

FOAM ROLLER

sebagai Media Terapi Fisik
dalam Kesehatan Olahraga
dan Olahraga Prestasi



Mohammad Arif Ali
Setya Rahayu
Gustiana Mega Anggita
Bayu Pangestu
Muchamad Sadhali
Nandaru Fajar Sumirat
Didit Prakosa Adi Nugroho
Ebenezer Silaban
Fuadah Nor Wiqoyatul Milla

FOAM ROLLER

**sebagai Media Terapi Fisik
dalam Kesehatan Olahraga
dan Olahraga Prestasi**

FOAM ROLLER

**sebagai Media Terapi Fisik
dalam Kesehatan Olahraga
dan Olahraga Prestasi**

CIPTA PRIMA NUSANTARA

**Foam Roller sebagai Media Terapi Fisik
dalam Kesehatan Olahraga dan Olahraga Prestasi**

Copyright ©2021
All right reserved

Penulis:

Mohammad Arif Ali, Setya Rahayu, Gustiana Mega Anggita, Bayu Pangestu, Muchamad Sadhali, Nandaru Fajar Sumirat, Didit Prakosa Adi Nugroho, Ebenezer Silaban, dan Fuadah Nor Wiqoyatul Milla

Editor:

Anies Setiowati, Sugiarto, Nanang Indardi, Akhmad Bahtiar Rifai, Dian Listiarini dan Adib Maftukhan

Desain Sampul & Tata Letak:

Eko Sugiarto

Penerbit:

Cipta Prima Nusantara
Perum Green Village, Kavling 115 Ngijo, Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah
Alamat Surel: ciptaprimanusantara@gmail.com

Cetakan pertama, Januari, 2021
xiv + 149 halaman, 16 × 24 cm
ISBN: 978-623-6940-31-0

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 19/ 2002 tentang Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

1. Barangsiapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Kata Pengantar

Buku ini nantinya sangat bermanfaat bagi semua kalangan terutama pelaku olahraga. Mengingat foam roller memiliki banyak manfaat yang dapat diaplikasikan dalam olahraga maupun bagi kesehatan. Karena dalam buku ini dijelaskan secara terperinci dan spesifik banyaknya manfaat yang didapat ketika seseorang rutin menggunakan foam rolling. Bagi seseorang yang aktif dalam berolahraga ataupun atlet, penggunaan foam rolling setelah latihan dapat membantu dalam menurunkan efek DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness), dapat menurunkan kadar asam laktat yang signifikan menjadi di ambang normal, meningkatkan fleksibilitas dan ruang gerak sendi (Range of Motion), dan mengurangi resiko cedera dari kekakuan otot dan sendi. Bukan hanya menjelaskan manfaat dari penggunaan foam roller, dalam buku ini juga menjelaskan bagaimana teknik aplikasi penggunaan foam roller yang dilengkapi dengan gambar sehingga memudahkan pembaca untuk mempraktekkan. Selain menjelaskan tentang manfaat dan teknik pemakaian, dalam buku ini juga menjelaskan tentang larangan pemakaian foam roller bagi seseorang yang memiliki riwayat penyakit tertentu.



Buku ini bagus untuk dijadikan bahan referensi dan panduan dalam Karya Ilmiah maupun praktek penggunaan foam roller dan dapat juga menjadi referensi lain mengenai adaptasi tubuh dan program latihan fisik, analisa gerak, dan membahas tentang cedera olahraga. Harapannya pembahasan dalam buku ini bisa dikembangkan lagi mengenai foam roller dan kaitannya dengan terapi fisik dan semoga bisa terbit buku edisi selanjutnya.

Jakarta, Desember 2020

dr. A. Andi Kurniawan, Sp. KO

*Direktur Sentra Peningkatan Performa
Olahraga Indonesia (SPPOI) Eminence*

Prakata

Puji syukur atas kehadiran Tuhan YME, karena atas berkat dan rahmatnya kami Tim Penulis berhasil menyusun buku ini yang diberi judul *Foam Roller* sebagai Media Terapi Fisik dalam Kesehatan Olahraga dan Olahraga Prestasi. Buku ini terdiri dari delapan bab yaitu: 1) Adaptasi tubuh dan program latihan fisik, 2) Analisis gerak lari, 3) Cedera dalam olahraga, 4) *Foam roller* sebagai media terapi fisik, 5) Ragam *foam roller*, 6) Teknik *foam rolling*, 7) Kajian biomolekuler dan keuntungan fungsional dari aktivitas *foam rolling* (data empirik hasil penelitian), dan 8) Anjuran dan larangan dalam *foam rolling*. Buku ini adalah bentuk integrasi menyeluruh dari teori, praktik, dan pembuktian ilmiah, yang mana merupakan salah satu hasil/keluaran ilmiah dari kegiatan penelitian. Buku ini menyajikan pilihan lain terkait dengan media yang digunakan dalam pemulihan aktif (*active recovery*) pasca olahraga berat. Kami berharap dengan kehadiran buku ini dapat memperkaya referensi (khasanah ilmu pengetahuan) untuk atlet, pelatih, sports therapist, akademisi dan komunitas olahraga dalam bidang kesehatan olahraga khususnya di terapi fisik.

Salam olahraga,... JAYA!!!

Semarang, Januari 2021

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar—**v**

Prakata —**vii**

Daftar Isi —**ix**

Daftar Tabel—**xi**

Daftar Gambar—**xiii**

1. Adaptasi Tubuh dan Program Latihan Fisik—**1**
2. Analisis Gerak Lari —**9**
3. Cedera dalam Olahraga —**25**
4. *Foam Roller* sebagai Media Terapi Fisik—**53**
5. Ragam *Foam Roller*—**67**
6. Teknik *Foam Rolling*—**83**
7. Kajian Biomolekuler dan Keuntungan Fungsional dari Aktivitas *Foam Rolling*—**93**
8. Anjuran dan Larangan dalam *Foam Rolling*—**121**

Daftar Pustaka—**137**

Profil Penulis—**163**

Daftar Tabel

- Table 1.1 Adaptasi Tubuh Terhadap Latihan Fisik—3
- Tabel 2.1 Bidang Tubuh Manusia—13
- Tabel 2.2 Sumbu Tubuh Manusia—14
- Tabel 3.1 Perbedaan Cedera Akut dan Kronik—21
- Tabel 3.2 Macam-Macam Patah Tulang—27
- Tabel 3.3 Tingkat Cedera Ligamen—29
- Tabel 3.4 Faktor Penyebab Cedera dalam Olahraga—37
- Tabel 3.5 Macam-Macam Kram Otot—42
- Tabel 3.6 Fase Penyembuhan Cedera Otot—46
- Tabel 5.1 Terapi Penanganan Cedera Otot—68
- Tabel 5.2 Ragam *Foam Roller* dari Bahan dan Permukaan—70
- Tabel 5.3 Tampilan Visual *Foam Roller*—72
- Tabel 5.4 Rekomendasi Pemilihan Jenis Permukaan *Foam Roller* untuk Cabang Olahraga yang Berbeda—81

Daftar Gambar

- Gambar 1.1 Formula FITT—6
- Gambar 2.1 Aksis dan Bidang Tubuh Manusia—14
- Gambar 2.2 Kelompok Otot Primer Tungkai Atas—16
- Gambar 1.3 Kelompok Otot Primer Tungkai Bawah—27
- Gambar 2.4 Kontraksi Otot Isotonik dan Isometrik—20
- Gambar 3.1 Ligamen ACL, PCL, MCL, dan LCL Tampak Depan dan Belakang—30
- Gambar 3.2 Normal Ligament, Cedera Tingkat I, Tingkat II, Tingkat III—32
- Gambar 3.3 *Posterior Talofibular Ligament* (PTFL), *Anterior Talofibular Ligamen* (ATFL), dan *Calcaneofibular Ligamen* (CFL) —33
- Gambar 3.4 Dislokasi pada Bahu, Patela, dan Engkel—34
- Gambar 3.5 *Achiles Tendinitis*—36
- Gambar 3.6 *Jumper's Knee*—36
- Gambar 3.7 *Tennis Elbow*—39
- Gambar 3.8 Inflamsi pada Tendon Supraspinatus—41
- Gambar 3.9 Ilustrasi Skematis dari Penyembuhan Otot Rangka—46
- Gambar 3.10 Strain Tingkat 1, Tingkat 2, dan Tingkat 3—47
- Gambar 3.11 *Visual Analog Scale* (VAS) —50
- Gambar 3.12 *Numerik Rating Scale* (NRS) —51
- Gambar 3.13 *Verbal Rating Scale* (VRS) —38
- Gambar 5.1 Ragam *Foam Roller*—71
- Gambar 6.1 Pengguliran Otot *Gluteus*—86
- Gambar 6.2 Pengguliran Otot *Quadriceps Femoris*—86
- Gambar 6.3 Pengguliran Otot *Tibialis*—87
- Gambar 6.4 Pengguliran Otot *Iliotibial*—88
- Gambar 6.5 Pengguliran *Inner Thigh*—88
- Gambar 6.6 Pengguliran Otot Betis—89
- Gambar 6.7 Pengguliran *Hamstring*—89
- Gambar 6.8 Pengguliran Punggung—90
- Gambar 6.9 Pengguliran Otot *Latissimus Dorsi*—90
- Gambar 6.10 Pengguliran *Forearm*—91

- Gambar 6.11 Pengguliran Neck #01—**91**
Gambar 6.12 Pengguliran Neck #02—**92**
Gambar 7.1 Siklus Cori Pengurai Laktat—**96**
Gambar 7.2 Konversi Bolak-Balik oleh
Creatine Kinase (CK) —**102**
Gambar 7.3 *Phosphocreatine Shuttle System*—**103**
Gambar 7.4 Metabolisme *Creatine (Cr)* —**104**
Gambar 7.5 Beberapa Sumber Radikal Bebas—**112**
Gambar 7.6 Mekanisme Pembentukan Purin
Menjadi *Uric Acid*—**114**
Gambar 7.7 Penumpukan *Uric Acid* yang Terlalu Tinggi—**155**
Gambar 7.8 Tiga Bidang Gerak—**117**
Gambar 7.9 Goniometer—**118**

Adaptasi Tubuh dan Program Latihan Fisik

Latihan fisik merupakan sebuah program kebugaran jasmani yang sistematis untuk menjaga dan meningkatkan status kebugaran tubuh. Tiga macam jenis latihan fisik yaitu kardio atau sering juga disebut dengan aerobik, latihan penguatan otot dan tulang, latihan peregangan/fleksibilitas. Secara umum berikut adalah keuntungan-keuntungan dari program latihan fisik, diantaranya: 1) manajemen berat badan; 2) menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler; 3) manajemen glukosa darah; 4) memperkuat tulang dan otot; 5) menurunkan risiko penyakit kanker; 6) meningkatkan kualitas tidur; 7) meningkatkan kesehatan mental; 8) meningkatkan kemampuan berpikir; 9) meningkatkan kesehatan sistem reproduksi; 10) meningkatkan harapan panjang usia; 11) menurunkan risiko insiden jatuh; dan 12) membantu untuk berhenti merokok. Setiap jenis latihan fisik memiliki manfaat bagi tubuh. Namun, untuk mendapatkan manfaat maksimal, latihan fisik harus terprogram dengan baik sesuai dengan tujuan awal dari latihan fisik yang dilakukan. Ada tujuh metode latihan fisik yang bisa digunakan untuk mencapai tujuan utama dari latihan.

Pertama, metode latihan *continuous*. Latihan ini dilakukan dengan durasi minimal selama 20 menit pada intensitas sub-maksimal yaitu 60%-80% dari denyut nadi maksimal (bpm) dan dengan model latihan seperti berjalan, berlari, bersepeda, dan

berenang atau kombinasi dari model-model tersebut. Manfaat metode ini adalah untuk menjaga dan meningkatkan kebugaran sistem kardiovaskuler.

Kedua, metode latihan ***interval***. Latihan inti dilakukan dengan membagi dua ritme/intensitas kerja yaitu rendah dan tinggi. Intensitas bisa ditentukan dari denyut nadi. Dalam metode ini mengenal istilah repetisi dan set. Manfaat metode ini adalah untuk menjaga dan meningkatkan kekutan, kecepatan, dan daya tahan otot rangka.

Ketiga metode latihan ***plyometric***. Latihan inti dilakukan dengan intensitas tinggi dan melibatkan gerakan-gerakan eksplosif. Prinsip kontraksi dari metode ini adalah pemanjangan otot secara perlahan dan pemendekan dalam waktu yang sesingkat-singkatnya. Baik diberikan pada atlet atau orang terlatih (bukan untuk pemula). Sangat efektif untuk meningkatkan *power*.

Keempat metode latihan ***weight/resistance***. Penentuan intensitas pada latihan ini bisa dengan menggunakan berat badan sendiri (Kg) ataupun dengan *Repetition Maximum* (RM). RM didefinisikan berat maksimal yang bisa diangkat oleh individu dalam satu kali kontraksi otot. RM juga dianggap sebagai intensitas maksimal (100%). Pembagian waktu dalam metode ini terstruktur dalam repetisi (pengulangan), set, dan spesifik waktu istirahat antar set. Model latihan bisa dengan mesin seperti *smith machine*, *free weights* (*dumbbell*, *barbell*, *kettlebell*, dll.), dan *calisthenics*. Sangat efektif untuk meningkatkan kekuatan otot dan tulang.

Kelima metode latihan ***flexibility***. Latihan inti sangat penting untuk semua atlet dari semua cabang olahraga dan bukan atlet untuk kesehatan persendian. Waktu latihan ditentukan dari lama peregangan (disarankan minimal 30 detik) dan periode istirahat disetiap setnya. Intensitas diukur dari persentase *range of motion* (ROM). Manfaat metode ini adalah untuk menjaga dan meningkatkan fleksibilitas.

Keenam metode latihan ***circuit***. Latihan inti dilakukan dengan menentukan berapa komponen kebugaran jasmani yang akan dilatih dan dibagi ke beberapa pos. atlet/pelaku melakukan gerakan latihan

yang sudah ditentukan disetiap posnya, dan berpindah dari pos ke pos dalam durasi waktu yang sudah ditentukan. Metode latihan ini mirip dengan interval training. Manfaat metode ini adalah untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot, serta kebugaran kardiovaskuler.

Ketujuh metode latihan *fartlek (speed play)*. Latihan ini dilakukan untuk mengembangkan beberapa komponen kondisi fisik dan metode latihan ini didesain hanya untuk atlet olahraga permainan. Sifatnya kontinu dan tidak interval. Perubahan pada kecepatan dan kemiringan medan latihan biasanya digunakan untuk memanipulasi perubahan intensitas latihan. Aerobik dan anaerobik metabolisme bisa dilakukan dalam kuantitas yang dibutuhkan oleh pemain (atlet).

Metode lainya adalah latihan kelas/umum. Kelas latihan fisik seperti senam aerobik, pilates, yoga, dan lain sebagainya sangat populer di masyarakat. Kelas latihan tersebut sangat baik untuk meningkatkan kekutan otot pusat/*core muscle* dan kondisi tubuh secara menyeluruh. Keuntungan kelas latihan ini adalah setiap partisipan bisa menyemangati satu sama lain sehingga program latihan tiap sesi terjaga.

Tabel 1.1 Adaptasi Tubuh Terhadap Latihan Fisik

Variabel	Waktu (bulan)
Saraf	Hari ke-1
Kardiovaskuler	1
Otot Rangka	2
Tulang	5-6
Tendon dan Ligamen	9-10

Setiap latihan fisik yang dilakukan, sistem di dalam tubuh akan membutuhkan waktu yang berbeda-beda untuk merespon dan memperlihatkan kemampuan adaptasinya. Sistem saraf akan langsung aktif mulai dari sesi pertama latihan fisik yang dilakukan. Namun, butuh waktu kurang lebih empat minggu untuk sistem kardiovaskuler benar-benar beradaptasi dan nampak jelas responya pada latihan fisik yang diberikan. Delapan minggu atau sekitar dua

bulan untuk sistem otot rangka, lima sampai enam bulan untuk sistem rangka (tulang), dan sembilan sampai sepuluh bulan untuk jaringan ikat fibrosa seperti tendon dan ligament. Hal tersebut memberi peringatan untuk kita dalam menyusun program latihan fisik, tidak hanya memperhatikan metode latihan, intensitas, dan modelnya saja. Namun, harus memperhatikan tingkat pengalaman dalam latihan fisik.

Untuk mencapai tujuan dari program latihan fisik yang telah ditentukan, selain daripada pemilihan jenis latihan yang dilakukan, metode latihan yang dipilih, terakhir adalah memperhatikan prinsip-prinsip yang harus diterapkan dalam program latihan. Ada lima prinsip dasar program latihan fisik, yaitu: *overload*, *progression*, *specificity*, *variation*, and *reversibility*.

Prinsip **overload** diterapkan dengan intensitas melebihi apa yang dibutuhkan oleh tubuh dan mempraktikkan keterampilan gerak yang dipilih secara berulang-ulang dengan tetap memperhatikan kualitas dan kuantitas ketrampilan gerak yang dilakukan, tetapi dengan kesalahan minimal.

Prinsip **progression** diaplikasikan untuk memastikan bahwa hasil akan terus meningkat dari waktu ke waktu dan tingkat intensitas pelatihan harus terus meningkat di atas beban kerja yang disesuaikan. Meningkatkan beban adalah metode *progression* yang paling populer dan paling mudah untuk diterapkan. Namun, dengan mengubah frekuensi, jumlah latihan, kompleksitas latihan, jumlah set, dan kombinasi dari hal-hal tersebut dapat dilakukan untuk menerapkan prinsip *progression*.

Prinsip **specificity**. Latihan adalah stres fisik dan tubuh secara efisien akan menyesuaikan diri dengan stres yang dialami. Prinsip ini pada dasarnya memaksakan jenis stres fisik tertentu (latihan) pada tubuh berulang kali dan dalam berbagai cara. Performa tubuh akan meningkat dalam merespon latihan tertentu yang diberikan dari waktu ke waktu.

Prinsip **variation**. Memberikan tubuh stimulus (latihan fisik) yang benar-benar baru akan menciptakan peningkatan performa yang konsisten dan akan menurunkan risiko cedera akibat penggunaan

berlebihan (*overuse*). Latihan berlebihan (*overtraining*), bisa mengurangi kebosanan, dan membantu dalam mempertahankan intensitas pelatihan. Mirip dengan prinsip *progression*, mengubah beban, volume, frekuensi, variasi latihan olahraga yang dilakukan, dan waktu istirahat juga dapat meningkatkan performa.

Prinsip *reversibility*. Tanpa latihan rutin, manfaat dari program latihan fisik berangsur-angsur akan hilang meski dalam jangka waktu yang lama (*detraining*). Namun, kondisi yang demikian dapat dibalikkan setelah program latihan fisik dilakukan kembali. Istirahat yang terlalu lama menurunkan kebugaran dan efek positif fisiologis yang diberikan oleh latihan dan jika kondisi ini dibiarkan terus-menerus maka tubuh akan kembali lagi ke kondisi awal sebelum latihan. Penurunan performa dapat hilang hanya dalam dua minggu dan terkadang lebih cepat. Penerapan kelima prinsip program latihan fisik terutama pada prinsip *variation*, yang mana salah satu alasannya untuk diimplementasikan adalah mengurangi risiko cedera seperti *overuse* dan *overtraining*.

Overuse adalah semua jenis cedera otot, tendon, ligament, dan sendi seperti tendinitis atau fraktur stres yang disebabkan oleh trauma berulang-ulang selama latihan fisik. *Overuse* biasanya berasal dari kesalahan latihan (terlalu banyak dan cepat). Meski kondisi *overuse* akan membaik dengan sendirinya, cedera ini bisa memakan waktu antara tiga sampai dua belas bulan untuk sembuh sepenuhnya. Selama proses penyembuhan, istirahat sangat penting agar tendon dan otot pulih. Rehabilitasi dan aktivitas peregangan yang ditargetkan sangat penting untuk proses penyembuhan.

Overtraining terjadi ketika jadwal latihan atlet terlalu banyak untuk memungkinkan pemulihan tubuhnya dari sesi latihan ke sesi latihan berikutnya. Seringkali menjadi alasan mengapa performa atlet menurun meskipun jadwal latihan dan intensitas latihan meningkat. Performa yang buruk akan terus berlanjut bahkan setelah berminggu-minggu hingga berbulan-bulan pemulihan.



Gambar 1.1 Formula FITT (disadur dari <https://bit.ly/3fATHPV>).

Implementasi program latihan fisik haruslah terukur dan terencana. Untuk memudahkan kita dalam membuat program latihan fisik yang baik, sesuai dengan kebutuhan. Rumus FITT adalah rumus dasar yang sangat mudah untuk diterapkan dalam merancang program latihan fisik. FITT merupakan sebuah singkatan yang memiliki kepanjangan *Frequency*, *Intensity*, *Time*, dan *Type*.

Konteks latihan fisik untuk populasi umum, orang tidak terlatih, terlatih dan bukan atlet, semua jenis aktivitas fisik (penguatan otot dan tulang, penguatan sistem kardio-respiratori yang jantung, pembuluh darah, dan paru, serta fleksibilitas untuk kesehatan sendi) sebaiknya dilakukan. Akumulasi jumlah waktu untuk aktivitas fisik usia 5-17 tahun yang disarankan adalah minimal 60 menit per minggu dengan intensitas sedang dan berat, jika dilakukan lebih dari minimal yang disarankan, maka mendapatkan keuntungan tambahan sehingga tubuh menjadi bugar.

Populasi dengan rentang usia 18-64 tahun dan lansia (65 tahun ke atas), akumulasi total waktu aktivitas fisik adalah 150 menit per

minggu dengan intensitas sedang. Namun, jika dilakukan dengan intensitas berat maka cukup 75 menit. Untuk mendapatkan manfaat tambahan, individual dengan usia di rentang 18-64 tahun harus menambah total durasi sebanyak dua kali dari yang disarankan dengan intensitas yang sama. 300 menit untuk intensitas sedang, dan 150 menit untuk intensitas berat.

Analisis Gerak Lari

Definisi Analisis Gerak

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang dilakukan secara terencana dan sistematis dengan tujuan untuk meningkatkan kesehatan dan kebugaran. Aktivitas fisik erat kaitannya dengan gerak. Gerakan dihasilkan oleh gaya-gaya internal dan gaya-gaya eksternal yang bekerja pada tubuh. Gaya-gaya internal antara lain bentuk tubuh, tinggi tubuh, berat tubuh, panjang lengan, panjang tungkai, kekuatan otot, bentuk tulang, persediaan, sistem energi dalam tubuh, dan lain-lain. Berikutnya gaya-gaya eksternal antara lain gravitasi bumi, gaya gesek, hambatan, pakaian yang dipakai, alat atau perlengkapan yang dipakai, dan lain-lain. Untuk menghasilkan gerakan yang efektif dan efisien diperlukan pengetahuan dan analisis terkait gerakan yang dihasilkan. Dalam olahraga prestasi, kualitas gerakan yang dihasilkan akan menentukan performa dari atlet.

Biomekanika olahraga adalah ilmu yang mempelajari gaya-gaya internal dan eksternal yang bekerja pada tubuh manusia dalam aktivitas olahraga dan latihan beserta akibat yang ditimbulkan. Biomekanika olahraga hanya melibatkan manusia yang terlibat dalam olahraga dan latihan. Biomekanika olahraga mempelajari efek kekuatan dan gerakan pada kinerja olahraga menggunakan hukum dan prinsip yang didasarkan pada ilmu fisika yang berlaku untuk gerakan manusia. Dengan kata lain, biomekanika olahraga

merupakan cabang ilmu yang mempelajari bagaimana analisis gerak dalam olahraga untuk menghasilkan gerakan yang efektif dan efisien.

Gerakan yang benar akan menghasilkan gerakan yang efektif dan efisien. Gerakan yang efektif dan efisien akan mengurangi risiko terjadinya cedera dan meningkatkan kinerja olahraga. Bila gerakan yang dilakukan efektif dan efisien maka kita dapat mengontrol dan menguasai sikap baik dalam keadaan diam/istirahat maupun dalam keadaan bergerak. Berikut adalah ciri-ciri gerakan dikatakan efektif dan efisien: 1) kelompok otot besar yang bekerja lebih dahulu; 2) melakukan kegiatan dengan semangat; 3) waktu reaksi (*timing*) yang tepat karena adanya koordinasi yang baik, menjadikan pengeluaran tenaga lebih efisien; dan 4) bergerak secara proporsional, artinya dilakukan dengan ekonomis (efisiensi dalam penggunaan energi) dan adanya otomatisasi. Sebaliknya gerakan yang tidak efektif dan efisien dapat menimbulkan: 1) penghamburan tenaga dan ketegangan yang berlebihan; 2) kelelahan fisik yang terlalu cepat dan kelelahan psikis; 3) kelesuan; 4) rasa nyeri; 5) frustrasi; dan 6) Cedera.

Tujuan dan Manfaat Analisis Gerak

Gaya internal dan eksternal yang bekerja pada tubuh seseorang menentukan bagaimana bagian-bagian tubuh bergerak ketika melakukan keterampilan gerak dan bagaimana tubuh bergerak menentukan juga kualitas gerak seseorang. Kualitas gerak seseorang tersebut yang menentukan pula performa yang dihasilkan. Seringkali ada berbagai macam teknik yang dapat digunakan untuk tujuan yang sama dalam olahraga. Ada tiga jenis pegangan yang dapat digunakan dalam melempar lembing, ada beberapa jenis teknik tendangan dalam karate, ada tiga jenis lemparan yang digunakan dalam permainan *softball*, dan lain-lain.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), teknik-teknik tersebut juga mengalami perubahan. Banyak teknik-teknik tersebut telah dikembangkan oleh guru, pelatih, dan atlet dengan mencoba-coba beberapa gerakan dan memperbaiki gerakan tersebut, tetapi cara tersebut bukan menjadi satu-satunya

cara dalam usaha mengembangkan teknik olahraga. Adapun tujuan mempelajari biomekanika olahraga adalah:

- 1) Mengetahui konsep ilmiah dasar yang diaplikasikan dalam bentuk gerak manusia.
- 2) Memahami suatu bentuk/model gerak dasar dalam olahraga sehingga mampu mengembangkannya dengan baik.
- 3) Mampu memahami perkembangan gerak dasar.
- 4) Mampu menerapkan suatu bentuk yang sesuai dengan karakteristik fisik seseorang dalam berolahraga dengan baik dan benar.

Adapun manfaat dari analisis biomekanika olahraga antara lain yaitu peningkatan performa, peningkatan teknik, perbaikan peralatan, peningkatan latihan, pencegahan dan rehabilitasi cedera.

Peningkatan performa. Tujuan utama dari olahraga dan biomekanika olahraga adalah peningkatan kinerja dalam olahraga. Selain peningkatan performa, biomekanika olahraga berperan sebagai alat pencegahan dan rehabilitasi cedera. Hal tersebut berkaitan erat dengan yang pertama dan hampir dapat dianggap sebagai bagian dari tujuan utama, karena atlet yang tidak mengalami cedera akan tampil lebih baik daripada atlet yang mengalami cedera.

Peningkatan teknik. Metode yang paling umum untuk meningkatkan kinerja dalam banyak olahraga adalah dengan meningkatkan teknik yang dimiliki atlet. Hal tersebut adalah salah satu faktor pendorong untuk mempelajari biomekanika olahraga. Penerapan biomekanika olahraga untuk meningkatkan teknik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu guru dan pelatih dapat menggunakan pengetahuan mereka tentang mekanika untuk mengoreksi gerakan seorang siswa atau atlet untuk meningkatkan pelaksanaan keterampilan atau peneliti biomekanika olahraga dapat menemukan teknik baru dan lebih efektif untuk melakukan keterampilan olahraga. Pada contoh pertama, guru dan pelatih menggunakan metode analisis biomekanika olahraga kualitatif dalam pengajaran dan pelatihan sehari-hari untuk melakukan perubahan teknik. Dalam contoh kedua, seorang peneliti biomekanika olahraga menggunakan metode analisis biomekanika olahraga kuantitatif

untuk menemukan teknik baru, kemudian dikomunikasikan kepada guru dan pelatih untuk menerapkannya.

Perbaikan peralatan. Bagaimana biomekanika olahraga dapat berkontribusi pada peningkatan kinerja? Bagaimana dengan peningkatan desain untuk peralatan yang digunakan dalam berbagai olahraga? Sepatu dan pakaian olahraga merupakan peralatan yang digunakan di hampir setiap olahraga. Peralatan yang dikenakan mungkin memiliki efek pada kinerja, baik secara langsung atau melalui pencegahan cedera. Selain sepatu dan pakaian, banyak olahraga membutuhkan penggunaan semacam alat. Bagaimana perubahan dalam penerapan olahraga mengubah penampilan dalam olahraga? Bagaimana dengan bersepeda, berenang, tenis, golf, hoki, lompat tinggi, lempar lembing, sepak bola, bola basket, dll. Alat yang lebih ringan dan berdesain lebih baik tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kinerja oleh elit atlet dalam olahraga.

Peningkatan latihan. Biomekanika olahraga memiliki potensi mengarah pada modifikasi dalam latihan dan peningkatan kinerja. Aplikasi biomekanika olahraga dapat terjadi dalam beberapa cara. Analisis kekurangan teknik atlet dapat membantu pelatih atau guru dalam mengidentifikasi jenis latihan yang dibutuhkan atlet untuk meningkatkan kinerjanya. Atlet mungkin dibatasi oleh kekuatan atau daya tahan kelompok otot tertentu, oleh kecepatan gerakan atau oleh satu aspek spesifik dari tekniknya. Terkadang, batasannya mungkin jelas. Sebagai contoh seorang pesenam yang mencoba melakukan manuver besi membutuhkan kekuatan yang luar biasa pada otot adduktor bahu. Analisis mekanis dari manuver akan mengungkapkan hal tersebut, tetapi sudah jelas bagi pelatih dan pengamat senam.

Pencegahan dan rehabilitasi cedera. Beberapa percaya bahwa pencegahan dan rehabilitasi cedera harus menjadi tujuan utama dari olahraga dan biomekanika olahraga. Biomekanika olahraga bermanfaat bagi para profesional kedokteran olahraga dalam mengidentifikasi kekuatan apa yang mungkin menyebabkan cedera, mencegah cedera berulang (atau terjadi di tempat pertama), dan latihan yang dapat membantu rehabilitasi dari cedera. Biomekanika olahraga dapat digunakan untuk memberikan dasar bagi perubahan

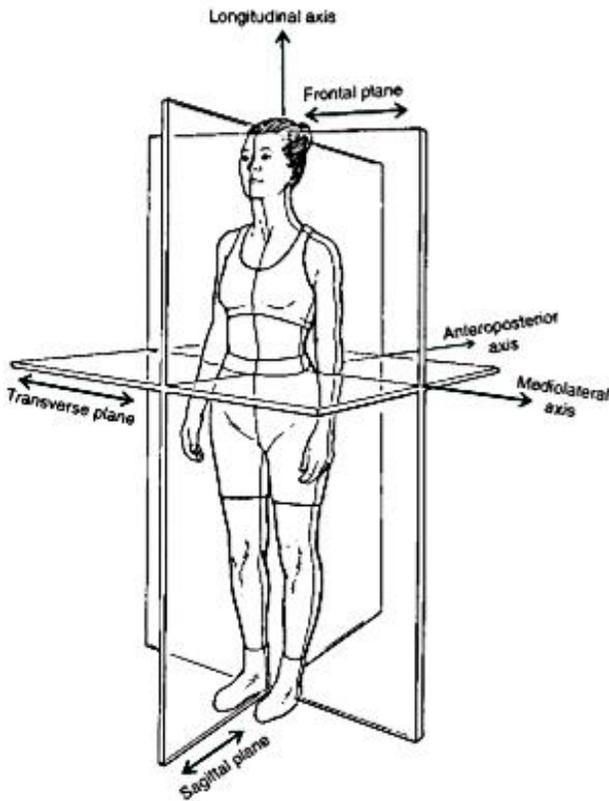
teknik, peralatan atau latihan untuk mencegah dan merehabilitasi cedera.

Range of Motion (ROM)

Range of Motion (ROM) adalah batas/besarnya suatu gerakan yang terjadi pada suatu sendi atau dapat diartikan sebagai luas lingkup gerak yang bisa dilakukan oleh suatu sendi. Sebuah gerakan didefinisikan dengan mengacu pada bidang dan sumbu. Ada empat bidang dan tiga sumbu yang membagi tubuh manusia. Lihat tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1 Bidang Tubuh Manusia

Bidang	Definisi
Median atau Sagittal	Bidang vertikal yang melewati dari depan ke belakang, membagi tubuh menjadi bagian kanan dan kiri.
Coronal atau Frontal/Lateral	Bidang yang melewati sisi ke sisi, membagi menjadi bagian depan dan belakang.
Transverse atau horizontal	Bidang yang membagi tubuh menjadi bagian atas dan bawah.
Oblique	Bidang apa saja yang melewati tubuh yang tidak sejajar dengan salah satu dari tiga pesawat sebelumnya.



Gambar 2.1 Aksis dan Bidang Tubuh Manusia (disadur dari Hamill and Knutzen, 2009).

Tabel 2.2 Sumbu Tubuh Manusia

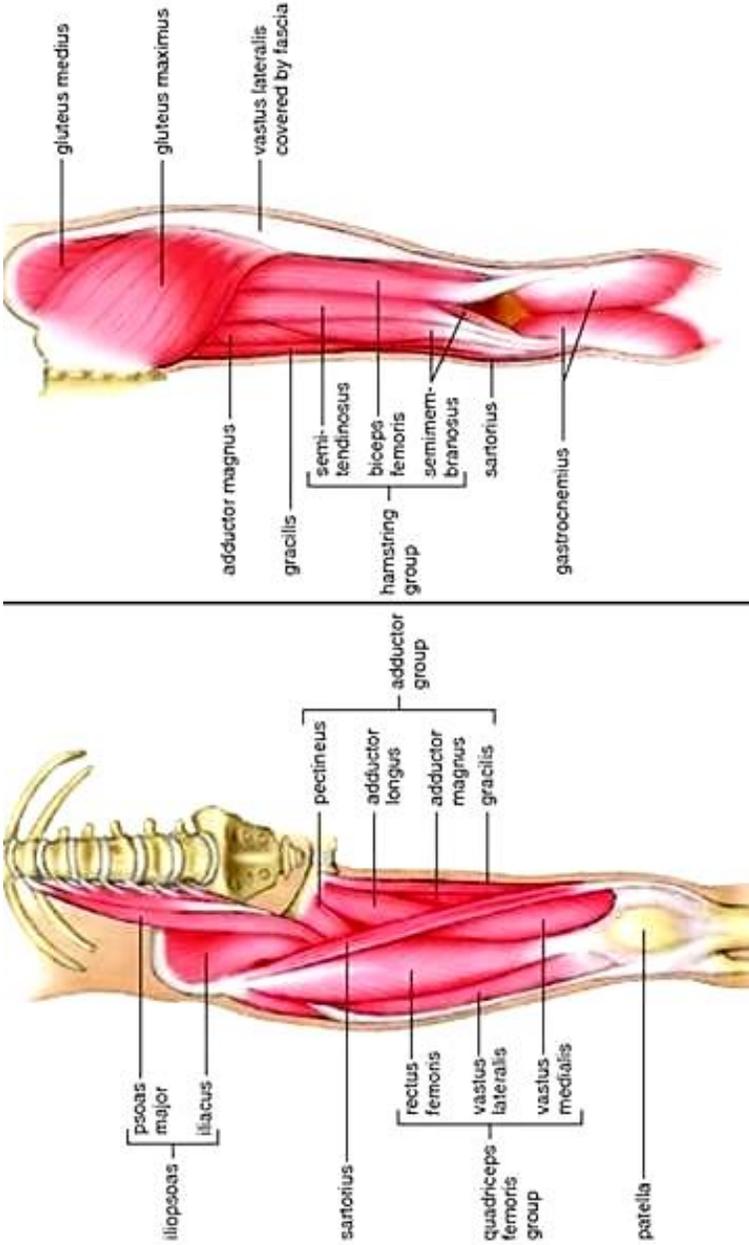
Bidang	Definisi
Frontal	Sumbu yang melintas dari sisi ke sisi pada sudut kanan ke bidang sagittal.
Sagittal atau Transverse	Sumbu yang melewati secara horizontal dari depan ke belakang, berbaring pada sudut kanan ke bidang frontal.
Longitudinal/ Vertikal	Sumbu yang berpindah dari kepala ke kaki dengan sudut kanan ke bidang melintang.

Analisis Gerak Lari

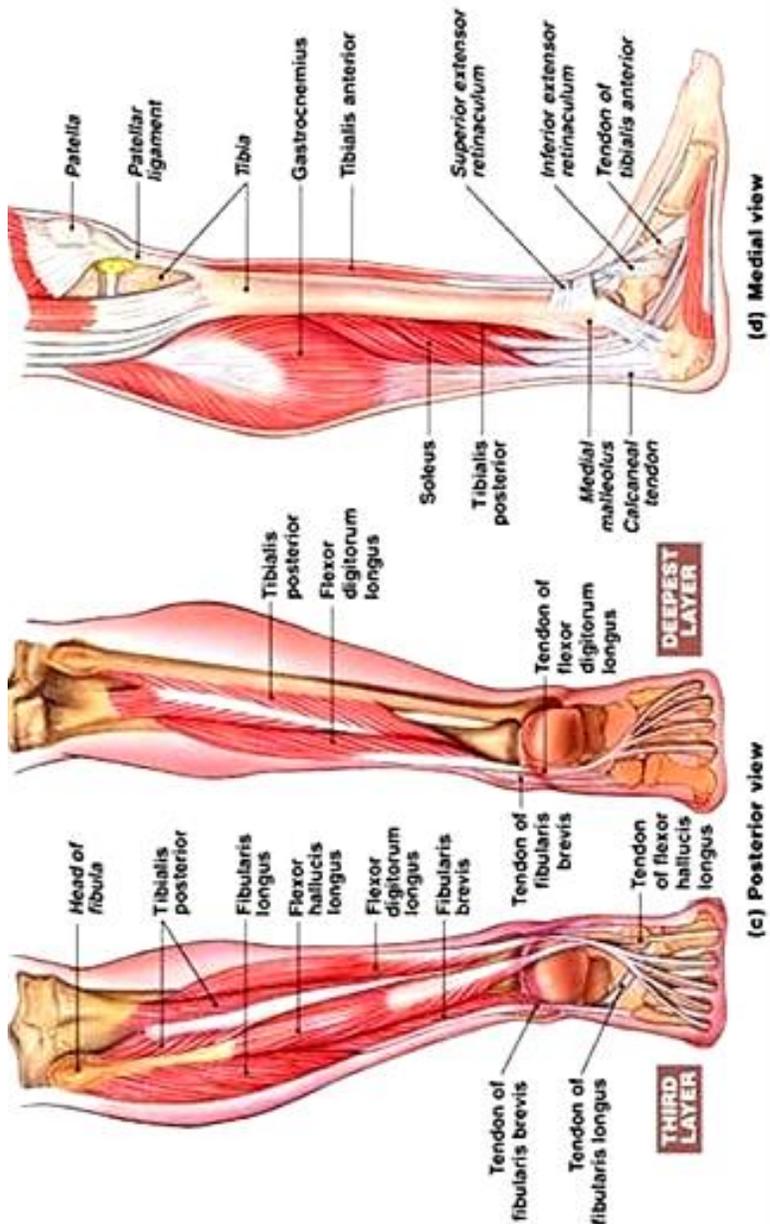
Kegiatan analisis gerak, ada empat komponen yang harus diperhatikan yaitu: 1) otot yang terlibat; 2) jenis kontraksi otot yang dilakukan; 3) tulang dan sendi (gerakan sendi yang dilakukan); dan 4) bidang gerak tubuh. Namun, saat berlari ada beberapa hal yang harus diperhatikan sehingga kita dapat menikmati aktivitas berlari yang dilakukan. Pertama adalah tubuh rileks, tidak kaku, tubuh sedikit condong ke depan, dan pandangan lurus ke depan. Kedua, gerakan ayunan lengan dilakukan secara kontinu dan rileks dengan posisi di samping tubuh (lengan ditekuk 90 derajat). Ketiga, atur irama dan panjang langkah agar tepat dan teratur (tidak terlalu pendek dan tidak memanjangkan langkah) serta fokus pada ayunan kaki ke depan. Keempat, penguasaan pada kecepatan lari dan kondisi fisik khususnya daya tahan. Kelima, saat mendarat mendaratlah dengan bola kaki atau telapak bagian tengah agak ke depan. Keenam, hindari menekan langkah yang terlalu keras ke tanah (vertikal). Sebaliknya, melangkah seolah-olah mendorong ke depan (propulsive).

Berdasarkan fungsi saat berlari, otot dapat dibagi menjadi tiga kelompok otot berbeda yang bekerja secara berkesinambungan, yaitu:

- 1) Otot Primer (**Primary**) adalah otot yang paling utama digunakan saat berlari, yaitu: *quadriceps femoris group*, *hamstring group*, *gluteus maximus*, *iliopsoas* dan *gastrocnemius*.



Gambar 2.2 Kelompok Otot Primer Tungkai Atas (disadur dari APKI, 2016).



Gambar 2.3 Kelompok Otot Primer Tungkai Bawah (disadur dari APKI, 2016).

- 2) Otot Pendukung (***Supporting***) adalah otot yang dapat membantu gerak otot primer sehingga menghasilkan gerakan yang lebih efisien, yaitu: otot biceps dan abdominal. Posisi tangan yang ditekuk hingga 90 derajat saat mengayun akan meningkatkan kecepatan lari. Kemudian posisi otot perut/abdominal yang terkunci akan membuat postur tubuh saat berlari sejajar dengan kaki (artikel sehat saat berlari). Postur tubuh yang tepat ini akan mempengaruhi kecepatan dan keamanan saat berlari.
- 3) Otot Tambahan (***Auxiliary***) adalah otot yang menunjang kerja otot utama dan pendukung agar dapat berfungsi lebih baik lagi, yaitu otot intercostalis eksternal dan internal. Otot-otot tersebut bekerja saat tubuh melakukan proses respirasi. Pengaturan pernapasan saat berlari sangat mempengaruhi performa saat berlari. Ketika seorang pelari mulai terengah-engah (kelelahan) akibat oksigen yang tersedia tidak tercukupi maka performa pelari akan menurun.

Mekanisme Kerja Otot

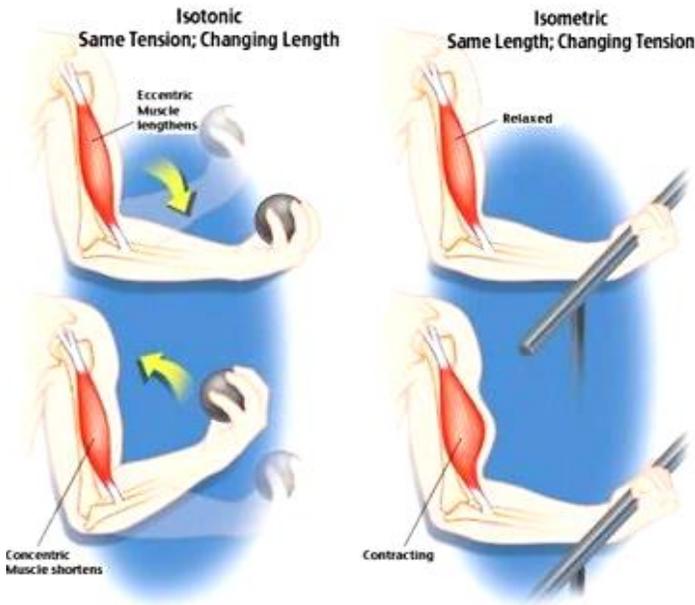
Otot bergerak secara kontraksi dan relaksasi. Ketika otot berkontraksi maka ukurannya akan memendek menjadi keras dan akan membentuk gelembung pada bagian tengah. Dengan adanya kontraksi pada otot, tulang akan tertarik dan untuk mengembalikan tulang tersebut pada posisi awal maka dibutuhkan relaksasi. Ada dua cara yang dilakukan otot dalam melakukan fungsi sistem kerja. Kedua sifat kerja otot tersebut adalah antagonis dan sinergis.

- 1) Antagonis (berlawanan) merupakan sifat kerja otot yang saling berlawanan. Contoh otot dengan sifat kerja antagonis terdapat pada otot biceps dan otot trisep, gerak otot untuk menengadahkan, dan menelungkup telapak tangan.
- 2) Sinergis (saling kerjasama) merupakan sifat kerja otot yang sama. Contoh sifat kerja otot sinergis terdapat pada otot pronator teres dan pronator kuadratus pada telapak tangan.

Kontraksi otot adalah salah satu mekanisme kerja otot. Sistem saraf memberikan potensial aksi sebagai sinyal ke dalam sel-sel otot. Sistem otot memainkan peran yang sangat penting dalam tubuh karena merangsang gerakan, melindungi, dan mendukung berbagai organ. Berbagai jenis kegiatan membutuhkan otot untuk bekerja dengan cara yang berbeda, sementara banyak tindakan memerlukan kontraksi otot. Ada banyak filamen aktin dan miosin yang berspesialisasi dalam kontraksi sel otot. Kontraksi otot dapat diklasifikasikan sebagai isotonik atau isometrik, bergantung pada lokasi tegangan yang dihasilkan.

Kontraksi isotonik. Ungkapan "kontraksi isotonik" secara langsung digambarkan sebagai "tegangan yang sama" sedangkan kata "isotonik" berasal dari dua kata yang berasal dari Bahasa Yunani yaitu "iso" berarti sama dan "tonicos" berarti "ketegangan" dalam kaitannya dengan otot. Kata "isotonik" berarti ketegangan atau bobot yang sama. Dalam kontraksi tersebut, ketegangan berkembang secara konstan seiring dengan perubahan panjang otot. Hal tersebut melibatkan pemendekan otot dan kontraksi aktif dan relaksasi otot-otot dan terjadi saat gerakan seperti berjalan, berlari, melompat-lompat, dan sebagainya.

Mekanisme kontraksi isotonik. Dua jenis utama protein yang ditemukan pada otot bertanggung jawab atas kontraksi isotonik adalah protein struktural aktin dan miosin. Selama kontraksi isotonik, untaian myosin tebal dan untaian aktin tipis bergerak satu sama lain.



Gambar 2.4 Kontraksi Otot Isotonik dan Isometrik (disadur dari Hisham Budiartma, 2020).

Jenis kontraksi isotonik. Ketika otot berkontraksi, ketegangan lebih besar daripada kekuatan yang menentanginya sehingga otot lebih pendek dan terjadi kontraksi konsentris. Kontraksi eksentrik, di sisi lain, terjadi ketika panjang otot meningkat. Gaya pada kontraksi eksentrik biasanya lebih besar daripada ketegangan otot yang menyebabkan rongga. Peregangan otot selama kontraksi eksentrik menyebabkan stres tinggi untuk otot yang bekerja. Oleh karena itu, jauh lebih mungkin menyebabkan kerusakan otot dibandingkan dengan kontraksi konsentris.

Kontraksi isometrik. Kata “isometrik” menyiratkan panjang otot konstan atau tidak berubah. Dalam kontraksi isometrik, panjang otot tetap konstan sementara ketegangan mengalami perubahan yang bervariasi. Di sini, ketegangan berkembang pada otot, tapi otot tidak memendek untuk memindahkan objek. Oleh karena itu, konsentrasi isometrik, bila tidak ada objek bergerak, pekerjaan di luar yang dilakukan adalah nol. Dalam kontraksi tersebut, serat individual bisa memendek meskipun seluruh otot tidak berubah panjangnya

sehingga latihan isometrik membantu untuk memperkuat otot-otot. Kontraksi isometrik, otot itu sendiri tidak berubah panjangnya dan tekanannya tidak pernah melebihi beban yang harus ditanggungnya. Hal tersebut berarti ketika otot tidak berkontraksi, ketegangan tidak pernah melebihi kekuatan yang berlawanan.

Mekanisme kontraksi isometrik. Salah satu bukti penting untuk kontraksi isometrik adalah bahwa panjang otot selama kontraksi adalah konstan. Sebaliknya, mereka tetap panjang seperti biasanya. Sebagai contoh, perhatikan seseorang yang berat badannya tetap di depan tubuhnya. Tanpa perlawanan, gravitasi menarik orang ke lantai, tetapi ketika menggunakan segala jenis resistensi, stres yang dihasilkan menyebabkan kontraksi isometrik pada biseps lengan atas. Jumlah kekuatan yang dihasilkan selama kontraksi isometrik meningkatkan panjang otot yang terkena.

Contoh gerakan isometrik melibatkan mencengkeram obyek seperti tongkat atau raket. Di sini, kontraksi otot untuk menahan dan menstabilkan objek belum ada perubahan panjang otot saat menahan mereka.

Tujuh perbedaan antara kontraksi Isotonik dan Isometrik, yaitu: 1) Pada kontraksi isotonik, ketegangan konstan sedangkan panjang otot bervariasi. Pada kontraksi isometrik, panjang otot tetap konstan sementara ketegangan bervariasi. 2) Kedutan isotonik memiliki waktu yang lebih singkat, periode kontraksi pendek, dan jangka waktu relaksasi lebih lama. Sebaliknya, kedutan isotonik memiliki periode yang lebih lama, periode kontraksi lama, dan periode relaksasi pendek. 3) Kenaikan suhu menurunkan ketegangan isometrik sedangkan meningkatkan kedutan isotonik saat memendek. 4) Kurang melepaskan panas kontraksi isometrik. Oleh karena itu, kontraksi isometrik lebih hemat energi sedangkan kontraksi isotonik lebih kurang hemat energi. 5) Selama kontraksi isometrik, tidak ada pemendekan terjadi. Oleh karena itu, tidak ada pekerjaan eksternal yang dilakukan. Namun, selama kontraksi isotonik, pemendekan terjadi dan kerja eksternal dilakukan. 6) Kontraksi isotonik terjadi di tengah-tengah kontraksi sementara kontraksi isometrik terjadi pada awal dan akhir dari semua kontraksi.

7) Selama kontraksi otot, fase isometrik meningkat ketika beban meningkat sedangkan fase isotonik menurun ketika beban meningkat.

Gerakan Awalan. Teknik *start* yang umum digunakan oleh pelari jarak jauh adalah *start* berdiri. Cara melakukan *start* berdiri sebagai berikut:

- 1) sikap permulaan, yaitu saat mendengar aba-aba “bersedia”, pelari maju ke depan dengan menempatkan salah satu kaki depan di belakang garis *start*;
- 2) badan condong ke depan;
- 3) kedua lengan tergantung lemas dengan siku sedikit agak dibengkokkan; dan
- 4) saat mendengar aba-aba “ya” atau bila dalam perlombaan mendengar bunyi tembakan pistol *start* maka pelari berlari secepat-cepatnya dengan menolakkan dan melangkahkan kaki ke depan disertai ayunan lengan.

Kesalahan yang sering terjadi ketika *start* berdiri lari jarak menengah adalah sikap badan kaku, cara ayunan tangan/kaki yang kurang pas, kaki/badan kurang rileks dan seimbang, dan tidak diikuti gerak lanjut. Tubuh dalam kondisi seimbang ketika titik berat tubuh jatuh pada bidang tumpuan. Jika tubuh dalam kondisi diam dan akan melakukan suatu gerakan maka pada prinsipnya ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, antara lain:

- 1) ada gaya dorong yang memindahkan badan;
- 2) adanya momentum dari bagian tubuh, misalnya dari lengan, tungkai, dan togok;
- 3) tubuh dalam keadaan labil; dan
- 4) tubuh dalam keadaan goyang.

Gerakan Inti adalah proses pelaksanaan gerak lari setelah *start* sampai pada garis *finish*. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan gerak lari antara lain:

- 1) Pada saat akan menapakkan kaki pada tanah atau lintasan, dimulai dari ujung kaki ke tumit dan terus menolak lagi dengan ujung kaki. Kesalahan yang sering adalah sikap badan kaku, langkah kaki/*footwork* yang kurang pas, tergesa-gesa,

lari terlalu cepat atau terlalu lambat, kaki/tubuh kurang rileks dan seimbang, dan tidak diikuti gerak lanjut.

- 2) Pengangkatan lutut sewaktu berlari tidak terlalu tinggi atau lebih rendah bila dibanding dengan lari jarak pendek.
- 3) Gerakan lengan lebih ringan, artinya tidak sekuat seperti pada lari jarak pendek dan dengan langkah konstan (jangkauan langkah tetap) terkoordinasi.
- 4) Lengan digerakan atau diayun mulai dari bahu dengan gerakan agak ke samping sedikit dari bahu itu.
- 5) Posisi badan agak condong ke depan, tetapi jangan kaku (rileks) dan pandangan ke depan.

Kesalahan yang sering terjadi ketika teknik lari jarak jauh adalah sikap badan kaku, cara ayunan lengan/kaki yang kurang pas, kaki/badan kurang rileks dan seimbang, tidak diikuti gerak lanjut serta tumpuan kaki yang digunakan ketika berlari.

Gerakan Lanjutan (*Follow Through*) adalah gerakan lanjutan yang dilakukan setelah gerakan inti berakhir. Gerakan *follow through* bertujuan untuk menjaga keseimbangan tubuh dan mengurangi risiko terjadinya cedera. Contohnya, ketika seseorang berlari dengan kecepatan tertentu dan berhenti secara mendadak tanpa ada gerakan perlambatan maka orang tersebut dapat terjatuh dan dapat mengalami cedera otot yang diakibatkan gerakan secara mendadak. Gerakan perlambatan tersebut disebut sebagai gerakan *follow through* atau dengan kata lain sebelum tubuh berhenti sepenuhnya terjadi penurunan kecepatan sampai kondisi tubuh benar-benar berhenti. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan gerakan *follow through* antara lain:

- 1) gerakan *follow through* dilakukan senatural mungkin, dalam hal ini mengikuti prinsip mekanika yang ada;
- 2) kurangi kecepatan ketika masuk pada fase gerakan *follow through*;
- 3) jangan berhenti mendadak setelah menyelesaikan gerakan lari; dan
- 4) pandangan tetap fokus ke depan.

Kesalahan yang sering terjadi ketika melakukan gerakan *follow through* adalah tidak ada perlambatan, cenderung berhenti mendadak dan pandangan tidak fokus ke depan.

Cedera dalam Olahraga

Olahraga merupakan kegiatan yang banyak dilakukan semua orang dan diketahui sudah banyak manfaatnya untuk kesehatan jika dilakukan sesuai dengan kebutuhannya. Pada dasarnya, olahraga merupakan kebutuhan setiap manusia di dalam kehidupan agar kondisi fisik terjaga dengan baik, karena kesehatan tubuh manusia sangat penting sebagai penunjang aktivitas sehari-hari, baik untuk bekerja, maupun aktivitas lainnya.

Terdapat beberapa jenis olahraga, di dalam UU No. 3 Tahun 2005 tentang Sistem Keolahragaan Nasional, olahraga terbagi menjadi tiga, yaitu olahraga pendidikan, olahraga rekreasi, dan olahraga prestasi. Olahraga pendidikan adalah pendidikan jasmani dan olahraga yang dilaksanakan sebagai bagian proses pendidikan yang teratur dan berkelanjutan untuk memperoleh pengetahuan, kepribadian, keterampilan, kesehatan, dan kebugaran jasmani. Selanjutnya, olahraga rekreasi adalah olahraga yang dilakukan oleh masyarakat dengan kegemaran dan kemampuan yang tumbuh dan berkembang sesuai dengan kondisi dan nilai budaya masyarakat setempat untuk kesehatan, kebugaran, dan kegembiraan. Berikutnya, olahraga prestasi adalah olahraga yang membina dan mengembangkan olahragawan secara terencana, berjenjang, dan berkelanjutan melalui kompetisi untuk mencapai prestasi dengan dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi keolahragaan. Ketiga jenis olahraga tersebut sama-sama memiliki risiko cedera.

Dalam buku *Sports Injury Handbook* dijelaskan olahraga dapat menjadi salah satu cara pengobatan yang efektif dan efisien jika dilakukan dengan tepat dan benar dengan target yang jelas dan realistis. Namun, olahraga juga dapat menyebabkan cedera lebih lanjut jika disalahgunakan.

Cedera olahraga merupakan cedera yang terjadi akibat aktivitas olahraga baik selama olahraga maupun setelah olahraga. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya beberapa faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal seperti otot pelaku olahraga kurang kuat dan rentan terkena cedera, tidak melakukan *stretching* atau pemanasan, tidak melakukan pendinginan, teknik yang digunakan tidak sesuai atau salah, dan terlalu sering menggunakan bagian tubuh tertentu untuk melakukan gerakan olahraga. Selanjutnya, faktor eksternal seperti kecelakaan dalam pertandingan, peralatan dan perlengkapan olahraga yang tidak memadai, ada pula cedera yang disebabkan oleh trauma akut atau stres yang dapat mempengaruhi tulang dan jaringan lunak (ligamen, otot, dan tendon), serta tidak jarang orang yang pernah cedera akan tetapi dalam tahap pemulihannya tidak diselesaikan secara tuntas lalu dipaksakan untuk tetap berolahraga, maka risiko cedera akan semakin tinggi atau dikenal dengan istilah cedera lama tumbuh kembali.

Secara umum cedera dapat terjadi kepada siapa saja, baik anak-anak, orang dewasa maupun lansia. Anak-anak memiliki kemungkinan risiko terkena cedera olahraga cukup tinggi dibandingkan dengan orang dewasa. Hal tersebut dikarenakan kerentanan refleks pada anak-anak yang belum begitu matang, ketidakmampuan mengenali dan mengevaluasi risiko cedera, serta koordinasi yang belum sepenuhnya berkembang. Semua cabang olahraga memiliki risiko cedera masing-masing mulai cedera otot, ligamen, tendon, maupun tulang baik ekstremitas bawah maupun ekstremitas atas.

Selain itu, cedera menjadi salah satu ancaman yang serius bagi seorang atlet yang profesional, baik atlet remaja maupun senior. Hal tersebut karena dapat menyebabkan karier atlet terganggu, dapat

menyebabkan stres, bahkan kemungkinan terbesarnya dapat kehilangan kontrak dengan salah satu tim yang dibela. Selain itu, pada atlet rekreasi cedera olahraga dapat menyebabkan hilangnya aktivitas fisik dan sosial, masalah kesehatan umum seperti tekanan darah tinggi, kontrol insulin, bahkan nyeri punggung bagian bawah, dan hal tersebut dapat mengganggu aktivitas kesehariannya.

Ada banyak macam cedera dalam olahraga, seperti cedera otot, ligamen, tendon, dislokasi sendi, bahkan sampai patah tulang. Khusus untuk patah tulang atau fraktur jarang terjadi, fraktur terjadi karena adanya benturan yang sangat keras yang terjadi kepada tulang.

Berdasarkan klasifikasi waktu kejadiannya cedera olahraga terdapat dua macam yaitu cedera akut dan kronis.

Tabel 3.1 Perbedaan Cedera Akut dan Kronik

Cedera Akut	Cedera Kronik
Baru saja terjadi beberapa jam yang lalu atau terjadi secara tiba-tiba, terasa sakit dan nyeri, kemerahan, kulit terasa hangat, bengkak, dan inflamasi	Cedera kronik merupakan cedera akut yang tidak disembuhkan secara sempurna atau karena <i>overuse</i> yaitu penggunaan salah satu bagian tubuh secara terus-menerus atau berlebihan saat melakukan aktivitas fisik dan olahraga dalam jangka waktu yang lama. Bergejala hilang-timbul, terasa sakit, dan nyeri

Ali Satia Graha menyatakan terdapat dua cedera yaitu cedera ringan dan cedera berat akibat melakukan aktivitas sehari-hari ataupun olahraga: 1) Cedera ringan merupakan kondisi cedera yang tidak mengalami kerusakan yang berarti pada jaringan tubuh manusia, contohnya seperti kekakuan otot, dan kelelahan, cedera ini tidak perlu mendapatkan penanganan khusus dengan berjalannya waktu biasanya cedera ini akan sembuh dengan sendirinya setelah istirahat. 2) Cedera berat merupakan kondisi cedera yang perlu mendapatkan penanganan khusus dan mengalami kerusakan yang berarti misalnya, robeknya otot, tendon, sampai dengan patah tulang.

Beberapa cedera akan mengalami tanda-tanda seperti inflamasi atau peradangan, ruang gerak sendi yang tidak normal, dan terasa panas. Menurut Ali Satia Graha terdapat lima tanda peradangan pada cedera jaringan tubuh yaitu: 1) Kalor atau panas yaitu terdapat peningkatan aliran darah kebagian yang mengalami cedera. 2) Tumor atau bengkak merupakan kondisi di mana terdapat penumpukan cairan pada daerah yang mengalami cedera. 3) *Rubor* atau berwarna merah merupakan bagian yang mengalami cedera berwarna merah karena terdapat indikasi pendarahan di dalam. 4) *Dolor* atau rasa nyeri, kondisi di mana saraf terjadi penekanan akibat penekanan otot maupun tulang. 5) *Functilaesa* atau tidak bisa digunakan kembali yaitu kondisi cedera karena kerusakan yang parah.

Namun, dibalik terjadinya peradangan sebenarnya merupakan respons tubuh sebagai mekanisme mobilisasi sistem pertahanan tubuh dan reaksi fisiologis dari jaringan yang rusak baik akibat tekanan mekanis, kimiawi, panas, dingin, dan invasi bakteri (Woro Kushartanti, 2007:3). Di dalam bab ini akan diulas mengenai beberapa cedera dalam olahraga mulai dari cedera pada tulang, cedera ligamen, cedera tendon, dan cedera otot.

Cedera Patah Tulang

Fraktur merupakan salah satu cedera yang cukup lama dalam penyembuhannya. Proses penyembuhannya memakan waktu yang cukup lama dan bervariasi mulai dari minggu sampai berbulan-bulan bergantung pada usia, kesehatan seseorang, jenis, lokasi, tingkat keparahan patah tulang, dan apakah ada cedera lain yang dapat menghambat dari penyembuhan cedera patah tulang tersebut.

Fraktur merupakan kondisi terputusnya kontinuitas jaringan tulang yang umumnya disebabkan karena trauma langsung maupun tidak langsung. Fraktur terjadi saat tulang berbenturan langsung dengan sesuatu yang keras dan kekuatannya melebihi kapasitas dari tulang tersebut. Cedera tersebut termasuk dalam kategori cedera yang jarang terjadi dalam olahraga. Fraktur dapat berupa retakan

garis rambut pada tulang hingga patah menjadi dua bagian atau lebih yang tidak lagi sejajar dengan benar. Patah tulang dapat terjadi bersamaan dengan cedera lain, seperti keseleo, tegang, atau dislokasi.

Berikut ini adalah gejala patah tulang yang paling umum terjadi. Namun, setiap individu mengalami gejala yang berbeda, seperti: 1) terjadi suara letupan atau bunyi yang terdengar saat terjadi cedera, 2) adanya kondisi yang tidak normal pada tulang, 3) rasa nyeri yang hebat, 4) terjadi pembengkakan/memar, dan 5) sulit untuk digerakkan (bagian yang mengalami fraktur). Ada tiga jenis fraktur yaitu fraktur tertutup, fraktur terbuka, dan fraktur kompleksitas.

Tabel 3.2 Macam-Macam Patah Tulang

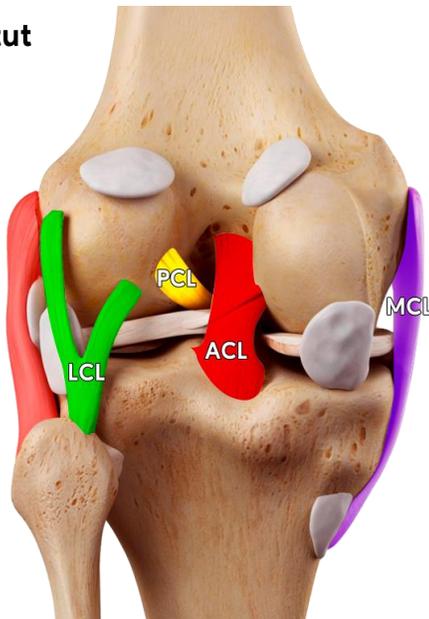
Fraktur tertutup	Jenis patah tulang yang terjadi di dalam yang tidak membuat tulang menonjol keluar dan kulit masih tetap utuh atau tidak rusak sehingga tulang tidak berhubungan langsung dengan bagian luar disebut juga fraktur bersih (karena kulit masih utuh) tanpa komplikasi.
Fraktur terbuka	Jenis patah tulang yang menyebabkan tulang menonjol keluar melalui kulit (luka) atau adanya kerusakan pada kulit sekitar, biasanya diikuti dengan pendarahan yang banyak, dan tulang yang patah juga ikut terlihat. Namun, tidak semua fraktur terbuka membuat tulang terlihat menonjol keluar jenis patah tulang ini memiliki risiko infeksi bakteri dari luar.
Fraktur kompleksitas	Jenis ini terjadi dua keadaan, contohnya pada bagian ekstremitas terjadi patah tulang dan pada sendinya juga terjadi patah tulang dan dislokasi.

Pemeriksaan fraktur bisa dilakukan dengan pemeriksaan fisik, akan tetapi agar hasilnya lebih jeas pemeriksaan fraktur dapat menggunakan alat seperti X-Ray, Tomogram ataupun MRI Scan. Saat berolahraga jarang terjadi cedera patah tulang, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk terjadi cedera patah tulang. Olahraga yang berisiko cedera patah tulang seperti balap Moto GP, balap F1, balap sepeda, dan pada olahraga yang tergolong ekstrem.

Cidera Ligamen

Ligamen merupakan jaringan berserat yang ada di dalam tubuh dan biasanya berada pada persendian tubuh atau bisa disebut juga sebagai jembatan penghubung dari tulang ke tulang dan dapat menjaga kestabilan sendi. Ligamen memiliki tekstur yang kuat dan tebal akan tetapi elastis. Beberapa bagian tubuh yang sering mengalami cedera yaitu lutut dan engkel. Sendi lutut terdapat empat ligamen yaitu ACL (*Anterior Cruciate Ligament*), PCL (*Posterior Cruciate Ligament*), MCL (*Medial Collateral Ligament*), dan LCL (*Lateral Collateral Ligament*).

Sendi Lutut (sisi depan)



Gambar 3.1 Ligamen ACL, PCL, MCL, dan LCL
Tampak Depan dan Belakang (disadur dari <https://bit.ly/362feoL>)

ACL (*Anterior Cruciate Ligament*) merupakan ligamen yang menghubungkan antara tulang tibia dan femur. Ligamen ini berada di bagian depan sesuai dengan namanya *Anterior Cruciate Ligamen* dan membentuk perilangan antar ligamen ACL dan PCL yang memiliki fungsi sangat penting untuk mencegah tibia bergeser terlalu jauh ke

depan. Cedera sering terjadi pada ligamen ini akibat tekukan atau rotasi lutut.

PCL (*Posterior Cruciate Ligament*) merupakan ligamen yang menghubungkan antara tulang femur dan tibia, hampir sama dengan ACL akan tetapi PCL terletak di belakang berfungsi mencegah pergeseran tibia ke arah posterior.

MCL (*Medial Collateral Ligament*) merupakan ligamen yang menghubungkan antara tulang femur dengan tulang tibia akan tetapi letaknya berada di litit bagian dalam. MCL berfungsi melindungi sisi medial lutut dari tekanan yang berasal dari sisi lateral lutut (daya valgus).

LCL (*Lateral Collateral Ligament*) merupakan ligamen yang menghubungkan antara tulang femur dengan tulang fibula dan letaknya di lutut bagian luar. Fungsinya adalah untuk mencegah sisi lateral lutut bengkok ke arah lateral akibat dorongan dari sisi medial (daya varus).

Tabel 3.3 Tingat Cedera Ligamen

Sprain Tingkat I	Ligamen mengalami regang ringan dan mengalami robekan mikroskopis, meskipun tidak terlalu parah sprain tingkat I dapat menurunkan fungsi ruang lingkup gerak sendi dan nyeri ringan.
Sprain Tingkat II	Ligamen mengalami robekan parsial atau setengah, sehingga stabilitas sendi akan berkurang, dan sedikit menyakitkan.
Sprain Tingkat III	Tingkatan ini, ligamen sepenuhnya megalami robek atau putus, sehingga sendi tidak lagi stabil. Sprain tingkat III kemungkinan terbesarnya adalah operasi tergolong dalam kategori parah.

Pada umumnya ligamen sering mengalami cedera baik itu robek ringan malah bisa sampai putus juga. Beberapa penyebab cedera ligamen yaitu terjadi benturan yang keras dibagian sendi, terjatuh, atau karena bergerak dengan cara yang salah, berhenti secara tiba-tiba, gerakan memutar atau merubah arah secara tiba-

tiba, melakukan lompatan, dan mendarat dengan posisi yang tidak tepat. Cedera pada ligamen ditandai dengan pembengkakan, rasa nyeri, dan memar pada bagian yang cedera. Selain itu, persendian di bagian yang terkena cedera juga akan terasa lemas, sulit untuk berjalan, dan tidak dapat menopang tubuh. Cedera ligamen atau sering disebut juga dengan sprain. Berdasarkan tingkat keparahannya cedera sprain dibagi menjadi 3, yaitu sprain tingkat I, sprain tingkat II, dan sprain tingkat III. Visualisasi ligamen yang normal, sprain tingkat I, sprain tingkat II, dan sprain tingkat III dapat dilihat pada gambar 3.2.

Tingkat Cedera Ligamen



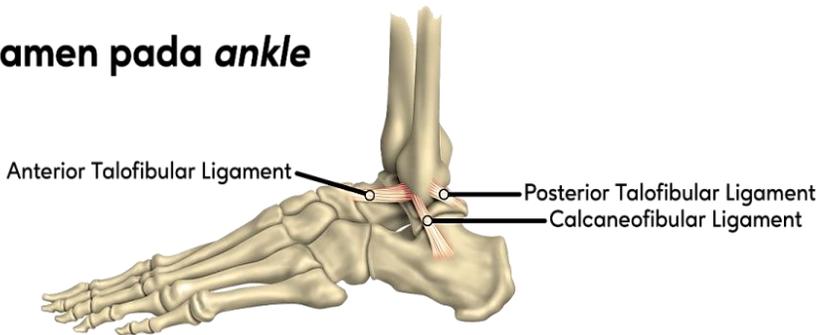
Gambar 3.2 Normal Ligament, Cedera Tingkat I, Tingkat II, Tingkat III (disadur dari <https://bit.ly/39c6eYZ>).

Selain di lutut, cedera ligamen juga kerap terjadi pada engkel atau sering disebut ankle sprain atau keseleo. Kebanyakan mereka yang pernah mengalami ankle sprain akan mengalami cedera kembali atau akan mengalami kambuh lagi ketika pada tahapan proses penyembuhannya tidak sepenuhnya selesai. Ankle sprain banyak ditemukan pada ada individu dibawah 35 tahun artinya cedera ini banyak terjadi pada kalangan orang-orang muda. Setengah dari semua keseleo pergelangan kaki (58,3%) terjadi selama kegiatan olahraga atletik, basket (41,1%), dan sepak bola (7,9%). Hal tersebut dapat membuktikan bahwa persentase tertinggi ankle sprain terjadi selama berolahraga.

Data survei menyatakan setiap hari sekitar 1 dari 10.000 orang mengalami cedera inversi pergelangan kaki. Tujuh hingga sepuluh persen dari semua kejadian yang ditemui di IGD rumah sakit disebabkan oleh ankle sprain. Terdapat tiga ligamen lateral yang mendukung stabilitas engkel kaki yaitu: *anterior talofibular* (ATFL),

calcaneofibular (CFL), dan *posterior talofibular* (PTFL). ATFL dan CFL adalah stabilisator utama dari sisi lateral pergelangan kaki. ATFL adalah ligamen yang paling umum mengalami cedera. Kombinasi gangguan ATFL dan CFL merupakan pola cedera paling umum kedua. Cedera engkel sering terjadi ketika salah tumpuan saat berlari, salah mendarat ketika melompat. ATFL merupakan ligamen yang menghubungkan antara talus dan fibula di luar pergelangan kaki, dan lateral ankle sprain merupakan kasus yang sering terjadi dan sering kita jumpai. CFL merupakan ligamen yang menghubungkan antara fibula dengan tulang kalkaneus bawah.

Ligamen pada *ankle*



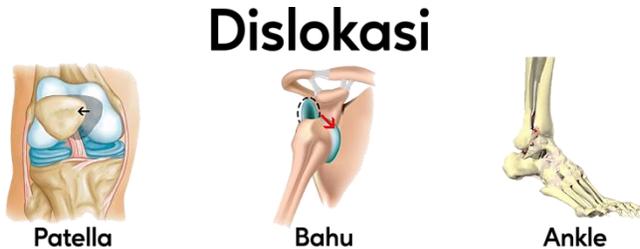
Gambar 3.3 *Posterior Talofibular Ligament* (PTFL), *Anterior Talofibular Ligamen* (ATFL), dan *Calcaneofibular Ligamen* (CFL) (disadur dari <https://bit.ly/2Jod8WF>).

Cedera Dislokasi

Cedera ini merupakan cedera yang terjadi pada bagian sendi, posisi tulang bergeser dan keluar dari posisi seharusnya. Dislokasi dapat terjadi pada sendi tubuh baik sendi bahu, sendi lutut, sendi pinggul, sendi jari, dan pergelangan kaki. Bagian yang paling sering mengalami dislokasi yaitu engkel, lutut (patela), dan bahu.

Bagian sendi yang pernah mengalami cedera dislokasi, memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena kembali cedera dislokasi. Cedera ini terjadi karena adanya benturan yang keras pada sendi. Beberapa olahraga yang memiliki risiko terjadinya cedera dislokasi, yaitu sepak bola, basket, senam, dan gulat. Cedera dislokasi diiringi dengan

cedera ligamen. Gejala lain cedera dislokasi yaitu: 1) kejanggalkan bentuk sendi, 2) memar dan lebam, 3) sendi sulit digerakkan, dan 4) terasa nyeri saat digerakkan.



Gambar 3.4 Dislokasi pada Bahu, Patela, dan Engkel.

Cedera Tendon

Tendon merupakan jaringan tebal yang berfungsi sebagai penghubung antara tulang dan otot. Tendon memiliki fungsi yaitu meneruskan gaya kontraksi yang dihasilkan otot dan diterima oleh tulang sehingga menghasilkan gerakan dan dapat mengurangi kerusakan pada otot. Tendon memiliki kekuatan mekanik dan fleksibilitas yang tinggi dan memiliki elastisitas yang baik untuk melakukan fungsinya.

Komponen tendon terdiri sekitar 70% air dan 30% massa tendon lainnya yang terdiri atas kolagen tipe I sebanyak 65-80% dan elastin sebanyak 2%. Kolagen tipe I merupakan kolagen merupakan protein penting bagi tubuh, dan jenis kolagen tipe I membentuk 90% dari kolagen alami, dan terbuat dari serat yang padat. Kolagen tipe 1 memberikan struktur pada kulit, tulang, tendon, tulang rawan, jaringan ikat, dan gigi, sedangkan elastin adalah protein yang diproduksi oleh fibroblas yang dapat membuat jaringan serat elastis (lima kali lebih lama dari karet gelang yang sama).

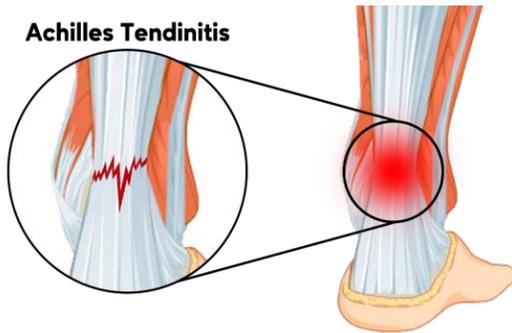
Tendon akan menjadi kuat jika sering digunakan dan melemah secara alami ketika jarang digunakan, tendon yang sehat dapat menjadi kuat dengan mudah sebagai respons terhadap peningkatan beban secara bertahap dan akan rusak atau mendapatkan cedera ketika peningkatan beban terlalu besar dan mendadak, kelebihan

beban tersebut dapat mengubah struktur dari tendon dan memungkinkan dimulainya proses *degenerative*.

Cedera tendon atau sering disebut tendinitis telah digunakan untuk menggambarkan perubahan inflamasi kronis teoritis pada tendon yang terlalu sering digunakan. Tendinitis merupakan peradangan yang terjadi pada tendon. Tendinitis dapat terjadi pada tendon di mana saja pada bagian tubuh manusia akan tetapi pada umumnya cedera tendon menyerang pada area tumit, lutut, siku, dan bahu.

Setiap tempat memiliki nama masing-masing, *Patelar Tendinitis* terletak dilutut yaitu pada tendon patela, *Tennis Elbow* terletak pada siku, *Achilles Tendinitis* terletak pada tumit, dan *Rotator Cuff Tendinitis* terletak pada bahu. Gejala cedera tendon yaitu memar, lebam, dan sulit untuk digerakkan. Cedera tendon bergantung tingkat keparahannya jika tendon pada *grade* satu maupun dua sampai putus untuk penyembuhannya melalui bedah operasi. Cedera tendon disebabkan karena *overuse* atau penggunaan salah satu bagian tubuh secara terus-menerus atau berlebihan saat melakukan aktivitas fisik dan olahraga dalam jangka waktu yang lama.

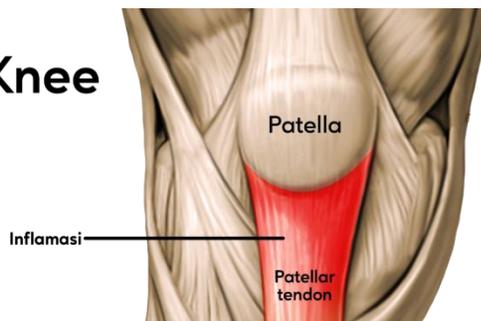
Cedera tendon pada tumit sering kali terjadi pada tendon *achilles* atau sering disebut *achilles tendinitis*, memiliki panjang kira-kira 10-15 cm dengan komponen *gastrocnemius* 11-26 cm dan komponen *soleus* 3-11 cm. *Achilles Tendinitis* merupakan peradangan yang terjadi pada tendon *achilles*, tendon *achilles* merupakan tendon yang menghubungkan antara otot *triceps surae* (*gastrocnemius*, *soleus*), dan tulang kalkaneus. Tendon ini merupakan tendon yang paling kuat dan paling besar di dalam tubuh manusia dibandingkan dengan tendon lainnya, seperti halnya tendon lainnya tendon ini pun dapat mengalami cedera. Seiring peningkatan aktivitas fisik dan olahraga, risiko cedera pun semakin tinggi.



Gambar 3.5 *Achilles Tendinitis* (disadur dari <https://bit.ly/2J9Celp>)

Gejala yang terjadi pada *achilles tendinitis* terdapat nyeri di daerah engkel disertai dengan adanya luka maupun tidak, terdapat memar dan lebam yang terletak pada tendon *achilles*, ruang gerak sendi atau *range of motion* (ROM) tidak normal. Cedera ini disebabkan oleh dua kejadian yaitu *direct* trauma dan *indirect* trauma. *Direct* trauma yaitu disebabkan karena adanya benturan langsung pada tendon *achilles* oleh benda tumpul, sedangkan pada *indirect* trauma dapat disebabkan karena gerakan engkel dorsifleksi yang mendadak, terutama pada saat engkel dalam posisi plantar fleksi. Olahraga yang berisiko mengalami cedera *achilles tendinitis* yaitu, olahraga bola basket, *sprint* (pada saat awalan diatas *start blok*). Ruptur kronis tendon *achilles* menyebabkan kesulitan dalam plantar fleksi ankle.

Jumper's Knee



Gambar 3.6 *Jumper's Knee* (disadur dari <https://bit.ly/2JbMGJB>).

Cedera tendon pada lutut yang sering terjadi yaitu pada patela atau patelar tendinitis, beberapa juga menyebutnya *jumper knee*. Ligamen patela menghubungkan bagian inferior patela dengan tuberositas tibia. Ligamen yang memiliki panjang 5-6 cm dan lebar sekitar 3 cm ini merupakan ligamen yang sangat kuat sehingga memberikan kekuatan mekanis pada keseluruhan sendi lutut. Ligamen patela sering disebut juga tendon patela karena tidak terlihat terpisah dengan tendon *quadriceps femoris* yang menyelubungi patela.

Pada tahun 1973 Blazina et al. pertama kali menyatakan patela tendinitis sebagai *jumper knee*. *Jumper knee* merupakan cedera yang disebabkan karena *overuse*, cedera ini biasanya banyak dijumpai pada olahraga yang banyak menggunakan gerakan melompat dan berlari, seperti sepak bola, bola voli, bulu tangkis, dan bola basket. Selain olahraga tersebut, olahraga lain yang dapat menyebabkan terjadinya *jumper knee* yaitu olahraga angkat besi yang disebabkan karena kelebihan beban saat mengangkat beban.

Tabel 3.4 Faktor Penyebab Cedera dalam Olahraga

Intensitas dan frekuensi dari aktivitas fisik	Semakin besar intensitas dan frekuensi aktivitas fisik terutama disertai dengan gerakan melompat maka akan semakin besar tekanan yang terjadi pada tendon sehingga semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya cedera tendinitis patela.
Faktor kegemukan	Beberapa penelitian menyebutkan bahwa semakin besar berat badan seseorang maka semakin besar pula tekanan terhadap tendon patela sehingga risiko terjadinya tendinitis patela semakin tinggi.
Kekakuan otot kaki	Menurunnya kelenturan pada otot-otot <i> quadriceps</i> dan otot-otot <i> hamstring</i> akan meningkatkan tarikan (<i> strain</i>) pada tendon patela.
Misalignment tungkai/tungkai tidak lurus	Posisi tungkai yang tidak sejajar akan memberikan tarikan yang lebih besar pada tendon patela.
Posisi tulang patela yang lebih	Posisi tulang patela yang letaknya lebih superior dari sendi lutut akan menyebabkan tendon patela

tinggi	mengalami tarikan yang lebih besar.
Ketidak seimbangan otot tungkai	Apabila salah satu otot tungkai lebih kuat dari yang lain maka tendon patela dapat mengalami tarikan yang tidak merata, sehingga menyebabkan tendinitis patela.

Dikutip dari salah satu jurnal yang membahas mengenai penatalaksanaan cedera tendinitis patela pada atlet bulu tangkis karya Dokter Zeth Boroh menyatakan masih belum jelas penyebab terjadinya *jumper knee* akan tetapi ada beberapa faktor kombinasi penyebab terjadinya cedera pada olahraga, (lihat tabel 3.4). Pada populasi bukan olahragawan, penyebab *jumper knee* bukan karena olahraga melainkan karena pekerjaan, seperti kuli angkat barang dan aktivitas yang sering melakukan gerakan berlari, melompat yang dilakukan berulang-ulang sehingga dapat menyebabkan munculnya inflamasi pada tendon patela.

Ada beberapa gejala yang muncul pada cedera *jumper knee* , diantaranya yaitu: 1) terdapat rasa nyeri di sekitar tendon patella, 2) terjadi pembengkakan pada sendi lutut, 3) lutut terasa nyeri saat melakukan gerakan melompat, berlari, dan berjalan terutama saat menuruni tangga, 4) saat melakukan gerakan fleksi dan ekstensi terdapat rasa nyeri di sekitar lutut, 5) ketika lutut diraba terasa lunak, 6) lutut terasa lemah, 7) saat melakukan jongkok terdapat bunyi gertakan *snapping sensation* pada waktu gerakan jongkok, dan 8) rasa nyeri terjadi terus-menerus yang dapat mengganggu saat tidur.

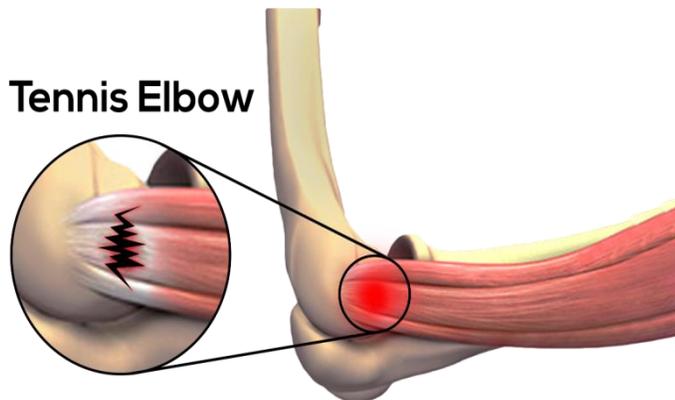
Cedera tendon pada siku yang sering terjadi yaitu *tennis elbow* . Istilah *tennis elbow* pertama kali dikenal pada tahun 1883 yang menggambarkan penyakit pada siku. *Tennis elbow* merupakan peradangan yang terjadi pada siku bagian luar tepatnya pada *epikondilus lateralis humeri* . Hal tersebut terjadi karena penggunaan yang terus-menerus atau bisa dibilang *overuse* terlalu sering menggerakkan fleksi dan ekstensi, karena adanya peningkatan frekuensi, kekuatan, kecepatan, dan durasi yang mengakibatkan adanya perubahan secara patologis pada tendon ekstensor lengan

bawah. Cedera ini biasanya terjadi pada olahraga seperti tenis atau olahraga yang menggunakan raket (squash, bulutangkis, dan golf).

Gerakan yang menyebabkan cedera tersebut yaitu saat *top spin back hand* yang berlangsung terus-menerus. Gejala yang dialami saat cedera ini yaitu rasa nyeri yang hebat dan tidak mampu untuk melakukan gerakan seperti menggenggam dan melempar. Cedera ini terjadi secara perlahan-lahan dan dapat meningkat secara progresif.

Tennis elbow belum memiliki etiologi yang jelas. Namun, menurut beberapa ahli beranggapan, gerakan yang terus-menerus yang dilakukan secara intensif dapat menimbulkan adanya *strain* pada otot ekstensor lengan bawah yang ber-*origo* pada *epikondilus lateral humeri*. Ada pula yang menanggapi karena adanya inflamasi pada *epikondilus lateral humeri*. Di dalam sendi siku terdapat tiga tulang yaitu, humerus, ulna, dan radius. Tulang tersebut dapat digerakkan hanya fleksi/ekstensi dan rotasi (pronasi dan supinasi).

Karakteristik yang paling mungkin menyebabkan tendon siku digunakan secara berlebihan yaitu: 1) berusia lebih dari 35 tahun, 2) tingkat aktivitas tinggi (olahraga atau pekerjaan), 3) tiga kali seminggu atau lebih, 4) tiga puluh menit atau lebih per sesi, dan 5) teknik aktivitas yang menuntut.



Gambar 3.7 *Tennis Elbow* (disadur dari <https://bit.ly/2V3AgpA>).

Penderita *tennis elbow* tanpa komplikasi, berusia antara 35 sampai 50 dengan rata rata 41 tahun. Kondisi tersebut merupakan

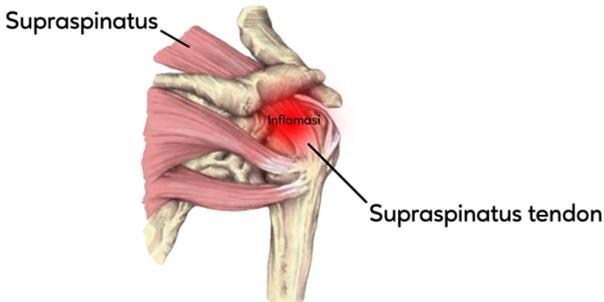
paling umum terjadi. Intensitas penggunaan lengan secara keseluruhan menjadi penyebab hal utama terjadinya *tennis elbow*. Pemain tenis dan bisbol professional memiliki risiko yang tinggi untuk terkena cedera ini. Salah satu alat untuk membantu menentukan cedera *tennis elbow* yaitu radiografi.

Penelitian yang dilakukan oleh Nirschl, R. P., & Ashman, E. S. tahun 2003 membagi tahapan patologis menjadi empat dan fase nyeri terdapat tujuh fase. Tahapan patologis: 1) Tahap I: Terdapat ritasi sementara (peradangan kimiawi). 2) Tahap II: Peradangan yang terjadi kurang dari 50% penampang tendon. 3) Tahap III: Peradangan yang terjadi lebih dari 50% penampang tendon. 4) Tahap IV: Tendon mengalami putus sebagian sampai total. Berikutnya, fase nyeri: 1) Fase I: Nyeri ringan setelah aktivitas olahraga, < 24 jam. 2) Fase II: Nyeri setelah aktivitas olahraga, > 48 jam, hilang dengan pemanasan dan *stretching*. 3) Fase III: Nyeri dengan aktivitas olahraga, tidak mengubah aktivitas. 4) Fase IV: Nyeri dengan aktivitas olahraga yang mengubah aktivitas. 5) Fase V: Nyeri yang disebabkan oleh aktivitas sehari-hari yang berat. 6) Fase VI: Nyeri intermiten saat istirahat yang tidak mengganggu tidur; nyeri akibat aktivitas ringan sehari-hari. 7) Fase VII: Nyeri istirahat terus-menerus dan nyeri yang mengganggu tidur.

Cedera tendon pada bahu, bagian yang sering mengalami cedera yaitu tendon supraspinatus. Tendinitis supraspinatus merupakan peradangan yang terjadi pada tendon supraspinatus. Cedera ini disebabkan karena ada kerusakan dan gesekan atau penekanan yang terjadi berulang-ulang dan berkepanjangan terhadap tulang bahu dalam jangka waktu yang lama. Tendon supraspinatus termasuk dalam salah satu bagian otot di rotator cuff.

Beberapa tanda dan gejala saat terjadi tendinitis supraspinatus adalah adanya nyeri pada tendon supraspinatus; terdapat rasa sakit dan nyeri; lebam dan terjadi pembengkakan; ruang gerak sendi (ROM) bahu terbatas; rasa nyeri yang terjadi kumat-kumatan; rasa nyeri biasanya terjadi pada malam hari dan rasa nyeri tersebut terasa terus-menerus dan dapat mengganggu tidur bahkan tidak bisa tidur; rasa nyeri bertambah saat melakukan gerakan abduksi, fleksi

terutama saat melakukan dorongan dan *overhead*; kesulitan saat melakukan gerakan seperti menyisir rambut, dan memakai pakaian; fase ini dapat berlangsung dari dua minggu dalam bentuk akut hingga tiga bulan dalam bentuk kronisnya.



Gambar 3.8 Inflamasi pada Tendon Supraspinatus (disadur dari <https://bit.ly/3nOe67o>).

Beberapa ahli juga menyatakan supraspinatus tendinitis merupakan penyakit akut atau kronis yang disebabkan oleh peradangan di sekitar deposit kalsium yang terletak di tendon dengan keterlibatan khusus tendon supraspinatus di bagian proksimal humerus. Paling umum terjadi pada orang berusia antara 30 dan 50 tahun. 1 Prevalensi SCT telah dilaporkan berkisar dari 7% hingga 36% dari populasi, 2 dan insidennya diperkirakan antara 2,5% dan 20%.

Cedera Otot

Menurut beberapa ahli, cedera otot adalah salah satu cedera yang umum terjadi dalam olahraga. Frekuensinya bervariasi antara 10-55% dari semua cedera yang berkelanjutan. Cedera otot terjadi melalui berbagai mekanisme, termasuk trauma langsung (laserasi, kontusio, dan strain) dan penyebab tidak langsung (iskemia dan disfungsi neurologis).

Kram otot merupakan keluhan yang paling sering dirasakan oleh masyarakat umum maupun dari kalangan atlet. Cedera ini biasanya menimpa saat pertandingan atau *game* sedang berlangsung. Hal tersebut cukup mengganggu pada penderita, pasalnya pelaku

olahraga tersebut dapat lanjut untuk menyelesaikan pertandingan atau harus keluar pertandingan, dan diganti dengan pemain lainnya.

Kram otot merupakan suatu kondisi otot yang berkontraksi pada satu atau beberapa otot lainnya dengan tiba-tiba, kuat, berlangsung lama, dan diikuti rasa nyeri. Akan tetapi, nyeri tersebut akan hilang ketika diberi *treatment* seperti *stretching* atau pelepasan otot. Kram otot seringkali terjadi pada ekstremitas bagian bawah seperti pada otot *hamstring* dan otot *gastrocnemius*. Menurut beberapa ahli setidaknya pernah mengalami kram sekali seumur hidupnya.

Kram otot rangka adalah salah satu kondisi paling umum yang memerlukan perhatian medis selama atau segera setelah olahraga. Kram otot sangat umum terjadi pada olahraga *endurance*, seperti triathlon dan lari jarak jauh (marathon) atau ultramarathon.

Beberapa ahli menyatakan kram belum sepenuhnya dapat diidentifikasi penyebabnya akan tetapi secara umum penyebab kram tergantung pada situasi yang terjadi dan tidak mungkin langsung menyimpulkan penyebabnya. Namun, dalam beberapa sumber mengatakan ada beberapa penyebab terjadinya kram diantaranya gangguan sirkulasi, kelelahan otot, dan pemanasan yang kurang optimal. Selain itu, penyebabnya karena ada penimbunan asam laktat hasil metabolisme tubuh saat berolahraga, penimbunan tersebut disebabkan karena kelelahan otot. Kemudian adaptasi tubuh yang kurang dapat menjadi penyebab kram karena tidak optimal ketika melakukan pemanasan dan pendinginan.

Tabel 3.5 Macam-Macam Kram Otot

Kram Paraphysiologic	Berkembang pada orang sehat dan terkait dengan keadaan dan kondisi tertentu, seperti olahraga dan kehamilan.
Kram Idiopatik	Masalah otot merupakan gejala utama dari penyakit umum; hal ini bisa sporadis, kadang diturunkan, dan biasanya tidak terkait dengan kelainan kognitif, piramidal, serebelar, atau sensorik. Asal usul saraf pusat di tingkat

	motoneuron umumnya telah dihipotesiskan untuk kasus ini.
Kram Simtomatik	Berbagai penyakit sistemis mungkin berhubungan dengan gejala kram otot dan merupakan manifestasi dari penyakit yang mendasari.

Pada cuaca yang panas dan melakukan olahraga (berat), keringat dan elektrolit banyak keluar. Hal tersebut dapat diyakini sebagai salah satu patologis penyebab terjadinya kram. Namun, salah satu ahli menyatakan penyebab lain dari kram yaitu sebagai gejala yang berhubungan dengan penyakit pada sistem saraf pusat maupun perifer, dan gangguan otot. Selain itu, kram juga dikaitkan dengan gangguan metabolisme. Lebih jauh lagi kram otot merupakan gejala dari beberapa kondisi, termasuk radikulopati, penyakit parkinson, hipotiroidisme, diabetes mellitus, masalah pembuluh darah, gangguan elektrolit, dan miopati metabolik. Kram juga dapat terjadi sebagai efek samping dari obat-obatan tertentu (misalnya, agen penurun lipid, antihipertensi, β -agonis, insulin, kontrasepsi oral, alkohol). Dalam jurnal yang ditulis oleh Maquiriain mengatakan kram diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *paraphysiologic*, *idiopathic*, dan *symptomatic*, (lihat table 3.5).

Kram otot yang berkaitan dengan olahraga, seperti *Exercise-associated Muscle Cramping* (EAMC) didefinisikan sebagai kontraksi otot rangka yang menyakitkan dan tidak disengaja terjadi selama atau segera setelah latihan. Kram yang tertunda atau nokturnal yang dialami oleh atlet yang kelelahan juga dapat dikaitkan dengan olahraga.

Penyebab EAMC termasuk gangguan metabolisme hereditas, gangguan cairan sistemis (misalnya, konsentrasi elektrolit) dan kondisi lingkungan yang ekstrem. Elektrolit serum dan gangguan cairan telah dikaitkan dengan perkembangan kram otot pada atlet, tetapi bukti ilmiah yang mendokumentasikan hubungan ini masih kurang. Dalam studi kohort yang dilakukan pada pelari jarak jauh, tidak menemukan perubahan yang signifikan secara klinis baik pada konsentrasi elektrolit serum atau dalam status hidrasi.

Diantara otot-otot yang lebih sering terkena EAMC adalah otot-otot biartikular yang menghasilkan kekuatan, seperti otot *triceps surae*, *hamstring*, dan *quadriceps*. Otot-otot tersebut sering kali sudah berkontraksi dan memendek selama aktivitas olahraga. Hasil peregangan pasif dalam meredakan kram yang hampir seketika, penurunan aktivitas EMG, dan peningkatan aktivitas Golgi. Beberapa faktor risiko EAMC telah diidentifikasi pada pelari maraton, termasuk usia yang lebih tua, indeks masa tubuh yang tinggi, kebiasaan peregangan yang tidak teratur, dan riwayat kram dalam keluarga. Peregangan yang tidak memadai sebelum berolahraga dapat meningkatkan aktivitas refleks miotonik.

Berbagai penyakit sistemis mungkin terkait dengan kram otot. Meskipun atlet yang mengalami kram biasanya tidak menderita penyakit yang mendasari, dokter yang merawat tidak boleh mengesampingkan kemungkinan ini. Patologi sistem saraf pusat (misalnya penyakit parkinson) dan perifer (misalnya, *sklerosis lateral amiotrofik*) dapat dikaitkan dengan kram otot. Kram otot biasanya ditemukan pada pasien dengan neuropati perifer; sering didahului dan disertai fasikulasi pada kelompok otot yang sama. Kram dipicu setelah kontraksi singkat pada otot yang rentan.

Kebanyakan kram pada atlet terjadi pada individu sehat yang telah menjalani aktivitas fisik yang berat dan telah mencapai kelelahan. Atlet biasanya mengalami kram di akhir kompetisi yang berkepanjangan dan *intens*. Biasanya, kelelahan diikuti oleh nyeri otot yang terletak pada otot tungkai bawah biartikuler (misalnya, *triceps surae* dan *quadriceps*). "Keadaan rawan kram" berkurang setelah aktivitas berhenti dan peregangan pasif dimulai.

Robeknya otot juga dapat merusak pembuluh darah kecil. Hal tersebut menyebabkan perdarahan lokal atau memar, dan nyeri akibat iritasi pada ujung saraf di area tersebut. Cedera otot ditandai dengan luka memar, tegang, dan luka robek (kontusio, strain, dan laserasi). Cedera 90% yang berhubungan dengan olahraga adalah luka memar dan tegang atau strain, sedangkan kasus luka robek jarang terjadi pada cedera olahraga. Kontusio atau luka memar pada otot, terjadi ketika ada benturan dengan benda tumpul yang mengenai

salah satu bagian tubuh dan menyebabkan adanya luka memmar, sedangkan pada strain atau tegang otot terjadi Ketika otot mengalami kontraksi yang berlebihan dan menyebabkan *overtraining* dan akibatnya myofiber pecah di dekat *Myotendonous Junction* (MTJ).

MTJ adalah tempat bertemunya antara tendon dan otot. Kekuatan antara otot dan tendon disalurkan melalui MTJ, di tempat tersebut kekuatan yang dihasilkan oleh kontraksi otot kemudian ditransmisikan dari protein otot kontraktile intraseluler ke protein jaringan ikat ekstraseluler dari tendon. Komponen utama matriks ekstraseluler MTJ meliputi laminin, integrin, vinculin, fibronectin, dan talin, yang memungkinan hubungan kuat antara filamen aktin otot dan serat kolagen tendon. Namun, banyak penelitian yang menunjukkan bahwa MTJ adalah elemen paling lemah dari kompleks otot tendon sehingga rentan terhadap cedera.

Secara sederhana otot rangka terdiri dari dua komponen utama yaitu myofiber dan jaringan ikat. Syaraf myofiber bertanggung jawab atas fungsi kontraktile otot, sedangkan jaringan ikat menyediakan kerangka yang mengikat sel otot individu bersama-sama selama otot berkontraksi beserta kapiler dan syaraf di dalam struktur otot. Myofiber otot adalah sel seperti pita dengan panjangnya yang bervariasi.

Kebanyakan dokter setuju cedera strain otot terjadi ketika otot diregangkan secara pasif atau diaktifkan selama peregangan. Selain itu, jenis kontraksi otot eksentrik juga dapat menyebabkan terjadinya strain pada otot. Kontraksi eksentrik merupakan faktor penting karena kekuatan otot bisa lebih besar selama pemanjangan otot dan elemen jaringan ikat pasif dapat menambah kekuatan. Biasanya cedera strain otot dapat terjadi pada *sprinter* dan olahraga lain seperti American Football, Basketbal, Sepakbola, dan Rugby.

Di dalam olahraga, cedera strain otot merupakan cedera yang sering terjadi. Cedera strain otot dalam penyembuhannya bergantung tingkat keparahan dan dapat mempengaruhi keterbatasan gerak. Biasanya akan kembali berolahraga dengan cepat karena cedera strain otot tergolong cedera yang tidak terlalu parah. Namun, cedera otot dapat menimbulkan trauma karena proses penyembuhannya yang

lambat dan seringkali pada tahap pemulihan tidak sepenuhnya diselesaikan sampai benar-benar pulih.

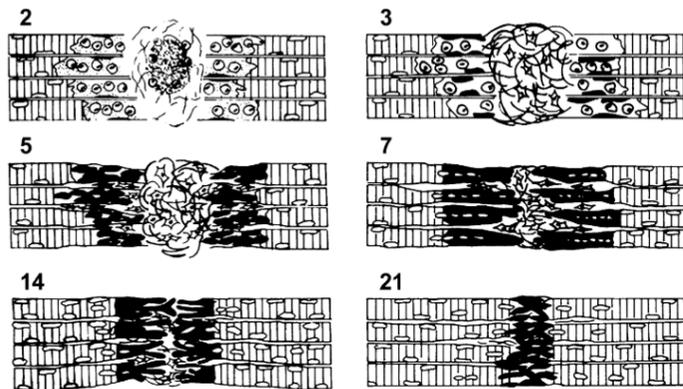
Ada yang unik dari penyembuhan cedera otot rangka dan cedera pada tulang. Otot rangka akan sembuh dengan melalui proses perbaikan, sedangkan tulang akan sembuh dengan proses regeneratif. Ketika sebagian besar jaringan tubuh terluka, otot rangka akan sembuh dengan ditandai dengan bekas luka yang merupakan jaringan berbeda dengan jaringan sebelumnya. Ketika tulang patah, jaringan penyembuhannya identik dengan jaringan yang sudah ada sebelumnya. Terdapat tiga fase dalam proses penyembuhan cedera otot, (lihat table 3.6).

Tabel 3.6 Fase Penyembuhan Cedera Otot

<p>Fase Destruction Ditandai dengan pecahnya myofibril dan nekrosis kemudian pembentukan hematoma atau kumpulan darah tidak normal di luar pembuluh darah, diantara miofiber yang pecah dan bereaksinya sel inflamasi.</p>
<p>Fase Repair atau Perbaikan Terdiri dari fagosintesis jaringan necrotikans, regenerasi myofiber, dan produksi jaringan ikat parut secara bersamaan, serta revaskularisasi melalaui pertumbuhan kapiler ke dalam area cedera.</p>
<p>Fase Remodeling Suatu periode pematangan myofiber yang beregenerasi retraksi dan reorganisasi jaringan parut, serta pemulihan kapasitas fungsional otot terjadi.</p>

Hari ke-2: bagian nekrotik dari myofibers yang ditranseksi dibuang oleh makrofag sementara, sementara itu diwaktu yang bersamaan terjadi pembentukan jaringan ikat bekas luka oleh fibroblas di zona tengah. Hari ke-3: sel satelit telah aktif di dalam silinder lamina basal di zona regenerasi. Hari ke-5: myoblast telah menyatu menjadi myotubes di zona regenerasi dan jaringan ikat di zona tengah menjadi lebih padat. Hari ke-7: sel otot yang beregenerasi meluas dari silinder lamina basal lama ke dalam zona

tengah dan mulai menembus bekas luka. Hari ke-14: bekas luka di zona tengah semakin memadat dan mengecil ukurannya, sementara itu serat mikro beregenerasi menutup celah zona tengah. Hari ke-21: myofibril yang saling bertautan secara virtual menyatu dengan sedikit jaringan ikat (bekas luka) di antaranya. Namun, menurut beberapa ahli regenerasi otot cepat terjadi akan tetapi proses penyembuhannya yang tidak efisien terhalang oleh pembentukan jaringan parut yang mungkin berkontribusi pada kecenderungan cedera otot berulang.

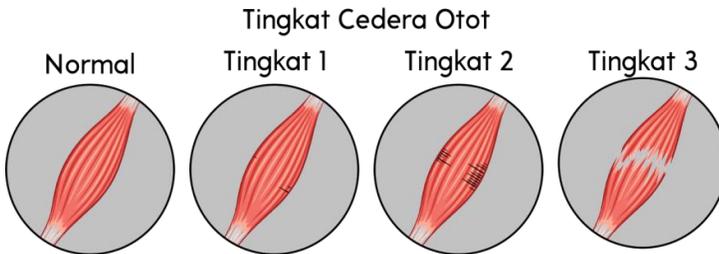


Gambar 3.9 Ilustrasi Skematis dari Penyembuhan Otot Rangka (disadur dari <https://bit.ly/366VJEr>).

Terdapat tiga klasifikasi cedera otot yaitu cedera ringan, sedang, dan berat. Gambaran klinis dari cedera otot yaitu strain atau tegang, kontusio atau memar, laserasi atau luka robek bergantung pada sifat keparahan cedera dan sifat hematoma. Hal tersebut biasa disebut strain grade 1, strain grade 2, dan strain grade 3.

Diagnosis cedera otot dimulai dengan kronologi terjadinya cedera, kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan klinis yang terdiri dari inspeksi dan palpasi otot. Inspeksi bisa dilakukan secara langsung (seperti penglihatan, pendengaran, dan penciuman) dan tidak langsung (dengan alat bantu). Tujuannya melihat bagian tubuh dan menentukan apakah seseorang mengalami kondisi tubuh normal atau abnormal. Sedangkan palpasi hanya mengandalkan telapak tangan, jari, dan ujung jari. Tujuannya untuk mengecek kekakuan,

kelembutan, suhu, massa, posisi, dan ukuran otot. Alat modalitas yang biasa digunakan yaitu ultrasonografi, CT scan dan MRI untuk membantu menentukan dan memverifikasi cedera.



Gambar 3.10 Strain Tingkat 1, Tingkat 2, dan Tingkat 3 (disadur dari <https://bit.ly/368k24w>).

Otot yang sering terjadi cedera biasanya berkontraksi secara eksentrik dan presentase. Cedera ditinjau dari tipe serta ototnya yaitu otot tipe II (*fast twitch*). proporsi tinggi dari serat tersebut menandakan aktivitasnya tinggi yang dapat menyebabkan cedera. Contoh otot yang dapat melakukan aktivitas dengan tinggi yaitu *biceps femoris*. Lari adalah salah satu bentuk aktivitas fisik umum yang berkontribusi pada berbagai aspek kesehatan dan kebugaran. Namun, hampir 85% pelari mengalami cedera muskuloskeletal yang berhubungan dengan lari. Selain itu, olahraga secara intens dapat menyebabkan kerusakan dan pembekakan pada otot. Hal tersebut bergantung pada model latihan, intensitas latihan, dan durasi latihan. Latihan dengan jenis kontraksi eksentrik dapat menyebabkan kerusakan otot yang besar, inflamasi, dan DOMS. Selain itu, kerusakan otot juga dapat menyebabkan bertambahnya produksi radikal bebas dalam tubuh sebagai respons latihan yang tidak biasa.

Delayed Onset of Muscle Soreness (DOMS) secara umum merupakan rasa nyeri yang terjadi setelah melakukan latihan. Kerusakan tersebut terjadi pada jaringan otot dan membran sel, kemudian mengembang menjadi inflamasi. Pada DOMS terdapat kerusakan mikroskopis pada elemen kontraksi otot yang disebabkan oleh latihan berjenis eksentrik. Selama latihan eksentrik, gaya yang

dikembangkan kira-kira dua kali lipat jika dibandingkan dengan latihan berjenis isometrik, dan latihan yang tidak biasa ditandai dengan nyeri, dan jangkauan rentang gerak yang terbatas.

DOMS merupakan keadaan di mana rasa ketidaknyamanan rasa nyeri dan peradangan yang terjadi pada otot dan biasanya terjadi satu sampai dua hari. Beberapa ahli menyatakan bahwa DOMS disebabkan oleh serangkaian reaksi kompleks yang melibatkan gangguan serat otot dan jaringan ikat. Penyebab lainnya yaitu disebabkan oleh latihan yang tidak biasa. DOMS termasuk dalam kategori strain grade 1 yaitu kerusakan mikroskopis yang tidak terlalu parah, akan tetapi rasa nyeri akibat DOMS sangat mengganggu aktivitas sehari-hari.

Rasa nyeri tersebut dimulai pada 24 jam setelah latihan dan akan memuncak pada 48-72 jam setelah latihan. Rasa sakit tersebut bisa sampai 7 hari setelah latihan, lalu memuncak 1 hingga 2 hari setelah latihan dan kelemahan serta rentang gerak yang terbatas dapat bertahan selama lebih dari seminggu. Hal yang menarik adalah adaptasi otot yang cepat seperti ditunjukkan oleh serangan berturut-turut dari latihan yang tidak biasa menghasilkan rasa nyeri, semakin berkurang, dan berkurang kerusakan jaringan.

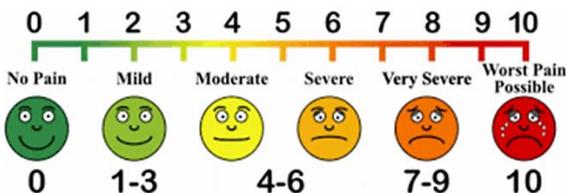
DOMS dapat terjadi kepada siapa saja, baik bukan atlet yang sedang memulai latihan, orang yang tidak terlatih dan mulai latihan, orang terlatih dengan peningkatan intensitas, durasi, dan volume. Model latihan yang dapat menyebabkan DOMS salah satunya yaitu *strenuous exercise*. Model latihan tersebut memiliki beban yang relatif berat. DOMS dapat disebabkan oleh asam laktat, kejang otot, kerusakan jaringan ikat, kerusakan otot, peradangan, dan penghabisan enzim. DOMS dapat menghasilkan rasa sakit dan penurunan kinerja.

Cedera pada otot telah dijelaskan dengan baik akan tetapi mekanisme yang mendasari cedera tersebut belum sepenuhnya dipahami. DOMS adalah kondisi umum tetapi sembuh sendiri yang biasanya tidak memerlukan pengobatan. Sebagian besar penggemar olahraga sudah tidak asing lagi dengan gejalanya. Namun, jika otot tidak dapat bergerak atau melemah maka tidak diketahui bagaimana otot tersebut merespons latihan, terutama aktivitas eksentrik. Ada

yang unik dari DOMS yaitu pada salah satu jurnal menyebutkan DOMS dapat ditandai dengan alodinia. Alodinia merupakan sensasi rasa sakit yang tidak biasa pada kulit yang disebabkan oleh sentuhan sederhana yang biasanya tidak menimbulkan rasa sakit.

Beberapa ahli menyebutkan nyeri otot bersifat lokalisasi yaitu rasa nyeri dimulai pada bagian medial, lateral, dan distal kemudian menyebar keseluruh otot. Newham dan rekan [31], melaporkan nyeri tekan mulai medial, lateral, dan distal kemudian menjadi lebih menyebar ke seluruh otot paha depan 24 sampai 48 jam setelah latihan. Mereka percaya bahwa area ikatan *musculotendinous* dari otot paha depan adalah tempat utama nyeri dan nyeri tekan. Pada otot *gastrocnemius*, Bobbert dan rekan [32], melaporkan nyeri tekan di bagian proksimal dan distal pada 24 jam setelah latihan, menyebar ke pusat otot dalam waktu 48 jam. Hal tersebut adalah pola yang mirip dengan otot paha depan, tetapi karena lokasi nyeri otot belum dilaporkan pada semua kelompok otot, pola ini tidak boleh digeneralisasikan.

Rasa nyeri tersebut menandakan adanya kerusakan pada salah satu jaringan tubuh manusia, penilaian nyeri sangat perlu dilakukan untuk mengetahui intensitas dan menentukan bentuk pengobatan atau terapi yang sesuai, penilaian nyeri dilakukan baiknya sedini mungkin. Terutama pada DOMS jika nyeri terus-menerus dibiarkan pastinya akan sangat mengganggu. Beberapa instrumen yang biasa digunakan untuk mengukur nyeri yaitu *Visual Analogue Scale* (VAS), *Numerik Rating Scale* (NRS), *Verbal Rating Scale* (VRS), *The Descriptor Differential Scale* (DDS), dan *The McGill Pain Questionnaire* (MPQ).



Gambar 3.11 *Visual Analogue Scale* (VAS): 0 (Tidak Ada Nyeri), 1-3 (Nyeri Ringan), 4-6 (Nyeri Sedang), 7-9 (Nyeri Berat), 10 (Sangat Nyeri) (disadur dari <https://bit.ly/3l9JzPf>).

beberapa respons, mengurangi kesalahan penyekalaan, dan menilai besaran nyeri dan konsistensi penyekalaan.

Kuesioner nyeri McGill atau MPQ, adalah salah satu skala nyeri multidimensi yang paling banyak digunakan di dunia. Dalam MPQ, evaluasi nyeri dibagi menjadi tiga kategori: sensoris, afektif, dan evaluatif. Kuesioner ini dilaporkan sendiri dan memungkinkan individu untuk menggambarkan kualitas dan intensitas nyeri mereka dengan menggunakan 78 kata sifat dalam 20 bagian yang berbeda. Skala nyeri ini menunjukkan bahwa sindrom/kondisi nyeri yang berbeda dapat secara konsisten dijelaskan dengan kelompok kata sifat tertentu. Hal tersebut tidak hanya digunakan untuk mengobati rasa sakit saat ini dan memantau nyeri kronis, tetapi juga membantu menentukan efektivitas intervensi masa lalu untuk jenis nyeri yang sama.

The McGill Pain Questionnaire digunakan sebagai media untuk mengevaluasi pengalaman seseorang yang merasakan nyeri secara signifikan. Hal tersebut dapat digunakan untuk mengawasi rasa nyeri seiring dengan waktu dan untuk memastikan efektifitas dari suatu intervensi. Kuesioner nyeri McGill dikembangkan pada tahun 1971 oleh Dr. Melzack dan Dr. Torgerson di Universitas McGill Montreal, Kanada.

Berdasarkan beberapa instrumen untuk mengukur nyeri, para ahli menyebutkan VAS merupakan yang paling sering digunakan untuk mengukur derajat nyeri pada DOMS. Banyak penelitian yang melakukan kajian tentang bagaimana cara untuk meringankan DOMS dengan tujuan untuk *recovery* otot lebih cepat, seperti *whole-body cryotherapy*, *cold water immersion*, *heat therapy*, *pneumatic compression device* (PCD), *massage*, akupunktur, penggunaan obat *non-steroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs), *branched-chain amino acids* (BCAAs), *stretching*, dan *foam rolling*.

Foam Roller sebagai Media Terapi Fisik

Aktivitas fisik merupakan setiap gerakan tubuh yang diakibatkan oleh kerja otot rangka dan menghasilkan pengeluaran tenaga/energi. Berdasarkan intensitasnya aktivitas fisik dibagi menjadi 3 kategori, yaitu aktivitas fisik ringan (40% - 60% dari denyut nadi maksimal), aktivitas fisik sedang (60% - 75% dari denyut nadi maksimal), dan aktivitas fisik berat (75% - 100% dari denyut nadi maksimal). Aktivitas fisik dapat dilakukan ketika memiliki waktu senggang ataupun sudah direncanakan sebelumnya, sedangkan latihan fisik adalah aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur, terukur dan terus-menerus sehingga dapat meningkatkan kebugaran tubuh dan kapasitas fisik.

Latihan fisik merupakan suatu kegiatan atau proses pengembangan kemampuan gerak secara sistematis dan progresif untuk mempertahankan atau meningkatkan kemampuan kerja fisik. Latihan merupakan suatu aktivitas atau kegiatan yang sistematis dan dilakukan berulang-ulang dalam waktu tertentu dan terdapat peningkatan beban secara bertahap (Syarli & Pati, 2017). Melalui latihan fisik, kebugaran jasmani seseorang dapat dipertahankan atau ditingkatkan, baik berhubungan dengan keterampilan maupun dengan kesehatan secara umum. Di bawah ini adalah beberapa manfaat dari aktivitas fisik:

- 1) meningkatkan kekuatan otot dan sendi;

- 2) meningkatkan fleksibilitas tubuh (memberikan dukungan ke persendian dan mengurangi risiko cedera);
- 3) menjaga bentuk fisik yang baik (berat badan yang ideal mengurangi stres pada persendian);
- 4) meningkatkan keseimbangan, refleks, dan koordinasi;
- 5) meningkatkan kebugaran secara keseluruhan;
- 6) aktivitas fisik yang teratur membantu mencegah pendarahan dan kerusakan sendi;
- 7) otot yang kuat membantu menurunkan frekuensi dan tingkat perdarahan pada persendian dan nyeri persendian; dan
- 8) otot yang kuat dan fleksibel dapat menahan kelelahan atau latihan berlebihan dengan lebih baik.

Selain manfaat fisik, banyak pula manfaat psikologis dan manfaat sosial yang diperoleh dari aktivitas fisik, diantaranya yaitu:

- 1) meningkatkan relaksasi;
- 2) meningkatkan harga diri;
- 3) membangun citra diri yang positif, sebagian karena peningkatan otot dan penampilan;
- 4) meningkatkan kadar hormon endorfin (bisa membantu meningkatkan *mood* dan meningkatkan perasaan sejahtera); dan
- 5) meningkatkan perasaan penerimaan dan menjadi bagian dari kelompok teman sebaya.

Melihat dari banyaknya manfaat yang didapat, aktivitas fisik memang suatu hal yang banyak direkomendasikan oleh banyak kalangan, baik dokter, ahli olahraga, maupun *hobbies*. Dalam menjalankan aktivitas fisik, seseorang harus memperhatikan frekuensi, intensitas, tipe, dan waktu agar tidak mengalami cedera saat beraktivitas dan tujuan dapat tercapai dengan baik. Melakukan aktivitas fisik dengan beban yang berlebihan dapat menimbulkan cedera yang banyak, menjadikan alasan seseorang untuk tidak melakukan aktivitas fisik. Program latihan fisik yang dilaksanakan secara kontinu dan melewati batas-batas beban. Hal tersebut dapat

menimbulkan kelelahan, yaitu kondisi tubuh yang tidak bertenaga lagi karena aktivitas yang terlalu tinggi. Selain itu, ada rasa yang tidak nyaman secara psikologis dan rasa sakit pada otot-otot tubuh ketika akan melakukan aktivitas yang berkaitan dengan otot, baik aktivitas kerja maupun aktivitas berolahraga.

Melalui pembebanan yang maksimal dalam jangka waktu yang lama, maka otot-otot tubuh pada titik tertentu tidak bisa merespons atau otot tidak mampu berkontraksi karena mengalami kelelahan. Jika seorang atlet melakukan latihan dengan volume besar dan intensitas yang sangat tinggi, kebugaran akan meningkat, tetapi kelelahan juga akan meningkat. Latihan adalah proses fisiologis yang kompleks sehingga dapat mengganggu keseimbangan fisiologis tubuh. Oleh karena itu, adaptasi tubuh terhadap aktivitas fisik sangat diperlukan. Prinsip kelebihan beban menyatakan bahwa jika intensitas latihan terlalu rendah, maka tujuan tidak tercapai untuk mendorong adaptasi fisiologis yang diinginkan, sedangkan intensitas yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kelelahan. Setelah latihan fisik, fungsi jaringan akan terganggu yang dimanifestasikan sebagai penurunan kinerja untuk sementara.

Kelelahan adalah suatu keadaan di mana menurunnya kualitas atau kemampuan untuk melakukan aktivitas fisik. Kelelahan umumnya didefinisikan sebagai berkurangnya kinerja otot diikuti dengan sensasi rasa lelah. Definisi lain dari kelelahan adalah ketidakmampuan tubuh untuk mempertahankan *power output* otot. Kelelahan biasa terjadi karena pekerjaan yang berat ataupun olahraga yang berlebihan. Kelelahan dapat mengakibatkan kesehatan menurun yang menjadikan tubuh tidak bugar dan rasanya ingin melakukan istirahat serta tidak dapat beraktivitas. Aktivitas yang berlebihan selama satu hari akan mengakibatkan tubuh mengalami penumpukan asam laktat yang merupakan sampah metabolisme. Jika asam laktat terlalu banyak, dapat mengganggu kinerja sel. Hal tersebut yang dapat menurunkan kualitas kerja maupun produktivitas sehari-hari.

Faktor penyebab kelelahan sangat kompleks, baik itu berasal dari kondisi fisiologis maupun kondisi psikologis atlet. Kelelahan dapat terjadi karena latihan fisik ataupun aktivitas sehari-hari.

Menurut Hornery et al. (2007), sumber terjadinya kelelahan adalah sebagai berikut:

- 1) Kelelahan metabolik yaitu kelelahan yang terkait dengan menipisnya cadangan energi yang berasal dari ATP, kreatin fosfat, glikogen atau glukosa dan akumulasi laktat di otot, gangguan homeostasis, misalnya gangguan osmolaritas plasma, volume plasma, penurunan pH cairan tubuh, dan penurunan kadar elektrolit cairan tubuh.
- 2) Kelelahan neurologis (kelelahan pada otot akibat berkurangnya kapasitas kerja sistem neuromuscular dan berkurangnya kapasitas kerja sistem saraf pusat).
- 3) Kelelahan psikologis (terkait kondisi sosial, emosional, dan kultural).
- 4) Kelelahan akibat perjalanan dan kondisi lingkungan, baik itu suhu maupun kelembaban udara.

Dilihat dari segi fisiologis, kelelahan juga bisa ditimbulkan akibat dari sistem metabolisme energi dalam tubuh dengan terjadinya penumpukan asam laktat di dalam otot yang mengganggu mekanisme sel otot (Widiyanto, 2015).

Terbentuknya asam laktat dalam darah menjapada masalah mendasar dalam kerja fisik karena menimbulkan kelelahan yang kronis dan menurunkan kinerja fisik. Kelelahan otot terjadi karena otot berkontraksi lama dan kuat. Kelelahan diakibatkan ketidakmampuan proses kontraksi dan metabolisme serabut-serabut otot untuk terus memberikan hasil kerja yang sama. Kelelahan otot juga dapat disebabkan karena terjadinya hambatan aliran darah yang menuju ke otot yang sedang berkontraksi yang membawa makan dan oksigen untuk dijadikan bahan bakar. Faktor-faktor yang berperan dalam kelelahan otot adalah penimbunan asam laktat dan habisnya cadangan energi pada otot.

Berkurangnya frekuensi tersebut akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot. Dengan demikian, semakin lambat gerakan seseorang akan menunjukkan semakin lelah otot seseorang. Untuk melakukan aktivitas, tubuh memerlukan energi yang diperoleh

dari pembakaran zat makanan. Energi yang diperoleh dari proses tersebut digunakan oleh otot untuk melakukan kontraksi dan relaksasi. Energi pada kontraksi diperoleh dari perubahan *adenosine triphosphat* (ATP) menjadi *adenosine diphosphat* (ADP), kemudian ADP diubah kembali menjadi ATP oleh energi yang tersedia dari pemecahan glikogen. Dengan tambahan persediaan oksigen, maka pemecahan bersifat aerobik yang menghasilkan karbondioksida dan air. Kekurangan ATP dan *phospocreatin* mengakibatkan terjadinya kelelahan otot. Bila tidak cukup tersedia, oksigen akan dipecah menjadi asam laktat (*glycogen anaerobic*) dan kadar asam laktat dalam darah akan bertambah. Akumulasi asam laktat dalam aliran darah dapat mengurangi kapasitas kerja otot yang selanjutnya akan mengakibatkan kondisi yang disebut kelelahan.

Keadaan dan perasaan kelelahan adalah reaksi fungsional dari pusat, yaitu *corteks cerebri* yang dipengaruhi oleh dua sistem antagonistic, yaitu sistem penghambat (*inhibisi*) dan sistem penggerak (aktivasi). Kelelahan otot (*muscular fatigue*) adalah tremor pada otot atau perasaan nyeri yang terdapat pada otot. Hasil percobaan yang dilakukan para peneliti pada otot mamalia, menunjukkan kinerja otot berkurang dengan meningkatnya ketegangan otot sehingga stimulasi tidak lagi menghasilkan respons tertentu. Manusia pun menunjukkan respons yang sama dengan proses yang terjadi pada percobaan di atas. Irama kontraksi otot akan terjadi setelah melalui suatu periode aktivitas secara terus-menerus. Kinerja otot setelah terjadinya tekanan melalui fisik untuk suatu waktu tertentu disebut kelelahan otot secara fisiologis. Gejala yang ditunjukkan tidak hanya berupa berkurangnya tekanan fisik, tetapi juga pada makin rendahnya gerakan.

Kelelahan kerja merupakan komponen fisik dan psikis. Kerja fisik yang melibatkan kecepatan tangan dan fungsi mata serta memerlukan konsentrasi terus-menerus dapat menyebabkan kelelahan fisiologis dan disertai penurunan keinginan untuk bekerja yang disebabkan faktor psikis, sehingga menyebabkan timbulnya perasaan lelah. Kelelahan kerja dapat mengakibatkan penurunan kewaspadaan, konsentrasi, dan ketelitian sehingga menyebabkan

terjadinya kelelahan. Kelelahan kerja dapat mengakibatkan penurunan produktivitas. Jadi, kelelahan kerja dapat berakibat menurunnya perhatian, perlambatan dan hambatan persepsi, lambat dan sukar berpikir, penurunan kemauan atau dorongan untuk bekerja, menurunnya efisiensi dan kegiatan-kegiatan fisik serta mental yang pada akhirnya menyebabkan kecelakaan kerja, dan terjadi penurunan produktivitas kerja.

Kelelahan perlu dicegah dan segera dipulihkan, hal tersebut untuk pengembalian *homeostasis* kepada kondisi normal. Tubuh manusia memiliki sistem yang mengatur kondisi keseimbangan di dalam tubuhnya, pencapaian kondisi seimbang tubuh ini disebut *homeostasis*. Saat tubuh mengalami kelelahan, tubuh akan mengalami gangguan pada sistem *homeostasis*. Proses *homeostasis* ini dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kondisi psikologis seseorang karena pada dasarnya kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Kebanyakan gangguan *homeostasis* ini bersifat ringan dan hanya sementara karena sel-sel dalam tubuh akan segera membaca perubahan yang terjadi dan akan segera menyesuaikan diri dengan kondisi tersebut. Namun, *homeostasis* ini bisa terjadi dalam waktu yang lama apabila terjadi kelelahan atau terjadi infeksi dalam tubuh yang berkepanjangan.

Susunan saraf pusat terdapat sistem aktivasi (bersifat simpatis) dan inhibisi (bersifat parasimpatis). Hal tersebut sesuai dengan bagaimana kerja tubuh agar tubuh tetap seimbang dalam mempertahankan kualitas tubuh. Tubuh kita memiliki sistem pengaturan yang selalu membawa kondisi di dalam tubuh menuju ke arah seimbang. Sistem pengaturan ini dikerjakan oleh sistem saraf dan sistem hormon. Sistem saraf menyampaikan pesan yang terjadi dalam tubuh serta meresponsnya dengan cara menghantarkan sinyal-sinyal listrik antar serabut saraf, sedangkan sistem hormon dengan cara mengeluarkan molekul pembawa pesan dari kelenjar-kelenjar hormon yang ikut aliran darah ke seluruh tubuh. Proses ini merupakan cara tubuh dalam menjaga kondisi *homeostasis*.

Latihan akan membantu atlet dalam meningkatkan kinerja dan performa. Adaptasi ini terjadi selama pemulihan (*recovery*) itulah

sebabnya *recovery* merupakan komponen penting untuk latihan seorang atlet. Namun, sering kali *recovery* dianggap tidak penting. Padahal kenyataannya, tanpa *recovery* yang tepat tubuh tidak akan mencapai semua manfaat potensial dari latihan.

Recovery adalah proses pemulihan otot dan bagian tubuh lainnya ke kondisi sebelum latihan. *Recovery* bertujuan untuk memberikan waktu agar tubuh beristirahat. Otot yang kelelahan perlu dikembalikan kekuatannya. Selain itu, *recovery* juga bertujuan meregenerasi sel otot yang telah rusak selama latihan sehingga terbentuk sel otot baru yang memiliki kualitas yang lebih bagus dari sebelumnya. *Recovery* memiliki peran dalam regenerasi otot atau perbaikan sel otot yang rusak atau cedera. *Recovery* dapat dilakukan dengan cara aktif ataupun pasif. *Recovery* aktif dilakukan dengan cara melakukan aktivitas fisik intensitas ringan, sementara *recovery* pasif dilakukan dengan cara tidak melakukan aktivitas fisik apapun atau istirahat total (Spencer, Bishop, Dawson, Goodman, & Duffield, 2006).

Kelelahan otot akibat penumpukan asam laktat dan berkurangnya ATP dapat dihilangkan dengan adanya proses pemulihan. Pemulihan dapat berjalan dengan baik apabila hutang oksigen dapat dipenuhi. Oksigen ini diperlukan untuk mengembalikan tubuh ke keadaan semula sebelum latihan, yaitu penggantian cadangan energi yang dipakai sewaktu latihan dan pengangkutan asam laktat yang terbentuk, serta restorasi cadangan oksigen dalam otot. Untuk pengisian oksigen ke dalam jaringan otot, maka dibutuhkan peredaran darah yang baik dan lancar yang berguna untuk mengangkut asam laktat. Selama melakukan pemulihan, bukan berarti seorang atlet ataupun bukan atlet tidak melakukan apa-apa. Akan tetapi, seseorang yang dalam masa pemulihan dapat melakukan aktivitas dengan catatan tertentu, seperti mengurangi intensitas latihan dan jenis latihan yang diseimbangkan dengan kondisi pemulihan. Semakin aktif melakukan latihan pemulihan, maka semakin cepat pemulihan terjadi dan tubuh akan beradaptasi dengan keadaan yang sedang terjadi. Berdasarkan kedua cara *recovery* yang ada, cara cepat menghilangkan asam laktat adalah dengan *recovery* aktif. Terdapat beberapa cara *recovery* aktif, diantaranya adalah

massage, makan dengan nutrisi yang cukup, *stretching*, hingga terapi fisik. Banyak cara yang bisa digunakan dalam terapi fisik, maka dari itu di bawah ini akan membahas lebih lanjut mengenai terapi fisik.

Terapi fisik adalah kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan rehabilitasi fungsional yang bertujuan menangani suatu keadaan yang perlu mendapatkan bantuan dari luar sebagai upaya mempercepat pemulihan. Terapi fisik meliputi berbagai rangkaian latihan fisik. Salah satu diantaranya adalah melalui terapi manual yang di dalamnya terdiri dari gerakan aktif dan pasif dengan dan tanpa alat. Terapi fisik biasa diberikan untuk penanganan cedera, gangguan beraktivitas, meningkatkan fisik seseorang, bahkan rehabilitasi cacat fisik. Pemberian terapi fisik harus memperhatikan karakter dari pasien, mulai dari usia, pola hidup, hingga obat-obatan yang sedang dikonsumsi. Sebelum mendapatkan terapi fisik, seorang pasien harus melakukan pemeriksaan yang dilakukan oleh ahli fisioterapi agar mendapatkan program terapi yang sesuai.

Terapi fisik juga dapat meningkatkan kesehatan dan gaya hidup karena pada dasarnya kesehatan dan kebugaran sangat diperhatikan pada praktik terapi fisik. Terapi fisik memiliki ruang lingkup yang luas dalam hal pengetahuan dan praktik. Seseorang yang ahli dalam menangani terapi fisik disebut dengan fisioterapis yang memiliki tugas untuk membantu memulihkan kondisi dari penyakit atau cedera tubuh yang dialami pasien. Terapi manual merupakan terapi yang dilakukan dengan menggunakan tangan fisioterapis untuk membantu menggerakkan, memijat atau memanipulasi jaringan tubuh yang terganggu. Beberapa kegunaan terapi manual antara lain untuk meningkatkan rentang gerak tubuh, melancarkan aliran darah, mengatasi nyeri atau kaku pada sendi dan otot, serta memberikan sensasi relaksasi. Namun, selain dibantu oleh seorang fisioterapis, proses terapi dapat dilakukan seorang diri. Berikut adalah terapi fisik yang dapat dilakukan mandiri.

Cold terapi atau *cryotherapy* adalah terapi yang dilakukan dengan memanfaatkan suhu dingin, dapat dilakukan dengan cara kompres menggunakan *cold pack* ataupun es yang diletakkan di dalam handuk. *Cold* terapi juga bisa dilakukan dengan cara berendam

pada suatu wadah yang di dalamnya diisi air es bertemperatur 13-18 derajat Celsius selama 10-30 menit. *Cold* terapi bertujuan untuk meningkatkan aliran darah, meningkatkan tingkat oksigen, meningkatkan proses metabolisme, dan secara signifikan mengurangi kekejangan otot.

Thermotherapy (Terapi Panas) adalah terapi yang dilakukan dengan memanfaatkan suhu panas. Terapi ini dapat dilakukan dengan kompres menggunakan *hydroclator pack* atau *hot pack* atau bisa juga menggunakan handuk yang telah direndam dengan air panas. Terapi panas juga dapat dilakukan dengan berendam pada suatu wadah yang berisi air panas dengan temperatur 37-40 derajat Celsius selama 10-30 menit. Terapi panas bertujuan untuk membantu meredakan sakit radang sendi dan melancarkan aliran darah.

Contrast Bath merupakan perawatan dengan merendam kaki sebatas betis secara bergantian dengan menggunakan air hangat dan dilanjutkan dengan air dingin yang dilakukan secara teratur, proses perendaman diawali dan diakhiri dengan air panas. Suhu yang digunakan dari air hangat antara 36,6 – 43,3°C dan suhu air dingin antara 10 – 20 °C. *Contrast bath* bertujuan untuk meningkatkan sirkulasi darah perifer anggota tubuh.

Foam Rolling merupakan teknik terapi yang dapat dilakukan seorang diri menggunakan alat *foam roller* yaitu suatu alat berbentuk busa yang digunakan untuk membantu pemulihan ketika tubuh mengalami kelelahan ataupun cedera. Alat ini dapat merilis otot yang kaku agar menjadi elastis dan dapat meningkatkan ROM tubuh. Terapi menggunakan *foam roller* ini menggunakan kekuatan dan berat badan tubuh sendiri, serta harus benar-benar memperhatikan bagian otot dan sendi yang akan diterapi agar memaksimalkan hasil yang didapat. Melihat banyaknya manfaat dan teknik penggunaan *foam roller*, di bawah ini akan dibahas lebih lanjut mengenai peran *foam roller* dalam terapi fisik.

Foam roller adalah alat pemulihan yang digunakan setelah melakukan aktivitas fisik dan latihan untuk memperbaiki ketidakseimbangan otot, mengurangi nyeri otot, mengurangi *joint stress*, efisiensi neuromuskular, dan meningkatkan *range of motion*

(ROM) (Macdonald, 2013). *Foam roller* adalah sebuah alat berbentuk busa padat berbentuk silindris yang biasa digunakan untuk pijat melalui diri sendiri dengan menggunakan beban berat tubuh sendiri. *Foam roller* merupakan suatu alat yang digunakan untuk memijat otot secara aktif oleh orang itu sendiri dengan cara menggerakkan *foam roller*, pada saat itu juga atlet akan mendapatkan tekanan pada jaringan lunak seperti otot dari berat tubuhnya sendiri.

Foam rolling dapat digunakan untuk pemulihan setelah latihan. *Foam rolling* mampu mengurangi nyeri otot (DOMS) ketika dilakukan setelah latihan. *Foam rolling* dapat digunakan untuk mengurangi penurunan kinerja secara akut akibat kelelahan dan kebiasaan fungsional sistem neuromuskular selama latihan (Jo, Juache, Saralegui, Weng, & Falatoonzadeh, 2018). *Foam rolling* sama seperti *massage*, tetapi *foam rolling* dapat dilakukan mandiri dengan tekanan yang dilakukan oleh tubuh sendiri, sedangkan *massage* harus dilakukan oleh seorang ahli *massage*. *Foam rolling* dapat diimplementasikan di berbagai program rehabilitasi dan latihan untuk memperluas jaringan lunak dan juga berpotensi meningkatkan ROM sendi, serta mengoptimalkan otot rangka (Jo et al., 2018).

Meningkatkan fleksibilitas menjadi sebuah hal yang sangat penting di kalangan atlet karena dengan fleksibilitas yang baik atlet dapat melakukan performa sebaik mungkin. Biasanya atlet melakukan latihan fleksibilitas dengan cara *stretching* statis, hal tersebut karena *stretching* mudah dilakukan. Namun, terdapat beberapa kasus yang menyatakan bahwa peregangan statis sebelum melakukan aktivitas fisik akan menurunkan kinerja dan meningkatkan kebutuhan energi tubuh. Melihat dari hal tersebut, *foam roller* dapat menjadi sarana sebagai peningkatan fleksibilitas otot atlet. Beberapa cabang olahraga, banyak yang menggunakan *foam roller* sebagai alat bantu dalam menjalankan program latihan. *Foam roller* biasanya digunakan saat sedang melakukan pemanasan dan pendinginan.

Sebagian besar atlet datang menemui ahli terapi fisik ketika mereka sudah terluka atau kesakitan. Padahal atlet dapat menggunakan berbagai media untuk melakukan penanganan saat

mengalami cedera, salah satunya dengan menggunakan *foam rolling*. Manfaat terbesar yang diperoleh atlet yaitu dapat membantu proses latihan, baik mengatasi kelelahan maupun pencegahan cedera olahraga. *Foam roller* diaplikasikan pada atlet selama terjadi kelelahan saat latihan. Kelelahan pada otot berhubungan dengan perubahan *muscular fiber* yang diperlukan untuk menjaga performa. Dengan *foam roller*, atlet menggunakan berat badannya untuk memberikan tekanan pada jaringan lunak selama gerakan menggulung, sementara *roller massager* diterapkan dengan ekstremitas atas ke otot target. Rileksasi saat menggunakan *foam rolling* terbukti mampu mengurangi kelelahan lokal dan dapat merangsang *muscular*.

Gerakan yang digunakan untuk penggunaan *foam rolling* sangat mudah untuk diberikan kepada atlet dan hasil yang didapat langsung pada jaringan lunak otot. Cara yang mudah dilakukan atlet untuk melakukannya juga akan mempermudah pelatih dalam memberikan program latihan kepada atlet yang sedang berlatih. Selain dari kemudahan untuk melakukan terapi sendiri, teknik *foam rolling* juga mudah untuk ditemui diberbagai tempat olahraga, seperti klub kebugaran, *fitness*, bahkan ruangan fisioterapi. Pemahaman yang mudah dimengerti oleh atlet menjadikan media ini sangat populer di kalangan atlet elit. Efek *foam roller* telah menentukan bagaimana tekanan mekanis seperti pijatan dengan *foam roller* atau *roller massager* sebelum aktivitas dapat mempengaruhi kinerja otot dan meningkatkan pemulihan otot.

Salah satu teknik pijatan yang belum banyak dikenal di Indonesia adalah teknik pijatan menggunakan *foam rolling*. *Self-myofascial release* adalah istilah untuk pemijatan yang dilakukan sendiri untuk melepaskan ketegangan atau titik nyeri pada otot. *Self-myofascial release* memberikan kesempatan kepada individu untuk mengendalikan proses penyembuhan dengan memberikan tekanan pada lokasi yang tepat karena dapat merasakan langsung apa yang terjadi. Manfaat dari *foam rolling* adalah meningkatkan aliran darah ke seluruh tubuh, pergerakan yang lebih baik, dan meningkatkan

kisaran gerak (ROM). *Foam rolling* dapat meningkatkan fleksibilitas dan juga lingkup gerak sendi secara bersamaan (Pearcey et al., 2015).

Self-myofascial release dapat menggunakan alat *foam roller* sebagai alat bantu untuk me-*release* otot-otot yang sedang mengalami kekakuan ataupun yang sedang mengalami DOMS akibat latihan maupun bekerja. *Foam rolling* adalah teknik yang biasa digunakan untuk mempercepat penyembuhan jaringan lunak (seperti otot dan tendon), meningkatkan kelenturan, mengurangi nyeri, dan menargetkan simpul otot. *Foam rolling* dapat membantu mengurangi kadar laktat dalam tubuh agar tubuh tidak mengalami kram otot saat melakukan aktivitas olahraga. *Foam rolling* dapat mengurangi nyeri dan mobilitas jaringan sepanjang pengembangan fungsi fisik melalui peningkatan kesadaran terhadap tubuh pasien sendiri, serta merupakan transformasi dari beberapa teknik yang hanya digunakan atlet profesional, pelatih, dan terapis untuk latihan yang digunakan setiap hari disemua tingkatan *fitness*. *Foam roller* mampu memberikan tekanan pada spesifik poin yang dapat membantu *recovery* otot dan mendesak otot kembali ke fungsi normal.

Fascia adalah lapisan *fibrosa* dari jaringan ikat yang mengelilingi otot di tubuh kita. Tanpa mobilitas yang tepat, serat *fascia* mengikat otot dan saraf sehingga menghambat gerakan normal dan menyebabkan nyeri. *Foam rolling* mempengaruhi fungsi arteri, fungsi *vascular endothelial* dan mengatur *system autonomic nervous*. Mekanisme *foam rolling* dapat meningkatkan perbaikan peradangan otot dan meningkatkan performa dinamik yang diukur 72 jam setelah *exercise*. Mekanismenya adalah penurunan edema, meningkatkan pembuangan asam laktat pada darah dan meningkatkan perbaikan jaringan yang dapat meningkatkan aliran darah pada otot. Meningkatnya aliran darah pada otot dapat mencegah *neutrophils* dan mengurangi produksi *prostaglandin* sehingga mencegah terjadinya inflamasi (Beardsley & Škarabot, 2015).

Otot, organ, kelenjar, jalur saraf, dan pembuluh darah semuanya terbungkus oleh jaringan ikat fascia yang melintasi seluruh tubuh. Jaringan ikat fascia tidak hanya memiliki sifat mekanis, tetapi juga terlibat dalam metabolisme lokal dan global (misalnya

penyembuhan luka, fungsi kekebalan) dan dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan lemak, air, dan zat lainnya. Menurut fungsinya, jaringan ikat fascia hadir dalam berbagai bentuk sehubungan dengan kepadatan dan keselarasan di dalam serat. *Foam rolling* meningkatkan aliran darah pada otot, serta meningkatkan kelancaran oksigen yang mendorong *mitochondrial resynthesis* dari *adenosine triphosphate* dan kembalinya transport aktif kalsium ke *sarcoplasmic reticulum*.

Foam rolling mempunyai efek sistem biokimia, diantaranya yaitu meningkatkan sirkulasi level *neutrophil*. Peningkatan pada *post exercise*, plasma *creatine kinase*, mengaktivasi sensor *mechanosensory* terhadap signal transkripsi dari *COX7B* and *NDI* yang terindikasi bahwa mitokondria baru berubah bentuk untuk mempercepat proses perbaikan otot dan *cytokines immune* yang dapat mengurangi ketegangan sel serta inflamasi. *Foam rolling* bekerja di bawah prinsip yang sama dengan pelepasan *myofascial*, menggunakan tekanan langsung dan tekanan lambat untuk meningkatkan ekstensibilitas jaringan lunak sambil memecah *adhesi* dan kejang otot. *Foam rolling* mengoreksi ketidakseimbangan otot, mengurangi nyeri otot, meningkatkan efisiensi neuromuskuler, dan meningkatkan *range of motion* (ROM).

Foam roller telah diimplementasikan ke dalam program rehabilitasi dan pelatihan yang berbeda untuk membantu mempromosikan perluasan jaringan lunak, meningkatkan ROM sendi, meredakan nyeri otot, serta meningkatkan fungsi otot rangka yang optimal. *Foam roller* dengan *density* yang tinggi lebih *terapeutik*, tetapi tidak semua orang nyaman dengan *desinty* tinggi selama penggunaan. Banyak orang memulai dengan *foam roller* yang lebih lembut saat nyeri yang dirasakan meningkat.

Ragam *Foam Roller*

Aktivitas fisik yang digemari oleh masyarakat seperti *jogging*, senam aerobik, sepak bola, futsal, dan bersepeda jika tidak dilakukan sesuai dengan prinsip latihan FITT (*Frequency, Intensity, Time, and Type*) maka bisa saja mengakibatkan cedera. Cedera yang sering terjadi saat melakukan aktivitas-aktivitas fisik tersebut adalah cedera otot. Jika sudah cedera maka berujung pada tidak tercapainya target latihan yang diinginkan (Hadafi Fitri et al., 2014). Penanganan cedera dapat dilakukan dengan beberapa terapi atau *treatment*. Aktivitas terapi sendiri merupakan serangkaian gerakan fisik yang dilakukan dengan tujuan penyembuhan atau peningkatan kualitas hidup, meredakan rasa sakit, dan menghilangkan rasa sakit. Proses penyembuhan tidak selalu harus menggunakan obat-obatan. Namun, dengan memanfaatkan sistem metabolisme tubuh yang baik dengan diimbangi pola makan sehat teratur juga dapat menyembuhkan sebuah gangguan pada tubuh. Selain itu, tambahan terapi akan mempercepat penyembuhan jika diterapkan dengan baik dan benar, serta mengetahui penggunaan media terapi yang digunakan. Beberapa terapi yang dapat dilakukan dalam penanganan cedera otot dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Beberapa perlakuan pada table tersebut merupakan sebuah terapi yang dapat diberikan ketika terjadi kesalahan dalam melakukan olahraga atau pada saat latihan kemudian mengalami cedera otot. Berdasarkan berbagai jenis terapi yang ada, salah satu jenis terapi yang cukup mudah untuk dilakukan bagi seorang pemula

olahraga maupun orang professional olahragawan/atlet yaitu *foam rolling*. Selain mudah untuk dilakukan dan tidak memerlukan banyak biaya terapi ini praktis untuk dilakukan di mana saja.

Tabel 5.1 Terapi Penanganan Cedera Otot

No.	Terapi	Keterangan
1	<i>Thermal therapy</i> atau terapi dengan suhu dingin dan panas	Terapi ini dilakukan untuk mengurangi rasa sakit akibat cedera otot. Media dalam terapi ini biasanya adalah sebuah ruangan seperti yang sering kita kenal yaitu SPA. Terapi ini dibedakan menjadi dua perlakuan yaitu terapi menggunakan suhu dingin dan terapi menggunakan suhu panas. Efek fisiologis dari suhu dingin bagi tubuh dapat mengurangi rasa nyeri pada otot, melancarkan aliran darah dalam tubuh, mengurangi peradangan yang terjadi pada otot, dan mengurangi kejang atau tegang pada otot (Malanga et al., 2015).
2	<i>Compression</i>	Terapi ini memanfaatkan suhu untuk meringankan rasa sakit pada cedera otot. Terapi ini menggunakan media pakaian kedap suhu atau dapat dikatakan lebih memanfaatkan efek suhu panas dari pakaian kompresi tersebut pada saat dikenakan (Valle et al., 2013).
3	Terapi nutrisi (<i>supplement branched chain amino acid</i>)	BCAA merupakan sebuah suplemen yang dapat dikonsumsi untuk mempercepat proses pemulihan, <i>suplement</i> BCAA tidak sama dengan doping atau obat-obatan. Penggunaan jenis <i>suplement</i> ini dilakukan karena ketika tubuh mengalami gangguan maka tubuh akan membutuhkan sari dari makanan yang tepat dalam proses <i>recovery</i> , dan di dalam BCAA ini banyak mengandung sari makanan yang berfungsi baik untuk penyembuhan (Bryant et al., 2017).
4	<i>Acupuncture</i>	Terapi ini merupakan sebuah terapi yang pernah dilakukan saat mengalami cedera otot. Namun,

		terapi ini belum terbukti efektif dalam penanganan cedera karena penggunaan media terapi berupa jarum dan tusukan-tusukan ke tubuh belum dapat meredakan rasa sakit akibat dari otot yang sedang bermasalah atau dapat dikatakan tusukan jarum akupunktur hanya sebatas terasa pada jaringan kulit (Fleckenstein et al., 2016).
5	<i>Massage</i>	Terapi ini membutuhkan seseorang dengan keahlian khusus terutama mengetahui anatomi otot dan tulang. <i>Massage</i> sendiri sangat digemari oleh kalangan pelaku olahraga dan masyarakat umum karena efek pijatan berperan dalam rileksasi otot dan mengurasi ketegangan pada otot pada saat setelah olahraga maupun sebelum melakukan olahraga atau aktivitas fisik (Visconti et al., 2015).
6	<i>Stretching</i>	Terapi ini merupakan terapi manual yang dapat dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas fisik agar terhindar dari cedera otot dan dapat mengurangi rasa sakit saat cedera otot akibat latihan. Pada prinsipnya, saat otot rangka berkontraksi otot mengalami ketegangan tergantung dari beban aktivitas yang dilakukan dan jika jaringan lunak ini tidak diregangkan terlebih dahulu, risiko terjadinya <i>over strain</i> kemungkinan akan terjadi. Maka dari itu, perlu dilakukan peregangan sebelum beraktivitas, (Keil & Keil, 2019).
7	<i>Foam rolling</i>	Sebuah terapi otot yang banyak digunakan oleh pelaku olahraga, terapi ini memanfaatkan sebuah alat dengan efek tekanan seperti <i>massage</i> . Terapi ini sangat praktis dan memungkinkan seseorang melakukannya di mana saja jika tersedia tempat untuk melakukan gerakan-gerakan pada terapi ini, (Heiss et al., 2019).

Foam roller merupakan sebuah busa yang biasanya memiliki bentuk silinder dan memberi efek pijatan pada otot, memberikan rileksasi, serta dapat berfungsi untuk menambah fleksibilitas pada otot yang hampir sama dengan *massage*. Namun, terapi ini dapat dilakukan secara mandiri atau dilakukan sendiri dengan memanfaatkan beban tubuh tanpa memerlukan bantuan orang lain (Junker & Stöggel, 2019).

Alat terapi foam roller memiliki beberapa spesifikasi serta kegunaannya pada setiap spesifikasinya, alat ini memiliki fungsi yang cukup penting pada tubuh seseorang yaitu sebagai penambah fleksibilitas otot dan penambah ruang gerak sendi pada tubuh (Pearcey et al., 2015).

Tabel 5.2 Ragam *Foam Roller* dari Bahan dan Permukaan

Jenis kepadatan busa	Jenis permukaan		
<i>Soft-density foam roller</i>	<i>Smooth</i>	<i>Rigid</i>	<i>Multilevel</i>
<i>Medium-density foam roller</i>	<i>Smooth</i>	<i>Rigid</i>	<i>Multilevel</i>
<i>Hard-density foam roller</i>	<i>Smooth</i>	<i>Rigid</i>	<i>Multilevel</i>

Pada tingkat kekerasan yang lembut atau *soft density* biasanya digunakan oleh seorang pemula olahraga. Seseorang yang jarang melakukan olahraga atau sebuah latihan fisik bagian otot pada tubuhnya belum terlatih sehingga jika diberi tekanan menggunakan *foam roller* dengan *soft density* sudah terasa efek dari pijatan alat tersebut. Pada tingkat kekerasan yang sedang atau sering disebut *medium density* biasanya digunakan oleh seseorang yang sering melakukan latihan atau olahraga. *Medium density* hampir sama dengan *hard density*, selain digunakan orang-orang yang sering melakukan latihan juga digunakan para atlet karena kekerasan pada alat ini juga menentukan tekanan pada otot yang menghasilkan efek pijatan yang bertujuan memberikan deformasi pada otot atau efek fisiologis pada otot yang mendapatkan tekanan akibat guliran dari *foam roller* tersebut, (Cheatham & Stull, 2018).



Gambar 5.1 Ragam *Foam Roller* (disadur dari <https://bit.ly/2UZYrFn>).

Foam roller tidak hanya berbentuk silinder, tersedia berbagai macam bentuk (bola kecil dan *stick* atau batang), permukaan, dan ukuran. Pemilihan jenis *foam roller* baiknya mempertimbangkan tingkat kekerasan atau densitas, tekstur permukaan, ukuran, dan bentuk *foam roller* itu sendiri.

Pemilihan *foam roller* yang tepat merupakan sebuah faktor penting bagi penyembuhan karena sangat berpengaruh terhadap proses *recovery* pada cedera akibat aktivitas fisik/olahraga. Variasi panjang *foam roller* berfungsi sebagai fokus titik penekanan pada otot yang dituju. Terapi cedera pada otot harus dilakukan dengan hati-hati karena otot merupakan jaringan lunak pada tubuh manusia yang memiliki fungsi vital sebagai alat penggerak, (Elmagd, 2016).

Beberapa *foam roller* diproduksi dalam berbagai jenis, bentuk, serta ukuran. Berdasarkan berbagai macam *foam roller*, salah satunya memiliki tonjolan pada permukaannya dan memungkinkan pengguna untuk mendapatkan sensasi efek pijatan yang lebih banyak dan tepat pada titik otot yang mengalami cedera atau gangguan setelah melakukan aktivitas fisik. Penggunaan *foam roller* yang benar juga berpengaruh terhadap efek atau sensasi tekanan pijatan yang diberikan oleh alat ini.

Pada *foam roller smooth* atau permukaan halus memberikan efek pijatan yang merata diseluruh permukaan pada saat digulirkan, sedangkan *foam roller* dengan permukaan yang memiliki tonjolan atau *rigid* lebih didesain memberikan efek pijatan tangan teknik menggerus (*friction*). Banyak atau sedikitnya tonjolan pada permukaan *foam roller* dapat dipilih sesuai kebutuhan tekanan atau efek pijatan yang diinginkan. Bisa dikatakan bahwa antara jenis *foam roller* permukaan halus atau *smooth* dengan *foam roller* permukaan bertekstur memiliki perbedaan pada efek penekanan. *Foam roller smooth* lebih nyaman dan rata digunakan untuk pemula dibandingkan dengan *foam roller rigid* atau permukaan bertekstur yang memiliki variasi jumlah tonjolan pada permukaan alat ini (Rei, 2020). Berikut adalah perbedaan-perbedaan spesifikasi material untuk jenis *foam roller* yang diproduksi saat ini, dan sering digunakan di dunia olahraga.

Tabel 5.3 Tampilan Visual *Foam Roller*

No.	Tampilan Visual	Spesifikasi
1	 <p><i>Soft foam roller</i> (disadur dari https://bit.ly/33zPHKT)</p>	<p>Panjang: 90.5 cm Lebar: 15 cm Density: <i>Low-density foam</i> Pada <i>smooth foam roller</i> memiliki permukaan yang halus dan tingkat agresifitas yang rendah ketika digulirkan pada otot.</p>
2	 <p><i>Rigid/trigger point foam roller</i> (disadur dari https://bit.ly/39gqaK1)</p>	<p>Panjang: 38.5 cm Lebar: 13.5 cm Bahan: <i>PVC tube covered by closed-cell foam</i> Pada <i>rigid foam roller</i> memiliki permukaan yang bergerigi melingkar penuh. Namun, terdapat sedikit jarak pada tiap gerigi, alat ini memiliki tingkat agresifitas yang tinggi ketika digulirkan pada otot (LifeFitness. 2020).</p>

3	 <p data-bbox="242 420 515 511"><i>Hard foam roller</i> (disadur dari https://bit.ly/2V5mraa)</p>	<p data-bbox="659 189 852 216">Panjang: 46 cm</p> <p data-bbox="659 220 816 247">Lebar: 16 cm</p> <p data-bbox="659 251 1045 602">Bahan: <i>premium polyurethane</i>. Pada <i>hard/multilevel foam roller</i> hampir sama dengan <i>rigid</i> yaitu memiliki permukaan yang bergerigi melingkar penuh. Namun, ada sedikit perbedaan bentuk gerigi, pada <i>hard/multilevel</i> gerigi busa lebih rapat jaraknya. Alat ini memiliki tingkat <i>medium</i> agresifitas ketika digulirkan pada otot.</p>
---	---	--

Foam roller dengan ukuran panjang 36 inci memiliki multifungsi dan biasanya *foam roller* ukuran ini digunakan saat pertama kali terapi karena lebih stabil saat digulirkan pada hampir menyeluruh bagian tubuh, mulai dari tubuh ekstremitas atas hingga bawah. Berikutnya, *foam roller* dengan ukuran pendek yaitu 24 inci digunakan untuk bagian tubuh yang lebih kecil seperti lengan dan betis. *Foam roller* paling pendek dengan ukuran 4 hingga 12 inci (Rei, 2020). *Foam roller* berlapis busa berbentuk tongkat atau *stick* digunakan pada bagian kaki yang bertujuan memaksimalkan guliran pada target otot. *Foam roller* dengan bentuk bola kecil memberikan kontrol yang lebih tepat pada target otot yang akan diterapi, contoh area tubuh yang melengkung seperti pinggang (Rei, 2020).

Pemilihan jenis *foam roller* yang akan digunakan untuk terapi cedera otot tidak bisa dilakukan tanpa melihat cedera yang sedang dialami karena *foam roller* memiliki efek yang berbeda dilihat dari segi densitas atau tingkat kekerasannya. *Foam roller* yang mempunyai tingkat kekerasan yang lembut dan tidak terlalu memberikan tekanan serta kurang sesuai atau kurang memadai, sedangkan *foam roller* dengan tingkat kekerasan yang tinggi dapat menyebabkan memar serta trauma pada titik cedera otot (Rei, 2020).

Hard density dibandingkan dengan *soft density* lebih dapat dirasakan efek pijatannya atau dapat dikatakan lebih efektif karena jaringan lunak tubuh mendapatkan tekanan yang cukup keras sesuai dengan titik yang diberikan guliran dengan alat ini. Rasa sakit akibat

cedera otot dapat berupa perasaan nyeri dan pemilihan *foam roller* dapat dilakukan dengan prespektif rasa sakit yang sedang dirasakan, sebagai contoh *hard density foam roller* bisa dirasakan tidak nyaman saat digunakan walaupun dari penelitian terkait efek yang lebih besar untuk penekanan jaringan lunak tubuh atau otot terjadi karena penggunaan jenis *hard density foam roller* (Cheatham & Stull, 2018).

Foam roller sebagai media terapi fisik khususnya dibagian otot memiliki manfaat positif yang cukup beragam. Alat ini direkomendasikan oleh banyak bidang kesehatan khususnya pada fisioterapis karena pengaruhnya yang dapat meringankan kaku yang terjadi pada otot pasca latihan atau aktivitas fisik. Peregangan pasca aktivitas fisik sangat perlu dan penting dilakukan karena jika peregangan otot diabaikan dapat menimbulkan gangguan yang cukup berarti. Gangguan negatif ini akan berlanjut apabila dibiarkan dan akan menyebabkan sebuah cedera.

Media terapi *foam roller* dapat digunakan sehari-hari atau dapat dikatakan alat ini aman untuk pemakaian jangka panjang. efek pijatan yang diberikan *foam roller* dapat diberikan pada otot yang biasanya dominan berkontraksi saat kita bekerja atau beraktivitas. Misalnya dalam kehidupan sehari-hari ketika kita berjalan otot tubuh ekstremitas bagian bawah yang dimulai dari pinggul hingga ujung telapak kaki akan mengalami kontraksi. Otot tubuh ekstremitas bagian bawah ini dapat disebut sebagai bagian dominan yang berkontraksi sehingga kelelahan pasti akan lebih banyak dirasakan pada bagian ini. Selanjutnya, bagian penyeimbang pada tubuh ketika berjalan ada pada ekstremitas tubuh bagian atas yang dimulai dari perut sampai leher dan kepala.

Penggunaan *foam roller* dapat dilakukan pada banyak bagian otot tubuh, ketika tubuh bergerak otot akan selalu mengalami kontraksi dan kontraksi-kontraksi dari setiap otot inilah yang menyebabkan kelelahan pada otot sehingga berdampak pada ketegangan yang terjadi pada otot itu sendiri. Hal tersebut dapat dijadikan sebagai acuan dalam memilih jenis *foam roller*, sesuai dengan tingkat kekakuan otot yang sedang dialami.

Jika melihat berbagai fungsi kinerja otot tubuh tidak akan sama, ada fase bergantian yang dilakukan otot dalam merangkai sebuah gerakan, maka jenis *foam roller* dengan tingkat kekerasan tertentu dapat dijadikan pilihan yang tepat untuk digunakan pada bagian otot tubuh yang bekerja secara dominan. Namun, hal tersebut harus dipertimbangkan karena tingkat kekuatan dan sensitivitas otot setiap orang pasti berbeda-beda.

Pemilihan jenis *foam roller* untuk bagian otot tubuh yang bekerja sebagai penyeimbang sama seperti pemilihan yang ditujukan untuk otot tubuh yang bekerja secara dominan. Kembali lagi dengan pemahaman tentang otot sebagai jaringan lunak tubuh yang berfungsi penting bagi penyeimbang dan alat penggerak tubuh sehingga harus diperhatikan dengan baik apabila akan melakukan penanganan terkait kesehatan pada otot.

Mencegah terjadinya sebuah cedera dapat dilakukan dengan cara menggunakan media terapi *foam roller*. Melihat penggunaan alat ini yang dapat digunakan dalam jangka panjang, tentu menjadi hal yang sangat positif. Pelaku olahraga tidak hanya sebatas usia muda, tetapi di dunia ini semua lapisan masyarakat mulai anak-anak hingga orang tua melakukan aktivitas fisik olahraga. Terkadang gerakan yang berlebihan dilakukan seseorang dalam berolahraga demi mencapai target atau menambah beban latihannya. Namun, hal tersebut dilakukan tanpa memikirkan efek bagi tubuhnya. Melatih sebuah otot harus bertahap karena jaringan elastis tubuh dapat mengalami cedera yang serius jika dipaksa bekerja lebih keras dari tingkat batas kekuatannya dalam menopang sebuah beban atau gerakan. Apabila otot mengalami cedera, hal tersebut berpengaruh pada intensitas ruang gerak sendi pada tubuh. Begitupun sebaliknya, ketika sendi pada tubuh memaksa otot untuk berkontraksi secara maksimal, sedangkan otot tidak siap maka potensi terjadinya gangguan otot yaitu berupa cedera sangat besar. Pengguliran *foam roller* selain untuk rileksasi otot juga dapat digunakan sebagai penambahan ruang gerak sendi, sistem kerja alat ini yang dapat melemaskan otot secara otomatis akan membuat gerak sendi tubuh tidak terhambat sehingga

risiko terjadinya gangguan pada tubuh khususnya bagian otot dapat diminimalisasi.

Cedera pada otot dapat terjadi karena berbagai sebab diantaranya yaitu: 1) tidak melakukan pemanasan sebelum aktivitas fisik atau latihan, 2) melakukan pemanasan, tetapi kurang maksimal, 3) melakukan pemanasan dengan waktu yang kurang, 4) salah gerakan dalam melakukan pemanasan, 5) berlebihan dalam melakukan pemanasan, 6) memaksakan gerakan yang tidak seharusnya, dan 7) tidak melakukan peregangan otot setelah latihan fisik. Berdasarkan kemungkinan terjadinya cedera tersebut, dapat dikatakan bahwa risiko cedera sebenarnya dapat dihindari akan tetapi jika sudah terjadi cedera maka harus ada solusi untuk penanganannya.

Cedera otot memiliki beragam tingkat, pada kasus cedera ringan atau tidak terlalu parah media *foam roller* masih mampu dan boleh dilakukan. Efek pijatan yang memanfaatkan beban tubuh juga harus diperhatikan saat perlakuan menggunakan alat ini, pengguliran *foam roller* pada bagian otot yang sakit atau cedera dengan kategori ringan dapat dilakukan. Namun, perasaan nyeri akibat cedera dapat dijadikan indikator untuk menambah dan mengurangi beban tekanan yang diberikan oleh *foam roller*. Perlakuan tersebut jika diberikan pada otot yang bermasalah dalam kategori cedera ringan mampu mengurangi persepsi nyeri, selain mengurangi rasa nyeri pada otot akibat aktivitas fisik yang berat atau melakukan sebuah latihan.

Foam roller dapat berfungsi atau bermanfaat bagi metabolisme tubuh. Sistem dalam tubuh dapat dijaga melalui pola makan dan pola hidup yang baik dan tentu di dalamnya ada aktivitas olahraga. Kelancaran sistem metabolisme tubuh akan terganggu jika terdapat gangguan pada jaringan-jaringan tubuh lainnya. Otot yang berkontraksi dalam tubuh memerlukan banyak komponen, salah satunya darah.

Darah dalam otot membawa berbagai zat agar otot dapat bekerja secara maksimal. Terkadang otot yang mengalami kram terjadi akibat adanya sumbatan darah. Sumbatan darah saling berkaitan dengan kekakuan otot yang sedang terjadi. Penekanan pada

otot dengan media *foam roller* mampu meringankan tingkat kaku otot yang berimbas pada lancarnya sistem peredaran darah pada otot sehingga tingkat keberhasilan kinerja otot saat berkontraksi juga dipengaruhi oleh sistem tubuh ini.

Ketegangan yang terjadi pada otot menimbulkan berbagai macam gangguan sehingga masalah otot ini harus benar-benar diminimalisasi. Tingkat kecemasan seseorang sebelum melakukan aktivitas dapat menyebabkan kaku pada otot. Masalah tersebut sering terjadi dikalangan atlet sebelum pertandingan. Terkadang atlet mengalami gangguan psikologis berupa perasaan cemas dan lain sebagainya. Menggunakan *foam roller* untuk meregangkan otot yang kaku dapat memberikan perasaan yang lebih baik atau dapat dikatakan peregangan otot ini mampu menghilangkan stres. Otot tegang yang menyebabkan stres yaitu otot bagian punggung dan leher atau otot tubuh ekstremitas bagian atas. Perlakuan terapi dengan media *foam roller* yang digunakan untuk menghilangkan stres dapat dilakukan sebelum tidur.

Berdasarkan beragam media terapi, dalam dunia olahraga saat ini *foam roller* merupakan salah satu alat atau media pijat mandiri yang memiliki berbagai fungsi dan sering digunakan oleh banyak pelaku olahraga dalam mengatasi masalah cedera setelah melakukan aktivitas fisik terutama pada penanganan cedera dibagian otot, tendon, ligamen, dan jaringan lunak (Kamoto et al., 2013). Cedera pada otot akibat aktivitas fisik yang cukup berat dapat dirasakan berhari-hari oleh tubuh. Biasanya pada kategori ringan atau tahap pertama cedera otot gangguan cedera dapat dirasakan dari 2 hingga 3 hari setelah latihan atau aktivitas fisik berat dan tentu sangat mengganggu aktivitas lainnya.

Foam roller sebagai terapeutik media merupakan aktivitas yang dilakukan dengan tujuan tertentu. Alat ini digunakan sebagai media terapi untuk memulihkan kondisi atau bagian tubuh yang bermasalah akibat latihan fisik, mencegah gangguan pada tubuh khususnya otot, mengurangi risiko cedera otot, serta berperan dalam peningkatan kebugaran tubuh (William, Bandy. D., 2008).

Menentukan penggunaan *foam roller* dapat dikategorikan dengan jenis olahraga yang dilakukan. Setiap jenis olahraga memiliki perbedaan dalam segi gerakan, intensitas, serta risiko-risiko yang terjadi ketika melakukan gerakan tersebut. Melihat hal tersebut maka kekuatan otot pasti memiliki perbedaan walaupun sekelas atlet profesional jika bentuk latihannya berbeda maka berbeda juga jenis perlakuan terapinya. Misalnya pada olahraga gulat yang membutuhkan kekuatan otot pada seluruh tubuhnya. Gerakan-gerakan pada olahraga gulat sangat memungkinkan terjadinya benturan keras langsung pada otot. Berbeda dengan olahraga senam *gymnastic* yang sama-sama memerlukan kekuatan otot maksimal. Olahraga senam *gymnastic* lebih ringan karena otot hanya diperlakukan untuk kekuatan tubuh atau tidak diberikan benturan untuk melindungi diri dari serangan lawan.

Media terapi *foam roller* memiliki beberapa perbedaan jika dilihat secara visual bentuk alat ini tergambar jelas dari permukaannya, sedangkan dari tingkat kekerasan atau *density of foam roller* hanya dapat diketahui ketika kita memegang dan merasakannya. Saat aktivitas fisik tertentu otot akan mendapatkan beban yang berbeda, maka rekomendasi aktivitas fisik atau olahraga yang sering dilakukan dengan pemilihan jenis *foam roller* perlu diketahui bagi semua orang yang akan menggunakan *foam roller*.

Mengatur pemilihan tingkat kekerasan *foam roller* dapat dilakukan ketika seseorang sudah terbiasa melakukan aktivitas fisik yang berat. Secara otomatis otot yang sering digunakan untuk berlatih juga memerlukan tingkat penekanan yang cukup kuat, maka sangat jelas ketika *foam roller* kategori *soft density* digunakan untuk terapi bagi orang yang terlatih akan memberi respons tekanan yang kurang terasa ketika alat ini digulirkan pada bagian otot tertentu. Namun, pemilihan jenis permukaan *foam roller* dengan kategori di atas *smooth* dapat memberi efek atau sensasi pijatan yang berbeda.

Dapat dikatakan bahwa antara kategori densitas *soft foam roller*, *medium foam roller*, dan *hard foam roller* dapat ditujukan pada olahraga tertentu dengan catatan bahwa pengguna alat ini untuk merasakan sensasi pijatan sesuai yang diinginkan atau sesuai dengan

kondisi kekuatan otot pada tubuhnya, sedangkan dari segi permukaan *smooth foam roller*, *rigid foam roller*, dan *multilevel foam roller* dapat ditunjukkan pada jenis-jenis olahraga tertentu. Pengelompokan olahraga yang dikaitkan dengan pemilihan jenis *foam roller* mengacu pada olahraga masyarakat yang ringan (olahraga rekreasi) dan olahraga berat dengan tujuan tertentu (olahraga prestasi).

Olahraga rekreasi merupakan kegiatan aktivitas fisik yang mengarahkan tubuh supaya menimbulkan gerakan-gerakan yang bertujuan untuk kegembiraan dan kesenangan. Melihat dari tujuannya, olahraga rekreasi tidak terlalu menuntut kekuatan otot yang berlebih dan aktivitas ini sering dijumpai pada tempat-tempat wisata. Kegiatan ini sering kali dilakukan oleh keluarga besar yang melibatkan anak-anak, remaja, dewasa hingga orang tua. Walaupun tujuannya hanya untuk bersenang-senang, tetapi ketika tubuh bergerak maka akan ada otot yang bekerja atau berkontraksi. Kuat dan lemahnya sebuah kontraksi pada otot akan menimbulkan kelelahan yang dapat memberikan gangguan berarti bagi tubuh dan gangguan yang tidak begitu berarti bagi tubuh itu sendiri.

Foam roller harus disesuaikan dengan jenis aktivitas fisik. Hal tersebut dikarenakan pada setiap jenis aktivitas fisik atau kegiatan olahraga dilakukan oleh kalangan usia yang berbeda-beda. Melihat dari efek pijatan yang diberikan dari alat terapi ini maka perlu adanya perhatian dalam menggunakan *foam roller*.

Kategori olahraga rekreasi selama ini masih identik dengan aktivitas fisik yang dianggap tidak berat, jika dikaitkan dengan kekuatan otot maka pilihan jenis *foam roller* dengan permukaan *smooth* dapat dilakukan. Olahraga rekreasi sendiri memiliki macam-macam variasi yaitu mulai dari berpetualang hingga menantang atau dapat dikatakan ekstrem. Dapat dikatakan juga bahwa variasi olahraga rekreasi ini dibagi menjadi rekreasi aktif secara fisik dan pasif secara fisik (Uti, 2020). Fisik pasif dalam olahraga rekreasi yaitu lebih mengarah pada jenis olahraga yang melibatkan instruktur atau pemandu untuk melakukan olahraga itu, misalnya olahraga rekreasi paralayang. Kemudian fisik aktif dalam olahraga rekreasi adalah

kegiatan olahraga rekreasi yang membutuhkan gerakan secara pribadi untuk melakukannya, sebagai contoh berenang dan *jogging*.

Dalam kategori olahraga rekreasi ada beberapa jenis olahraga yang digunakan pada olahraga prestasi. Olahraga prestasi yaitu aktivitas fisik olahraga yang dilakukan dengan rutinitas yang terprogram serta dikelola dengan manajemen profesional untuk memperoleh tujuan sebuah prestasi (Uti, 2020). Latihan yang baik demi sebuah pencapaian prestasi tentu hal yang sangat wajib dilakukan oleh olahragawan profesional atau yang sering disebut dengan seorang atlet. Intensitas dan volume latihan yang rutin tentu menyebabkan otot menjadi kuat. Perkembangan otot yang sudah baik harus dijaga saat otot mengalami gangguan atau cedera.

Memberikan terapi dengan *foam roller* pada otot yang terlatih lebih baik menggunakan *foam roller* dengan permukaan yang memiliki tonjolan atau *trigger point*. Sebenarnya pemilihan *foam roller rigid/trigger point* tidak hanya direkomendasikan kepada seorang atlet tetapi alat ini juga direkomendasikan bagi setiap orang yang sering melakukan olahraga, terlepas olahraga tersebut masuk dalam kategori olahraga prestasi. Di sisi lain ada olahraga yang dilakukan hanya untuk kesenangan saja. Namun, orang tersebut melakukan latihan yang cukup keras sehingga fisiologis ototnya terbentuk dengan baik. Pada hal ini, baik olahraga yang ditujukan oleh seseorang untuk sebuah prestasi maupun latihan yang sering dilakukan seseorang secara rutin, tetapi tidak bertujuan mencapai prestasi sehingga dapat dikatakan keduanya membutuhkan perlakuan yang hampir sama. Hal tersebut karena melihat efek dari latihan yang akan menyebabkan otot mengalami perkembangan pada kekuatannya.

Permukaan *foam roller* jika dibandingkan antara *smooth* dengan *rigid/trigger point* dan *multilevel* jelas memiliki perbedaan. Pada *smooth foam roller* tidak memiliki tonjolan sama sekali, sedangkan pada *rigid/trigger point* memiliki beberapa macam tonjolan. Begitupun permukaan *multilevel foam roller* juga memiliki tonjolan. Secara garis besar antara *rigid foam roller* dengan *multilevel foam roller* memiliki variasi-variasi tonjolan di permukaan.

Penggunaan terapi *foam roller* dengan jenis permukaan yang memiliki tonjolan direkomendasikan pada kategori aktivitas fisik atau olahraga yang berat, akan tetapi antara *rigid* dan *multilevel* disesuaikan dengan kebutuhan. Tidak semua olahragawan profesional atau atlet menggunakan jenis *rigid foam roller* dan *multilevel foam roller*, karena tingkat kekerasan atau *density of foam roller* juga mempengaruhi persepsi efek pemijatan dari alat terapi ini. Klasifikasi atau pengelompokan jenis aktivitas fisik (olahraga) dan rekomendasi pemilihan jenis permukaan *foam roller* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.4 Rekomendasi Pemilihan Jenis Permukaan *Foam Roller* untuk Cabang Olahraga yang Berbeda

NO	Jenis Permukaan <i>Foam Roller</i>	Jenis Olahraga
1	<i>Smooth Surface</i>	<i>Jogging</i> , Berenang, Senam Aerobik, Yoga, Bersepeda, Arung Jeram, <i>Hiking</i> , <i>Fitness/Gym</i> , dan <i>Inline Skate</i> .
2	<i>Rigid Surface</i>	Sepak Bola, Bola Basket, Bola Voli, <i>Softball</i> , Tenis, Bulutangkis, Maraton dan <i>Ultramarathon</i> , dan Senam/ <i>Gymnastics</i> .
3	<i>Multilevel Surface</i>	Karate, Pencak Silat, <i>Tae Kwon Do</i> , Gulat, dan <i>Rugby</i> .

Catatan:

1. Pada kategori *rigid* dan *multilevel* dapat ditujukan pada olahraga prestasi karena permukaan yang menonjol akan menambah titik penekanan pada otot.
2. Pemilihan jenis *foam roller rigid* dan *multilevel* disesuaikan dengan kebutuhan pengguna atau dapat disesuaikan dengan aktivitas fisik yang dilakukan

Teknik *Foam Rolling*

Teknik I: Tahan dan Lepaskan (*Hold and Release*)

Dalam teknik ini, seseorang menggunakan alat terapi jaringan lunak, seperti *foam roller* atau bola pijat untuk memberi tekanan pada area jaringan tertentu. Prosedur tersebut sangat mirip dengan teknik pijat. Metode ini memanfaatkan tekanan untuk merangsang *mechanoreceptors* di dalam jaringan lunak yang mengirim sinyal ke neuron motorik yang sesuai sehingga melepaskan *trigger point* atau *knot*. Tahan tekanan pada area yang ditargetkan selama 5-30 detik atau sampai *Trigger Point* yang sesuai terlepas.

Teknik II: Artikulasikan Sendi

Dalam teknik ini, individu memberikan tekanan pada area sensitif seperti dalam teknik *Hold and Release*. Setelah itu, individu tersebut perlahan-lahan mengartikulasikan sendi yang sesuai. Artikulasi mengacu pada penggerak sendi yaitu meregangkan dan memperpanjang atau memutar sendi individu. Misalnya, saat individu menahan tekanan pada otot betis, langkah selanjutnya adalah melenturkan dan memperpanjang atau memutar pergelangan kaki. Gerakan pada sendi menyebabkan jaringan yang ditargetkan memanjang dan berkontraksi di bawah tekanan yang memecah *trigger points* dan menghilangkan/memisahkan adhesi di area tersebut. Tahan tekanan di area yang ditargetkan dan artikulasikan

sendi selama 5-30 detik atau sampai sensitivitas pada jaringan menghilang.

Teknik III: Gulir Perlahan (*Slow Roll*)

Dalam teknik ini, individu perlahan-lahan menggulung area sensitif dalam upaya untuk mengalirkan darah dari jaringan dan mengeluarkan limbah metabolik yang mungkin berkontribusi pada pembentukan *trigger point*. Pada saat yang sama, gulir perlahan meningkatkan sirkulasi di area tersebut. Aliran darah yang meningkat menambah lebih banyak oksigen dan nutrisi ke area yang terkena, semuanya memfasilitasi pelepasan *trigger points* dan memperpanjang jaringan. Lakukan beberapa pengguliran perlahan dengan cara yang halus dan disengaja di atas area yang terpengaruh selama kurang lebih 30 detik atau hingga *trigger point* terlepas.

Teknik IV: Gulir Cepat (*Quick Roll*)

Dalam teknik ini, individu mempraktikkan beberapa gulungan tekanan halus dan cepat di area yang ditargetkan dalam upaya untuk merangsang proprioseptor dan mekanoseptor di dalam jaringan untuk meningkatkan aktivitas neuromuskuler di area tersebut. Akibatnya, meningkatkan aliran darah dan fleksibilitas. Namun, gulir cepat seringkali tidak efektif dalam hal melepaskan *trigger points* atau memutuskan adhesi. Teknik ini sangat efektif dalam meningkatkan aliran darah dan menstimulasi jaringan. Direkomendasikan untuk digunakan sebagai teknik pelengkap untuk gulir perlahan. Lakukan banyak gulir cepat pada area yang ditargetkan dengan cara yang mulus dan disengaja selama 15-30 detik.

Teknik V: Berosilasi

Metode ini mirip dan dapat dikombinasikan dengan *Slow Roll* dan *Quick Roll*. Dalam teknik ini, individu mempraktikkan beberapa gulungan halus di atas area yang ditargetkan dan kemudian berhenti

sebentar dan mengosilasi (memutar) gulungan dari sisi ke sisi pada posisi berbeda. Efek osilasi ini mengalihkan tekanan ke seluruh sel jaringan lunak dalam teknik pijat yang disebut *Cross-Fibering*. *Cross-Fibering* menggunakan tekanan untuk memperlebar dan memisahkan sel jaringan lunak dengan tujuan mengekstrak limbah metabolisme dari sel dan meningkatkan aliran darah dan oksigen ke sel yang melepaskan titik pemicu. Selain itu, arah lateral gaya osilasi berpotensi melepaskan serat fibrin dan kolagen yang membentuk adhesi di jaringan lunak. Lakukan banyak Osilasi sambil berguling di area yang ditargetkan selama kurang lebih 30 detik.

Dalam bab ini, menyajikan beberapa program untuk kebutuhan olahraga. Pilih salah satu yang paling sesuai dengan kebutuhan Anda atau gunakan sampel berikut sebagai batu loncatan untuk menciptakan rutinitas anda sendiri. Rutinitas sampel dirancang agar anda memulai dengan gerakan dasar dan maju ke tingkat lanjut. Latihan dikelompokkan berdasarkan posisi di *foam roller* serta menurut kategori seperti peregangan dan pijat.

Hal pertama yang Anda perhatikan saat melalui salah satu program ini adalah penghilangan pengulangan (repetisi) dan set. Saat memutuskan berapa repetisi atau *set roller* busa tersebut, latihan yang harus dilakukan kuncinya adalah melupakan jumlah repetisi yang perlu anda lakukan dan sebaliknya fokus pada mempertahankan postur tubuh yang benar dan melibatkan target otot. Anda akan mendapatkan hasil yang lebih baik dengan menyesuaikan diri dengan tubuh Anda dan tampil gerakan dengan bentuk biomekanik yang benar.

Jika konsep itu terlalu jauh bagi Anda, mulailah dengan 3-5 repetisi untuk aktif gerakan atau 10 detik untuk posisi statis. Saat gerakan menjadi mudah, tambahkan lebih banyak repetisi atau pikirkan metode lain untuk menantang diri Anda sendiri. Hal tersebut bertujuan untuk tingkatan jumlah repetisi menjadi 30 atau tahan pose statis selama 30-60 detik. Ingat, lebih banyak belum tentu lebih baik saat melakukan gerakan, fokus pada pernapasan dan menjadi pusat.

Merancang program *foam roller* akan berbeda dari program latihan yang anda ikuti. Sampai taraf tertentu, program ini mirip dengan program peregangan atau bahkan program relaksasi. Anda benar-benar perlu memahami tubuhmu. Hal tersebut akan mengetahui otot mana yang kencang dan seberapa keras penekanan *roller* pada otot.

Pengenaaan untuk Otot *Gluteus*

Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan sirkulasi dan melepaskan otot *gluteus* yang kencang. Posisi awal, duduk di *foam roller* yang ditempatkan secara horizontal pada *gluteus*. Geser badan perlahan maju-mundur sehingga seluruh otot *gluteus* mengalami penekanan. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan. Lihat gambar di bawah ini.



Gambar 6.1 Pengguliran Otot *Gluteus*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)



Gambar 6.2 Pengguliran Otot *Quadriceps Femoris*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk otot *quadriceps femoris*

Hal tersebut bertujuan untuk meredakan otot quadriceps yang tegang. Posisi awal, berbaring telungkup dan letakkan *foam roller* pada otot quadriceps. Letakkan tangan Anda di atas lantai sebagai penopang. Gulirkan *foam roller* secara perlahan ke atas menuju pinggul Anda dan perlahan balik arah gulirannya ke bawah menuju area lutut. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.

Pengenaan untuk Otot *Tibialis Anterior*

Hal tersebut bertujuan untuk meredakan otot tibialis anterior yang tegang. Posisi awal berbaring telungkup, letakkan tangan Anda di lantai sebagai penopang, dan letakkan *foam roller* pada otot tibialis anterior. Gulirkan *foam roller* perlahan ke bawah dan perlahan balik arah gulirannya ke atas menuju lutut. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.3 Pengguliran Otot *Tibialis*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk Otot *Iliotibial*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat pita iliotibial/paha luar bagian atas. Posisi awal berbaring di satu sisi dan letakkan *foam roller* di iliotibial. Gunakan tangan dan kaki lainnya untuk menopang. Mulai dengan tepatkan di bawah tulang pinggul, putar rol perlahan ke bawah, dan berhenti tepat di atas lutut. Gulirkan *roller* perlahan ke atas menuju pinggul. Lakukan gerakan tersebut selama 45

detik dengan istirahat selama 15 detik, dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.4 Pengguliran Otot *Iliotibial*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk *Inner Thigh*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat paha bagian dalam (*sartorius*, *adductor brevis*, *adductor longus*, dan *gracilis*). Posisi awal berbaring disatu sisi dan tempatkan *foam roller* di antara paha. Anda dapat menjaga agar kaki tetap lurus atau sedikit menekuk. Gulingkan kaki bagian atas Anda ke atas dan ke bawah *roller* secara perlahan dan perlahan. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik, dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.5 Pengguliran *Inner Thigh*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk *Calf*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat otot betis (*gastrocnemius*, *soleus*, dan *achilles tendon*). Posisi awal duduk di lantai dengan satu lutut ditekuk dan kaki yang satu lurus. Tempatkan *foam roller* secara horizontal di bawah betis. Perlahan putar *roller* ke atas dan ke bawah di antara lutut dan pergelangan kaki. Lakukan gerakan tersebut

selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.6 Pengguliran Otot Betis: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk *Hamstring Femoris*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat paha bagian belakang. Posisi awal duduk di lantai dengan satu lutut ditekuk dan kaki yang satu lurus. Tempatkan *foam roller* secara horizontal di bawah *hamstring* Anda. Perlahan gulirkan *foam roller* ke atas dan ke bawah kemudian berikan tekanan yang cukup untuk melepaskan ketegangan dan ganti sisi. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.7 Pengguliran *Hamstring*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaan untuk Otot Punggung (*Back Muscle*)

Hal tersebut bertujuan untuk memijat otot punggung atas (*trapezius*). Posisi awal letakkan *foam roller* di lantai dan berbaring di atasnya dengan posisi horizontal dari bahu ke bahu, tepat di bawah tulang belikat Anda. Letakkan kaki Anda di lantai dengan lutut

ditekuk dan tangan terkatup ringan di belakang kepala. Jaga siku tetap lebar dan gulirkan perlahan ke arah bahu bagian atas kemudian ke bahu bagian bawah. Berhenti untuk memberikan tekanan tambahan jika diperlukan. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kalipengulangan.



Gambar 6.8 Pengguliran Punggung: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)



Gambar 6.9 Pengguliran Otot Latissimus Dorsi: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaaan untuk Otot *Latissimus Dorsi*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat otot latissimus dorsi. Posisi awal berbaring di sisi kiri Anda dan rentangkan lengan kiri anda lurus di atas lantai. Tempatkan *foam roller* tepat di bawah ketiak Anda. Gulirkan tubuh Anda ke atas dan ke bawah secara perlahan dan berikan tekanan bila dibutuhkan lalu ganti sisi. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.

Pengenaaan untuk *Forearm*

Hal tersebut bertujuan untuk memijat bagian dalam lengan bawah. Posisi awal berlutut di depan *foam roller* dan letakkan lengan Anda di

atas *foam roller* dengan telapak tangan menghadap ke bawah. Gerakkan lengan ke depan dan ke belakang secara perlahan. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.10 Pengguliran *Forearm*: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan)

Pengenaaan untuk Otot Leher (*Neck*)

Hal tersebut bertujuan untuk merilekskan dan meregangkan leher dan daerah bahu bagian atas. Posisi awal berbaring terlentang dengan lutut ditekuk, kaki di atas lantai dan lengan di sepanjang sisi tubuh Anda. Posisikan *foam roller* di bawah kepala. Tarik napas perlahan melalui hidung dan keluarkan melalui mulut, biarkan punggung anda tenang dan rileks. Lakukan gerakan tersebut selama 45 detik dengan istirahat selama 15 detik dan dilakukan 3 kali pengulangan.



Gambar 6.11 Pengguliran *Neck* #01: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan). Tarik Napas Saat Anda Melihat ke Kiri dan Buang Napas Saat Anda Kembali ke Posisi Awal



Gambar 6.12 Pengguliran Neck #02: Posisi Awal (Kiri) dan Posisi Akhir (Kanan) untuk Pengguliran Neck. Tarik Napas Saat Anda Melihat ke Kanan dan Buang Napas Saat Anda Kembali ke Posisi Awal

Kajian Biomolekuler & Keuntungan Fungsional dari Aktivitas *Foam Rolling*

***Foam Rolling* dan Laktat Darah (mmol/L)**

Gangguan-gangguan yang terjadi pada tubuh akan selalu berhubungan dengan jaringan sistem yang berada di dalam tubuh. Metabolisme tubuh menjadi salah satu faktor keberhasilan dan kegagalan bagi otot dalam melakukan sebuah gerakan. Kondisi fisiologis tubuh yang kurang normal akan mempengaruhi berbagai macam kegiatan. Dalam kasus olahraga apabila tingkat kebugaran tidak dijaga maka target yang direncanakan tidak akan berhasil. Fisiologis metabolisme laktat darah merupakan sebuah sistem yang berhubungan sangat kuat dengan kelelahan dan kebugaran seseorang. Laktat dapat yang menjadi sumber masalah ini dapat diatasi dengan media terapi yaitu *foam rolling*.

Pada dasarnya terapi olahraga merupakan sebuah perlakuan yang diberikan ke tubuh dan bertujuan untuk mendapatkan perubahan rasa sakit hingga penyembuhan dari cedera yang sedang di alami. Berdasarkan sekian banyak jenis terapi yang ada di dunia, olahraga *foam rolling* adalah salah satu bentuk terapi yang mampu memberikan efek perubahan fisiologis metabolisme, pada tubuh. Tubuh manusia memiliki berbagai sistem metabolisme. Metabolisme

di dalam tubuh adalah suatu sistem yang saling berkaitan dan berkesinambungan guna menghasilkan keseimbangan kinerja tubuh. Apabila suatu sistem metabolisme tidak diperhatikan dengan baik maka akan terjadi ketidakmaksimalan tubuh atau khususnya otot dalam melakukan gerakan dan aktivitas fisik.

Setiap otot melakukan gerakan, pasti selalu membutuhkan energi setelah siklus kerja Bergeraknya. Otot juga akan menghasilkan sampah metabolisme, ibarat sebuah mesin ketika bekerja akan membutuhkan bahan bakar dan menghasilkan sisa gas pembuangan setelah melakukan pekerjaannya. Secara sederhana otot dapat bekerja ketika kita mengkonsumsi energi berupa glukosa atau zat manis. Lalu di dalam tubuh glukosa dalam bentuk *Adenosine Thriphosphate* (ATP) digunakan oleh otot untuk melakukan kontraksi yang menghasilkan sebuah gerakan. Gerakan-gerakan yang dilakukan oleh otot akan menghasilkan sisa zat sampah metabolisme tubuh berupa laktat di dalam darah.

Laktat merupakan zat metabolisme yang menyebabkan kelelahan atau pegal-pegal pada tubuh. Rasa lelah yang dirasakan oleh tubuh merupakan efek dari penumpukan zat metabolisme laktat di dalam tubuh. Kelelahan juga merupakan sistem perlindungan tubuh, sistem tersebut dilakukan agar tubuh tidak mengalami kerusakan dan gangguan fungsi tubuh yang lebih parah akibat aktivitas fisik yang berat. Efek dari kelelahan sendiri terlihat secara nyata yaitu menurunkan kemampuan fisik dan produktifitas (Mahardhika et al., 2018). Tingkat kadar laktat darah di dalam tubuh dapat menjadi indikasi terjadinya sebuah kelelahan yang sedang di alami oleh seseorang. Kelelahan dibagi menjadi dua kategori yaitu kelelahan yang tidak membutuhkan waktu yang lama untuk merasakan bugar kembali atau tidak membutuhkan waktu *recovery* yang cukup lama dan kelelahan ini disebut kelelahan akut, sedangkan kelelahan yang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk *recovery* disebut kelelahan kronis (Wan et al., 2017).

Batas ambang normal laktat di mana seseorang belum mengalami kelelahan yang berarti yaitu berada pada kadar 2 hingga 3 mmol/L (Simon et al., 2019). Adanya laktat di dalam tubuh

merupakan sebuah indikasi kelelahan. Namun, laktat sendiri sudah ada di dalam tubuh dari seseorang sebelum mengalami kelelahan yang menyebabkan gangguan fungsional tubuh khususnya bagian otot (Gleeson et al., 1998). Ketika mengalami kelelahan akibat aktivitas fisik, tubuh akan beristirahat. Hal tersebut terjadi karena sistem pertahanan tubuh secara otomatis akan bekerja untuk menjaga tubuh agar tidak mengalami gangguan yang lebih parah. Saat beristirahat laktat akan berangsur menghilang atau menurun kadarnya dalam kurun waktu beberapa jam atau 5 hingga 60 menit setelah melakukan aktivitas (Eitgou, 2010).

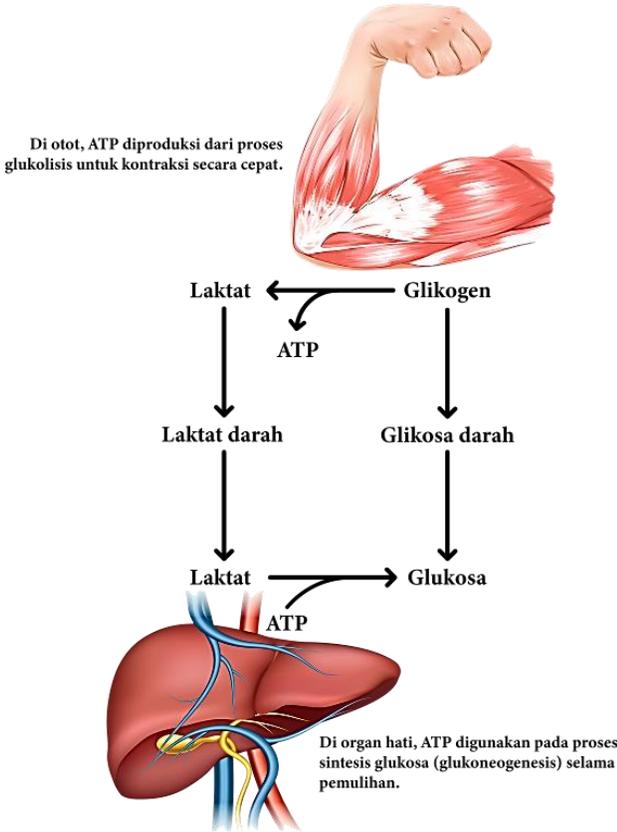
Penurunan kadar laktat terjadi di dalam siklus cori di mana dalam siklus tersebut otot berhubungan dengan hati. Ketika otot mengkonsumsi energi dalam bentuk ATP lalu otot yang bekerja menghasilkan sisa zat laktat yang kemudian akan diangkut lagi menuju hati untuk diproses ulang menjadi glukosa kembali (Rocha & Medeiros, 2017). Dapat disederhanakan bahwa siklus cori merupakan pemecahan laktat yang diproduksi oleh otot atau zat sisa akibat kinerja otot yang diubah menjadi glukosa lagi sebagai sumber energi melalui hati kemudian yang terakhir diangkut kembali menuju otot (Nicola Tazzini, 2016). Penguraian kadar laktat darah dapat dipercepat dengan memperhatikan hal-hal berikut ini:

- 1) perbanyak minum air putih setelah aktivitas fisik;
- 2) melakukan latihan secara rutin sebagai *recovery active*;
- 3) mengetahui kapan saat latihan dan saat istirahat;
- 4) melakukan peregangan yang maksimal saat akan melakukan dan sesudah latihan;
- 5) menjaga pola makan dengan menghindari makanan atau minuman fermentasi; dan
- 6) melakukan *treatment foam rolling* sebagai penanganan dalam mengatasi pemecahan laktat di dalam tubuh akibat kelelahan setelah aktivitas fisik.

Mekanisme penguraian laktat dalam siklus cori dapat diilustrasikan pada gambar tersebut. Indikasi kelelahan yaitu berupa

tumpukan laktat dalam darah yang merupakan zat sisa metabolisme atau bisa disebut sampah metabolisme. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya penanganan yang tepat guna mengatasi sampah dalam tubuh.

Siklus Cori



Gambar 7.1 Siklus Cori Pengurai Laktat

Terapi *foam rolling* merupakan perlakuan yang cukup efektif dalam menekan peningkatan laktat darah setelah melakukan aktivitas fisik yang berat. Efek dari terapi tersebut yaitu memberikan pijatan pada bagian tubuh tertentu sesuai dengan titik otot yang dikehendaki. Dalam sebuah penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan hasil bahwa aktivitas fisik berupa lari sejauh 10 Km

menyebabkan peningkatan kadar laktat darah yang signifikan, kemudian setelah selesai lari dilakukan *treatment foam rolling* dan diukur kembali kadar laktat darahnya. Dalam rentang waktu tertentu lalu didapatkan hasil bahwa terapi tersebut mampu mengembalikan kadar laktat dalam tubuh pada ambang normal ketika seseorang belum mengalami kelelahan. Hasil penelitian yang pernah dilakukan dapat diketahui bahwa terapi *foam rolling* terbukti mampu memberikan efek dan manfaat secara nyata terhadap fisiologis tubuh.

Selain terapi menggunakan *foam rolling* masih banyak jenis terapi lainnya yang dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kelelahan pada otot. Namun, tidak semuanya mampu menekan peningkatan kadar laktat darah di dalam tubuh. Sesuai dengan prinsip kelelahan yaitu munculnya laktat di dalam tubuh merupakan indikasi sebuah kelelahan. Ketika terjadi kelelahan, otot sedang dalam fase kaku atau tidak dalam kondisi yang seharusnya. Hal tersebut menimbulkan berbagai efek bagi tubuh, seperti perasaan tidak nyaman, mengganggu aktivitas pekerjaan hingga mempengaruhi kinerja yang berujung pada tingkat kesehatan seseorang. Hal tersebut tentu harus mendapatkan perhatian khusus. Misalnya pada terapi suhu, otot diberikan tekanan dari suhu udara panas yang bertujuan merileksasi. Namun, efek dari terapi tersebut belum mampu memecah kadar laktat yang tinggi di dalam tubuh karena otot tidak diberikan tekanan berupa pijata. Pada kasus cedera olahraga atau yang berhubungan dengan gangguan fungsi otot masih banyak orang yang belum mengetahui kapan saat yang tepat dalam memberikan suhu panas atau dingin pada otot saat mengalami cedera. Pijatan pada otot tidak hanya berfungsi sebagai rileksasi tetapi juga memberi tekanan yang menyebabkan pemecahan pada tumpukan laktat yang ada di dalam darah dan jaringan- jaringan otot tubuh.

Ketika melakukan latihan olahraga atau aktivitas fisik yang berat tubuh akan mengalami kelelahan akibat tumpukan laktat di dalam darah dan beradaptasi dengan gerakan- gerakan yang mungkin belum dikenal sebelumnya. Adaptasi tersebut ketika otot tidak mampu menahan beban yang berlebih akibat latihan baru atau

mungkin akibat beban yang bertambah maka otot dapat mengalami cedera. Kemampuan otot untuk menyeimbangkan tubuh dapat menyebabkan peregangan yang berlebih sehingga menimbulkan cedera pada otot, salah satu cedera pada otot adalah rasa nyeri.

Cedera otot sendiri terbagi menjadi tiga kategori yaitu pada kategori yang pertama otot mengalami peregangan yang berlebih, lalu pada kategori kedua otot mengalami robekan kecil akibat beban berat yang diterimanya, kemudian kategori ketiga dapat dikatakan yang paling parah dalam cedera otot karena pada kategori ini otot mengalami putus ligamen sehingga inflamasi berat akan terjadi dan butuh waktu yang lama untuk perawatannya (Setiawan, 2011).

Menumpuknya laktat darah dapat menimbulkan efek yang cukup serius bagi kesehatan dan kebugaran, terutama pada bagian otot. Laktat merupakan sampah metabolisme sudah ada dari seseorang yang mengalami kelelahan kemudian semakin meningkat ketika seseorang beraktivitas dan mengalami kelelahan yang berlebih akibat aktivitasnya yang cukup berat (Gleeson et al., 1998). Sebuah penelitian menyebutkan bahwa tumpukan laktat darah menyebabkan cedera pada otot. Walaupun cedera tersebut tidak terlalu serius, tetapi tetap memberikan dampak yang negatif karena cedera pasti akan mengganggu kinerja atau aktivitas. Laktat darah dapat dicegah peningkatannya dengan menggunakan metode istirahat pasif (*passive recovery*). Dalam metode pasif untuk memecah tumpukan laktat dapat dilakukan dengan cara tidak menggerakkan tubuh atau berdiam diri hingga tubuh merasa tidak mengalami kelelahan yang berlebihan. Kemudian terdapat metode istirahat aktif (*active recovery*) yaitu sebuah metode yang digunakan untuk memecah kadar laktat yang menumpuk di dalam tubuh dengan beberapa gerakan. Gerakan yang dimaksud dalam metode tersebut dapat berupa terapi. Sebuah penelitian yang membahas tentang pengaruh *recovery active* dan *recovery passive* terhadap kadar laktat dalam tubuh telah mendapatkan hasil bahwa kelompok kontrol setelah melakukan aktivitas fisik berupa lari kemudian beristirahat dengan berdiam diri masih menunjukkan kadar laktat darah yang tinggi, sedangkan kelompok perlakuan atau kelompok yang diberikan *treatment foam*

rolling setelah melakukan aktivitas fisik berupa lari menunjukkan hasil kadar laktat darah di dalam tubuhnya menurun jika dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Fase setelah kelelahan, tubuh akan melakukan pemulihan atau *recovery* setelah melakukan aktivitas fisik yang berat. Tujuan dari *recovery* salah satunya untuk mengurangi risiko terjadinya cedera. Pemulihan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu dengan cara mengkonsumsi makanan dan minuman yang dapat mempercepat masa pemulihan, sebagai contoh saat tubuh mengalami dehidrasi yang cukup parah kita dapat mengkonsumsi minuman isotonik yang berguna mempercepat penggantian cairan ion tubuh yang habis setelah aktivitas berat. Kemudian ketika aktivitas fisik berat atau latihan olahraga yang melibatkan gerakan-gerakan keras sehingga menyebabkan benturan pada otot dan menimbulkan rasa nyeri dapat diminimalisasi rasa sakitnya dengan mengkonsumsi obat. Namun hal tersebut dapat memberi efek samping karena penggunaan bahan kimia setelah olahraga tidak terlalu dianjurkan. Masa *recovery* setelah aktivitas berat dapat dilakukan dengan cara terapi.

Terapi *foam rolling* dapat disebut sebagai metode istirahat aktif atau *active recovery*, perlakuan ini adalah gerakan yang dilakukan untuk mendapatkan kesehatan. Sebuah terapi pasti dilakukan dengan tujuan penyembuhan. Pada masa sekarang sebagian besar masyarakat atau pelaku olahraga belum mengetahui fungsi terapi *foam rolling* terhadap perubahan yang terjadi pada fisiologis tubuh, pengetahuan tentang terapi ini hanya sebatas tentang pengaruhnya terhadap otot yang berhubungan dengan latihan olahraga. Permasalahan kelelahan yang disebabkan oleh timbunan laktat darah di dalam tubuh merupakan sebuah gangguan yang cukup berarti dan pemecahan laktat ini sudah mulai banyak dilakukan oleh pelaku olahraga dengan berbagai media terapi. Pemilihan jenis media terapi guna penyembuhan sebuah cedera harus dilakukan dengan perhatian yang baik agar pada saat fase penyembuhan ini dapat berjalan dengan maksimal. Hal yang perlu diperhatikan mulai dari pemilihan alat terapi, lalu gerakan yang benar saat melakukan terapi, hingga kapan

waktu yang tepat serta berapa kali pengulangan sebuah terapi harus dilakukan.

Berdasarkan berbagai jenis terapi, *foam rolling* adalah salah satu terapi yang paling sering digunakan untuk mengembalikan kondisi fisiologis metabolisme tubuh kembali pada keadaan normal dan merileksasi otot khususnya ketika otot mengalami gangguan fungsi akibat aktivitas fisik yang berat. Terapi *foam rolling* yang menggunakan media *foam roller* mampu memberi perubahan metabolisme tubuh dengan waktu yang singkat atau dapat dikatakan jika penyembuhan gangguan pada tubuh, khususnya otot akibat olahraga lebih efektif dan efisien. *Foam rolling* selain memberikan manfaat fisiologis terhadap metabolisme tubuh yaitu terkait laktat darah yang berhubungan dengan kinerja otot juga dapat digunakan dalam menangani cedera otot. Penerapan terapi *foam rolling* dapat digunakan ketika otot mengalami cedera. Namun, pada tahap atau kategori pertama, persepsi nyeri akibat penggunaan otot pada aktivitas yang berat dapat diminimalisasi dengan cara dilakukan pengguliran *foam roller* dibagian otot tertentu. Otot mengalami kelelahan karena mengalami kontraksi yang cukup berat atau bisa karena mengalami kontraksi dengan durasi yang cukup lama. Adanya ketegangan tersebut dapat diminimalisasi dengan cara otot diberikan pijatan-pijatan agar otot kembali rileks dan dapat bekerja kembali secara maksimal. Hal tersebut sejalan dengan efek dari terapi *foam rolling* yang memberikan efek pijatan sehingga mampu menyebabkan deformasi pada otot dan berimbas pada pemulihan kinerja otot (Jo et al., 2018).

Foam Rolling dan Creatine Kinase (U/L)

Creatine Kinase (CK) banyak memiliki sebutan, yaitu: *adenosine-5-triphosphate*; *creatine phosphotransferase*; *creatine phosphokinase*; *phosphocreatine phosphokinase*; *creatine N-phosphotransferase*. *Creatine kinase* merupakan enzim yang dapat ditemukan pada sitosol dan mitokondria yang terletak di dalam sel.

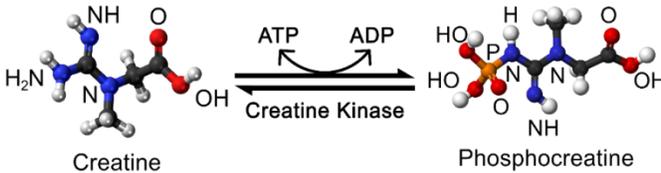
Isozim atau isoenzim dikarakterisasi berdasarkan perbedaan gen dan urutan asam amino, lokalisasi jaringan, dan imunogenisitas. Terdapat empat isoenzim utama yang dimiliki CK yaitu dua pada sitosol (jaringan otot dan otak) dan dua pada mitokondria serta keduanya membentuk dimer dan oktamer. CK sitosol terdiri dari bentuk otot (MM-CK) dan otak (BB-CK) sebagai dimer dalam kondisi fisiologis. Namun dalam beberapa keadaan CK sitosol dapat muncul sebagai heterodimer (MB-CK), sedangkan dua isoenzim mitokondria (Mi-CK), bentuk ubiquitous (Mi_u-CK) dan sarkomer (Mi_s-CK) biasanya menjadi oktamer, tetapi dapat dipisahkan menjadi dimer.

Creatine Kinase dapat ditemukan pada beberapa bagian tubuh, bentuk CK tipe otak (B-CK) dapat ditemukan di otak, jantung, otot polos, sistem saraf, dan jaringan lain, sedangkan CK tipe otot (M-CK) merupakan isoenzim utama dalam jaringan otot rangka. CK ditemukan pada jaringan lain, seperti jaringan adipose; spermatozoa; elektrolit; sel fotoreseptor retina; ginjal; kelenjar garam; myometrium; plasenta; pankreas; timus; tiroid; sel epitel pada *brush-border* di usus; sel endotel; tulang rawan dan sel tulang; makrofag; trombosit darah; tumor; dan sel kanker. CK yang terdapat pada otot rangka sebesar 98% MM dan 2% MB. Pada otot jantung terdapat sebesar 70-80% MM dan 20-30% MB; serta pada otak didominasi oleh BB. Pada jaringan adiposa tepatnya pada jaringan lemak coklat yang bertanggung jawab untuk pembentukan panas terdapat kandungan *phosphocreatine* (PCr) dan CK dengan konsentrasi 50 kali lebih tinggi daripada lemak putih. Konsentrasi CK dengan jumlah yang signifikan pada tiroid mampu berperan dalam metabolisme jaringan tiroid atau biosintesis hormone, selain itu jika pada sel endotel dipertahankan dalam kondisi normoksik mampu mengekspresikan berbagai isoenzim CK (BB-, MM- dan Mi-CK) dan memiliki penyimpanan PCr yang signifikan.

Creatine Kinase memiliki peran fisiologis yang berperan dalam mengontrol homeostasis energi seluler pada metabolisme yang tinggi pada otot rangka untuk memastikan bahwa tingkat *Adenosine Diphosphate* (ADP) dan *Adenosine Triphosphate* (ATP) tetap konstan melindungi sel dari penipisan ATP secara cepat. CK

bertanggungjawab untuk mengkatalisis konversi gugus fosfat berenergi tinggi antara *Creatine* (Cr) dan ADP: $MgADP+PCr+H\leftrightarrow 7MgATP+Creatine$. Dalam konversi ini reaksi dapat terjadi secara bolak-balik (*reversible*) sehingga memungkinkan penyimpanan energi yang cepat dan siap digunakan dalam otot rangka pada metabolisme yang tinggi.

Reversible Conversion



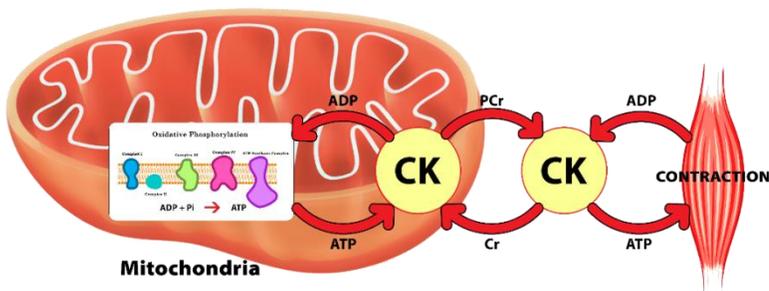
Gambar 7.2 Konversi Bolak-Balik oleh *Creatine Kinase* (CK)

Sering diabaikan keterlibatan sistem CK/PCr/Cr dalam metabolisme energi dan sering diasumsikan bahwa transpor fosfat berenergi tinggi antara lokasi produksi ATP (mitokondria, glikolisis) dengan konsumsi ATP (semua jenis ATPase seluler) hanya bergantung pada difusi ATP dan ADP saja. Ada beberapa organ yang ternyata membutuhkan CK dengan kebutuhan tinggi, seperti otot: rangka; otot jantung; otak; retina; dan spermatozoa. Kebutuhan pada organ tersebut cukup berfluktuasi sesuai dengan keadaan. Setiap makhluk beradaptasi terhadap alam sehingga telah terjadi perkembangan pada sistem-sistem yang berkaitan dan jalur reaksi untuk biosintesis PCr dan fosfagen lainnya. Dibutuhkan PCr dalam jumlah besar pada otot rangka *fast-twitch*. Kebutuhan PCr tersedia untuk regenerasi secara cepat saat aktivitas intensif dari ATP yang dihidrolisis dalam periode yang singkat. Reaksi CK harus tetap dalam keadaan ekuilibrium (seimbang) karena aktivitas CK sitosol cukup tinggi pada otot.

Otot membutuhkan ATP dalam jumlah besar dan dalam waktu yang cepat pada saat berkontraksi ketika latihan fisik dengan intensitas tinggi sehingga dibutuhkan simpanan ATP dengan kapasitas yang cukup. Resintesis ATP dapat diproduksi dengan cepat

dengan bantuan enzim *Creatine Kinase* yang melalui *phosphocreatine shuttle system*. Sistem ini sangat penting dalam situasi permintaan metabolik yang tinggi, karena itu sistem tersebut memiliki tingkat produksi ATP yang tinggi. Pada *phosphocreatine shuttle system*, ATP yang dibentuk melalui fosforilasi oksidatif dalam mitokondria dan *creatine* (Cr) dikonversi melalui aksi *Creatine Kinase* di mitokondria (CKmit) sehingga menghasilkan *phosphocreatine* (PCr) dan *Adenosine Diphosphate* (ADP). PCr berdifusi ke dalam sitoplasma, CK yang berada di sitoplasma membantu pada konversi yang menghasilkan ATP dan Cr. ATP kemudian digunakan oleh otot, sementara Cr kembali mitokondria.

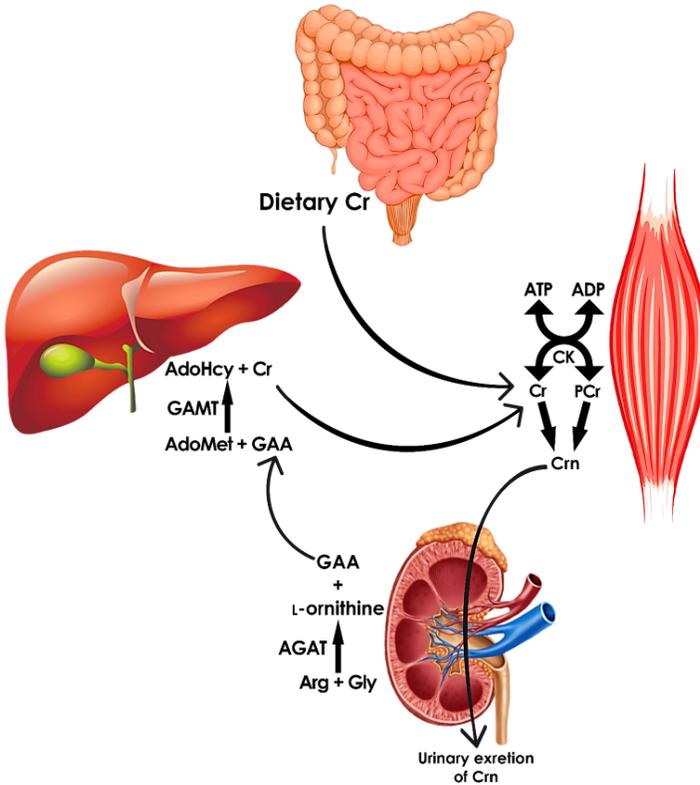
Phosphocreatine Shuttle System



Gambar 7.3 *Phosphocreatine Shuttle System*

Metabolisme energi dalam tubuh manusia terjadi secara cepat dan proses yang sangat kompleks. *Creatine* menjadi unsur yang cukup penting dalam metabolisme energi yang tinggi. Permintaan ATP dengan jumlah tinggi ketika otot berkontraksi pada intensitas tinggi dan dipenuhi dengan bantuan enzim *creatine kinase* yang mengubah Cr menjadi PCr. Ketersediaan Cr dalam tubuh pun harus diperhatikan karena menjadi bahan utama dalam metabolisme energi tinggi. Biosintesis Cr melewati beberapa proses pada organ-organ tubuh seperti ginjal, hati, dan usus yang menyerap Cr dari apa yang dikonsumsi.

Creatine (Cr) Metabolism



Gambar 7.4 Metabolisme *Creatine* (Cr)

Alur metabolisme *Creatine* (Cr) dimulai dari biosintesis Cr yang terjadi di ginjal dan hati menjadi organ utama yang menyempurnakan metilasi asam asetat guanidino (GAA) sehingga berikutnya menjadi Cr. Pada organ ginjal, transfer gugus amidino Arg + Gly yang dikatalisis oleh *L*-Arginine: glycine amidinotransferase (AGAT) menghasilkan *L*-ornithine dan Guanidino Acetic Acid (GAA). AGAT pada ginjal mampu diekspresikan dalam jumlah yang tinggi. Berikutnya, GAA ditransfer ke organ hati melalui peredaran darah. Pada organ hati mengandung jumlah GAMT yang tinggi *S*-adenosyl-*L*-methionine + GAA dikatalis oleh *S*-adenosyl-*L*-methionine: *N*-guanidinoacetate methyltransferase (GMAT), kemudian hasil metilasi pada kelompok amidino menghasilkan *S*-(5'-Adenosyl)-*L*-

homocysteine + Cr. Selain itu, biosintesis Creatinine melibatkan pembentukan *Guanidinoacetate* atau *Glycocyamine* (Gc) di ginjal, lalu ditranspor melalui darah dan dimetilasi menjadi Cr di hati.

Sebagian besar Cr ditemukan di jaringan otot. Namun, otot tidak memiliki kapasitas untuk mensintesis Cr. Otot membutuhkan Cr dalam jumlah yang besar. Cr pada otot dialirkan darah melalui transporter, Cr bergantung pada Na^+ dan Cl^- yang tersebar di membran plasma. Cr diekspor dari hati dan diangkut melalui aliran darah kemudian dapat diambil oleh jaringan yang membutuhkan Cr. Kebutuhan harian Cr dipenuhi oleh penyerapan Cr dari makanan melalui usus atau dengan biosintesis Cr. Cr dan PCr pada otot secara nonenzimatis diubah menjadi *Creatinin* (Crn) kemudian berdifusi keluar dari sel dan diekskresikan oleh ginjal ke dalam urin.

Dalam mempelajari relevansi sistem metabolisme CK untuk metabolisme energi seluler pada jaringan sering digunakan *Cr Analog*. Secara khusus, *Guanidinopropionate* (GPA) memberikan serangkaian perubahan fungsional pada otot rangka. Pemberian GPA atau 3-*guanidinobutyrate* (GBA) dapat mengakibatkan ketegangan otot dan menyebabkan kelainan struktural. GPA merupakan unsur yang terdapat pada plasma darah mamalia, eritrosit, otak, hati, ginjal, aorta, dan urin. GPA dapat dibentuk oleh AGAT melalui transmisi antara *Arginine* (Arg) dan β -*Alanine*.

Cr Analog dapat menjadi racun bagi eritrosit, GPA dan GBA menyebabkan hemolisis saat inkubasi dengan sampel darah manusia pada konsentrasi 100 μM hingga 3 mM. Dalam sel darah merah, GPA dapat menurunkan aktivitas *hexose monophosphate shunt* dan menghambat aktivitas *glucose-6-phosphate dehydrogenase*. Selain itu, korelasi negatif diamati antara tingkat glutathione yang berkurang dalam sel darah merah dan konsentrasi plasma dari GPA. Pada konsentrasi yang jauh lebih tinggi (10 mM), GPA dan GBA menghambat stimulasi yang diinduksi *phytohemagglutinin* dari proliferasi limfosit manusia normal yang dapat menyebabkan gangguan imunologi.

Pemberian analog Cr dalam periode waktu yang lama menyebabkan penurunan yang cukup besar pada tingkat jaringan Cr

dan PCr dalam waktu beberapa minggu yang dapat menginduksi adaptasi metabolik. Perubahan tersebut menimbulkan efek samping berupa penurunan diameter otot rangka *fast-twitch* yang menyebabkan menurunnya ukuran otot tersebut; peningkatan kandungan dan aktivitas *cytochrome c*, *cytochrome oxidase*, *citrate synthase*, *succinate dehydrogenase*, *3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase*, *Mi-CK*, dan *adenine nucleotide translocase* (protein mitokondria). Dalam laju fosforilasi oksidatif pada otot rangka *fast-twitch*; peningkatan aktivitas *GLUT-4 glucose transporter*; penurunan enzim glikolitik dan kandungan laktat serta peningkatan kandungan glikogen; penurunan konten dan aktivitas protein AMP deaminase yang tidak terkait dengan produksi IMP aktual; pergeseran ekspresi isoenzim miosin dari miosin tipe cepat ke miosin tipe lambat, ditambah dengan penurunan biaya energi untuk mempertahankan tegangan (5 ekonomi kontraktil lebih tinggi); penurunan aktivitas CK; peningkatan kepadatan adrenoseptor-b di otot soleus dan ekstensor digitorum longus; penurunan konten parvalbumin; serta penurunan hingga 50% konten ATP pada otot rangka *fast-twitch*.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa efek *Cr Analog* dan GPA pada khususnya, tidak memperlihatkan dengan jelas antara efek samping (menguntungkan atau beracun) dan efek yang terkait sepenuhnya dengan penipisan energi mungkin sering sulit. Perubahan fungsional dan biokimia yang ditimbulkan oleh analog Cr disebabkan oleh defisit fungsional yang cukup besar dalam sistem CK/PCr /Cr.

Creatine Kinase (CK) dan *Lactate Dehydrogenase* (LDH) adalah penanda biologis kerusakan otot yang paling umum. Efek kronis foam rolling terhadap sistem peredaran darah sangat membantu dalam proses pemulihan setelah berolahraga. Aliran darah yang membawa sisa-sisa metabolisme akan dibawa ke organ-organ untuk dapat diolah kembali dan mengganti dengan aliran darah yang membawa oksigen dan glikogen serta nutrisi lain ke otot yang dapat membantu pemulihan dan mempercepat menghilangkan gejala kelelahan. Oksigen dan glikogen adalah hal yang penting dalam proses pemulihan dan semakin banyak kadar oksigen menandakan

semakin baik sirkulasi dalam tubuh. Foam rolling menunjukkan respon fisiologis lainnya selain meningkatkan sistem peredaran darah, diantaranya adalah meredakan nyeri, menurunkan kaku pada arteri, meningkatkan fungsi endotel vascular, meningkatkan oksida nitrat, dan mengurangi pembengkakan.

Foam Rolling, Leukosit ($10^3/\mu\text{L}$) dan Monosit (%)

Kerusakan otot berpengaruh terhadap respons fisiologi yang diberikan tubuh. Kerusakan otot akibat latihan berpotensi meningkatkan leukosit sebagai imun. Saat terjadi kerusakan, leukosit akan bermigrasi dari pembuluh darah menuju jaringan yang mengalami kerusakan dan melakukan proses inflamasi (Yadav et al., 2003). Ketika DOMS terjadi maka tubuh akan merespons dengan melakukan proses inflamasi (Fatouros & Jamurtas, 2016). Leukosit merupakan salah satu biomarker yang terlibat dalam proses inflamasi ketika DOMS. Leukosit adalah nama lain dari sel darah putih yang menjadi bagian dari sistem imun tubuh manusia. Leukosit adalah sebuah komponen penting dalam sistem pertahanan tubuh yang mampu melawan bakteri, cendawan, virus, dan parasit sebagai agen infeksi (Stock & Hoffman, 2000). Leukosit terdiri dari basofil, eosinofil, neutrofil, limfosit, dan monosit (Nussler et al, 1999). Bayi yang baru lahir memiliki leukosit antara 9.000-30.000 per mikroliter darah. Rentang jumlah leukosit normal ini akan berubah seiring dengan bertambahnya usia, hingga hanya menjadi 3.500-10.500 per mikroliter saat kita dewasa. Pada orang dewasa, jumlah sel darah putih atau leukosit tinggi jika mencapai lebih dari 11.000 per mikroliter (Adrian, 2017)

Leukosit adalah sistem kekebalan yang telah kita miliki sejak lahir. Leukosit berguna sebagai sistem pertahanan tubuh dalam melawan mikroorganisme seperti virus, bakteri, dan parasit. Mikroorganisme itu bisa menyerang pada bagian mulut, membran yang melapisi mata, kulit, saluran kemih, saluran nafas, saluran cerna, dan mampu menyebabkan penyakit serius bila menyerang jaringan-jaringan yang lebih dalam. Selain itu, kita secara intermiten terpapar

bakteri dan virus lain yang sangat virulen disamping normalnya terdapat dalam tubuh kita dan dapat menyebabkan penyakit mematikan seperti pneumonia, infeksi streptokokus, dan demam tifoid. Hal tersebut mampu dihindari bila dalam tubuh memiliki sistem pertahanan tubuh yang bagus dan kuat. Leukosit mempunyai inti sel dan bermacam-macam bentuk inti selnya. Jenis-jenis leukosit terdiri dari neutrofil, basofil, eosinofil, monosit, dan limfosit. Kelima jenis leukosit tersebut dapat mengalami peningkatan (leukositosis) atau penurunan (leukopenia) disebabkan karena adanya infeksi (Ariami dkk, 2015)

Melalui berolahraga sistem kekebalan tubuh akan bersirkulasi dengan lebih cepat di dalam tubuh dan kemungkinan juga ada dorongan sementara di dalam produksi makrofag yaitu sel-sel yang menyerang bakteri. Jumlah leukosit mungkin meningkat setelah sesi latihan, dan mungkin tetap meningkat dalam periode yang lama (sampai 24 jam) setelah beberapa tipe latihan. Besarnya leukositosis berkaitan langsung dengan intensitas latihan dan durasi, berbanding terbalik dengan tingkat kebugaran. Meningkatnya jumlah leukosit lebih utama pada peningkatan neutrofil dan lebih luas lagi jumlah limfosit walaupun jumlah monosit juga meningkat (MacKinnon, 1993).

Monosit merupakan salah satu leukosit yang berperan dalam proses inflamasi (Jajtner et al., 2014). Jumlah monosit dalam tubuh sekitar 6% dari jumlah total leukosit. Leukosit berperan unik dalam sistem imun, memiliki inti yang berbentuk seperti ginjal dan tidak bergranul (Hiremath, 2010). Monosit akan berubah menjadi makrofag saat dewasa, perubahan akan terjadi saat terjadi infeksi yang membuat monosit berpindah dari pembuluh darah ke dalam jaringan (Fachrudin, 2013). Monosit memiliki enzim yang dapat membantu proses fagosit, runtuh sel jaringan dari reaksi peradangan yang kronik. Monosit atau makrofag memiliki kemampuan fagositosis yang lebih dari neutrofil. Monosit atau makrofag mampu memfagosit 100 sel bakteri (Davis et al., 2008)

Telah banyak penelitian tentang hubungan aktivitas fisik dengan perubahan kadar leukosit. Mayoritas penelitian menunjukkan

terjadi perubahan jumlah leukosit secara cepat. Terdapat berbagai macam terapi yang dapat dilakukan untuk mengembalikan jumlah leukosit ke jumlah dalam kondisi normal. Terapi tersebut antara lain pemberian suplemen, massage dan terapi foam rolling.

Terapi *foam rolling* adalah salah satu terapi yang dapat mengurangi DOMS (Cheung et al., 2014). *Foam rolling* adalah terapi yang mengadopsi bentuk terapi *self-myofascial release* (SMR) (Su et al., 2016). SMR adalah Teknik terapi yang bertujuan untuk memelihara dan memperbaiki jaringan lunak yang rusak. Jaringan otot yang dimaksud adalah otot. SMR merupakan sebuah terapi yang bersifat individu yang dapat dilakukan sendiri tanpa melibatkan tenaga ahli (Su et al., 2016).

Foam rolling merupakan sebuah terapi yang menggunakan alat bernama *foam roller*. *Foam roller* adalah busa yang berbentuk silinder. Penggunaan *foam roller* yaitu dengan memberikan tekanan pada titik yang dapat membantu *recovery* otot dan mengembalikan fungsi otot hingga keadaan normal (Gojali, 2018). *Foam roller* terdiri dari beberapa macam densitas serta tekstur permukaan. Namun, (S. Cheatham & Stull, 2018) menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan efek terapeutik dari tiga jenis densitas yang berbeda terhadap *range of motion* (ROM) dan *preassure pain threshold* (PPT) pasca intervensi dalam penelitiannya. *Foam roller* memiliki permukaan berjenis *smooth*, *grid*, dan *multilevel*. Permukaan yang bertekstur gerigi lebih efektif dalam menghasilkan efek mekanis dan efek umum *neurofisiologis* karena adanya deformasi pada otot (S. Cheatham & Stull, 2018).

Era modern ini *foam roller* kian sering digunakan untuk pemulihan oleh para pelatih dan para terapis secara klinis (Kratchman, 2016). Tutorial yang beredar di YouTube, artikel, dan majalah membuat *foam roller* menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi nyeri akibat olahraga dan *recovery*. Penggunaan yang sederhana dan biaya yang murah membuat *foam roller* digunakan di masyarakat. *Foam rolling* sebagai terapi dapat dilakukan oleh atlet, pelatih serta seluruh elemen masyarakat. Penggunaan *foam rolling* dapat meningkatkan *range of motion* (ROM) dan mengurangi nyeri

otot tanpa mengurangi kinerja otot (Mohr et al., 2014). Hal tersebut semakin memperkuat alasan *foam rolling* semakin dipilih masyarakat untuk mengembalikan fungsi otot yang bermasalah.

Foam rolling sebagai terapi dapat dilakukan sebelum atau sesudah latihan. Penggunaan *foam roller* sebelum latihan adalah sebagai *warming up*. *Warming up* bertujuan untuk menyiapkan tubuh secara fisik dan psikis untuk menerima beban yang lebih ketika latihan. Penggunaan *foam rolling* efektif meningkatkan ROM apabila dikombinasikan dengan pemanasan statis (Kratchman, 2016). Penggunaan *foam rolling* efektif dengan 3-4 kali penggulungan dalam 1 menit, kemudian istirahat selama 30 detik dan diulangi titik nyeri yang lain (Graham et al., 2013). Setelah melakukan terapi *foam rolling* dilanjut dengan pemanasan statis untuk mengurangi nyeri dan *recovery* otot. Rasa nyeri akan timbul ketika terlalu cepat pengulangan saat menggunakan *foam roller*. Hal tersebut dapat mengurangi kinerja *foam roller* dalam *recovery* (Kratchman, 2016).

Foam roller mampu mencegah peningkatan jumlah leukosit akibat aktivitas fisik. Hal tersebut telah diteliti oleh Nandaru pada tahun 2020. *Foam roller* diaplikasikan setelah melakukan aktivitas lari sejauh 10 km. Penggunaan *foam roller* konstan dilakukan setelah lari 10 km. Pada hari kedua dan ketiga menunjukkan hasil penurunan jumlah leukosit. Penggunaan *foam roller* pada penelitian ini mampu meningkatkan ROM dan mempercepat *recovery* pascalari 10 km.

Foam Rolling dan Uric Acid (mg/dL)

Selain kreatin kinase, leukosit dan monosit, laktat darah, olahraga juga dapat mempengaruhi keseimbangan kadar radikal bebas dalam tubuh. Radikal bebas merupakan atom atau molekul elektron yang tidak memiliki pasangan dan mampu berdiri sendiri. Radikal bebas berupa oksigen dan turunannya sangat reaktif merupakan pengertian *reactive oxygen species* (ROS) sehingga ROS dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh, molekul protein, dan DNA. Oleh karena itu, ROS memiliki satu atau lebih atom yang tidak berpasangan dan bersifat reaktif. Proses terbentuknya radikal bebas

dimulai dengan molekul elektron yang tidak memiliki pasangan kemudian mencoba untuk mengambil elektron lain yang berada disekitarnya. Proses tersebut dinamakan dengan proses oksidasi yang kemudian membentuk sebuah molekul radikal bebas baru.

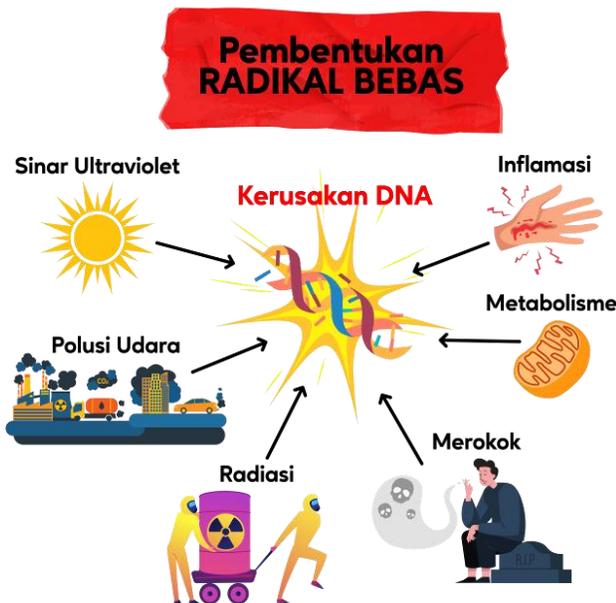
Proses tersebut jika terus-menerus berlangsung akan terbentuk sebuah rantai sel yang berpotensi menghancurkan ribuan molekul lain. Radikal bebas dapat terbentuk sebagai hasil metabolisme dalam tubuh ataupun memang sengaja dibentuk untuk menetralisasi virus dan bakteri di sistem imunitas tubuh manusia. Radikal bebas terbentuk oleh banyak mekanisme terutama mekanisme glukosa. Dalam kondisi stres pada lingkungan tertentu di dalam tubuh akibat kenaikan level gula darah maka level ROS akan meningkat dan justru dapat menyebabkan kerusakan struktural dalam sel.

Sebenarnya ROS sudah ada dalam tubuh manusia dan memiliki dampak positif dan negatif bergantung dari tinggi rendahnya kadar ROS. Jika dalam keadaan rendah sampai dengan sedang, ROS dapat menjadi imunitas dalam tubuh. Namun, jika kadarnya dalam keadaan tinggi ROS dapat menjadi dampak negatif karena dapat menyebabkan adanya stres oksidatif. Stres oksidatif merupakan suatu keadaan yang terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara produksi ROS yang berlebihan dalam tubuh dengan sistem pertahanan antioksidan dalam tubuh, disfungsi mitokondria, dan gangguan sistem antioksidan.

Terdapat dua sumber ROS yaitu sumber endogen dan eksogen. Sumber endogen yaitu dihasilkan dari metabolisme dalam tubuh (mitokondria, peroksisom, retikulum endoplasma, dan sel fagosit). Namun, terdapat sumber endogen lainnya yaitu dihasilkan dari sintesis prostaglandin, autoksidasi adrenalin, aktivitas sel imun, peradangan, tekanan mental, aktivitas fisik atau olahraga yang berlebihan, olahraga dibawah terik matahari langsung, infeksi, kanker, penuaan, dan iskemia. Sumber eksogen yaitu polusi, alkohol, asap rokok, pestisida, obat-obatan tertentu seperti halotan, parasetamol, dan makanan jeroan.

Sebenarnya radikal bebas sangat rentan sekali karena kadarnya mudah naik dan mudah turun, lalu akan meningkat kadarnya ketika

melakukan aktivitas fisik. Aktivitas fisik dibedakan menjadi dua yaitu aktivitas fisik sehari-hari atau *daily activity* dan aktivitas fisik yang dilakukan karena *exercise* atau latihan. Aktivitas fisik sehari-hari, contohnya seperti membersihkan rumah, aktivitas fisik di rumah, dan di tempat kerja. Sedangkan aktivitas fisik yang dilakukan secara *exercise* atau latihan yaitu seperti latihan fisik yang tergolong dalam olahraga tertentu, seperti sepak bola, *jogging*, bersepeda, *gym*, dan *work out*. Aktivitas fisik memiliki pengaruh terhadap stres oksidatif dan mempunyai dua respons yaitu respons kronik dan respons akut. Pada respons kronik, aktivitas secara teratur dapat meningkatkan antioksidan dalam tubuh dan berdampak pada penurunan stres oksidatif, sedangkan pada respons akut, aktivitas fisik dapat meningkatkan produksi kadar ROS dalam tubuh dan dapat menimbulkan adanya stres aktivitas fisik. Pada respons akut dibagi menjadi dua yaitu aktivitas aerobik dan aktivitas fisik anaerobik. Saat aktivitas aerobik ROS mengalami peningkatan karena metabolisme aerobik yang meningkat.

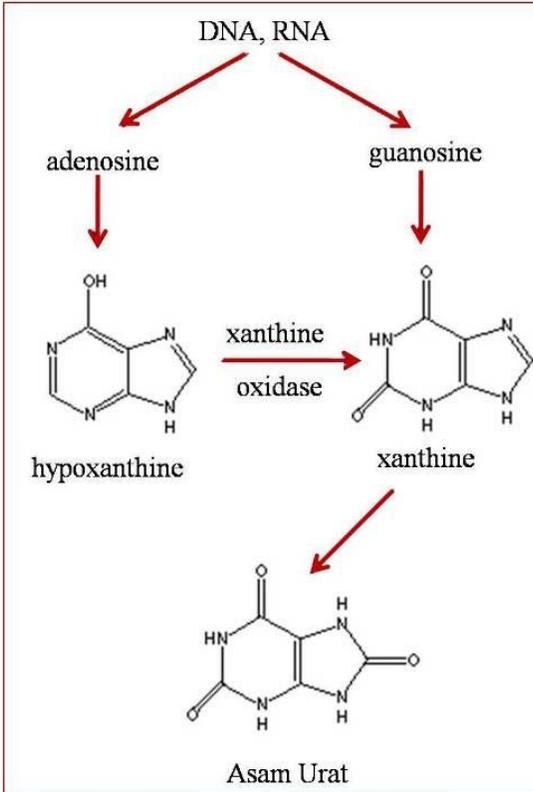


Gambar 7.5 Beberapa Sumber Radikal Bebas

Aktivitas fisik aerobik dibagi menjadi dua mekanisme dalam 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 berisiko merusak jaringan. Mekanisme yang kedua saat melakukan aktivitas fisik tubuh otot membutuhkan banyak oksigen sehingga menyebabkan organ lain seperti hati dan ginjal mengalami hipoksia. Pada proses hipoksia tersebut pemecahan awal glikogen oleh glikolisis anaerob mitokondria menghasilkan dua molekul *adenosin trifosfat* (ATP) kemudian ATP secara berurutan dipecah menjadi *adenosin difosfat* (ADP). Selanjutnya, diubah menjadi *adenosin monofosfat* (AMP) dan *inosin monofosfat* (IMP), lalu diubah menjadi hipoksantin. Kemudian hipoksantin dimetabolisme menjadi xanthine, sedangkan guanoxan dimetabolisme menjadi xanthine, lalu dengan bantuan enzim xanthin oksidase dimetabolisme menjadi *uric acid*. Dalam proses tersebut enzim xanthin oksidase menjadi sangat vital perannya dalam meatabolisme hipoxantin menjadi xanthin, kemudian menjadi *uric acid*, lalu sekitar dua pertiga asam urat yang sudah terbentuk di dalam tubuh secara alami akan dikeluarkan bersama urin melalui ginjal.

Uric acid merupakan produk akhir dari purin, sedangkan purin adalah zat alami yang berada di dalam sel termasuk dalam tumbuhan maupun hewan di sekitar kita, contohnya sayur-sayuran, buah-buahan, dan daging. Makanan yang mengandung tinggi purin contohnya *seafood*, daging merah, jeroan, kacang-kacangan, coklat, dan minuman beralkohol. Purin yang masuk ke dalam tubuh manusia akan dimetabolisme menjadi asam urat atau *uric acid*. Sebenarnya asam urat berperan sebagai zat antioksidan dalam tubuh manusia yang berguna untuk melindungi lapisan pembuuh darah. Namun, apabila jumlah asam urat terlalu tinggi menyebabkan risiko terkena penyakit *gout* atau asam urat tinggi, akibat dari mengkonsumsi makanan dengan kandungan purin yang tinggi. Asam urat yang

menumpuk menjadi kristal di persendian, kristal tersebut bersifat keras sehingga dapat mengikis jaringan lunak atau tulang rawan sendi dan dapat menyebabkan adanya radang sendi yang menyiksa akibat dari penumpukan asam urat.



Gambar 7.6 Mekanisme Pembentukan Purin Menjadi *Uric Acid* (disadur dari <https://bit.ly/33lFmlA>).

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. Selain itu, kadar *uric acid* merupakan salah satu antioksidan endogen di dalam tubuh manusia. Penelitian terdahulu mengatakan bahwa saat olahraga, peningkatan ditandai dengan peningkatan kapasitas total antioksidan dan peningkatan stres oksidatif dalam darah. Selain itu, saat berolahraga antioksidan dalam tubuh lainnya ikut meningkat,

seperti vitamin E dan vitamin C. Namun, kenaikan kadar *uric acid* tersebut disebabkan karena kerusakan ATP yang diinduksi oleh latihan, serta aktivasi xantin oksidase yang terbentuk selain O_2 .



Gambar 7.7 Penumpukan *Uric Acid* yang Terlalu Tinggi (*gout*) pada Salah Satu Sendi (disadur dari <https://bit.ly/2Voqep2>).

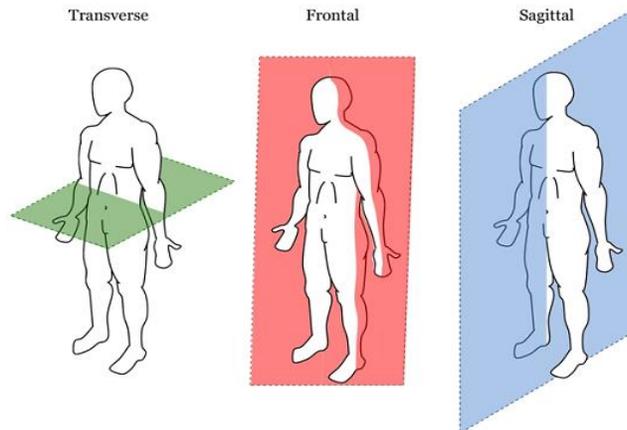
Salah satu penelitian membuktikan bahwa latihan berat dan tergolong dalam aktivitas aerobik mampu meningkatkan kadar ROS dan *uric acid*. Peningkatan tersebut terjadi pada 90 menit setelah latihan dan kemudian turun 120 menit setelah latihan. Kenaikan tersebut dikarenakan 90 menit merupakan durasi minimal dari respons akut setelah latihan, sedangkan 120 menit merupakan durasi akhir dari respons akut. Suhu panas disekitar juga dapat menyebabkan kenaikan kadar *uric acid* karena induksi dari hipertermia dan dehidrasi yang meliputi hipoalemia dan hiperurisemia. Selain itu, penyebab turunnya kadar *uric acid* yang merupakan antioksidan terkuat dari serum manusia, mencegah inaktivasi oksidatif enzim endotel dan menjaga kemampuan endotelium untuk memediasi dilatasi vaskular dalam menghadapi stres oksidatif. Kadar *uric acid* dapat turun ketika aktivitas fisik dilakukan secara teratur dengan intensitas sedang karena eksposisi struktur jaringan yang lebih rendah terhadap oksidan endogen.

Mengurangi konsumsi makanan yang tinggi purin juga dapat menurunkan kadar *uric acid*.

Setelah 24 jam melakukan latihan, kadar asam urat naik karena terjadi kerusakan pada ATP yang diinduksi oleh latihan serta aktivitas xantin oksidasi yang terbentuk. Selain O₂, kenaikan *uric acid* juga karena mekanisme fisiologis untuk menangkal peningkatan produksi radikal bebas dengan olahraga. Inflamasi merupakan salah satu penyebab tambahnya produksi ROS dan *uric acid*. Inflamasi terjadi setelah latihan dan terjadi pada otot, itu akan menimbulkan rasa nyeri ringan atau rasa yang tidak nyaman untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Solusi untuk mempercepat proses pemulihan diberikan *treatment foam rolling* yang mampu menurunkan rasa nyeri atau kurang nyaman. Akan tetapi, tidak dengan kadar *uric acid* karena setelah diberi *treatment foam rolling* kadarnya tidak turun, bahkan naik pada 24 jam setelah latihan. Jadi, *foam rolling* memiliki manfaat untuk menurunkan rasa nyeri akibat latihan berat dan *treatment foam rolling* yang dilakukan sekali belum mampu menurunkan kadar *uric acid* yang disebabkan oleh latihan berat.

Foam Rolling dan Range of Motion (°)

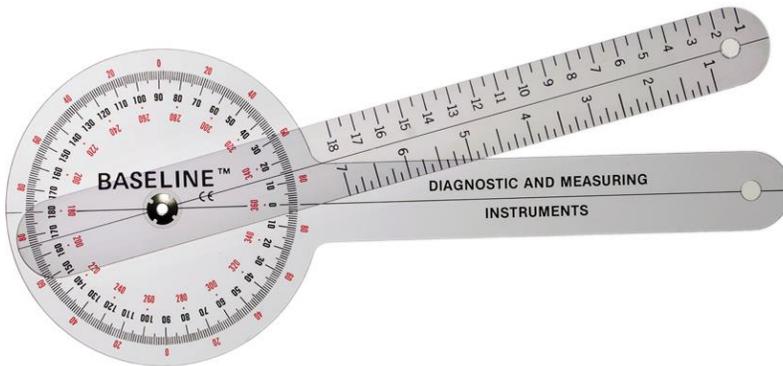
ROM digunakan sebagai dasar untuk menetapkan adanya kelainan batas gerakan sendi abnormalitas. Posisi awal untuk mengukur ROM adalah posisi anatomis, kecuali gerakan rotasi. ROM dipengaruhi oleh otot rangka, yaitu di mana otot tersebut dapat memendek atau memanjang secara penuh atau tidak. Ada tiga bidang gerak yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi ROM, yaitu: Transversal (bidang horisontal yang membagi tubuh ke bagian atas dan bawah), Frontal (melewati tubuh dari sisi ke sisi dan membagi tubuh depan dan belakang), dan Sagital (bidang yang melewati tubuh dari depan ke belakang).



Gambar 7.8 Tiga Bidang Gerak (disadur dari <https://bit.ly/2J952Le>).

ROM dibedakan menjadi dua jenis yaitu ROM aktif dan pasif. ROM aktif adalah latihan yang diberikan kepada seseorang yang mengalami kelemahan otot baik pada otot lengan maupun otot kaki, berupa latihan pada tulang maupun sendi dan tidak dapat melakukannya sendiri sehingga memerlukan bantuan orang lain atau tenaga ahli untuk melakukan gerakan. Cara melakukan ROM aktif: 1) menjelaskan yang akan dilakukan dan tujuan kegiatan tersebut; dan 2) anjurkan pasien selama latihan bernafas normal.

ROM pasif adalah latihan ROM yang dilakukan sendiri oleh seorang tanpa bantuan orang lain atau tenaga ahli dari setiap gerakan yang dilakukan. Indikasi ROM aktif adalah seseorang mampu melakukan gerakan ROM sendi dengan sendiri dan kooperatif. Cara melakukan ROM pasif: 1) memberi pengetahuan pasien akan tindakan yang dilakukan dan area yang akan digerakkan; 2) jaga privasi pasien; 3) atur pakaian yang menyebabkan hambatan untuk bergerak; 4) mengangkat selimut apabila diperlukan; 5) menganjurkan pasien berbaring dengan posisi yang nyaman; dan 6) lakukan latihan ROM.



Gambar 7.9 Goniometer (disadur dari <https://bit.ly/3m2WYtH>).

Instrumen/alat yang digunakan untuk mengukur ROM disebut Goniometer. Goniometer dapat digunakan untuk menentukan posisi sendi yang tepat dan jumlah total dari gerakan yang dapat dilakukan oleh sendi. Goniometer merupakan alat yang penting dari keseluruhan evaluasi sendi yang meliputi jaringan lunak. Dalam pengukuran ROM, ada tiga sistem pencatatan yang bisa digunakan yaitu: 1) sistem 0 – 180 derajat; 2) sistem 180 – 0 derajat; dan 3) sistem 360 derajat. Dengan sistem pencatatan 0 – 180 derajat, dalam posisi anatomis, sendi ekstremitas atas dan bawah untuk gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi. Posisi tubuh di mana sendi ekstremitas berada pada pertengahan antara medial (internal) dan lateral (eksternal) rotasi adalah 0 derajat untuk untuk ROM rotasi. ROM dimulai pada 0 derajat dan bergerak menuju 180 derajat.

Kekuatan otot dapat dipertahankan dengan melakukan latihan rentang gerak sendi atau *Range of Motion* (ROM). Latihan ROM yaitu latihan yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki suatu tingkat kesempurnaan kemampuan menggerakkan sendi secara normal dan lengkap untuk meningkatkan massa otot. Latihan ROM (fleksibilitas) yang dilakukan pada latihan fisik dapat meningkatkan panjang dan elastisitas otot dan jaringan sekitar sendi. Semakin elastis otot maka kemampuan sendi untuk melakukan gerak maksimal akan menjadi lebih baik dan mampu menunjang kegiatan yang akan dilakukan, baik latihan yang sudah terprogram ataupun sebatas melakukan aktivitas sehari-hari. Latihan ROM dapat

dilakukan melalui terapi latihan. Terapi latihan adalah latihan fleksibilitas, kekuatan, dan daya tahan otot yang ditujukan untuk meningkatkan ROM, kekuatan, dan daya tahan pada daerah ekstermitas bawah dan ekstermitas atas. Terapi latihan adalah salah satu metode fisioterapi dengan menggunakan gerakan tubuh, baik secara aktif maupun pasif untuk pemeliharaan dan perbaikan kekuatan, ketahanan, kemampuan kardiovaskuler, mobilitas, fleksibilitas, stabilitas, rileksasi, koordinasi, keseimbangan, dan kemampuan fungsional. Jenis *Range of Motion* (ROM) aktif merupakan salah satu bentuk latihan yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki tingkat kemampuan pergerakan sendi secara normal untuk meningkatkan massa otot. Adapun gerakan ROM aktif yang dilakukan adalah fleksi, ekstensi, hiperektensi, rotasi, sirkumsisi, supinasi, pronasi, abduksi, adduksi, dan oposisi.

Latihan ROM dapat dilakukan menggunakan alat *foam roller*. *Foam roller* adalah alat pemulihan yang digunakan setelah melakukan aktivitas fisik dan latihan untuk memperbaiki ketidakseimbangan otot, mengurangi nyeri otot, mengurangi *joint stress*, efisiensi neuromuskular, dan meningkatkan *range of motion*. *Foam roller* adalah sebuah alat berbentuk busa padat berbentuk silindris yang biasa digunakan untuk pijat melalui diri sendiri dengan menggunakan beban berat tubuh sendiri.

Popularitas *foam roller* setiap tahun semakin meningkat, karena banyak penelitian yang membahas terkait penggunaan alat ini sebagai bentuk pijat secara manual. Alat ini dapat digunakan sebagai sarana membantu seorang atlet maupun orang yang bukan atlet untuk merawat bahkan mengobati otot yang sedang mengalami kekakuan atau cedera akibat olahraga seperti DOMS. Pada beberapa *study* mengatakan bahwa *foam roller* mampu menurunkan rasa DOMS yang terjadi akibat latihan yang berlebihan. *Foam rolling* dapat digunakan untuk pemulihan setelah latihan. *Foam rolling* mampu mengurangi nyeri otot (DOMS) ketika dilakukan setelah latihan (Pearcey et al., 2015). Beberapa olahraga tertentu, *foam roller* digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan pemanasan sebelum latihan dan

pendinginan. Diketahui alat ini sangat praktis untuk digunakan dalam menunjang performa agar lebih baik.

Berdasarkan penelitian terbaru mengenai pengaruh *foam roller* terhadap ROM, telah membuktikan bahwa *foam rolling* sebagai *recovery* aktif mampu meningkatkan *Range of Motion* (ROM) pada laki-laki muda terlatih di waktu 48 jam dan 72 jam setelah melakukan aktivitas lari 10 km. Adapun klasifikasi gerak yang diukur adalah fleksi, ekstensi, adduksi, abduksi, endorotasi, dan eksorotasi. Melihat dari beberapa penelitian yang sudah ada, maka penggunaan *foam roller* sangat disarankan untuk semua cabang olahraga, karena hampir semua cabang olahraga membutuhkan sendi untuk melakukan kegiatan berolahraga. *Foam roller* mampu melancarkan peredaran darah dan membantu meningkatkan kesehatan. Hasil pembuangan dari sistem dalam tubuh yaitu laktat dapat menyebabkan kram pada otot dan berakibat fatal karena akan sangat mengganggu aktivitas dan menurunkan *range of motion* seseorang, baik atlet maupun bukan atlet. Selain itu, *foam roller* dapat membantu peningkatan sirkulasi darah dan suplai oksigen yang akan membantu mengubah asam laktat menjadi energi.

Anjuran & Larangan dalam *Foam Rolling*

Saat ini sudah banyak metode dalam mempercepat pemulihan maupun rehabilitasi fisik. Metode terapi sudah mengalami perkembangan secara masif sehingga lebih efisien dan efektif pada penerapannya. Setiap metode terapi mempunyai tujuan dan fungsinya masing-masing dengan alat yang sudah mengalami modifikasi sehingga menghasilkan efek terapeutik berbeda-beda, salah satu contohnya adalah *foam roller*.

Foam roller adalah salah satu media terapi fisik yang saat ini sudah banyak tersedia dan digunakan pada beberapa mega *gym*. Selain itu, *foam roller* dapat ditemukan di studio Pilates. *Foam roller* dapat dipelajari penggunaannya oleh siapapun dan di manapun dengan kondisi dan tempat yang memungkinkan. Berikut adalah *link* YouTube video tutorial penggunaan *foam roller* dari hasil penelitian kami terutama untuk target otot ekstremitas bawah yang terlibat dalam gerakan lari (<https://www.youtube.com/watch?v=Erv4KJXtsj4>).

Penggunaan *foam roller* pada umumnya menggunakan beban tubuh untuk memberikan daya tekan pada otot tertentu yang menjadi tujuan terapi fisik. Efek seperti pijatan pada jaringan lunak yang diterapkan pada pengguliran *foam roller* (*foam rolling*), menciptakan mekanisme pelepasan yang biasanya disebut dengan *Self-Myofascial Release* (SMR). Melakukan pemanasan dan pendinginan setelah usai latihan menggunakan *foam roller* cukup

selama 10-15 menit. Melakukan *foam rolling* dan terapi *self-myofascial release* sebagai bagian dari pemanasan dapat membantu memperbaiki mekanik yang salah dan mempersiapkan otot sehingga dapat menambah rentang gerak yang lebih baik selama latihan dan mengurangi risiko cedera, sedangkan pendinginan akan mempercepat waktu pemulihan dan menurunkan risiko cedera setelah latihan.

Dalam tubuh manusia, otot memiliki struktur yang sangat kompleks. Namun, secara sederhana otot terdiri atas serat-serat yang menjadi satu bundel kemudian dibungkus oleh lapisan yang dinamakan fascia. Ketika otot berfungsi secara normal, serat dan fascia akan meluncur (memendek dan memanjang) secara berdampingan tanpa harus kaku dan lengket. Disfungsi adalah kelainan atau kejanggalan yang terjadi diluar dari fungsi normalnya. Disfungsi pada beberapa bagian tubuh adalah hal yang mungkin terjadi, terutama pada otot yang memiliki kerja sangat aktif ketika bergerak.

Adhesi adalah sebuah disfungsi pada otot yang disebabkan oleh ikatan antara otot dan fascia yang menciptakan simpul berserat. Adhesi pada otot dapat menimbulkan kekakuan nyeri, sakit yang menimbulkan rasa tidak nyaman dan mungkin berlangsung selama berhari-hari. Adhesi dapat ditimbulkan karena aktivitas atau gerakan yang berulang, latihan yang intens dan berat serta imobilitas gerak dalam jangka waktu yang lama. Para praktisi biasa menyebut adhesi pada jaringan lunak sebagai *trigger points*, *hot spots*, dan *knots*. Gangguan yang berkaitan dengan *muscle knot/trigger point*, adhesi, dan tendonitis membuat mobilitas kita dapat terganggu sehingga menjaga jaringan ikat dan otot tetap terhidrasi dan lentur itu sangat penting.

Foam rolling memberikan manfaat yang baik sebagai media terapi fisik. Namun, beberapa kasus di luar penggunaannya sebagai media yang digunakan pada rutinitas pemanasan dan pendinginan. *Foam roller* tidak boleh sering digunakan karena dapat menyebabkan peningkatan kerusakan struktur otot dan menyebabkan cedera. *Foam*

rolling sebagai media terapi fisik untuk memberikan waktu pada otot agar sembuh.

Ada beberapa orang yang berpendapat untuk tidak melakukan *foam rolling*. Namun, berdasarkan pengalaman pribadi orang-orang yang telah melakukan *foam rolling*, mendapat perbedaan besar dan sangat membantu. Sebelum menjadikan *foam rolling* sebagai rutinitas latihan dan peregangan, sangat penting untuk memahami faktor risiko sebelum memulainya. Perlu berkonsultasi dengan dokter dan terapis jika memang tidak yakin dalam menggunakan *foam roller* sebagai media terapi. Beberapa orang memang memiliki peringatan khusus bahkan pantangan dalam menggunakan *foam roller*.

Secara umum jika seseorang dalam keadaan sehat dan bugar akan baik-baik saja ketika melakukan *foam rolling*. Namun, bila perlu konsultasikanlah dengan dokter terapis ataupun orang yang lebih berpengalaman sebelum menerapkan *foam rolling* sebagai terapi maupun rutinitas pemanasan dan pendinginan. Supaya mendapatkan hasil terbaik dari penggunaan *foam roller* dapat dikombinasikan dengan peregangan dinamis (sebelum latihan) dan peregangan statis (setelah latihan).

Anjuran Penggunaan *Foam Roller*

Foam roller memiliki berbagai manfaat dalam meredakan nyeri otot, melancarkan peredaran darah, meningkatkan fleksibilitas, meningkatkan performa atletik, memperbaiki postur tubuh, dan menurunkan waktu pemulihan. *Foam roller* banyak direkomendasikan oleh berbagai instruktur kebugaran dan pelatih sebagai media yang membantu program latihan. *Foam roller* dapat digunakan secara rutin biasanya sekitar 10-15 menit waktu yang dibutuhkan. Untuk menstimulasi otot, gulungkanlah *foam roller* dengan perlahan sekitar 2-3 detik setiap satu arah pada satu bagian kelompok otot. Atur pola bernapas dan berkonsentrasi ketika menggulungkan agar tidak tergesa-gesa dan agresif.

Foam rolling dapat dilakukan kapan saja diluar rutinitas latihan pada pemanasan dan pendinginan. *Foam rolling* berguna untuk pemeliharaan mobilitas, fleksibilitas serta upaya pencegahan cedera pada masyarakat umum dan dapat dilakukan setiap hari. Namun, jika baru mencoba memulai *foam rolling* gunakanlah *foam rolling* dengan densitas yang lembut dan halus demi menghindari risiko terjadinya cedera. *Foam rolling* yang digunakan sebagai rutinitas pemanasan bertujuan untuk meningkatkan pasokan oksigen, mempersiapkan tubuh terutama otot, dan meningkatkan peredaran darah ke otak agar bisa lebih fokus pada latihan. Penggunaan *foam roller* untuk pendinginan mampu mengurangi waktu yang diperlukan untuk pemulihan dan membantu melancarkan peredaran darah yang membawa sampah-sampah metabolisme.

Perlu diketahui bahwa saat menggunakan *foam roller*, semua otot tidak dapat diberikan terapi. Terapi tersebut biasanya hanya menysasar kelompok otot besar saja seperti: *triceps surae*, *hamstring*, *glutes*, *quadriceps femoris*, *tibialis anterior*, dan *latissimus dorsi*. Memilih tipe dan jenis *foam roller* serta teknik SMR yang benar dapat membantu anda dalam mendapatkan hasil yang terbaik. Ada beberapa cara untuk mengetahui area yang dapat menjadi target *foam rolling*, berikut penjabarannya:

- 1) gunakan jari untuk mencari titik picu (*trigger point*) dan adhesi (palpasi);
- 2) menemukan area yang terasa nyeri saat menggulirkan *foam roller*;
- 3) kelompok otot yang dirasa kaku; dan
- 4) menggunakan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) untuk melihat adhesi pada otot.

Melakukan *foam rolling* secara agresif dan tidak hati-hati dapat menimbulkan rasa sakit, memar, dan kerusakan pada pembuluh darah. Lakukanlah sesuai panduan, bahkan jika perlu dilakukan dengan pengawasan terapi fisik yang sudah terlatih. Menerapkan SMR khususnya *foam roller* dengan agresif adalah ide buruk bagi beberapa orang. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu: pastikan ada jeda waktu dalam melakukan *foam rolling* (minimal 24

jam); jangan terlalu lama melakukan *foam rolling* pada otot tertentu setidaknya selama 30-60 detik; jika timbul rasa yang sangat sakit, segera hentikan *foam rolling*. Rasa sakit saat melakukan *foam rolling* bisa saja menjadi tanda cedera, periksakan ke dokter maupun terapis jika area yang terasa sakit tidak kunjung mereda.

Simpulan yang bisa diambil dari larangan dan anjuran penggunaan *foam roller* adalah yang terpenting Anda tahu kondisi Anda sepenuhnya sebelum menggunakan media terapi tersebut. Kesalahan umum yang biasanya terjadi adalah ketika seseorang terlalu agresif dalam menggulirkan *foam roller* pada bagian otot tertentu, padahal sebenarnya ada kontraindikasi yang mereka rasakan. Cobalah merasakan guliran ketika menggunakan *foam roller*, fokus pada saat menggulirkan akan memaksimalkan hasil yang akan didapat. Jika penggunaan *foam roller* tidak kunjung meredakan nyeri dan mungkin menjadi lebih merasakan nyeri maka cobalah mengganti *foam roller* ke densitas yang lebih lembut dan halus atau bahkan hentikan penggunaan tersebut untuk beberapa hari. Setiap media terapi akan maksimal hasilnya jika tepat pada penggunaanya.

Larangan Penggunaan *Foam Roller*

Foam rolling adalah terapi yang kerap digunakan untuk meringankan nyeri otot yang terjadi beberapa waktu setelah latihan dan membantu mempercepat pemulihan. Selain itu, masih banyak manfaat seperti meningkatkan ruang gerak sendi (*range of motion*), menurunkan biomarker (laktat darah, *creatine kinase*, leukosit, monosit dan *uric acid*). Instruktur kebugaran, pelatih hingga terapis dapat menganjurkan penggunaan *foam roller* pada saat *warming-up* dan *cooling-down*. *Foam rolling* membantu mempersiapkan otot untuk menjalani sesi latihan dan dapat melancarkan sistem aliran darah ketika pada waktu pemulihan. Namun, pada orang-orang dengan kondisi tertentu penggunaan *foam roller* tidak disarankan untuk dilakukan. Berikut adalah kondisi-kondisi yang tidak disarankan:

Cedera Otot



Cedera Baru/Luka Luar

Rasa sakit yang timbul saat terjadi cedera ataupun luka mungkin tidak tertahankan bagi sebagian orang. Adanya kerusakan struktur otot saat terjadi cedera ataupun luka akan berdampak buruk bagi seseorang. Keterbatasan gerak sebagai dampak negatif cedera dan luka sangat mengganggu rutinitas harian. Dibutuhkan beberapa waktu untuk beristirahat dan memulihkan bagi tubuh. Imunitas tubuh akan membantu dalam proses pemulihan cedera dan luka.

Foam rolling sebenarnya dapat membantu proses pemulihan cedera dan luka jika waktu penggunaannya tepat dan sesuai dengan prosedur pemakaian. *Foam rolling* dapat melancarkan sistem aliran peredaran darah, mampu membuat otot lebih rileks, dan menghilangkan adhesi pada otot dan jaringan ikat (*fascia*) sehingga menciptakan mobilitas yang lebih baik, membantu pemulihan, dan meningkatkan performa. Selain itu, *foam rolling* disarankan oleh beberapa instruktur kebugaran dan pelatih sebagai rutinitas pemanasan (*Dynamic Warming-Up*) dan pendinginan (*Active Recovery*).

Menerapkan *foam rolling* langsung pada cedera yang baru terjadi dan luka luar akan memperparah kondisi seseorang. Cedera yang dimaksud disini adalah cedera dengan tingkat II dan III karena cedera tingkat II dan III terdapat sobekan parsial dan total, sehingga *foam rolling* ini sangat tidak disarankan pada kondisi tersebut. Kondisi otot yang terdapat robekan parsial dan total tidak dapat diterapkan *foam rolling* karena akan meningkatkan peradangan. Begitu pula pada luka luar khususnya yang berkaitan dengan luka sobek.

Terlalu lama dan terlalu cepat dalam menggulungkan *foam roller* juga berdampak tidak baik dalam pemulihan otot maupun dalam melancarkan peredaran darah. Lakukanlah dengan perlahan dan fokus sehingga hasil yang didapatkan maksimal. Menggulung dengan perlahan akan membantu untuk menghilangkan adhesi dan memberikan waktu pada otot untuk rileks dan beradaptasi dengan tekanan yang diberikan. Jika terlalu lama menggulungkan pada *muscle knots* dikhawatirkan akan merusak saraf dan otot yang dapat menimbulkan memar akibat beban tubuh yang terlalu berat.

Neuropati Perifer (Kesemutan)



Peripheral Neuropathy

Peripheral Neuropathy adalah gangguan yang terjadi akibat kerusakan pada saraf yaitu saraf tepi (perifer). Saraf perifer adalah jaringan saraf yang terdapat di luar otak dan sumsum tulang belakang. Kerusakan yang terjadi dapat mengganggu proses pengiriman sinyal antara sistem pusat dan sistem saraf tepi yang mengakibatkan tidak mampu dalam pengiriman sinyal ke otak. Kerusakan tersebut mengganggu fungsi normalnya dalam proses pengiriman sinyal sehingga neuropati perifer menjadi salah satu penyakit yang memberikan keterbatasan dalam beraktivitas sehari-hari.

Neuropati perifer dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti: diabetes; infeksi bakteri atau virus; penyakit autoimun; penyakit liver; gagal ginjal; kekurangan vitamin B₁, B₆, B₁₂, dan vitamin E. Gejala neuropati perifer dapat timbul dengan gejala yang bervariasi, gejala tersebut timbul bergantung pada saraf yang terkena gangguan neuropati. Gejala-gejala yang timbul: mononeuropati; neuropati motorik; neuropati sensorik; dan neuropati otonomik. Di antara gejala-gejala tersebut, tanda yang sering muncul ketika kambuh adalah mati rasa berupa kesemutan dan rasa menusuk di kaki, nyeri

yang tajam, rasa terbakar, berkedut, sensitif untuk disentuh, kelemahan otot hingga kondisi terparah berupa kelumpuhan jika saraf sensorik terpengaruh.

Penggunaan *foam roller* pada orang dengan gangguan saraf neuropati perifer tidak disarankan oleh ahli medis. *Foam rolling* dikhawatirkan akan menambah rasa sakit jika diaplikasikan dan memperburuk keadaan pasien tersebut. Orang dengan gangguan neuropati juga lebih sensitif terhadap sentuhan, sedangkan *foam rolling* menggunakan tekanan dari beban tubuh yang akan mengakibatkan kondisi yang ekstrem nantinya. Selain itu, pasien yang menderita penyakit tersebut memiliki keterbatasan mobilitas yang tinggi jika kambuh gejalanya.

Masa Kehamilan



Kehamilan

Ketika seseorang wanita berada pada masa kehamilan, berat badannya akan meningkat dan kemungkinan terjadinya rasa sakit pada *lower back*, pinggul, lutut, dan kaki. Bertambahnya berat badan yang dapat menimbulkan beberapa masalah baru sedikit masuk akal karena bertambahnya berat badan akan memberikan tekanan lebih pada tubuh terutama pada ekstremitas bawah. Menerapkan penggunaan *foam roller* selama kehamilan sebenarnya dapat membantu mengurangi retensi cairan. Retensi cairan biasanya terdapat di kaki, pergelangan kaki, dan tungkai yang terjadi selama trimester ketiga yang berlangsung dari minggu ke-28 hingga ke-40 usia kehamilan. *Foam roller* dapat digunakan hanya di beberapa bagian saja pada orang pada masa kehamilan seperti: bokong (*glutes*); paha belakang (*hamstring*); betis (*calves*); dan telapak kaki.

Mempertimbangkan beberapa hal dalam menggunakan *foam roller* saat masa kehamilan perlu dilakukan. Hal tersebut untuk mencegah hal yang tidak diinginkan. Meskipun *foam rolling* sudah

menjadi rutinitas Anda, tetapi disaat masa kehamilan memiliki kondisi yang jauh berbeda dibandingkan sebelum pada masa kehamilan. Maka dari itu, perlu mempertimbangkan hal-hal seperti; penentuan posisi, intensitas, dan tujuan Anda.

Dalam menentukan posisi, beberapa wanita pada masa kehamilannya mengalami nyeri punggung bawah (*lower back*) pada trimester ketiga sehingga lebih disarankan untuk memodifikasi gerakan dengan bersandar ke dinding untuk mengurangi tekanan pada janin serta tulang belakang. Coba diskusikan dengan dokter dan terapis terkait intensitas yang cocok, karena beberapa wanita ada yang berlatih secara teratur selama masa kehamilan dan ada yang baru mencobanya. Tujuan menjadi hal yang terpenting, jadi pertimbangkan tujuan Anda melakukan *foam rolling*. Tujuan melakukan *foam rolling* bukanlah untuk meningkatkan mobilitas. Namun, untuk fokus pada relaksasi dan memperlancar sirkulasi peredaran darah. Pada umumnya, selama kehamilan tubuh pada wanita akan mengeluarkan hormon relaxin yang tinggi daripada wanita yang tidak sedang dalam masa kehamilan. Hormon tersebut bertindak mengendurkan persendian di panggul yang bertujuan untuk mempersiapkan ketika melahirkan. Mobilitas yang berlebihan dapat menyebabkan perdarahan dan nyeri, *foam rolling* mungkin dapat memperburuk kondisi ketika wanita masuk pada masa kehamilan.

Diabetes

Tipe 1 & 2



Diabetes

Merupakan kondisi ketika tubuh tidak mampu memproses atau melakukan metabolisme glukosa dalam darah sehingga gula darah menjadi tinggi. Gula darah yang tinggi dapat merusak beberapa organ dan jaringan tubuh seperti; mata; ginjal, saraf, dan organ penting lainnya. Diabetes akan semakin buruk dan meningkatkan risiko terkena penyakit lain (komplikasi) jika pola hidup sehat tidak dijaga.

Pola atau gaya hidup yang sehat dan aktif akan menghindarkan dari risiko terkena penyakit diabetes dan penyakit lain seperti stroke dan penyakit jantung.

Penderita diabetes biasanya bermasalah dengan hormon insulin yang diproduksi di pankreas. Pankreas memproduksi dan melepaskan hormon untuk membantu tubuh menyimpan dan menggunakan gula dan lemak dari makanan yang dimakan. Hormon insulin mengatur jumlah glukosa dalam aliran darah diatur secara ketat. Dalam proses untuk menghasilkan energi, sel-sel membutuhkan bahan bakar berupa glukosa yang diangkut melalui aliran darah menuju sel-sel tubuh yang memerlukan glukosa. Diabetes mampu dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe 1 dan tipe 2.

Diabetes tipe 1 dapat terjadi secara tiba-tiba dan cenderung memburuk dengan cepat. Pada anak-anak dan dewasa muda cenderung untuk terkena diabetes tipe 1, tetapi dapat terjadi pada semua usia. Diabetes tipe 1 terjadi dikarenakan sistem kekebalan tubuh secara keliru menyerang sel beta pankreas yang memproduksi insulin. Sistem kekebalan yang menghancurkan sel-sel ini menyebabkan tubuh tidak dapat lagi membuat cukup insulin untuk mengatur kadar glukosa darah. Faktor risiko yang dapat mempengaruhi diabetes tipe 1 dapat berupa riwayat keluarga dengan diabetes tipe 1, gangguan genetik tertentu yang mempengaruhi fungsi insulin, kondisi medis *cystic fibrosis* atau *hemochromatosis*, dan paparan infeksi virus gondongan atau *rubella cytomegalovirus*.

Pada diabetes tipe 2, insulin yang dihasilkan oleh pankreas tidak dapat dipergunakan dengan baik dikarenakan sel-sel pada tubuh kurang sensitif terhadap insulin (resistensi insulin). Hal tersebut mampu mengakibatkan insulin kurang maksimal untuk membantu sel-sel melakukan penyerapan glukosa. Keadaan resistensi insulin akan berdampak pada kadar glukosa dalam darah yang tinggi dan terjadi penumpukan pada aliran darah seseorang. Gejala pada diabetes tipe ini mungkin butuh bertahun-tahun untuk diketahui dan biasanya seseorang akan menggunakan obat-obatan, diet, dan rutin berolahraga pada tahap awal diabetes tipe 2 untuk mengurangi risiko. Risiko yang dapat terjadi dapat meliputi obesitas, kebiasaan merokok,

pola hidup yang tidak aktif, dan riwayat keluarga dengan diabetes tipe 2.

Beberapa penderita diabetes mungkin memiliki gangguan penyakit lain, seperti neuropati perifer. Sensasi berupa kebas, kesemutan, rasa menusuk, terbakar, dan gejala lainnya akibat kerusakan saraf yang disebabkan peningkatan kadar glukosa (gula) yang tinggi untuk jangka waktu yang lama. Menurunnya fungsi saraf dalam menerima sinyal dari luar dapat mengurangi umpan balik (*feedback*) tubuh selama penggulungan busa yang dapat menyebabkan cedera. Penggunaan *foam roller* pada penderita diabetes dengan kondisi yang parah memang tidak dianjurkan karena dikhawatirkan akan memperburuk gejala yang dirasakan. *Foam roller* masih dapat digunakan pada orang-orang dengan kondisi diabetes tahap awal dengan anjuran ahli kesehatan dan terapis yang berpengalaman serta dalam penggunaannya pun harus didampingi terapis dan melakukan sesuai panduan.

Hipertensi



Hipertensi

Merupakan kondisi tekanan pada aliran darah tinggi, kondisi tersebut dapat menyebabkan gangguan yang serius pada kesehatan. Hipertensi pada kondisi yang parah dapat meningkatkan risiko penyakit jantung, stroke hingga kematian. Hipertensi dapat diketahui dengan diagnosis awal melalui pemeriksaan tekanan darah secara rutin, biasanya minimal lima tahun sekali untuk orang dewasa. Seseorang dapat dikatakan memiliki tekanan darah yang tinggi jika tekanan darah berada di nilai 130/80 mmHg atau lebih. Hipertensi dapat dipicu oleh beberapa faktor seperti: lanjut usia; masalah ginjal; obesitas yang menyebabkan kelebihan berat badan; kehamilan; gaya hidup yang tidak aktif; kebiasaan merokok; penyalahgunaan obat-obatan; dan gangguan pernapasan.

Hipertensi memiliki penyebab yang beragam. Namun, hipertensi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu hipertensi primer dan hipertensi sekunder. Hipertensi primer memiliki penyebab yang sering tidak diketahui dan cenderung berkembang secara bertahap selama bertahun-tahun. Sedangkan hipertensi sekunder, memiliki penyebab yang mendasari terjadinya hipertensi tersebut dan biasanya muncul secara tiba-tiba. Hipertensi sekunder dapat menyebabkan tekanan darah lebih tinggi daripada hipertensi primer. Masalah tiroid, ginjal, tumor kelenjar adrenal, *Obstructive Sleep Apnea* (OSA), dan obat-obatan terlarang seperti kokain dan amfetamin dapat menyebabkan hipertensi sekunder.

Penggunaan *foam roller* pada penderita hipertensi mungkin tidak disarankan oleh ahli kesehatan. Penggulungan *foam roller* mampu meningkatkan tekanan darah pada tubuh, sehingga dikhawatirkan mampu memberikan efek negatif pada penderita hipertensi. Pada kondisi-kondisi yang parah menggunakan *foam roller* pada penderita hipertensi mampu memicu serangan jantung dan stroke. Konsultasikan pada ahli kesehatan dan terapis terkait gangguan hipertensi jika ingin tetap menggunakan *foam roller*. Mengetahui kondisi awal sebelum menggunakan *foam roller* menjadi sesuatu yang penting untuk menghindari sesuatu yang tidak diinginkan serta hindari konsumsi obat-obatan yang memicu tekanan darah tinggi sebelum menggunakan *foam roller*.

Terkait dengan penggunaan *foam roller*, pilihlah *foam roller* dengan densitas yang rendah. *Foam roller* dengan densitas rendah mungkin saja tetap dapat digunakan dengan tidak menimbulkan efek samping yang negatif pada penderita hipertensi. Selain itu, *foam roller* dengan permukaan halus diharapkan tetap memberikan dampak yang positif kepada penderita hipertensi yang menggunakan *foam roller*. Memodifikasi gerakan dengan bersandar dapat mengurangi tekanan pada penggunaan *foam roller* sehingga lebih aman untuk digunakan.

Osteoporosis (Tulang keropos)



Osteoporosis

Osteoporosis adalah kondisi tulang dalam keadaan rapuh dan lemah sehingga mudah patah. Proses yang terjadi dapat berkembang dalam waktu yang lama hingga bertahun-tahun. Seiring dengan bertambahnya usia, kepadatan tulang akan berkurang, dan hilang lebih cepat daripada saat masa muda. Jika dilihat dengan mikroskop, tulang yang sehat memiliki bentuk seperti busa yang berlubang-lubang. Sedangkan saat osteoporosis, lubang-lubang terlihat jauh lebih besar dari sebelumnya yang menandakan rendahnya kepadatan tulang sehingga sering disebut dengan istilah tulang keropos.

Tahap sebelum terjadinya osteoporosis dikenal dengan osteopenia. Suatu keadaan yang menunjukkan seseorang memiliki kepadatan tulang yang lebih rendah, tetapi tidak cukup untuk digolongkan sebagai osteoporosis. Osteopenia masih dapat diatasi dengan menjaga kesehatan tulang sehingga tidak menyebabkan osteoporosis. Osteoporosis memiliki beberapa gejala yang dapat dikenali. Gejalanya adalah jika merasakan nyeri punggung yang disebabkan retaknya tulang belakang, kehilangan tinggi badan seiring waktu, postur yang membungkuk, dan tulang mudah patah dari yang dapat diperkirakan. Ada beberapa faktor-faktor yang menyebabkan osteoporosis, seperti penyakit lain, kondisi dan prosedur medis yang mampu menurunkan kepadatan tulang, contohnya: penyakit autoimun; gangguan pencernaan dan gastrointestinal; kanker; gangguan hormonal atau sistem endokrin; gangguan sel darah atau hematologi; HIV/AIDS; dan gastrectomy atau dikenal dengan operasi pengangkatan sebagian atau seluruh bagian lambung.

Tekanan dari beban tubuh saat menggulungkan *foam roller* dikhawatirkan dapat menimbulkan cedera dan menyebabkan tulang patah (*fracture*). Rasa sakit belum terasa sangat jelas hingga seseorang mengalami kondisi yang tidak diinginkan tersebut. Perlu

saran dan panduan dari ahli kesehatan dan terapis jika memang ingin menggunakan *foam roller*. Hindari beberapa area seperti pinggul, tulang belakang, pergelangan tangan, tulang rusuk, dan lengan atas. Beberapa bagian tersebut ada yang sangat rawan terhadap tekanan saat menggulungkan *foam roller*.

Arthritis (Rematik)



Arthritis

Arthritis adalah gangguan yang terjadi pada sendi tubuh disertai dengan pembengkakan dan nyeri tekan. Nyeri dan kekakuan pada sendi menjadi gejala utama yang sering dialami penderitanya yang akan memburuk seiring bertambahnya usia dan berkembang seiring waktu, tetapi juga dapat muncul secara tiba-tiba. Arthritis lebih banyak mempengaruhi wanita dibandingkan pria serta pada seseorang yang kelebihan berat badan. Gangguan tersebut dapat mempengaruhi satu sendi ataupun beberapa sendi tubuh. Osteoarthritis dan rheumatoid arthritis adalah jenis arthritis yang paling umum terjadi.

Osteoarthritis disebabkan kartilago atau tulang rawan pada sendi mengalami inflamasi dan terkikis akibat gesekan. Gesekan tersebut membuat persendian mengalami kehausan karena terbentuknya kristal asam urat, infeksi, dan cedera dapat memperburuk kerusakan yang terjadi pada jaringan tulang rawan ini. Kristal asam urat ini terbentuk ketika kadar asam urat dalam darah terlalu banyak dan dalam konsentrasi yang tinggi. Rheumatoid arthritis terjadi disebabkan oleh sistem kekebalan tubuh yang menyerang persendian, yang biasanya dimulai dengan menyerang dari lapisan persendian.

Arthritis dapat memburuk karena penggunaan *foam roller* yang agresif dan terlalu lama digulungkan pada bagian tertentu. Fase inflamasi (*flare up*) merupakan fase di mana arthritis dalam kondisi yang buruk maka sebaiknya hindari *foam rolling* pada waktu tersebut.

Selalu konsultasikanlah kondisi Anda sebelum menggunakan *foam roller* karena beberapa kondisi dapat memburuk akibat penggunaan yang tidak tepat.

Daftar Pustaka

- Abraham, A., Breiner, A., Barnett, C., Katzberg, H. D., Ngo, M., Lovblom, L. E., Bril, V. (2018). Laboratory Abnormalities in Polyneuropathy and Electrophysiological Correlations. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien Des Sciences Neurologiques*, 45(3), 346–349. <https://doi.org/10.1017/cjn.2017.298>
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2018). Roller massage: a commentary on clinical standards and survey of physical therapy professionals - part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(4), 763–772. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180763>
- Dębski, P., Białas, E., & Gnat, R. (2019). The parameters of foam rolling, self-myofascial release treatment: A review of the literature. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 36–46. <https://doi.org/10.2478/bhk-2019-0005>
- Draper, D. O., & Tessier, D. G. (2016). Sports Massage: An Overview. *Athletic Therapy Today*, 10(5), 67–69. <https://doi.org/10.1123/att.10.5.67>
- Dschietzig, T., Bartsch, C., Stangl, V., Baumann, G., & Stangl, K. (2004). Identification of the pregnancy hormone relaxin as glucocorticoid receptor agonist. *The FASEB Journal*, 18(13), 1536–1538. <https://doi.org/10.1096/fj.03-112ofje>
- Fawzy, R. Y., Abdul Aziz, K. S., Awad, M. A., Hamid, A., & Alla, A. A. (2020). Effect of ball stability exercise versus foam roller exercise on low back pain during pregnancy. *Journal of Critical Reviews*, 7(12), 622–629. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.12.112>
- Fernandes, T. L., Pedrinelli, A., & Hernandez, A. J. (2011). MUSCLE INJURY – PHYSIOPATHOLOGY, DIAGNOSIS, TREATMENT AND CLINICAL PRESENTATION. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 46(3), 247–255. [https://doi.org/10.1016/S2255-4971\(15\)30190-7](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30190-7)
- Freiwald, J., Baumgart, C., Kühnemann, M., & Hoppe, M. W. (2016). Foam-Rolling in sport and therapy – Potential benefits and risks. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 32(3), 258–266. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2016.07.001>
- Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 61–68.

- <https://doi.org/10.1519/JSC.obo13e3182956569>
- Ikutomo, H., Nagai, K., Tagomori, K., Miura, N., Okamura, K., Okuno, T., ... Masuhara, K. (2020). Effects of foam rolling on hip pain in patients with hip osteoarthritis: a retrospective propensity-matched cohort study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 00(00), 1–8. <https://doi.org/10.1080/09593985.2020.1812138>
- JD, A., J, W., & F, K. (2017). Foam Rolling as a Warm-up Technique for Anaerobic Power Activities. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 3(5), 1–7. <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510077>
- Kaltenborn, J. M. (2016). The Foam Roll: A Complement to Any Therapy. *Athletic Therapy Today*, 11(1), 38–39. <https://doi.org/10.1123/att.11.1.38>
- Ketelhut, S., Möhle, M., & Hottenrott, K. (2020). Acute Effects of Self-myofascial Release using a Foam Roller on Arterial Stiffness in Healthy Young Adults. *Artery Research*, 28(1), 69–73. <https://doi.org/10.2991/artres.k.200615.001>
- Klibanski, A., Adams-Campbell, L., Bassford, T., Blair, S. N., Boden, S. D., Dickersin, K., ... Russell, W. E. (2001). Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. *Journal of the American Medical Association*, 285(6), 785–795. <https://doi.org/10.1001/jama.285.6.785>
- Lastova, K., Nordvall, M., Walters-Edwards, M., Allnut, A., & Wong, A. (2018). Cardiac Autonomic and Blood Pressure Responses to an Acute Foam Rolling Session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2825–2830. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002562>
- MacDonald, G. Z., Button, D. C., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Foam Rolling as a Recovery Tool after an Intense Bout of Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(1), 131–142. <https://doi.org/10.1249/MSS.obo13e3182a123db>
- Macgregor, L. J., Fairweather, M. M., Bennett, R. M., & Hunter, A. M. (2018). The Effect of Foam Rolling for Three Consecutive Days on Muscular Efficiency and Range of Motion. *Sports Medicine - Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0141-4>
- Maffulli, N., Del Buono, A., Oliva, F., Gai Via, A., Frizziero, A., Barazzuol, M., ... Valent, A. (2015). Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. *Translational Medicine @ UniSa*, Vol. 12, pp. 14–18. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26535183> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4592039>
- Nayak, N. K., Khedkar, G. D., Khedkar, C. C., & Khedkar, C. D. (2015).

- Skeletal Muscle. In *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 795–801). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00629-2>
- Okamoto, T., Masuhara, M., & Ikuta, K. (2014). Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 69–73. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829480f5>
- Paneni, F., Beckman, J. A., Creager, M. A., & Cosentino, F. (2013). Diabetes and vascular disease: Pathophysiology, clinical consequences, and medical therapy: Part 1. *European Heart Journal*, 34(31), 2436–2446. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh149>
- Paolini, J. (2016). Review of Myofascial Release as an Effective Massage Therapy Technique. *Athletic Therapy Today*, 14(5), 30–34. <https://doi.org/10.1123/att.14.5.30>
- Rachner, T. D., Khosla, S., & Hofbauer, L. C. (2011). Osteoporosis: now and the future. *The Lancet*, 377(9773), 1276–1287. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62349-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62349-5)
- Rhodes, A. M. L., & Clarke, N. M. P. (2014). A review of environmental factors implicated in human developmental dysplasia of the hip. *Journal of Children's Orthopaedics*, 8(5), 375–379. <https://doi.org/10.1007/s11832-014-0615-y>
- Sağiroğlu, İ. (2017). Acute effects of applied local vibration during foam roller exercises on lower extremity explosive strength and flexibility performance. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 3(11), 20–31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.896961>
- Silva, P., Lott, R., Wickrama, K. a S., Mota, J., & Welk, G. (2011). Acute effects of foam rolling, static stretching and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 32, 1–44. <https://doi.org/10.1123/ij spp.2015-0012>
- 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/j sr.2016-0102>
- Tidball, J. G. (2011). Mechanisms of Muscle Injury, Repair, and Regeneration. In H.-W. Mueller-Wohlfahrt, P. Uebliacker, L. Haensel, & W. E. Garrett (Eds.), *Comprehensive Physiology*. <https://doi.org/10.1002/cphy.c100092>
- Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T.,

- Kellmann, M., ... Ferrauti, A. (2019). A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Frontiers in Physiology*, 10(APR). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>
- Wilke, J., Niemeyer, P., Niederer, D., Schleip, R., & Banzer, W. (2019). Influence of Foam Rolling Velocity on Knee Range of Motion and Tissue Stiffness: A Randomized, Controlled Crossover Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(7), 711–715. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0041>
- Gleeson, M., Blannin, A. K., Walsh, N. P., Field, C. N. E., & Pritchard, J. C. (1998). Effect of exercise-induced muscle damage on the blood lactate response to incremental exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(3), 292–295. <https://doi.org/10.1007/s004210050336>
- Jo, E., Juache, G., Saralegui, D., Weng, D., & Falatoonzadeh, S. (2018). The Acute Effects of Foam Rolling on Fatigue-Related Impairments of Muscular Performance. *Sports*, 6(4), 112. <https://doi.org/10.3390/sports6040112>
- Mahardhika, D. B., Karawang, U. S., & Latihan, P. M. (2018). Rest and Recovery. November.
- Rocha, A., & Medeiros, S. (2017). Metabolic Integration during the Postprandial, Fasting and Feedback Periods. April, 1–15.
- Setiawan, A. (2011). Faktor Timbulnya Cedera Olahraga. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 1(1).
- Simon, L., Wiggins, J. M., Wittenborn, T., Elming, B., Rice, L., Pampo, C., Lee, J. A., Siemann, D. W., & Horsman, M. R. (2019). Reliability of blood lactate as a measure of exercise intensity in different strains of mice during forced treadmill running. 1–15.
- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Experimental and Molecular Medicine*, 49(10), e384–11. <https://doi.org/10.1038/emm.2017.194>
- Eitgou. (2010, November 18). Buffering Lactic Acid: Recovering From Exercise [Web log post]. Retrieved from <https://darylconant.com/2010/11/buffering-lactic-acid-recovering-from-exercise>
- Tazzini, N. (2016, December 18). Cori Cycle: Definition, Function, Biochemistry, Involved Tissues [Web log post]. Retrieved from <https://www.tuscany-diet.net/2016/12/18/cori-cycle/>
- Graha, A. S. (2012). Identifikasi Macam Cedera Pada Pasien Klinik Terapi

- Fisik Fakultas Ilmu Keolahragaan Uny. Medikora, (1).
- Boroh, Z., & Cahyani, N. (2016). Penatalaksanaan cedera tendinitis patela pada atlet bulutangkis. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 12(2).
- Davis, J. M., Murphy, E. A., Carmichael, M. D., Zielinski, M. R., Groschwitz, C. M., Brown, A. S., Gangemi, J. D., Ghaffar, A., & Mayer, E. P. (2007). Curcumin effects on inflammation and performance recovery following eccentric exercise-induced muscle damage. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 292(6), 2168–2173. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00858.2006>
- Desnanyo, A. T., Edward, M., & Asyumaredha, A. (2019). Anterior Talofibular Ligament (Atfl) Reconsruction with Modified Brostrom-gould Technique Using Fiber Wire. (*JOINTS*) *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 8(2), 93-103.
- Elmagd, M. A. (2016). Common sports injuries. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(5), 142-148., 3, 142-148.
- Garrett, W. E. (1996). "Muscle Strain Injuries". *The American Journal of Sports Medicine*. 24(6), 2–8.
- Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*. Feb 1990;72(2):299-304
- Reichel G. (2009). Wadenkrämpfe--Differenzialdiagnose und Therapie [Muscle cramps--differential diagnosis and therapy]. *Medizinische Monatsschrift fur Pharmazeuten*, 32(3), 80–86.
- 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., Järvinen, T. L. N., Kääriäinen, M., Kalimo, H., & Järvinen, M. (2005). Muscle injuries: Biology and treatment. *American Journal of Sports Medicine*, 33(5), 745–764. <https://doi.org/10.1177/0363546505274714>
- Khattak, M. J., Ahmad, T., Rehman, R., Umer, M., Hasan, S. H., & Ahmed, M. (2010). Muscle healing and nerve regeneration in a muscle contusion model in the rat. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 92(6), 894–899. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B6.22819>
- Li, Y., Cummins, J., & Huard, J. (2001). Muscle injury and repair. *Current Opinion in Orthopaedics*, 12(5), 409–415. <https://doi.org/10.1097/00001433-200110000-00008>

- Maquirriain, J., & Merello, M. (2007). The athlete with muscular cramps: clinical approach. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15(7), 425-431.
- Noonan, T. J., & Garrett, W. E. (1999). Muscle strain injury: diagnosis and treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(4), 262-269. <https://doi.org/10.5435/00124635-199907000-00006>
- Nasrul, R. F. (2019). Ruptur Tendon Achilles Akut: Antara Tata Laksana Konservatif atau Operatif. *Journal Of The Indonesian Medical Association*, 69(4), 202-206.
- Palma, L. D., Marinelli, M., Pavan, M., & Bertoni-Freddari, C. (2011). Involvement of the muscle-tendon junction in skeletal muscle atrophy: An ultrastructural study. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*, 52(1), 105-109.
- Rolf, C. (2007). *The sports injuries handbook: diagnosis and management*. A&C Black.
- Snow, N. J., Basset, F. A., & Byrne, J. (2016). An Acute Bout of Barefoot Running Alters Lower-limb Muscle Activation for Minimalist Shoe Users. *International Journal of Sports Medicine*, 37(5), 382-387. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565140>
- Trč, Tomáš, Milan Handl, and Vojtech Havlas. The Anterior Talo-Fibular Ligament Reconstruction in Surgical Treatment of Chronic Lateral Ankle Instability. *International Orthopaedics* 2010;34: 991-96.
<https://sfour27.wordpress.com/2017/04/15/klasifikasi-fraktur/>
- Nirschl, R. P., & Ashman, E. S. (2003). Elbow tendinopathy: tennis elbow. *Clinics in sports medicine*, 22(4), 813-836.
- Ioppolo, F., Tattoli, M., Di Sante, L., Attanasi, C., Venditto, T., Servidio, M., ... Santilli, V. (2012). Extracorporeal Shock-Wave Therapy for Supraspinatus Calcifying Tendinitis: A Randomized Clinical Trial Comparing Two Different Energy Levels. *Physical Therapy*, 92(11), 1376-1385. doi:10.2522/ptj.20110252
- MacIntyre, D. L., Reid, W. D., & McKenzie, D. C. (1995). Delayed muscle soreness. *Sports Medicine*, 20(1), 24-40.
- 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. *PLoS ONE*, 12(2), 1-23.

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172486>
- 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>
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2019). Roller massage: Comparison of three different surface type pattern foam rollers on passive knee range of motion and pain perception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(3), 555-560. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.002>
- Elmagd, M. A. (2016). Common Sports Injuries. *International Journal of Physical Education, Sport and Health*, 3(5), 142-148.
- 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. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 26(6), 471-477. <https://doi.org/10.1097/JSM.000000000000259>
- Hadafi Fitri, Omar, A. H., & Syahrom, A. (2014). the Effectiveness of Fitt Principle in Exercise Rehabilitation Focusing on Common Sports Injuries Among Malaysian Athletes. January 2014, 1-1. <https://doi.org/10.15282/mohe.2014.res.034>
- 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. In *Sportverletzung-Sportschaden* (Vol. 33, Issue 1, pp. 21-29). <https://doi.org/10.1055/a-0810-3516>
- Junker, D., & Stöggel, T. (2019). The training effects of foam rolling on core strength endurance, balance, muscle performance and range of motion: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(2), 229-238.
- Kamoto, T. A. O., Asuhara, M. I. M., & Kuta, K. O. I. (2013). ACUTE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLLER ON ARTERIAL FUNCTION. 28(1), 69-73.
- Keil, M., & Keil, M. (2019). exercise and delayed onset muscle soreness Have we been stretching the truth? The effects of stretching post exercise and.
- Malanga, G. A., Yan, N., & Stark, J. (2015). Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Postgraduate Medicine*,

- 127(1), 57–65. <https://doi.org/10.1080/00325481.2015.992719>
- 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>
- Valle, X., Til, L., Drobnic, F., Turmo, A., Montoro, J. B., Valero, O., & Artells, R. (2013). Compression garments to prevent delayed onset muscle soreness in soccer players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3(4), 295–302. <https://doi.org/10.1138/mltj/2013.3.4.295>
- 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>
- William, Bandy. D., S. B. (2008). Therapeutic Exercise.
- LifeFitness. (2020). Foam Roller [Web log post]. Retrieved from <https://lifefitness.co.uk/facility/products/flexibility-mobility/rollers>
- Rei, (2020). How To Choose Foam Rollers [Web log post]. Retrieved from <https://www.rei.com/learn/expert-advice/foam-rollers.html>
- Uti. (2020). Macam-macam Olahraga [Web log post]. Retrieved from <http://utidarulaqsa46.blogspot.com/2015/05/jenis-jenis-olahraga.html>
- Jo, E., Juache, G., Saralegui, D., Weng, D., & Falatoonzadeh, S. (2018). The Acute Effects of Foam Rolling on Fatigue-Related Impairments of Muscular Performance. *Sports*, 6(4), 112. <https://doi.org/10.3390/sports6040112>
- 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>
- Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747–758. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00004>
- Jo, E., Juache, G., Saralegui, D., Weng, D., & Falatoonzadeh, S. (2018). The Acute Effects of Foam Rolling on Fatigue-Related Impairments of Muscular Performance. *Sports*, 6(4), 112. <https://doi.org/10.3390/sports6040112>
- Macdonald, graham z. (2013). AN ACUTE BOUT OF SELF-MYOFASCIAL

- RELEASE INCREASES RANGE OF MOTION WITHOUT A SUBSEQUENT DECREASE IN MUSCLE ACTIVATION OR FORCE. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 812–821.
- 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>
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints: Active versus passive recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(8), 1492–1499. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000228944.62776.a7>
- Syarli, H., & Pati, E. (2017). Pengaruh Recovery Aktif dan Pasif dalam Meringankan Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Journal of Sport Science and Education (Jossae)*, 2(2), 38–41.
- Widiyanto, -. (2015). Latihan Fisik dan Asam Laktat. *Medikora*, (1), 227. <https://doi.org/10.21831/medikora.voi1.4720>

Biodata Penulis

Mohammad Arif Ali

Mohammad Arif Ali adalah dosen tetap sekaligus sebagai sekretaris jurusan di Jurusan Ilmu Keolahragaan di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Mohammad Arif Ali menamatkan pendidikan sarjana ilmu keolahragaan di Universitas Negeri Semarang dan Master of Science di School of Kinesiology, University of Taipei, Taiwan. Dalam dunia akademik, dia memiliki perhatian khusus pada studi biokimia, gizi olahraga dan kesehatan.



Setya Rahayu

Setya Rahayu adalah dosen senior di di Jurusan Ilmu Keolahragaan di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Setya Rahayu saat ini dipercaya sebagai Koordinator Prodi S2 Pendidikan Olahraga, Pascasarjana Universitas Negeri Semarang. Pendidikan sarjana diselesaikan di Universitas Negeri Semarang tahun 1985 pada bidang olahraga pendidikan, kemudian pendidikan magister dan doctor diselesaikan di Universitas Airlangga pada tahun 1993 dan 1999. Dalam dunia akademik, dia memiliki perhatian pada studi anatomi, dan biokimia olahraga.



Gustiana Mega Anggita

Gustiana Mega Anggita menjadi dosen tetap di Jurusan Ilmu Keolahragaan di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang sejak tahun 2015. Pendidikan sarjana pada bidang pendidikan olahraga diselesaikan tahun 2010 dan pendidikan magister ilmu keolahragaan diselesaikan tahu 2013 di Universitas Negeri Yogyakarta. Saat ini dia aktif menulis, meneliti, dan mengajar pada bidang biomekanika olahraga, perkembangan dan belajar gerak, softball, dan olahraga usia dini.



Bayu Pangestu

Bayu Pangestu adalah sarjana olahraga dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Bayu Pangestu pernah berperan aktif dalam berbagai *event* keolahragaan nasional. Selain aktivitas menulis dan meneliti, saat ini Bayu Pangestu aktif sebagai *assistant editor* di *Journal of Sport Science and Fitness*.



Muchamad Sadhali

Muchamad Sadhali, seorang sarjana olahraga dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Muchamad Sadhali pernah mengikuti *academic field trip* di Chulalongkorn University and Mahidol University, Thailand. Dia juga berperan aktif dalam berbagai *event* keolahragaan nasional.



Nandaru Fajar Sumirat

Nandaru Fajar Sumirat adalah seorang sarjana olahraga dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Peraih beasiswa Bidik Misi dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan ini sangat aktif di bidang keolahragaan nasional, baik yang berkaitan dengan pekerjaan, organisasi, maupun prestasi.



Didit Prakosa Adi Nugroho

Didit Prakosa Adi Nugroho meraih gelar Sarjana dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Selama pendidikannya tersebut, dia berperan aktif dalam berbagai kegiatan olahraga, termasuk mendapatkan Lisensi D Pelatih Sepakbola Asosiasi Provinsi PSSI Jawa Tengah.



Ebenezer Silaban

Ebenezer Silaban lulus dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Selama pendidikannya, pria kelahiran Kabanjahe Sumater Utara ini pernah mengikuti pertukaran mahasiswa ke Mahasarakham University, Thailand. Dia juga meraih berbagai prestasi olahraga pada cabang olahraga karate.

**Fuadah Nor Wiqoyatul Milla**

Fuadah Nor Wiqoyatul Milla adalah seorang sarjana olahraga dari Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang pada tahun 2020. Fuadah Nor Wiqoyatul Milla memiliki berbagai pengalaman organisasi keolahragaan sepanjang pendidikan formalnya. Wanita yang saat ini berdomisili di Pabelan kabupaten Semarang ini juga berperan dalam tim editorial di *Journal of Sport Science and Fitness*.



“

Paparan mengenai efek foam rolling ini mendalam, buku ini dapat menjadi acuan bagi akademisi untuk mengkaji lebih dalam lagi tentang efek foam rolling pada parameter lain pada performa olahraga maupun kesehatan olahraga. Selain itu buku ini juga dapat menjadi pegangan bagi praktisi olahraga untuk mengaplikasikan teknik-teknik foam rolling untuk pemulihan, peningkatan performa olahraga maupun treatment secara mandiri.



Harun, S.Or., M.Or.

Sport Therapist Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SPPOI) Eminence, Jakarta – Indonesia

“



Buku ini memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang manfaat foam roller sebagai media terapi fisik. Buku ini juga dilengkapi dengan pembahasan yang komprehensif tentang program latihan fisik, analisis gerak dalam olahraga dan dampaknya bagi tubuh. Oleh karena itu, buku ini sangat cocok menjadi referensi dan bahan bacaan semua kalangan mulai dari akademisi, praktisi, atlet, maupun masyarakat umum yang ingin mengetahui tentang media terapi fisik olahraga.

Haris Budi Setiawan

Sport Therapist, Pelatnas - Indonesia

Foam Roller sebagai Media Terapi Fisik dalam Kesehatan Olahraga dan Olahraga Prestasi. Buku ini terdiri dari delapan bab yaitu: 1) Adaptasi tubuh dan program latihan fisik, 2) Analisis gerak lari, 3) Cedera dalam olahraga, 4) *Foam roller* sebagai media terapi fisik, 5) Ragam *foam roller*, 6) Teknik *foam rolling*, 7) Kajian biomolekuler dan keuntungan fungsional dari aktivitas foam rolling (data empirik hasil penelitian), dan 8) Anjuran dan larangan dalam *foam rolling*. Buku ini adalah bentuk integrasi menyeluruh dari teori, praktik, dan pembuktian ilmiah, yang mana merupakan salah satu hasil/keluaran ilmiah dari kegiatan penelitian. Buku ini menyajikan pilihan lain terkait dengan media yang digunakan dalam pemulihan aktif (*active recovery*) pasca olahraga berat.

ISBN 978-623-6940-31-0

