolling* 10X (Su et al., 2017), total waktu *foam rolling* untuk lima otot yang terlibat (*Gluteus, Quadriceps Femoris, Hamstring Femoris, Triceps surae, Tibialis Anterior*) dalam biomekanika jogging adalah 48 menit (Wittle, 2007).

Pengukuran *Uric Acid* (mg/dL): Instrumen yang dipakai adalah menggunakan alat *Nesco Multicheck*.

Pengukuran Derajat Nyeri: Instrumen yang dipakai derajat nyeri adalah *Visual Analog Scale (VAS)*.



Gambar 3.4 Prosedur Penelitian
Sumber: Dokumen Peneliti

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur yang ada dalam penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Universitas Negeri Semarang No. 120/KEPK//EC/2020.

Tahap Persiapan terdiri dari pengecekan tempat, alat, dan relawan tim penelitian untuk pengambilan data, pengumpulan sampel penelitian, pendataan dan seleksi sampel dengan cara *purposive sampling*, setelah itu semua sampel diberikan pengarahan tentang prosedur penelitian dan simulasi singkat pemberian latihan.

Tahap Pelaksanaan diawali dengan pengondisian sampel, *review* prosedur penelitian yang sudah disampaikan, pemanasan diatas *treadmill* selama lima menit, pemberian *strenuous uphill exercise*, pendinginan diatas *treadmill* selama lima menit hingga *treadmill* berhenti bergerak, setelah itu istirahat dua menit dilanjutkan dengan pengambilan data kadar laktat darah (Couture et al., 2015), kemudian pemberian perlakuan *foam rolling*. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali yaitu sebelum *strenuous uphill exercise*, sesaat setelah

strenuous uphill exercise dilakukan, 90 menit dan 120 menit setelah *strenuous uphill exercise* (Berawi & Agverianti, 2017).

Tahap Akhir menganalisis dan menyajikan data yang didapatkan kemudian memberikan penjelasan serta pembahasan dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan.

3.6 Analisis Data

Uji Normalitas dan uji Homogenitas dilakukan sebagai uji prasyarat analisis. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan uji *repeated measure ANOVA* untuk mengetahui dan efektivitas *foam roller* terhadap jumlah *uric acid* (mg/dL) pasca *long distance running* 10 Km dengan mempertimbangkan nilai ($P < .05$) untuk signifikansinya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Deskripsi Umum

Perlakuan olahraga yang diberikan dalam penelitian ini sebelumnya adalah *long distance uphill running*, namun akibat pandemic *covid-19* perlakuan tersebut digantikan dengan *long distance running* 10 Km (*Quarter Marathon*) dengan tidak mengurangi efek DOMS yang ditimbulkan. Hasil dari *pilot study* dengan menggunakan instrumen VAS dan *McGill questionnaire* menunjukkan bahwa *long distance running* 10 Km mampu mengakibatkan DOMS (lampiran 7).

Prosedur yang ada dalam penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Universitas Negeri Semarang No. 120/KEPK//EC/2020. Penelitian ini di lakukan di dua tempat yaitu di lapangan Sumurboto, Tembalang pada hari Sabtu tanggal 27 Juni 2020, dan pada hari Minggu s.d. selasa tanggal 28 s.d. 30 Juni 2020 di salah satu rumah tim peneliti di Jl Karang Rejo Selatan No 51A RT.02 RW.07 Kelurahan Tinjomoyo Kecamatan Banyumanik. Pada proses pengambilan data penelitian, dibantu dengan relawan yang sudah diberi arahan serta penjelasan terlebih dahulu.

4.1.2 Deskripsi Data

Sampel merupakan laki-laki muda terlatih dengan suka rela bersedia menjadi bagian dari penelitian. Sampel yang digunakan berjumlah 10 orang yang telah memenuhi kriteria inklusi: bersedia menjadi sampel penelitian; tidak merokok; tidak melakukan latihan fisik selama satu minggu sebelum perlakuan lari 10 Km; sehat; tidak dalam fase pemulihan setelah sakit; terlatih. Sedangkan kriteria

eksklusi adalah sebagai berikut: 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; tidak dehidrasi; memiliki kadar *blood lactate* di bawah 3.0 mmol/L sebelum lari 10 Km; memiliki kadar *uric acid* 3.6 - 8.2 mg/dL sebelum lari 10 Km; memiliki kadar normal leukosit $4-11 \times 10^3/\mu\text{L}$ sebelum lari 10 Km; memiliki kadar *creatine kinase* 35-175 U/L sebelum lari 10 Km; skala VAS ≤ 5 . Berikut adalah data karakteristik sampel, (Tabel 4.1)

**Tabel 4.1 Kriteria Sampel
Data Sampel n =10**

Kriteria	Mean \pm SD
Usia (Tahun)	19 \pm 1
Tinggi Badan (Cm)	167 \pm 5.8
Berat Badan (Kg)	64 \pm 6.7
BMI (Kg/m ²)	23 \pm 2.5

4.1.3 Hasil Uji Prasyarat Analisis

Data *uric acid* yang diperoleh dari pretest, 90 min post run, 120 min post run dan 24 H post run, namun sebelum itu dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yakni uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data tersebut berdistribusi normal atau tidak, data dikatakan berdistribusi normal jika nilai ($P > .05$). Uji normalitas yang digunakan yaitu uji *Saphiro-Wilk Test* karena jumlah sampel ≤ 50 (Varsha et al., 2019), didapatkan nilai ($P > .05$) dan dapat dikatakan berdistribusi normal. Sedangkan uji homogenitas yaitu untuk

mengetahui data tersebut bisa diterima atau diterapkan di populasi yang lebih besar, data dikatakan signifikan jika nilai ($P > .05$) uji homogenitas yang digunakan yaitu uji *Levene* dari tabel *Test of Homogeneity Variances* yang dilihat dari nilai *significant based on mean*. Data dari *uric acid* memiliki nilai homogenitas ($P > .05$) dapat dikatakan signifikan. Data diolah menggunakan SPSS versi 26.

Data *Visual Analogue Scale* (VAS) diperoleh dari pretest, 24h post run, 48h post run, dan 72h post run. Dilakukan uji normalitas dengan nilai signifikansinya ($P < .05$), dinyatakan tidak normal maka data VAS dianalisis menggunakan analisis non parametrik yaitu analisis deskriptif kuantitatif dengan menyajikan penyebaran data dalam jumlah dan presentase. Kelas atau kategori tingkat nyeri merujuk pada instrumen VAS yang digunakan yaitu 0 tidak ada nyeri, 1-3 nyeri ringan, 4-6 nyeri sedang, 7-9 Nyeri berat, dan 10 super nyeri.

4.1.4 Analisis Data *Uric Acid*

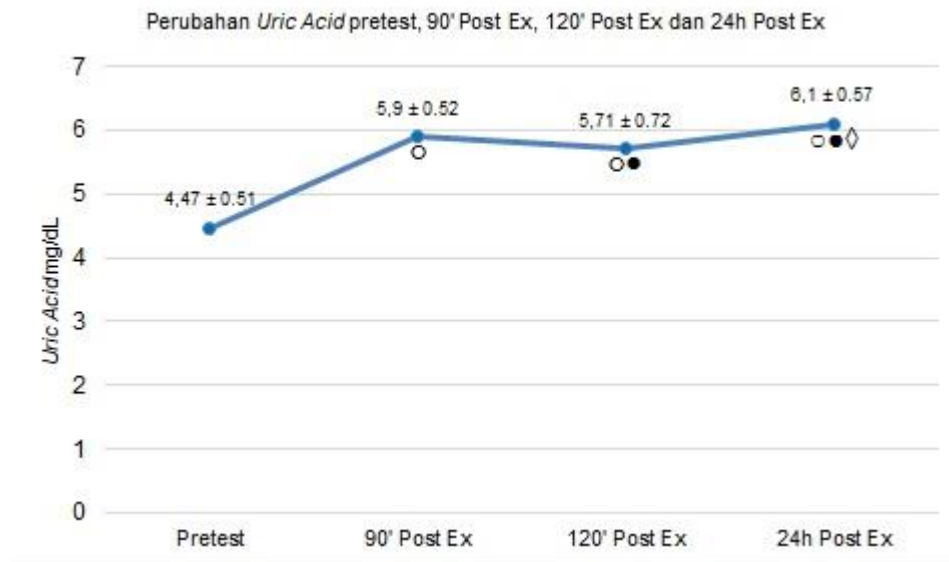
Data ini merupakan data primer dan penelitian ini termasuk dalam quasi eksperimen atau penelitian semu, data berdistribusi normal dan bisa diterapkan pada populasi yang lebih besar sehingga metode olah data yang sesuai dengan penelitian ini yaitu *Repeated Measure Anova*.

Dilihat dari grafik (gambar 4.1) menunjukkan bahwa data pretest kadar *uric acid* menunjukkan rata rata nilai 4.43 mg/dL dengan standart devisiasi ± 0.51 , pada pengukuran di 90' min post run menunjukkan nilai signifikan ($P < .05$) mengalami kenaikan sebesar 1,43 mg/dL atau dalam presentase 0,31% dengan standart devisiasi ± 0.52 memiliki prebedaan saat pretest dan 90 min post run ditunjukkan dengan tanda \circ . Pengukuran *uric acid* di 120' min post run menunjukkan nilai signifikan ($P < .05$) kenaikan sebesar 1,24 mg/dL atau dalam

presentase 0,27% dengan standart deviasiasi ± 0.72 dan memiliki perbedaan antara pretest dan 120' min post run ditunjukkan dengan tanda \circ . Pada pengukuran 24h post run menunjukkan nilai signifikansi yaitu ($P < .05$) kenaikan sebesar 1,63 mg/dL atau dalam presentase 0,36%. dengan standart deviasiasi ± 0.57 dan memiliki perbedaan antara pretest dan 24h post run ditunjukkan dengan tanda \circ .

Pada pengukuran *uric acid* di 120' post run menunjukkan nilai signifikan ($p < .05$) penurunan sebesar 0,19 mg/dL atau dalam presentase sebesar 0,03% dan memiliki perbedaan antara 90' min post run dengan 120' min post run ditunjukkan dengan tanda \bullet . Pengukuran 24h post run menunjukkan nilai signifikansi yaitu ($P < .05$) kenaikan sebesar 0,2 mg/dL atau dalam presentase sebesar 0,03% dan memiliki perbedaan antara 90' min post run dengan 24h post run ditunjukkan dengan tanda \bullet .

Pada pengukuran *uric acid* di 24h post run menunjukkan nilai signifikan ($P < .05$) kenaikan sebesar 0,39 mg/dL atau dalam presentase sebesar 0.06% dan memiliki perbedaan antara 120' min post run dengan 24 h post run ditunjukkan dengan tanda \diamond .



Gambar 4.1 Grafik *uric acid*

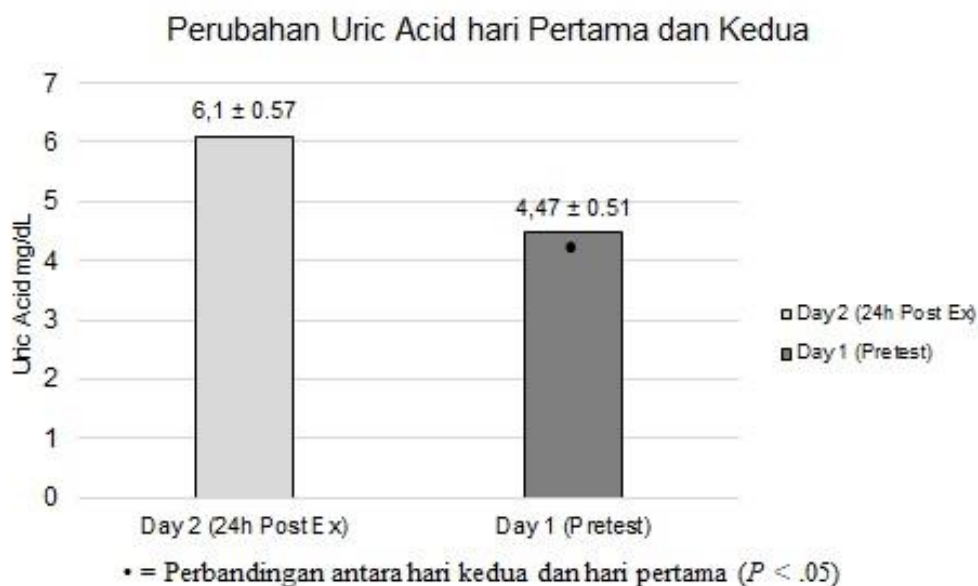
Keterangan gambar 4.1:

○ = Perbandingan antara pretest dengan 90' post ex, 120' post ex dan 24h post ex ($P < .05$)

● = Perbandingan antara 90' post ex dengan 120' post ex, dan 24h post ex ($P < .05$)

◇ = Perbandingan antara 120' post ex dan 24h post ex ($P < .05$)

Sedangkan pada diagram (gambar 4.2) menunjukkan bahwa pada hari kedua menunjukkan nilai ($P < .05$) kenaikan sebesar 1,63 mg/dL atau dalam presentase 0,36%. Dan memiliki perbedaan antara hari pertama dan hari kedua ditunjukkan dengan tanda ●.



Gambar 4.2 Diagram Uric Acid hari pertama dan hari kedua

4.1.5 Analisis Data Derajat Nyeri

Data dari *Visual Analogue Scale* (VAS) merupakan data primer, data ini diurutkan berdasarkan dari kelompok otot yang berkontraksi saat berlari yang terdiri dari *Triceps Surae Grups*, *Tibialis Anterior*, *Quadriceps Grups*, *Hamstring Grups*, dan *Gluteus Grups*.

Tabel 4.2 Derajat Nyeri otot *Triceps Surae Grups*

VAS	<i>Triceps Surae Grups</i>							
	Pretest		24h		48h		72h	
Super Nyeri	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nyeri Berat	0	0%	3	30%	1	10%	0	0%
Nyeri Sedang	2	20%	4	40%	6	60%	1	10%
Nyeri Ringan	3	30%	2	20%	1	10%	4	40%
Tidak Nyeri	5	50%	1	10%	2	20%	5	50%

Sebaran data Derajat Nyeri pada kelompok otot *triceps surae* menggunakan pengukuran VAS. Pada *Pre-Test* dari total 10 sampel terdapat 2 sampel (20%) yang mengalami nyeri sedang, 3 sampel (30%) yang mengalami nyeri ringan dan 5 sampel (50%) yang mengalami tidak ada nyeri. Pada 24h post run terdapat 3 sampel (30%) yang mengalami nyeri berat, 4 sampel (40%) yang mengalami nyeri sedang, 2 sampel (20%) yang mengalami nyeri ringan, dan 1 sampel (10%) yang mengalami tidak ada nyeri. Pada 48h terdapat 1 sampel (10%) yang mengalami nyeri berat, 6 sampel (60%) yang mengalami nyeri sedang, 1 sampel (10%) yang mengalami nyeri ringan, dan 2 sampel (20%) yang mengalami tidak ada nyeri. Pada 72h terdapat 1 sampel (10%) yang mengalami nyeri sedang, 4 sampel (40%) yang mengalami nyeri ringan dan 5 sampel (50%) yang mengalami tidak ada nyeri, (Tabel 4.2)

Tabel 4.3 Derajat Nyeri otot *Tibialis Anterior*

VAS	<i>Tibialis Anterior</i>							
	Pretest		24h		48h		72h	
Super Nyeri	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nyeri Berat	0	0%	3	30%	0	0%	0	0%
Nyeri Sedang	2	20%	2	20%	4	40%	1	10%
Nyeri Ringan	2	20%	3	30%	4	40%	1	10%
Tidak Nyeri	6	60%	2	20%	2	20%	8	80%

Sebaran data Derajat Nyeri pada kelompok otot *tibialis anterior* menggunakan pengukuran VAS. Pada *Pre-Test* dari total 10 sampel terdapat 2 sampel (20%) yang mengalami nyeri sedang, 2 sampel (20%) yang mengalami nyeri ringan, dan 6 sampel (60%) yang mengalami tidak ada nyeri, saat 24h post run terdapat 3 sampel (30%) yang mengalami nyeri berat, 2 sampel (20%) yang mengalami

nyeri sedang, 3 sampel (30%) yang mengalami nyeri ringan, dan 2 sampel (20%) yang mengalami tidak nyeri. Sedangkan pada saat 48h post run, terdapat 4 sampel (40%) yang mengalami nyeri sedang, 4 sampel (40%) yang mengalami nyeri ringan, dan 2 sampel (20%) yang mengalami tidak nyeri, pada 72h post run terdapat 1 sampel (10%) yang mengalami nyeri sedang, 1 sampel (10%) yang mengalami nyeri ringan, dan 8 sampel (80%) yang mengalami tidak ada nyeri. (Tabel 4.3).

Tabel 4.4 Derajat Nyeri otot *Quadriceps Grups*

VAS	<i>Quadriceps Grups</i>							
	Pretest		24h		48h		72h	
Super Nyeri	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nyeri Berat	0	0%	7	70%	2	20%	1	10%
Nyeri Sedang	2	20%	0	0%	4	40%	1	10%
Nyeri Ringan	2	20%	2	20%	3	30%	3	30%
Tidak Nyeri	6	60%	1	10%	1	10%	5	50%

Sebaran data Derajat Nyeri pada kelompok otot *quadriceps grups* menggunakan pengukuran VAS. Pada *Pre-Test* dari total 10 sampel terdapat 2 sampel (20%) mengalami nyeri sedang, 2 sampel (20%) mengalami nyeri ringan, dan 6 sampel (60%) yang mengalami tidak ada nyeri, kemudian pada saat 24h post run, 70% mengalami nyeri berat, 20% mengalami nyeri ringan, dan 10% tidak nyeri, pada saat 48h post run, 20% mengalami nyeri berat, 40% mengalami nyeri sedang, 30% mengalami nyeri ringan, dan 10% tidak mengalami nyeri. (Tabel 4.4).

Tabel 4.5 Derajat Nyeri otot *Hamstring Grups*

VAS	<i>Hamstring Grups</i>							
	Pretest		24h		48h		72h	
Super Nyeri	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nyeri Berat	0	0%	1	10%	0	0%	0	0%
Nyeri Sedang	2	20%	4	40%	3	30%	1	10%
Nyeri Ringan	3	30%	4	40%	5	50%	1	10%
Tidak Nyeri	5	50%	1	10%	2	20%	8	80%

Sebaran data Derajat Nyeri pada kelompok otot *hamstring grups* menggunakan pengukuran VAS. Pada *Pre-Test* dari total 10 sampel terdapat 20% yang mengalami nyeri sedang, 30% nyeri ringan dan 50% tidak ada nyeri, sedangkan 24h post run 10% mengalami nyeri berat 40% nyeri sedang, 40% nyeri ringan, dan 10% tidak nyeri, kemudian pada 48h post run terdapat 30% mengalami nyeri sedang, 50% nyeri ringan, dan 20% tidak nyeri. Dan saat 72h post run 10% mengalami nyeri sedang, 10% mengalami nyeri ringan, dan 80% tidak nyeri. (Tabel 4.5)

Tabel 4.6 Derajat nyeri otot *Gluteus Grups*

VAS	<i>Gluteus Grups</i>							
	Pretest		24h		48h		72h	
Super Nyeri	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nyeri Berat	0	0%	3	30%	0	0%	0	0%
Nyeri Sedang	0	0%	2	20%	3	30%	1	10%
Nyeri Ringan	3	30%	3	30%	5	50%	2	20%
Tidak Nyeri	7	70%	2	20%	2	20%	7	70%

Sebaran data Derajat Nyeri pada kelompok otot *gluteus groups* menggunakan pengukuran VAS. Pada *Pre-Test* dari total 10 sampel terdapat 30% mengalami nyeri ringan dan 70% tidak ada nyeri, sedangkan pada saat 24h post run, 30% mengalami nyeri berat, 20% nyeri sedang, 30% nyeri ringan, dan 20% tidak ada nyeri, kemudian pada 48h post run, 30% mengalami nyeri sedang, 20% nyeri ringan, dan 50% tidak nyeri, namun pada saat 72h post run, 10% mengalami nyeri sedang, 20% nyeri ringan, dan 70% tidak nyeri. (Tabel 6)

4.2 Pembahasan

4.2.1 Perubahan Kadar *Uric Acid*

Hasil dari penelitian ini menunjukkan terdapat perubahan pada *Uric Acid* setelah melakukan lari sejauh 10 Km. Lari 10 Km merupakan salah satu bentuk latihan berat dan tergolong dalam aktivitas aerobik yang mampu meningkatkan stres oksidatif, ROS dan kadar *uric acid* (Berawi & Agverianti, 2017). Selain itu dalam penelitian terdahulu menyebutkan selain kadar *uric acid* yang meningkat terdapat anti oksidan lainnya yang meningkat saat olahraga seperti vitamin E dan vitamin C (Rietjens et al., 2007). Pada hasil perhitungan dan analisis data penelitian diatas sebelum pengambilan data *pretest* sampel tidak melakukan aktifitas fisik selama 7 hari dan rata-rata data *pretest* menunjukkan nilai 4,47 mg/dL itu termasuk dalam kategori normal. Nilai rujukan kadar *uric acid* normal pada laki-laki yaitu 3.6 - 8.2 mg/dL sedangkan pada perempuan yaitu 2.3 – 6.1 mg/dL (E. Spicher Jack Smith W. 1994).

Dalam penelitian ini terjadi peningkatan kadar *uric acid* pada waktu pengukuran di 90 menit setelah latihan sebesar 5.90 mg/dL atau dalam presentase sebesar 31% dari pengukuran *pretest* (gambar 1). Kenaikan tersebut karena pada 90 menit setelah latihan merupakan durasi minimal respon akut dari

aktivitas fisik (Berawi & Agverianti, 2017). Hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya (Nikolaidis et al., 2007) menyatakan peningkatan *uric acid* pasca latihan ditandai dengan peningkatan kapasitas total anti oksidan, dan juga peningkatan stres oksidatif dalam darah, olahraga dalam keadaan panas juga secara akut dapat meningkatkan kadar *uric acid* karena induksi dari hipertermia dan dehidrasi yang meliputi hipokalemia dan hiperurisemia (Schlader et al., 2017).

kemudian kadar *uric acid* turun pada pengukuran di menit 120 setelah latihan menjadi 5.71 mg/dL atau dalam presentase turun sebesar 3,2% dari pengukuran di menit ke 90 setelah latihan, penurunan tersebut terjadi karena 120 menit merupakan durasi maksimal dari respon akut setelah aktivitas fisik (Berawi & Agverianti, 2017), dalam penelitian (Chrczcanowicz et al., 2012), disebutkan bahwa *uric acid* merupakan antioksidan terkuat dari serum manusia, yang mencegah inaktivasi oksidatif enzim endotel dan menjaga kemampuan endotelium untuk memediasi dilatasi vaskular dalam menghadapi stres oksidatif. Kadar *uric acid* juga dapat turun ketika aktivitas fisik dilakukan secara teratur dengan intensitas sedang, karena eksposisi struktur jaringan yang lebih rendah terhadap oksidan endogen.

Selanjutnya pada pengukuran di 24 jam setelah latihan kadar *uric acid* mengalami kenaikan menjadi 6.10 mg/dL atau dalam persentase sebesar 6% dari pengukuran di menit ke 120 setelah latihan, kenaikan tersebut disebabkan karena kerusakan ATP yang diinduksi oleh latihan, serta aktivasi xantin oksidase yang terbentuk selain O₂. Namun di penelitian tersebut dijelaskan juga kadar *uric acid* meningkat karena mekanisme fisiologis untuk menangkal peningkatan produksi radikal dengan olahraga (Rietjens et al., 2007), pemberian *treatment*

foam rolling yang dilakukan setelah latihan belum memberikan kontribusi terhadap penurunan kadar *uric acid* di 24 jam setelah latihan, sedangkan DOMS mulai terjadi 24 jam, kemudian meningkat pada 48 jam sampai 72 jam setelah latihan (Pearcey et al., 2015).

4.2.2 Perubahan Derajat Nyeri

Sebagai salah satu alat ukur nyeri VAS juga menjadi alat yang sering digunakan dalam mengukur nyeri dan itu lebih mudah untuk digunakan (Lau et al., 2013) 5 bagian otot ekstermitas bawah yang diukur derajat nyerinya yaitu otot *triceps surae*, *tibialis anterior*, *quadriceps*, *hamstring*, dan *gluteus*, mengalami perubahan derajat nyeri baik itu peningkatan maupun penurunan dan rasa nyeri yang dirasakan oleh sampel bervariasi, derajat nyeri tertinggi yang dirasakan pada kategori nyeri berat, pengukuran dilakukan sebanyak 4 kali yaitu pretest, 24, 48, dan 72 jam setelah lari 10 Km, karena DOMS mulai terjadi pada 24 jam setelah latihan dan memuncak pada 48 dan 72 jam setelah latihan dan akan menghilang antara 5 sampai 7 hari setelah latihan (Pearcey et al., 2015).

Pada kelompok otot *triceps surae* pengukuran 24 jam setelah latihan menjadi puncak nyeri karena 30% mengalami nyeri berat, kemudian pada 48 jam turun menjadi 10% yang mengalami nyeri berat, dan pada 72 jam setelah latihan turun menjadi 0% yang mengalami nyeri berat, (penurunan lainnya pada tabel 2) artinya treatment *foam rolling* yang diberikan terdapat pengaruh penurunan derajat nyeri DOMS, ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Regueme et al., 2005) yang dimana kelompok otot *triceps surae* merasakan derajat nyeri tinggi sebesar angka 6, dalam penelitian tersebut keterangan nyeri disebutkan angka 0 tidak ada nyeri dan angka 6 merupakan nyeri yang sangat sakit, akan tetapi pada penelitian tersebut treatment yang digunakan berbeda yaitu *stretch-*

shortening cycle (SSC) yang dimana dapat meimbulkan kerusakan pada otot dan DOMS, tetapi dalam penelitian tersebut tidak menggunakan teknik pemulihan *foam rolling*.

Kelompok otot *tibialis anterior* 30% sampel merasakan nyeri berat pada 24 jam setelah latihan, kemudian turun menjadi 0% sampel yang merasakan nyeri pada 24 dan 72 setelah latihan, itu menunjukkan treatment foam rolling yang diberikan di 24 jam memberikan dampak positif pada pengukuran VAS di 48 jam, dan treatment foam rolling di 48 jam memberikan dampak positif pada pengukuran VAS di 72 jam. ini sejalan dengan literatur review yang dilakukan oleh (Rose et al., 2017), meskipun sama-sama dapat menurunkan nyeri DOMS, namun treatment yang diberikan berbeda, pada literatur review treatment *whole-body cryotherapy* (WBC).

Pada kelompok otot *quadriceps* merupakan yang tertinggi presentase sampel yang merasakan nyeri berat pada pengukuran VAS di 24 jam sebesar 70% kemudian pada pengukuran 48 jam ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Vernillo et al., 2017) dimana otot quadriceps berperan sebagai penopang tubuh pada saat fase *mid-stance* hingga *toe-off* dan pada saat pengereman pada fase tersebut, namun treatment yang digunakan lari menurun, sedangkan dalam penelitian (Derek N. Pamukoff, 2015) Kelompok otot quadriceps berfungsi secara eksentrik untuk melemahkan syok selama *stance phase*. Kemudian terjadi penurunan presentase, sampel yang merasakan nyeri berat sebesar 20%, selanjutnya turun kembali pada pengukuran di 72 jam yaitu sampel yang merasakan nyeri berat sebesar 10%, terbukti treatment foam rolling yang dilakukan di 24 jam dan 72 jam setelah latihan dapat menurunkan nyeri akibat doms secara signifikan, ini sejalan dengan *pilots study* yang dilakukan

oleh (Visconti et al., 2015), meskipun sama sama manual terapi dan bertujuan menurunkan DOMS, tetapi menggunakan treatment recovery yang berbeda, treatment recovery yang digunakan yaitu massage, dijelaskan massage efektif dapat mengurangi rasa nyeri akibat DOMS, alat yang digunakan untuk mengukur berbeda dengan penelitian ini,

Kelompok otot hamstring pada pengukuran VAS di 24 jam 10% mengalami nyeri berat, akan tetapi pada pengukuran VAS di 48 dan 72 jam tidak terdapat sampel yang merasakan nyeri berat, artinya treatment foam roling yang diberikan langsung setelah latihan lari 10Km dapat mencegah kenaikan tingkat nyeri DOMS. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nicola & Jewison, 2012) yang dimana pada saat mobilitas fleksor pinggul terbatas dapat menggeser orientasi panggul anterior dan dapat menempatkan tulang belakang lumbar pada posisi tidak netral dan menyebabkan nyeri punggung bawah. Ini juga akan menyebabkan ketegangan pada paha belakang.

Kemudian pada kelompok otot gluteus sampel yang merasakan nyeri berat di pengukuran 24 jam sebesar 30% itu terjadi karena secara global, aktivitas otot yang lebih besar ditemukan di gluteus (Vernillo et al., 2017) namun dalam penelitian tersebut latihan yang digunakan yaitu *uphill running* dan *downhill running* dan pada pengukuran tidak ada yang mengalami nyeri berat akan tetapi nyeri sedang sebesar 30% dan pada pengukuran 72 jam terdapat penurunan sebesar 10% sampel yang mengalami nyeri sedang, penurunan tersebut dapat diartikan treatment foam rolling yang diberikan memberi kontribusi dalam penurunan derajat nyeri DOMS, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Heiss et al., 2019) dimana foam foam rolling (FR), sebagai metode pelepasan myofascial sendiri, telah menjadi intervensi pemulihan yang populer

dan beberapa penelitian telah mengevaluasi FR dan Thera-band roller Massager sehubungan dengan efek peningkatan pemulihan dalam kondisi EIMD dan DOMS.

4.2.3 Keterbatasan Peneliti

Pada penelitian ini memiliki limitasi dimana penggunaan FR tidak sama memiliki kecepatan pengguliran yang sama, tim peneliti hanya fokus pada penyelesaian jarak tempuh lari bukan fokus pada waktu tempuh, kurangnya SDM dalam pengawasan treatment FR, ketika pengukuran derajat nyeri tingkat sensitivitas nyeri setiap individu berbeda-beda. Hal-hal tersebut adalah faktor yang bisa mempengaruhi kualitas data.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. *Long distance running* 10 Km terbukti meningkatkan kadar *uric acid* secara signifikan pada hari pertama bahkan meningkat drastis pada hari berikutnya.
2. *Foam rolling* yang dilakukan sekali belum mampu menurunkan kadar *uric acid* secara signifikan.
3. Presentase terjadinya DOMS pasca *long distance running* 10 Km terjadi pada hari pertama (24 jam).
4. Presentase penurunan derajat nyeri pasca pemberian perlakuan *foam rolling* terjadi pada hari kedua (48 jam) dan ketiga (72 jam).

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian peneliti menyarankan.

1. Untuk peneliti selanjutnya tentang *uric acid* pemberian *foam rolling* dilakukan selama fase DOMS.
2. Untuk peneliti selanjutnya pengukuran derajat nyeri bisa menggunakan instrument yang berbeda.
3. Bagi pelatih *foam rolling* dapat dijadikan salah satu fasilitas pemulihan bagi atlet setelah latihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, M., Narayan, J., Sharma, P., Singh, S., & Tiwari, S. (2017). Acute effect of uphill and downhill treadmill walk on cardiovascular response and perceived exertion in young sedentary individual. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 6(7), 1. <https://doi.org/10.5455/ijmsph.2017.0306322032017>
- Alfuth, M., & Rosenbaum, D. (2011). Neuroscience Letters Long distance running and acute effects on plantar foot sensitivity and plantar foot loading. *Neuroscience Letters*, 503(1), 58–62. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.08.010>
- Ankin, J. A. W. R. (2014). *D a a m i m d a e e*. 2768–2774.
- Bahagia, Y. (2012). Pembelajaran atletik. *Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Bargoria, V., Timpka, T., Jacobsson, J., Halje, K., Andersson, C., Andersson, G., & Bermon, S. (2020). Running for your life: A qualitative study of champion long-distance runners' strategies to sustain excellence in performance and health. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23, 715–720. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.01.008>
- Berawi, K. N., & Agverianti, T. (2017). *Efek Aktivitas Fisik pada Proses Pembentukan Radikal Bebas sebagai Faktor Risiko Aterosklerosis Physical Activity Effects on Free Radicals Development as Risk Factor of Atherosclerosis*. 6, 85–90.
- Bird, S. (2011). Post-Exercise Recovery. *Australian Orienteer*, 161, 10–14. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=59968051&lang=es&site=ehost-live>
- Blagrove, R. C., Howatson, G., & Hayes, P. R. (2018). Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(5), 1117–1149. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0835-7>
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L. A., Gomes da Rosa, R., & Del Coso, J. (2020). Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. *Sports*, 8(3), 35. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Bryant, A. E., Aldape, M. J., Bayer, C. R., Katahira, E. J., Bond, L., Nicora, C. D., Fillmore, T. L., Clauss, T. R. W., Metz, T. O., Webb-Robertson, B. J., & Stevens, D. L. (2017). Effects of delayed NSAID administration after experimental eccentric contraction injury - A cellular and proteomics study. In *PLoS ONE* (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172486>
- Cheatham, S. W. (2015). 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. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827–838.
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2018). Comparison of Three Different Density Type Foam Rollers on Knee Range of Motion and Pressure Pain Threshold: a Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 474–482. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180474>
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Cheung2003.Pdf. *Sports*

- Medicine*, 33(2), 145–164.
- Chrzczanowicz, J., Gawron-Skarbek, A., Kostka, J., Nowak, D., Drygas, W., Jegier, A., & Kostka, T. (2012). Physical activity and total antioxidant capacity across an adult lifespan of men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(4), 575–582. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318238b7f0>
- Couture, G., Karlik, D., Glass, S. C., & Hatzel, B. M. (2015). The Effect of Foam Rolling Duration on Hamstring Range of Motion. *The Open Orthopaedics Journal*, 9, 450–455.
- Cunanan, A. J., Deweese, B. H., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Sausaman, R., Hornsby, W. G., Gregory, I. I. I. G., Travis, H. N., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2018). The General Adaptation Syndrome: A Foundation for the Concept of Periodization. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0855-3>
- Deporte, M. (2015). *Effects of cryotherapy on muscle damage markers and perception of delayed onset muscle soreness after downhill running: A Pilot study*. January.
- Derek N. Pamukoff, P. (2015). Bilateral alterations in running mechanics and quadriceps function following unilateral anterior cruciate ligament reconstruction. *Dk*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dr, Sugiyono Prof. "Metode Penelitian Kuantitatif." *Kualitatif, Dan R&D., Bandung: Alfabeta* (2013).
- Dutra, H. S., & Nunes dos Reis, V. (2016). The randomization determines the distribution of participants into groups; experimental and control group..pdf. *Journal of Nursing*, 10(6), 2230–2241. <https://doi.org/DOI:10.5205/reuol.9199-80250-1-SM1006201639>
- Duzova, H., Karakoc, Y., Emre, M. H., Dogan, Z. Y., & Kilinc, E. (2009). *Effects of Acute Moderate and Strenuous Exercise Bouts on IL-17 Production and Inflammatory Response in Trained Rats Effects of acute moderate and strenuous exercise bouts on IL-17 production and inflammatory response in trained rats*. November 2019.
- Elmagd, M. A. (2016). Common sports injuries. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(5), 142–148., 3, 142–148.
- Esther, C. R., Alexis, N. E., Clas, M. L., Lazarowski, E. R., Donaldson, S. H., Pedrosa Ribeiro, C. M., Moore, C. G., Davis, S. D., & Boucher, R. C. (2008). Extracellular purines are biomarkers of neutrophilic airway inflammation. *European Respiratory Journal*, 31(5), 949–956. <https://doi.org/10.1183/09031936.00089807>
- Fleckenstein, J., Niederer, D., Auerbach, K., Bernhörster, M., Hübscher, M., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). No Effect of Acupuncture in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Randomized Controlled Trial. In *Clinical Journal of Sport Medicine* (Vol. 26, Issue 6, pp. 471–477). <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000259>
- Gigli, I., & Bussmann, L. E. (2002). Effects of exercise on muscle metabolites and sarcoplasmic reticulum function in ovariectomized rats. *Physiological Research*, 51(3), 247–254.
- Gorkovenko, A. V., Sawczyn, S., Bulgakova, N. V., Jaszur-Nowicki, J., Mishchenko, V. S., & Kostyukov, A. I. (2012). Muscle agonist-antagonist interactions in an experimental joint model. *Experimental Brain Research*,

- 222(4), 399–414. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3227-0>
- Griffiths, M. (2016). *About Foam and Tube Roll. It Will help Improve Both Foam Roll Guide Welcome to the Cassal.*
- Guibert Ulric Crevecoeu. (2016). *A system approach to the General Adaptation Syndrome. July.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2112.9200>
- Hamner, S. R., Seth, A., & Delp, S. L. (2010). Muscle contributions to propulsion and support during running. *Journal of Biomechanics*, 43(14), 2709–2716. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.06.025>
- Heiss, R., Lutter, C., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Grim, C., Poettgen, K., Forst, R., Bloch, W., Hüttel, M., & Hotfiel, T. (2019). Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) - Part II: Treatment and Prevention. *Sportverletzung-Sportschaden*, 33(1), 21–29. <https://doi.org/10.1055/a-0810-3516>
- Hoffman, D. S., & Strick, P. L. (1986). Activity of wrist muscles during step-tracking movements in different directions. *Brain Research*, 367(1–2), 287–291. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(86\)91604-5](https://doi.org/10.1016/0006-8993(86)91604-5)
- Holub, C., & Smith, J. D. (2017). Effect of Swedish Massage on DOMS after Strenuous Exercise. *International Journal of Exercise Science*, 10(2), 258–265.
- Huang, H., Wong, M., Lu, J., Huang, W., & Teng, C. (2017). *Computers in Human Behavior Can using exergames improve physical fitness? A 12-week randomized controlled trial.* 70, 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.086>
- Ihsan, M., Watson, G., & Abbiss, C. R. (2016). What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise? In *Sports Medicine* (Vol. 46, Issue 8, pp. 1095–1109). <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0483-3>
- Järvinen, T. A. H., Järvinen, T. L. N., Kääriäinen, M., Äärimaa, V., Vaittinen, S., Kalimo, H., & Järvinen, M. (2007). Muscle injuries: optimising recovery. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 21(2), 317–331. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2006.12.004>
- Järvinen, T. A. H., Kääriäinen, M., & Järvinen, M. (2000). *Muscle strain injuries Muscle strain injuries. April.* <https://doi.org/10.1097/00002281-200003000-00010>
- Kavanaugh, A. (2007). The Role of Progressive Overload in Sports Conditioning. *Conditioning Fundamentals. NSCA's Performance Training Journal.*, 6(1), 15–17.
- Lau, W. Y., Muthalib, M., & Nosaka, K. (2013). Visual analog scale and pressure pain threshold for delayed onset muscle soreness assessment. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 21(4), 320–326. <https://doi.org/10.3109/10582452.2013.848967>
- Madeleine, P., Bajaj, P., Søgaard, K., & Arendt-Nielsen, L. (2001). Mechanomyography and electromyography force relationships during concentric, isometric and eccentric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(2), 113–121. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00044-4)
- Malanga, G. A., Yan, N., & Stark, J. (2015). Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. In *Postgraduate Medicine* (Vol. 127, Issue 1, pp. 57–65). <https://doi.org/10.1080/00325481.2015.992719>
- Mannheimer, J. S. (1969). A comparison of strength gain between concentric and

- eccentric contractions. *Physical Therapy*, 49(11), 1201–1207. <https://doi.org/10.1093/ptj/49.11.1201>
- Nagel, A., Fernholz, F., Kibele, C., & Rosenbaum, D. (2008). Long distance running increases plantar pressures beneath the metatarsal heads. A barefoot walking investigation of 200 marathon runners. *Gait and Posture*, 27(1), 152–155. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.12.012>
- Nicola, T. L., & Jewison, D. J. (2012). The Anatomy and Biomechanics of Running. *Clinics in Sports Medicine*, 31(2), 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2011.10.001>
- Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Giakas, G., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., Kouretas, D., & Jamurtas, A. Z. (2007). Decreased blood oxidative stress after repeated muscle-damaging exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(7), 1080–1089. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31804ca10c>
- Padulo, J., Laffaye, G., Ardigò, L. P., & Chamari, K. (2013). Concentric and eccentric: Muscle contraction or exercise? *Journal of Human Kinetics*, 37(1), 5–6. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0019>
- Pearcey, G. E. P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5–13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>
- Phaniendra, A., & Babu, D. (2015). *Free Radicals : Properties , Sources , Targets , and Their Implication in Various Diseases*. 30(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s12291-014-0446-0>
- Pokora, I., Kempa, K., Chrapusta, S. J., Langfort, J., & Medical, M. (2014). *Effect of Downhill and Uphill Exercise of Equivalent Submaximal Intensities on selected Blood Cytokine Levels and Blood Creatine Kinase Activity*. 173–178. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111434>
- Prue Cowled and Robert Fitridge, & Fitridge R, T. M. editor. (2011). *Mechanisms of Vascular Disease*.
- Ramirez-campillo, R., & Henríquez-olguín, C. (2014). *Effect of Progressive Volume-Based Overload During Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance in Young Soccer Players*. October 2017. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000836>
- Regueme, S. C., Nicol, C., Barthèlemy, J., & Grélot, L. (2005). Acute and delayed neuromuscular adjustments of the triceps surae muscle group to exhaustive stretch-shortening cycle fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 93(4), 398–410. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1221-3>
- Rico, H., Gervas, J. J., Hernández, E. R., Seco, C., Villa, L. F., Revilla, M., & Sanchez-Atrio, A. (1999). Effects of alprazolam supplementation on vertebral and femoral bone mass in rats on strenuous treadmill training exercise. *Calcified Tissue International*, 65(2), 139–142. <https://doi.org/10.1007/s002239900672>
- Rietjens, S. J., Beelen, M., Koopman, R., Van Loon, L. J. C., Bast, A., & Haenen, G. R. M. M. (2007). A single session of resistance exercise induces oxidative damage in untrained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(12), 2145–2151. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318157936d>
- Rose, C., Edwards, K. M., Siegler, J., Graham, K., & Caillaud, C. (2017). Whole-body Cryotherapy as a Recovery Technique after Exercise: A Review of the

- Literature. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1049–1060. <https://doi.org/10.1055/s-0043-114861>
- Schick, E., Ph, D., Cotter, J., Ph, D., Escobar, K., & Ph, D. (2019). *The Effect of Foam Rolling on Exercise-Induced Muscle Damage Presented to the Department of Kinesiology California State University , Long Beach In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Kinesiology Option in Exercise . May.*
- Schlader, Z. J., Chapman, C. L., Sarker, S., Russo, L., Rideout, T. C., Parker, M. D., Johnson, B. D., & Hostler, D. (2017). Firefighter work duration influences the extent of acute kidney injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(8), 1745–1753. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001254>
- Sean Kratchman and Brian Jones. (2018). *Foam Rolling For Performance And Recovery*. 7, 30–34.
- Speicher, C. E., & Smith Jr, J. W. (1994). Pemilihan Uji Laboratorium yang Efektif: Choosing Effective Laboratory Tests. EGC.
- Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., & Chu, I. H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469–477. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0102>
- Vandusseldorp, T. A., Escobar, K. A., Johnson, K. E., Stratton, M. T., Moriarty, T., Cole, N., McCormick, J. J., Kerksick, C. M., Vaughan, R. A., Dokladny, K., Kravitz, L., & Mermier, C. M. (2018). Effect of branched-chain amino acid supplementation on recovery following acute eccentric exercise. In *Nutrients* (Vol. 10, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/nu10101389>
- Varsha, A. V, Goerge, G., & Sahajanandan, R. (2019). Lutembacher Syndrome: Dilemma of Doing a Tricuspid Annuloplasty Abstract. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 1–5. <https://doi.org/10.4103/aca.ACA>
- Veqar, Z. (2013). *Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness : A Review*. 55, 13205–13211.
- Vernillo, G., Giandolini, M., Edwards, W. B., Morin, J. B., Samozino, P., Horvais, N., & Millet, G. Y. (2017). Biomechanics and Physiology of Uphill and Downhill Running. *Sports Medicine*, 47(4), 615–629. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0605-y>
- Visconti, L., Capra, G., Carta, G., Forni, C., & Janin, D. (2015). Effect of massage on DOMS in ultramarathon runners: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(3), 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.008>
- Winke, M., & Williamson, S. (2018). Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS. In *International journal of exercise science* (Vol. 11, Issue 3, pp. 375–383).
- Wittle, M. W. (2007). *Gait Analysis : An Introduction*. Elsevier Ltd.
- Xie, Y., Feng, B., Chen, K., Andersen, L. L., Page, P., & Wang, Y. (2018). The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: A randomized clinical trial. In *Clinical Journal of Sport Medicine* (Vol. 28, Issue 1, pp. 28–36). <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000442>
- Yanagisawa, O., Niitsu, M., Yoshioka, H., Goto, K., Kudo, H., & Itai, Y. (2003). *The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise*. 53–62.

<https://doi.org/10.1007/s00421-002-0749-3>

Zondi, P. C., Rensburg, D. C. J. Van, Grant, C. C., & Rensburg, A. J. Van. (2015). *Delayed onset muscle soreness: No pain , no gain? The truth behind this adage.* 57(3), 4–6.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Usulan Pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
JURUSAN ILMU KEOLAHRAGAAN

Gedung F1 Lt. 1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 024 8508007

Laman: www.ikor.unnes.ac.id, surel: ikor@mail.unnes.ac.id

Nomor : 240/UN 37-1-G/TV-1KOR/2020
Lamp. :
Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan
Universitas Negeri Semarang

Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan

Nama : MOHAMMAD ARIF ALI, S. Si., M. Sc.
NIP : 198812312015041002
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk. I - III/b
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Sebagai Dosen Pembimbing

Dalam penyusunan Skripsi/Tugas Akhir untuk mahasiswa

Nama : MUCHAMAD SADHALI
NIM : 6211416120
Program Studi : Ilmu Keolahragaan, S1
Topik : Efek Penggunaan Foam Roller Terhadap Mioglobin dan Delayed Onset Of Muscle Soreness (DOMS) Pasca Latihan Eksentrik Pada Atlet Softball Putri Jawa Tengah
Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.



Semarang, 9 Maret 2020
Ketua Jurusan

Sugianto, S. Si., M. Sc.
NIP. 198012242006041001

Lampiran 2 Penetapan Dosen Pembimbing



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: 3230/UN37.1.6/PT/2020**

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2019/2020**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Ilmu Keolahragaan/Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Ilmu Keolahragaan/Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Ilmu Keolahragaan/Ilmu Keolahragaan Tanggal 9 Maret 2020

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : MOHAMMAD ARIF ALI, S. Si., M. Sc.
NIP : 198812312015041002
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk. I - III/b
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : MUCHAMAD SADHALI
NIM : 6211416120
Jurusan/Prodi : Ilmu Keolahragaan/Ilmu Keolahragaan
Topik : Efek Penggunaan Foam Roller Terhadap Mioglobin dan Delayed Onset Of Muscle Soreness (DOMS) Pasca Latihan Eksentrik Pada Atlet Softball Putri Jawa Tengah

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Wakil Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



6211416120

....: FM-03-AKD-24/Rev. 00 :....

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 9 Maret 2020
DEKAN

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

Lampiran 3 Surat Izin Observasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
 Gedung Dekanat FIK Kampus UNNES Sekaran Gunungpati Semarang 50229
 Telepon +6224-8508007, Faksimile +6224-8508007
 Laman: <http://fik.unnes.ac.id>, surel: fik@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/3978/UN37.1.6/LT/2020
 Hal : Permohonan Izin Observasi

26 Maret 2020

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan
 Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Muchamad Sadhali
 NIM : 6211416120
 Program Studi : Ilmu Keolahragaan, S1
 Semester : Genap
 Tahun akademik : 2019/2020
 Topik observasi : Efektivitas Foam Rolling terhadap Perubahan Kadar Uric Acid (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat Delayed Onset of Muscle Soreness pasca Latihan Long Distance Uphill Running pada Laki-laki Muda Terlatih

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin observasi untuk penelitian awal skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 1 April s.d 7 April 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Tembusan:
 Dekan FIK;
 Universitas Negeri Semarang

Lampiran 4 Permohonan *Ethical Clearance*

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
 JURUSAN ILMU KEOLAHRAGAAN
 Gedung F1 Lt. 1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Telepon: 024 8508007
 Laman: www.ikor.unnes.ac.id, surel: ikor@mail.unnes.ac.id

Nomor : 516 /UN37.1.6/TU.IKOR/2020
 Hal : Permohonan Surat Kelaikan Etik Penelitian

Kepada :

Yth. Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK)
 Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini kami mohon diterbitkan surat kelaikan etik penelitian kesehatan (Ethical Clearance) atas rancangan Penelitian Dosen Pemula oleh Dosen berikut :

Nama : Mohammad Arif Ali, S.Si., M.Sc
 NIP : 198812312015041002
 Fakultas/Prodi : FIK / Ilmu Keolahragaan
 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 Running Pada laki-Laki Muda Terlatih.

Demikian surat permohonan ini dibuat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 07 Juli 2020
 Ketua Jurusan

 Sugianto, S.Si., M.Sc.AIFM
 NIP. 198012242006041001

Lampiran 5 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

Lampiran 6 Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
 Gedung Dekanat FIK Kampus UNNES Sekaran Gunungpati Semarang 50229
 Telepon +6224-8508007, Faksimile +6224-8508007
 Laman: <http://fik.unnes.ac.id>, surel: fik@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/5664/UN37.1.6/LT/2020 23 Juni 2020
 Hal : Izin Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan
 Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Muchamad Sadhali
 NIM : 6211416120
 Program Studi : Ilmu Keolahragaan, S1
 Semester : Genap
 Tahun akademik : 2019/2020
 Judul : Efektivitas Foam Rolling terhadap Perubahan Kadar Uric Acid (mg/dL) dan Derajat Nyeri (VAS) akibat Delayed Onset of Muscle Soreness pasca Latihan Long Distance Uphill Running pada Laki-laki Muda Terlatih

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 29 Juni s.d 24 Juli 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



a.n. Dekan FIK
 Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Dr. Mahalul Azam, M. Kes.
 NIP 197511192001121001

Tembusan:
 Dekan FIK;
 Universitas Negeri Semarang



Lampiran 7 Hasil *Pilot Study*

Sampel	Data Visual Analog Scale					McGill Questionnaire	
	Triceps Surae	Tibialis Anterior	Quadriceps Femoris	Hamstring	Glutes	Score	Percentage (%)
S-01	7	3	8	7	7	55	70
S-02	7	0	8	9	3	70	89
S-03	4	4	9	6	2	55	70

Lampiran 8 Rekap Data Pengukuran kadar *Uric Acid* (mg/dL)

Sample	Uric Acid (mg/dL)			
	Pre Test	90 menit	120 menit	24 jam
S-01	4,9	6	6	6,7
S-02	5,3	5,1	5,5	5,1
S-03	4,2	5,7	5,7	6
S-04	4,2	5,1	4	5,7
S-05	3,9	6,7	5,2	7
S-06	4,7	6,4	6,7	6,2
S-07	3,7	6	5,4	5,5
S-08	5,1	6,3	5,9	6,6
S-09	4,7	6,3	6,4	5,7
S-10	4	5,4	6,3	6,5

Lampiran 9 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) Pre Test

Sampel	VAS Pre Test				
	Triceps Surae	Hamstring	Gluteus	Quadriceps	Tibialis Anterior
S-1	0	0	0	0	0
S-2	0	0	0	0	0
S-3	0	0	0	0	0
S-4	1	2	0	0	2
S-5	6	3	3	6	4
S-6	1	3	1	2	1
S-7	0	0	0	0	0
S-8	1	0	0	1	0
S-9	0	0	0	0	0
S-10	6	6	2	6	6

Lampiran 10 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 24 jam

Sampel	VAS 24 jam				
	Triceps Surae	Hamstring	Gluteus	Quadriceps	Tibialis Anterior
S-1	0	0	0	0	0
S-2	7	6	7	9	6
S-3	6	3	2	7	1
S-4	6	5	7	8	8
S-5	9	8	8	9	7
S-6	2	4	4	9	7
S-7	5	1	3	3	1
S-8	3	1	2	3	1
S-9	8	1	0	8	0
S-10	6	5	5	8	6

Lampiran 11 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 48 jam

Sampel	VAS 48 jam				
	Triceps Surae	Hamstring	Gluteus	Quadriceps	Tibialis Anterior
S-1	0	0	0	0	0
S-2	4	3	3	5	4
S-3	5	1	3	6	1
S-4	5	5	5	7	5
S-5	6	4	5	8	6
S-6	0	1	2	3	3
S-7	5	1	2	3	1
S-8	2	1	1	3	1
S-9	8	0	0	6	0
S-10	4	4	4	5	5

Lampiran 12 Rekap Data Pengukuran Derajat Nyeri (VAS) 72 jam

Sampel	VAS 72 jam				
	Triceps Surae	Hamstring	Gluteus	Quadriceps	Tibialis Anterior
S-1	0	0	0	0	0
S-2	2	0	0	0	0
S-3	0	0	0	3	0
S-4	0	0	0	0	0
S-5	1	1	2	4	1
S-6	0	0	1	1	0
S-7	1	0	0	0	0
S-8	1	0	0	2	0
S-9	0	0	0	0	0
S-10	4	4	4	6	5

Lampiran 13 Hasil Pengolahan Data

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
UricAcid	.190	10	.200*	.947	10	.628

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pretest	Based on Mean	.000	1	18	1.000
	Based on Median	.000	1	18	1.000
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	18.000	1.000
	Based on trimmed mean	.000	1	18	1.000

Pairwise Comparisons

Measure: Uric_Acid

(I) Pengukuran	(J) Pengukuran	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1,430*	,255	,002	-2,287	-,573
	3	-1,240*	,249	,005	-2,076	-,404
	4	-1,630*	,275	,001	-2,555	-,705
2	1	1,430*	,255	,002	,573	2,287
	3	,190	,228	1,000	-,578	,958
	4	-,200	,169	1,000	-,770	,370
3	1	1,240*	,249	,005	,404	2,076
	2	-,190	,228	1,000	-,958	,578
	4	-,390	,271	1,000	-1,303	,523
4	1	1,630*	,275	,001	,705	2,555
	2	,200	,169	1,000	-,370	,770
	3	,390	,271	1,000	-,523	1,303

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Lampiran 14 Instrumen VAS
VISUAL ANALOGUE SCALE (VAS)

NAMA :

Nomor :

Keterangan

0 : Tidak ada nyeri

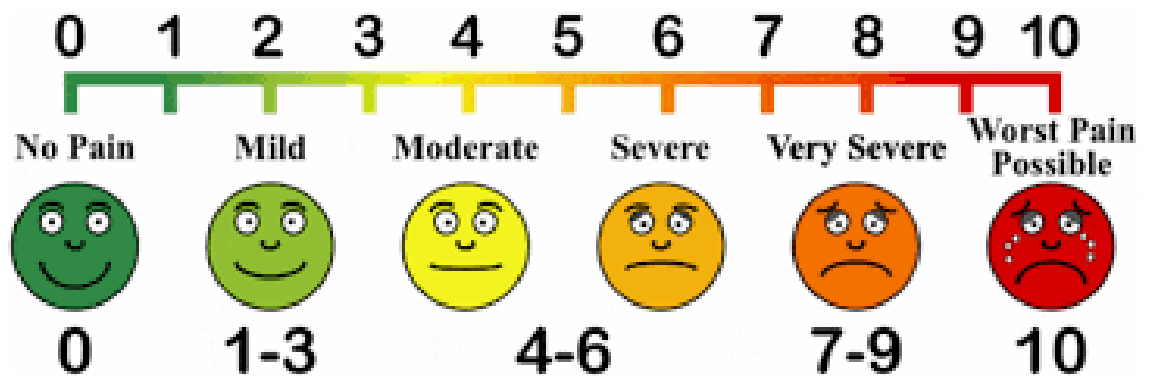
1-3 : Nyeri ringan

4-6 : Nyeri Sedang

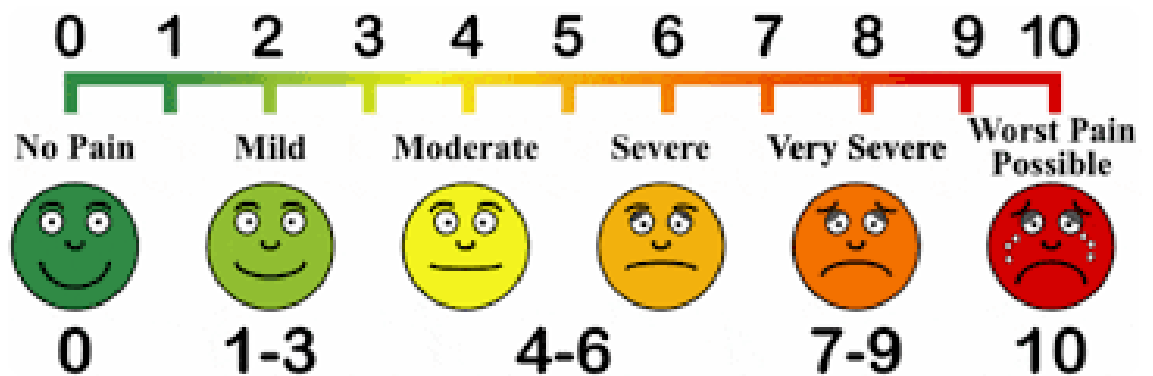
7-9 : Nyeri Berat

10 : Sangat Nyeri

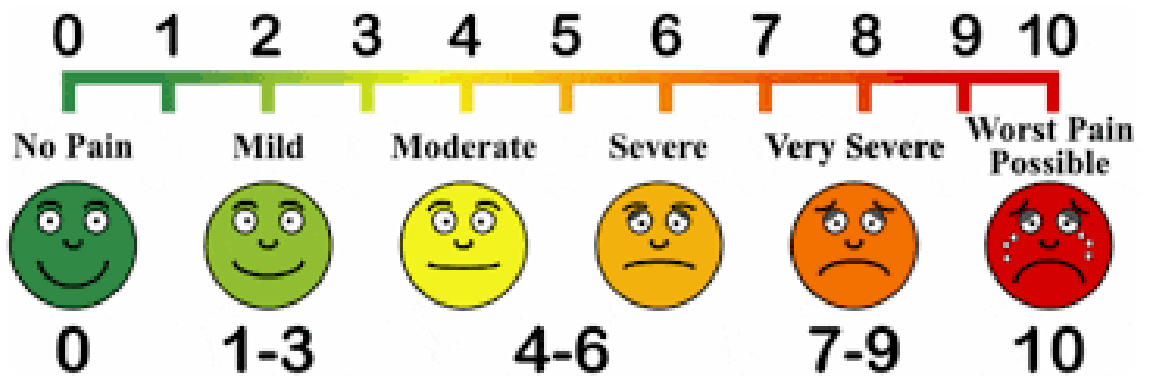
1. Otot Triceps Surae



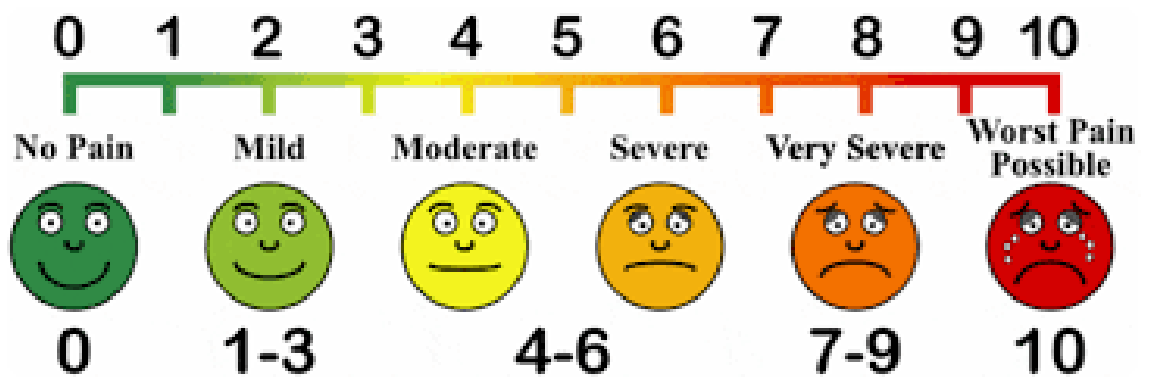
2. Otot Hamstring



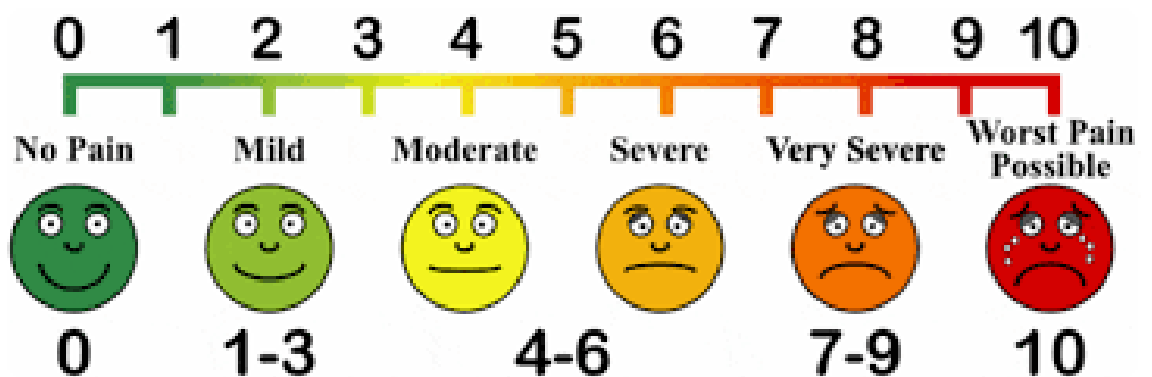
3. Otot *Gluteus*



4. Otot *Quadriceps*



5. Otot *Tibialis Anterior*



Lampiran 15 Instrumen Uric Acid



Lampiran 16 Protokol Penggunaan Instrumen Uric Acid

Pengaturan waktu dan tanggal

Meteran akan mengatur mode otomatis ketika anda memasukkan baterai.
Mohon mengatur waktu dan tanggal yang benar sebelum anda memulai pengujian.

1.	2.	3.	4.	5.
Menggunakan dua baterai AAA, 1.5V x 2.	Bulan akan berkedip. Tekan tombol [S] untuk mengatur tanggal yang benar.	Tekan tombol [M] untuk pindah ke pengaturan tanggal. Tanggal akan berkedip. Tekan tombol [S] untuk mengatur tanggal yang benar.	Tekan tombol [M] untuk pindah ke pengaturan jam. Jam akan berkedip. Tekan tombol [S] untuk mengatur jam yang benar.	Tekan tombol [M] untuk pindah ke pengaturan menit. Menit akan berkedip. Tekan tombol [S] untuk mengatur menit yang benar.

GATIKAN. Alat akan beroperasi mati setelah 30 detik kemudian ketika pengaturan "memori" diaktifkan.

Langkah Penggunaan Puncturer

1.	2.	3.	4.
Lepaskan Puncturer tip.	Masukkan lancet.	Lepaskan tutup pengaman.	Kencangkan Puncturer tip.
5.	6.	7.	
Sejajarkan kelentaran terbaik untuk penetrasi kulit.	Hisutlah Barrel geser.	Dengarkan bunyi "klik", lalu lepaskan.	

Lampiran 17 Pemberian Arahan Sebelum *Pilots Study* 10 Km



Lampiran 18 Sampel Saat Melakukan *Pilots Study* 10Km



Lampiran 19 Persetujuan Dengan Sampel



Lampiran 20 Foto Bersama Tim Peneliti dan sampel



Lampiran 21 Foto Penjelasan VAS Kepada Sampel



Lampiran 22 Exercise Long Distance Running 10 Km



Lampiran 23 Pengukuran VAS Pretest



Lampiran 24 Pengukuran VAS 24 Jam Post LDR 10 Km



Lampiran 25 Pengukuran VAS 48 Jam Post LDR 10 Km



Lampiran 26 Pengukuran VAS 72 Jam Post LDR 10 Km



Lampiran 27 Pengukuran Uric Acid Pretest



Lampiran 28 Pengukuran Uric Acid 90 Menit Post LDR 10 Km



Lampiran 29 Pengukuran Uric Acid 120 menit Post LDR 10 Km



Lampiran 30 Pengukuran Uric Acid 24 Jam Post LDR 10 Km



Lampiran 31 Pemberian Foam Rolling 2 menit Post LDR 10 Km



Lampiran 32 Pemberian Foam Rolling 24 Jam Post LDR 10 Km



Lampiran 33 Pemberian Foam Rolling 48 Jam Post LDR 10 Km

