

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi dan Fisiologi Otot Rangka

1. Anatomi Otot Rangka

Otot rangka merupakan otot lurik yang melekat pada tulang yang membentuk daging dari anggota badan. Susunan tulang merupakan salah satu unsur sistem penegak. Tulang manusia dihubungkan dengan tulang yang lain melalui sendi. Otot merupakan alat gerak aktif dan sumsum tulang atau kerangka merupakan alat gerak pasif (Wiarso, G, 2013).

Otot rangka dan kerangka berfungsi bersama-sama pada sistem muskuloskeletal. Otot rangka kadang disebut juga otot *volunter* karena bekerja di bawah kontrol kesadaran. Otot rangka menggunakan sekitar 25% konsumsi oksigen pada saat istirahat dan bisa meningkat 20 kali lipat selama berolahraga (Ward, J P *et al*, 2009).

Otot adalah sebuah jaringan konektif yang tugas utamanya adalah berkontraksi yang berfungsi untuk menggerakkan bagian-bagian tubuh baik yang disadari maupun yang tidak. Sekitar 40% berat dari tubuh kita adalah otot. Tubuh manusia memiliki lebih dari 600 otot rangka. Otot memiliki sel-sel yang tipis dan panjang. Otot bekerja dengan cara mengubah lemak dan glukosa menjadi gerakan dan energi panas. Sel-sel otot ini dapat bergerak karena sitoplasma mengubah bentuk (Wiarso, G, 2013).

Menurut Wiarso (2013), otot-otot pada tubuh manusia memiliki karakteristik:

a. Iritabilitas

Iritabilitas adalah kemampuan otot untuk menerima dan menanggapi rangsang yang bermacam-macam.

b. Kontraktilitas

Kontraktilitas adalah apabila otot menerima rangsang, maka otot akan memiliki kemampuan untuk memendek.

c. Ekstensibilitas

Ekstensibilitas adalah kemampuan untuk memanjang baik dalam keadaan aktif dan pasif otot.

d. Elastisitas

Elastisitas adalah apabila otot dalam keadaan memendek atau memanjang, maka otot memiliki kemampuan untuk kembali seperti semula ketika beristirahat.

Menurut Saryono (2011), bagian-bagian otot meliputi:

a. Sarkomer

Sarkomer didefinisikan sebagai regio antara dua garis Z dan berulang disepanjang aksis sebuah fibril dengan jarak 1500-2300 nm yang bergantung pada keadaan kontraksi (Murray, R K *et al*, 2014).

Sarkomer merupakan unit dasar dari serabut otot. Batas masing-masing ujung sarkomer disebut Zona Z (*Z discs*). Dari masing-masing *Z discs* memanjang hingga pusat sarkomer, banyak terdapat *miofilamen* yang disebut filamen tipis (*aktin*), yang mengandung terutama protein *aktin*, meskipun juga mengandung protein lain. Pada pusat setiap sarkomer terdapat daerah *overlap* pada ujung filamen tipis yaitu suatu gulungan silinder dari filamen tebal (*miosin*). Filamen *miosin* terutama *miosin* dan beberapa enzim ATPase yang memecah ATP (*Adenosin Trifosfat*) untuk melepaskan energi yang diperlukan untuk kontraksi otot. Kedua ujung dari filamen tebal terdapat tombol (*knobs*) yang disebut kepala *miosin* atau jembatan silang (*cross bridges*).

b. Sarkolema (Membran Sel)

Sarkolema merupakan membran yang mengelilingi *sarcoplasma* (sitoplasma pada serabut). Sarkolema mengandung beberapa organela yang sama dengan sel lainnya dan juga mengandung protein pengikat oksigen (*mioglobin*) secara melimpah. Daerah sarkolema ditandai dengan bukaan yang disebut *transverse tubules* (*T-tubules*), yaitu saluran yang sempit yang meluas hingga sarkoplasma pada permukaan

sudut kanan dan terisi dengan cairan ekstrasel. Di dalam sarkoplasma banyak mengandung glikogen dan *mioglobin*.

c. Miofibril

Miofibril merupakan serabut kontraktil dengan struktur silindris di dalam serabut otot, seperti pipa. Miofibril menyerupai gulungan protein filamen (miofilamen). Terdapat sekitar 100.000 sarkomer dalam satu miofibril tersusun dari ujung ke ujung. Ada dua tipe miofilamen yaitu *aktin* (filamen tipis) dan *miosin* (filamen tebal).

Masing-masing ujung serabut miofibril terikat pada permukaan dalam sarkolema. Ketika miofibril memendek, maka otot akan memendek (kontraksi). Miofibril dikelilingi oleh retikulum sarkoplasma, suatu jejaring tubulus yang mengandung kalsium.

d. *Aktin* (Miofilamen Tipis)

Dua pita fibrous (F) dari *aktin* membentuk heliks ganda yang terletak sepanjang miofilamen, dan terikat pada salah satu ujung sarkomer. Pita F *aktin* tersusun dari unit tunggal G atau *globular aktin*, (*monomer aktin G*) yang masing-masing mempunyai sisi aktif. Pita lurus F atau *fibrous aktin* mempunyai tempat pengikatan. *Actin site* dapat berikatan dengan *miosin* selama kontraksi otot. *Tropomiosin* adalah suatu protein yang panjang, yang membelit sepanjang lekukan heliks ganda *aktin F*. Masing-masing *tropomiosin* menutupi 7 *aktin* pada sisi aktif.

Kejadian pada filamen tipis dapat diringkas sebagai berikut: pertama adanya kalsium bebas pada sarkoplasma, *tropomiosin* menutupi *miosin binding sites* pada *aktin*. Adanya kalsium di dalam sarkoplasma menyebabkan pengikatan kalsium di dalam sarkoplasma menyebabkan pengikatan kalsium pada Tn-C. Akibatnya adalah perubahan *konformasi* pada *tropopin* menggerakkan molekul *tropomiosin* yang terikat, bergerak lebih ke dalam ke luar alur heliks dari F-*aktin*, membuka penutup *miosin binding sites* pada G-*aktin*. Tereksposnya tempat pengikatan ini kemudian menyediakan interaksi

dengan kepala *miosin*. Pembuangan kalsium dari sarkoplasma mempertahankan keadaan konformasi asli dari troponin dan *tropomiosin*, mencegah interaksi antara *aktin* dan *miosin*, sehingga menyebabkan kondisi istirahat.

e. *Miosin* (Filamen Tebal)

Kebanyakan molekul *miosin* berbentuk memanjang seperti tongkat golf. Masing-masing miofilamen mengandung sekitar 500 *miosin*. *Miosin* terbuat dari dua subunit yang identik, melilit bersama membentuk bagian batang yang terletak paralel terhadap miofilamen *miosin* dan dua kepala yang memanjang ke samping. Area pusat tanpa mengandung *cross bridges* disebut daerah kosong (*bare Zone*).

Miosin tersusun dari daerah *fibrous* dan *globuler*. *Miosin* merupakan protein dengan berat molekul sebesar kDa, membentuk filamen tebal dan menghidrolisis ATP. *Miosin* berinteraksi dengan F-*aktin* untuk menghasilkan pergeseran filamen saat berkontraksi.

2. Kontraksi Otot Rangka

a. Mekanisme Kontaksi Otot

Kontraksi otot terjadi apabila jembatan silang *miosin* berikatan dengan tempat spesifik di protein *aktin*. Apabila hal ini terjadi, energi yang disimpan di kepala *miosin* dari pemecahan molekul ATP sebelumnya dilepaskan. Energi yang dilepaskan, digunakan untuk mengayunkan jembatan silang sehingga filamen *aktin* dan *miosin* bergeser satu sama lain. Hal ini memendekkan dan menyebabkan kontraksi otot. Dengan berayunnya jembatan silang, sisa ADP (*Adenosin Difosfat*) dan P dilepaskan dari *miosin*.

Selama kontraksi otot, panjang filamen *aktin* dan *miosin* tidak berubah, tetapi pita I dan Zona H memendek. Setiap kontraksi otot melibatkan beberapa siklus berulang pergeseran filamen untuk menimbulkan tegangan yang diperlukan otot untuk bekerja (Corwin, E J *et al*, 2009).

b. Macam-macam Kontraksi Otot

Otot dengan ketahanan yang baik secara maksimum melakukan kontraksi-kontraksi sebagai berikut:

1) Kontraksi Isotonis

Kontraksi ini disebut juga dengan kontraksi konsentris atau dinamis. Dalam kontraksi ini otot mengalami perubahan panjang. Kontraksi ini dapat berupa konsentrik (otot memendek) seperti ketika mengangkat barbel, maupun ekstenrik (otot memanjang seperti pada saat menurunkan barbel).

2) Kontraksi Isometrik

Kontraksi isometrik disebut juga dengan kontraksi statis. Dalam kontraksi ini tidak terlihat adanya gerakan, seperti ketika mempertahankan sikap tubuh atau mendorong benda (dapat dilihat pada orang yang sedang melakukan olahraga gulat).

3) Kontraksi Isokinetis

Kontraksi ini diperlihatkan kepada kecepatan tetap terhadap beban luar yang beragam sebanding dengan tenaga yang sedang digunakan. Hanya dengan alat khusus kontraksi ini dapat terjadi, seperti ekstensi lutut maksimal pada *dynamometer isokinetik* (Wiarso, G, 2013).

3. Tipe Serabut Otot Rangka

Secara umum serabut otot rangka serupa satu dengan yang lain, tapi otot rangka merupakan jaringan yang sangat heterogen yang tersusun dari serabut yang berbeda dalam aktivitas *miosin* ATPase, kecepatan kontraktil dan sifat lain. Berdasarkan serabutnya, ada dua jenis otot rangka yang ada di dalam tubuh manusia yaitu:

a. Otot putih (otot kontraksi cepat/*fast twitch*)

Otot putih ini memiliki karakteristik bekerja secara *anaerobic*, intensitasnya tinggi, mudah mencapai kelelahan dan kontraksinya dua kali lipat lebih kuat. Konsumsi energi berasal dari *glikolisis*. Otot putih ini banyak terdapat pada otot yang digunakan untuk beraktivitas yang

kuat dan berat. Contohnya ketika melakukan aktivitas *anaerobic* (Wiarso, G, 2013).

Fast twitch fiber melepaskan kalsium dengan cepat dari retikulum sarkoplasma, dengan cepat memecah ATP menjadi ADP pada kepala *miosin*. Hasil ini menyebabkan laju ayunan jembatan silang menjadi cepat. Serabut *fast twitch* dapat bergantung terutama pada *fosforilasi oksidatif* atau *glikolisis anaerob* untuk energi, bergantung pada jenis kerja yang biasanya dilakukan.

Serabut *fast twitch* yang sering menghasilkan energi dalam jumlah yang besar untuk letupan cepat tegangan memiliki banyak simpanan enzim glikolitik dan menghasilkan banyak ATP dari *glikolisis anaerob*. Serabut *fast twitch* biasanya adalah serabut yang besar. Serabut ini kurang memerlukan vaskularisasi karena kurang mengandalkan *fosforilasi oksidatif*. Oleh karena itu, serabut ini tampak berwarna putih. Serabut ini disebut serabut glikolitik-cepat. Serabut glikolisis-cepat ini cepat letih dan dominan pada otot atlet angkat berat dan pelari cepat jarak dekat (Corwin, E J *et al*, 2009).

b. Otot merah (otot kontraksi lambat/*slow twitch*)

Otot ini disebut otot merah karena disebabkan banyak mengandung hemoglobin. Otot ini memiliki karakteristik bekerja secara aerobik, tidak mudah lelah, kontraksinya yang lambat, aktivitasnya memerlukan waktu yang lama serta mengandung hemoglobin dan enzim oksidasi. Otot ini juga digunakan untuk aktivitas yang memerlukan daya tahan seperti marathon, jalan cepat dan lari jarak jauh (Wiarso, G, 2013).

Tabel 2.1. Karakteristik Serat Otot Rangka

Karakteristik	Jenis serat		
	Oksidatif-lambat (tipe I)	Oksidatif-cepat (tipe IIa)	Glikolitik-cepat (tipe IIb)
Aktivitas ATPase <i>myosin</i>	Rendah	Tinggi	Tinggi
Kecepatan kontraksi	Lambat	Cepat	Cepat
Daya tahan	Tinggi	Sedang	Rendah
Kapasitas fosforilasi oksidatif	Tinggi	Tinggi	Rendah
Enzim untuk glikolisis <i>anaerobic</i>	Rendah	Sedang	Tinggi
Mitokondria	Banyak	Banyak	Sedikit
Kapiler	Banyak	Banyak	Sedikit
Kandungan mioglobin	Tinggi	Tinggi	Rendah
Warna serat	Merah	Merah	Putih
Kandungan glikogen	Rendah	Sedang	Tinggi
Garis tengah serat	Kecil	Sedang	Besar
Intensitas kontraksi	Rendah	Sedang	Tinggi

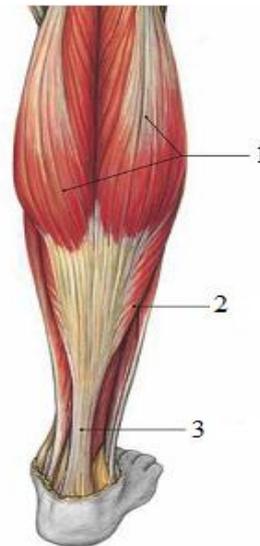
Sumber: (Sherwood, L, 2001)

B. Otot *Gastrocnemius*

1. Anatomi Otot *Gastrocnemius*

Menurut Paulsen & Waschke (2012) otot *gastrocnemius* merupakan otot pada betis yang menghubungkan *knee joint* dan *ankle* bagian *posterior*. Otot *gastrocnemius* merupakan sebagian besar otot betis. Pada bagian atas, terdiri dari dua *tendon* pada bagian *lateral* dan *medial* dari bagian atas *condylus femuris* bagian ini terpisah sampai pada kapsul *knee joint*. Bagian *medial* lebih besar dari *lateral* dan porsi ototnya lebih *distal* dari bagian *lateral*. Serabut otot dari pertemuan kedua bagian ini akan berjalan ke arah *distal* yang lebarnya semakin mengecil, di mana dimulai pada *septum* di antara dua bagian dan akan berhenti dan mengecil di atas otot *soleus*. Pada bagian *distal* otot ini akan mengecil dan berubah menjadi *tendocalcaneus* (*tendon Achilles*) yang akan melekat pada tulang

calcaneus. *Origo m. gastrocnemius* pada bagian *medial* pada *medial condylus femuris* dan *insertio* pada tulang *calcaneus*. Sedangkan *origo* bagian *lateral* pada *lateral condylus femuris* dan *insertio* pada tulang *calcaneus*.



Gambar 2.1. Otot *gastrocnemius* (Paulsen, F., & Waschke, J, 2012).

2. Fisiologi Otot *Gastrocnemius*

Otot *gastrocnemius* dominan pada *fast-twitch muscle fiber* dibanding otot *soleus* yang lebih dominan *slow-twitch muscle fiber* sehingga otot *soleus* lebih digunakan untuk stabilitas *ankle* dan postur kontrol dibanding otot *gastrocnemius*, sedangkan pada otot *gastrocnemius* lebih berperan pada aktivitas yang membutuhkan kecepatan reaksi seperti berlari dan melompat (Ganong, W F, 2002).

C. *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*

1. Definisi DOMS

DOMS pertama kali dijelaskan oleh *Theodore Hough* pada tahun 1902 dalam penelitiannya menyebutkan karena adanya kerusakan yang dalam pada otot. Pada penelitian terdahulu menjelaskan adanya kerusakan *ultrastructural* dari *myofilaments*, terutama pada *Z-disc*, menjadi penyebab

kerusakan pada jaringan ikat. Kerusakan jaringan ikat merupakan penyebab langsung terjadinya *soreness*, yang dapat menimbulkan peningkatan sensasi nyeri pada *nociceptor* atau reseptor nyeri, dan nyeri akan bertambah bila dilakukan *stretching* (Cheung, K *et al*, 2003).

DOMS merupakan suatu keadaan yang tidak asing, kerja dari otot dengan intensitas tinggi yang terstimulasi dengan kontraksi otot eksentrik, dan terjadi proses peradangan yang menyebabkan munculnya nyeri/rasa tidak nyaman. Gejala yang muncul dapat terjadi dalam 24 jam setelah latihan dan akan menghilang setelah 5-7 hari (Cheung, K *et al*, 2003).

2. Etiologi DOMS

DOMS dapat terjadi karena nyeri otot yang tertunda yang disebabkan karena kerusakan jaringan otot. Pada pemeriksaan biopsi kerusakan otot yang terjadi pada *sarcolema* yang pecah dan memungkinkan isi sel meresap antara serat otot lainnya. Kerusakan pada filamen kontraktil *aktin* dan *miosin* dan juga kerusakan pada *Z Disc* merupakan bagian dari terjadinya kerusakan struktural sel. Terjadinya respon inflamasi merupakan respon terhadap cedera jaringan pada sistem kekebalan tubuh karena terjadinya cedera. Banyak upaya yang dilakukan untuk meredam efek nyeri otot yang tertunda, misalnya dengan pemberian obat anti inflamasi. Kerusakan otot mikroskopis disebabkan oleh latihan berat yang dapat menyebabkan respon inflamasi pada otot. Kerusakan struktural akut pada jaringan otot memulai terjadinya DOMS dan dapat mengarah terjadinya *nekrosis* (kematian sel) memuncak sekitar 48 jam setelah latihan. Isi intraseluler dan efek *respon immuno* kemudian terakumulasi di luar sel merangsang ujung saraf dari otot.

Gerakan yang dilakukan pada keadaan otot tidak siap dapat mengakibatkan ketegangan berlebihan yang tidak dapat dikendalikan otot. Kejang otot ringan terjadi di awal latihan dan bertambah berat saat seseorang mengalami kelelahan. Banyak yang menyebutkan bahwa DOMS dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti penumpukan asam laktat atau olahraga yang intens (*overload*). Proses pembuangan penumpukan zat

beracun yang tidak lancar menyebabkan terjadinya stimulus nyeri dan nyeri merupakan tahap terjadinya DOMS. Melakukan latihan yang tidak terprogram dengan latihan eksentrik dapat menyebabkan terjadinya cedera karena pemberian latihan yang berulang ulang atau *overload*. Jika latihan yang dilakukan secara *overload* maka akan menimbulkan cedera pada otot dan akan menyebabkan terjadinya kerusakan otot karena efek latihan yang berat. Latihan yang tidak dikontrol dengan baik tersebut dapat menyebabkan timbulnya kerusakan otot, peradangan, dan nyeri serta menurunnya lingkup gerak sendi (Cheung, K *et al*, 2003).

DOMS terjadi setelah adanya latihan eksentrik dan konsentrik yang berat atau intens yang menimbulkan adanya kondisi kerusakan yang nyata pada jaringan otot, peradangan, dan diikuti oleh pengeluaran enzim. Kerusakan ini akan menyebabkan adanya peningkatan terjadinya tegangan yang mengakibatkan menurunnya aktif *motor unit* selama kontraksi eksentrik. Terjadinya kerusakan bagian struktur sel otot terutama pada tipe otot II (*Fast twitch*) menjadi lebih kecil dan melemah pada *Z line*. Rangsang nyeri kemudian akan mengaktifasi timbulnya nyeri pada jaringan otot dan arteri, kapiler darah, serta tendon. CK (*creatinin kinase*) merupakan salah satu indikator terjadinya permeabilitas enzim pada membran yang terjadi pada otot skeletal dan otot jantung (Cheung, K *et al*, 2003).

3. Teori Pencetus Nyeri Otot DOMS

a. Teori Asam Laktat

Teori asam laktat didasarkan pada asumsi bahwa asam laktat terus diproduksi setelah latihan. Rasa sakit DOMS karena adanya penumpukan asam laktat yang berlebihan pada otot yang berkontraksi eksentrik berlebihan. Teori ini telah ditolak karena otot konsentrik telah gagal untuk menghasilkan sensasi rasa DOMS yang sama dengan yang dialami oleh individu dengan kontraksi otot eksentrik. Kontraksi eksentrik berlebihan yang telah terbukti untuk menghasilkan nyeri DOMS terbesar pada individu (Fedorko, B, F, 2007).

Alasan lain teori ini ditolak adalah jika asam laktat tinggi yaitu latihan konsentrik seharusnya dapat menimbulkan nyeri jauh lebih besar dibanding latihan eksentrik. Teori lain juga menambah untuk mendeskreditkan teori ini adalah kenyataan bahwa puncak DOMS dialami 24-78 jam setelah latihan eksentrik dan pada saat ini konsentrasi laktat sudah kembali normal seperti sebelum kontraksi (Ferdoko, B F, 2007).

b. Teori Spasme Otot

Teori spasme otot menjelaskan bahwa DOMS disebabkan oleh spasme lokal dari motor unit. Teori spasme otot diperkenalkan oleh De Vries pada tahun 1961. Teori ini melalui pengamatan peningkatan tingkat aktivitas saat otot beristirahat setelah latihan eksentrik. Otot yang mengalami nyeri ketika dalam keadaan beristirahat diamati dengan EMG (elektromiografi), De Vries menyimpulkan bahwa aktivasi otot meningkat saat istirahat menunjukkan spasme lokal *motor unit* yang menyebabkan iskemia, dan akumulasi zat nyeri. Dia memprakarsai “lingkaran setan”, sebagai stimulasi lebih lanjut dari ujung saraf rasa sakit yang disebabkan refleks spasme otot dan kondisi iskemik berkepanjangan. Namun, teori spasme otot sebagian besar telah digagalkan dengan penelitian EMG lanjutan yang menunjukkan tidak ada peningkatan aktivitas pada otot sakit saat keadaan istirahat (Ferdoko, B F, 2007).

c. Teori Penembusan Kalsium

Teori penembusan kalsium menjelaskan bahwa kalsium dari *interstitium* terakumulasi pada otot cedera. Tingginya kekuatan mekanik yang dihasilkan selama latihan otot, terutama dalam latihan eksentrik, menyebabkan gangguan struktural protein dalam serat otot dan jaringan ikat antara *cross bridge*. Kekuatan mekanik yang tinggi mengakibatkan kerusakan struktural *sarcolemma* dan perubahan dalam permeabilitas membran sel yang mengakibatkan masuknya Ca^{+} dari *interstitium*. Akumulasi kalsium menghambat respirasi seluler dan dianggap

mengaktifkan *protease* dan *fosfolipase* yang menyebabkan cedera lebih lanjut dari *sarcolemma*. Kerusakan progresif *sarcolemma* yang dikarenakan latihan tersebut akan disertai oleh difusi komponen intraseluler ke dalam interstitium dan plasma. Zat ini kemudian akan berfungsi untuk menarik *monosit* yang dikonversi ke *makrofag* dan untuk mengaktifkan sel-sel *mast* dan *histocytes* di daerah cedera. Armstrong berpendapat bahwa akumulasi *histamin*, *kinins*, dan *kalium* dalam *interstitium* merangsang saraf bebas dari neuron sensorik kelompok IV, yang mengaktifkan *nociceptors* dan mengakibatkan sensasi DOMS (Ferdoko, B F, 2007).

d. Teori Kerusakan Otot / Jaringan Ikat

Teori ini berfokus pada gangguan komponen jaringan otot kontraktile dikarenakan tidak terbiasa berolahraga, terutama pada tingkat *Z-line*. Gangguan dari komponen kontraktile disebabkan oleh meningkatnya tegangan jaringan ikat karena penurunan *recruitment motor unit* selama kontraksi eksentrik. Hal tersebut mengakibatkan *nocioceptors* yang terletak di otot dan jaringan ikat di wilayah *arteriola*, kapiler, dan persimpangan *musculotendinosus* kemudian terstimulasi sehingga menyebabkan sensasi nyeri (Cheung, K *et al*, 2003).

e. Teori Peradangan

Menurut Cheung *et al* (2003), menyimpulkan bahwa peradangan akut adalah mekanisme yang mendasari DOMS. Menurut teori ini, kerusakan jaringan setelah latihan eksentrik menyebabkan peningkatan *neutrofil* beredar yang bermigrasi ke lokasi cedera. Tahap selanjutnya kedua, sel darah putih, makrofag, mulai infiltrasi ke area yang rusak di sekitar 8-12 jam setelah latihan. Sel-sel ini mensintesis sejumlah besar prostaglandin (PGE₂s), yang memberikan stimulus mekanik ke reseptor nyeri sehingga menyebabkan DOMS.

f. Teori Berurutan

Saat ini para peneliti paling mempercayai bahwa sebuah teori tunggal tidak dapat menjelaskan terjadinya DOMS. DOMS mungkin

terjadi akibat dari urutan kejadian yang melibatkan jaringan ikat robek, kerusakan otot, penembusan kalsium dan peradangan. Teori ini dimulai dengan asumsi bahwa kekuatan terikan yang tinggi selama aktivitas kontraksi otot eksentrik menyebabkan kerusakan struktural protein dalam serat otot (teori jaringan ikat dan teori kerusakan otot). Hal ini mengakibatkan kerusakan *sarcolema* dalam akumulasi kalsium yang menghambat respirasi selular (teori penembusan kalsium). Dalam beberapa jam ada peningkatan yang signifikan dalam sirkulasi *neutrofil* (teori peradangan). Komponen intra selular dari jaringan ikat dan kerusakan otot berdifusi ke dalam plasma dan intersisial. Sel *mast* dan histamin aktif diproduksi, dan dalam beberapa jam terdapat peningkatan yang signifikan dalam sirkulasi *neutrofil* di area cedera (teori peradangan). Setelah paparan karena peradangan, makrofag memproduksi PGE₂s yang mengiritasi ujung saraf *afferent* tipe III dan IV (teori peradangan). Akumulasi histamin, kalium, dan kinins dari fagositosis aktif dan nekrosis seluler, dan juga tekanan tinggi dari edema jaringan menstimulasi *nociceptors* dan menghasilkan sensasi dari DOMS. Teori ini memungkinkan peneliti untuk menyelidiki berbagai strategi pengobatan yang bertujuan meringankan gejala nyeri pada DOMS (Cheung, K *et al*, 2003).

4. Tanda dan Gejala DOMS

Tanda dan gejala pada DOMS, antara lain: (1) nyeri dan rasa sakit di otot dimulai 12-24 jam dan puncaknya pada 48-72 jam setelah latihan, (2) nyeri tekan saat dipalpasi pada perut otot, (3) rasa sakit atau nyeri bertambah saat otot terulur dan kontraksi aktif, (4) oedema lokal dan teraba hangat pada otot, (5) kekuatan otot menurun, (6) LGS menurun (Cheung, K *et al*, 2003). Nyeri akibat DOMS dapat diukur menggunakan *Talag Scale*.

The use of a Pain Gauge (Talag Scale) *see below*:

The Talag Scale of Perceived Pain / Muscle Soreness	
1.	no pain
2.	dull vague ache
3.	slight persistent pain
4.	more than slight pain
5.	painful
6.	very painful
7.	unbearably painful

Gambar 2.2. *Talag Scale* (Andung, 2013)

Talag scale diukur dengan kriteria

- 1 : tidak nyeri
- 2 : nyeri samar
- 3 : sedikit nyeri
- 4 : nyeri sedang
- 5 : nyeri
- 6 : sangat nyeri
- 7 : nyeri tak tertahankan

5. Latihan yang Menimbulkan DOMS

Menurut Tartibian & Azizbeigi (2010), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa untuk menimbulkan efek DOMS, mereka menggunakan latihan eksentrik yaitu dengan naik turun *box* dengan tinggi 30-45 cm dan lebar 2,5 m. Pada penelitian ini subyek mengulang naik turun *box* selama 5 menit dan istirahat selama 3 menit dan kemudian mengulang naik turun *box* 5 menit. Intensitas latihan yaitu 20 kali setiap menit. Subyek naik *box* dengan menggunakan kaki kanan dengan tumpuan setengah *plantar* untuk menimbulkan kontraksi eksentrik pada otot *gastrocnemius* dan turun dengan menggunakan kaki kiri terlebih dahulu yang dilakukan selama 15 menit.



Gambar 2.3. Latihan Step Test

D. Ice Compress

1. Definisi *Ice Compress*

Cold therapy adalah pemanfaatan dingin untuk mengobati nyeri atau gangguan kesehatan lainnya. Istilah *cryotherapy* digunakan untuk penggunaan terapi dingin yang sangat ekstrem, biasanya menggunakan cairan nitrogen, untuk merusak jaringan. *Cryotherapy* kadang dipakai untuk penanganan luka di kulit, seperti tungau atau beberapa jenis kanker kulit. Terapi dingin dapat dipakai dengan beberapa cara, seperti penggunaan es dan *cold baths*. Terapi ini dipakai pada saat respons peradangan masih sangat nyata (keadaan cedera akut) (Arovah, N I, 2016).

Kompres es merupakan salah satu modalitas terapi dingin dengan menggunakan pecahan es dibungkus dengan plastik dan dilapisi handuk kering atau basah diaplikasikan langsung pada otot. Adapun sekarang kompres es dapat dilakukan dengan memasukan pecahan es kedalam *ice pack*. Kompres es merupakan bagian dari penatalaksanaan cedera olahraga yang terutama dilakukan pada fase akut cedera. Waktu terapi 10-15 menit untuk daerah superfisial dan 15-20 menit untuk jaringan yang lebih dalam. Kompres es digunakan untuk mengurangi proses inflamasi, mengurangi spasme otot, dan mengurangi nyeri serta resiko kematian sel (Bleakley, C *et al*, 2004).

2. Efek *Ice Compress*

Tujuan dari terapi dingin adalah menyerap kalori area lokal cedera sehingga terjadi penurunan suhu. Berkaitan dengan hal ini, jenis terapi dengan terapi es basah lebih efektif menurunkan suhu dibandingkan es dalam kemasan mengingat pada kondisi ini lebih banyak kalori tubuh yang dipergunakan untuk mencairkan es. Semakin lama waktu terapi, penetrasi dingin semakin dalam. Pada umumnya terapi dingin pada suhu 3,5 °C selama 10 menit dapat mempengaruhi suhu sampai dengan 4 cm di bawah kulit. Jaringan otot dengan kandungan air yang tinggi merupakan konduktor yang baik sedangkan jaringan lemak merupakan isolator suhu sehingga menghambat penetrasi dingin (Arovah, N A, 2016).

Terapi dingin dapat menurunkan produksi mediator *vasodilatasi* seperti *histamine* dan *prostaglandin* yang akan mengakibatkan *vasodilatasi* menurun (Cameron, 2003). Secara fisiologis, pada 15 menit pertama setelah pemberian aplikasi dingin (suhu 10 °C) terjadi vasokonstriksi *arteriola* dan *venula* secara lokal. Vasokonstriksi ini disebabkan oleh aksi reflek dari otot polos yang timbul akibat stimulasi sistem saraf otonom dan pelepasan *epinephrin* dan *norepinephrin*. Walaupun demikian apabila dingin tersebut terus diberikan selama 15 sampai dengan 30 menit akan timbul fase *vasodilatasi* yang terjadi intermiten selama 4 sampai 6 menit, periode ini dikenal sebagai respon *hunting* (Arovah, N I, 2016).

Selain menimbulkan vasokonstriksi, sensasi dingin juga menurunkan eksitabilitas akhiron saraf bebas sehingga menurunkan kepekaan terhadap rangsang nyeri. Aplikasi dingin juga dapat mengurangi tingkat metabolisme sel sehingga limbah metabolisme menjadi berkurang. Penurunan limbah metabolisme pada akhirnya dapat menurunkan spasme otot (Arovah, N I, 2016).

Tabel 2.2. Respon Kulit pada Aplikasi Dingin

Tahap	Waktu aplikasi	Respon
1	0-3 menit	Sensasi dingin
2	2-7 menit	Rasa terbakar dan nyeri
3	5-13 menit	Anestesi relatif kulit

Sumber: (Arovah, N I, 2016)

Pada umumnya dingin lebih mudah menembus jaringan dibandingkan dengan panas. Ketika otot sudah mengalami penurunan suhu akibat aplikasi dingin, efek dingin dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan panas karena adanya lemak *subcutan* yang bertindak sebagai *insulator*. Di sisi lain lemak *subcutan* merupakan *barier* utama energi dingin untuk menembus otot. Pada individu dengan tebal lemak sub kutan

setebal 2 cm, energi dingin dapat menembus jaringan otot dalam waktu 10 menit (Arovah, N I, 2016).

Tabel 2.3. Efek Fisiologis Tubuh pada Terapi Dingin

Variabel	Efek
Spasme otot	Menurun
Persepsi nyeri	Menurun
Aliran darah	Menurun sampai 10 menit pertama
Kecepatan metabolisme	Menurun
Elastisitas kolagen	Menurun
Kekakuan sendi	Meningkat
Permeabilitas kapiler	Meningkat
Pembengkakan	Menurun

Sumber: (Arovah, N I, 2016)

E. *Massage*

1. Definisi *Massage*

Massage dalam bahasa Arab dan Perancis berarti menyentuh atau meraba. Dalam bahasa Indonesia disebut sebagai pijat atau urut. Selain disempurnakan dengan ilmu-ilmu tentang tubuh manusia atau gerakan-gerakan tangan yang mekanis terhadap tubuh manusia dengan mempergunakan bermacam-macam bentuk pegangan atau teknik (Trisnowiyanto, B, 2012).

Massage adalah suatu seni gerak tangan yang bertujuan untuk mendapatkan kebugaran, pemulihan cedera, menyembuhkan penyakit, dan mendukung prestasi olahraga atau kerja. Efek mekanis dari gerakan tangan ini akan menimbulkan rasa tenang dan nyaman bagi penerimanya/pasien. *Massage* dapat diberikan kepada semua orang, laki-laki, perempuan, tua, muda, dewasa maupun anak-anak, bahkan juga pada binatang piaraan (Wijanarko, B, 2010).

Sport massage adalah *massage* yang diadaptasi untuk keperluan atlet dan terdiri dari dua kategori yaitu pemeliharaan (sebagai bagian dari aturan latihan) dan perlombaan (sebelum perlombaan ataupun setelah perlombaan). *Sport massage* juga digunakan untuk mempromosikan penyembuhan dari cedera. *Re-flexologi*, juga dikenal sebagai terapi Zona, terapi ini didasarkan, pada ide orientasi bahwa stimulasi dari titik-titik tertentu pada tubuh mempunyai efek pada bagian-bagian lain dari tubuh. Dengan menggunakan tekanan jari dalam, ahli terapi *massage* mengobati area tertentu pada kaki dan tangan untuk menormalkan fungsi-fungsi organ dalam tubuh (Wijanarko, B, 2010).

2. Teknik *Massage*

a. *Palmar stroking*

Gosokan dengan telapak tangan secara ringan pada otot-otot pada area yang akan diterapi. Teknik ini biasanya digunakan untuk meratakan media yang akan digunakan untuk *massage*.

b. *Efflurage* (gosokan)

Adalah suatu gerakan dengan mempergunakan seluruh permukaan telapak tangan melekat pada bagian-bagian tubuh yang digosok. Bentuk telapak tangan dan jari-jari selalu menyesuaikan dengan bagian tubuh yang digosok. Tangan menggosok secara supel menuju ke arah jantung (*sentripetal*) dengan dorongan dan tekanan. Tetapi boleh juga menuju menyamping (*sentrifugal*) misalnya gosokan di daerah dada, perut dan sebagainya. Teknik *efflurage* dilakukan pada permulaan *massage* dosis 5 kali dan penutup *massage* dosis 3 kali baik sebagian maupun untuk seluruh tubuh. *Efflurage* yang dilakukan pada daerah anggota gerak (ekstremitas) selalu dengan dorongan dan tekanan yang baik dan setiap gosokan harus berakhir pada kelenjar limfe (pada ketiak untuk anggota gerak atas dan lipat paha untuk anggota gerak bawah).

c. *Petrissage* (pijatan)

Adalah suatu gerakan pijatan dengan mempergunakan empat jari merapat berhadapan dengan ibu jari yang selalu lurus dan supel. Kesalahan pada umumnya tidak dapatnya jari-jari dan ibu jari. Gerakan memijat dengan meremas otot yang sedikit ditarik ke atas seolah-olah akan memisahkan otot dari tulang selaputnya atau dari otot yang lain. Gerakan pijatan harus dilakukan pada tiap kelompok otot dan otot harus dipijat beberapa kali dengan supel dan rilek.

d. *Kneading* (pijatan)

Kneading merupakan salah satu variasi teknik *massage petrissage* yang mana gerakan pijatannya dengan satu tangan atau kedua belah tangan. Jaringan ditekan di antara telapak tangan dan jari-jari. Gerakan tangan harus ganti berganti dan tekanan harus selalu menuju ke arah atas.

e. *Friction* (gerusan)

Adalah suatu gerakan gerusan kecil-kecil yang dilakukan dengan mempergunakan ujung tiga jari (jari telunjuk, jari tengah, jari manis) yang merapat, ibu jari, ujung siku, pangkal telapak tangan dan yang bergerak berputar-putar searah atau berlawanan dengan jarum jam. Berputar-putar dan menggeser ke samping secara supel dan kontinyu sehingga sehingga seperti spiral. Untuk lebih menguatkan tekakannya tangan lain dapat membantu menekan di atasnya. Teknik ini dapat dilakukan di daerah pantat, kanan kiri kolumna veterbralis pada sepanjang saraf tulang belakang, telapak kaki dan sekeliling persendian banyak dilakukan untuk *remedial massage* (pijat penyembuhan) (Trisnowiyanto, B, 2010).

3. Efek *Massage*

Dari sudut pandang ilmu Faal, *massage* adalah tekayasa aktivasi mekanisme pompa vena dan pompa limfe (getah bening) secara artifisial untuk mempercepat pemulihan melalui percepatan sirkulasi dalam kondisi istirahat total (berbaring dengan rileks). Saat itu, (pada kondisi yang

fisiologis), aktivasi pompa vena dan pompa limfe terjadi pada kontraksi otot yang dinamis (isotonis) oleh adanya kontraksi dan relaksasi otot yang bergantian. Pada saat otot berkontraksi, pembuluh-pembuluh vena di dalam dan di sekitar vena terjepit, sehingga darah dan limfe terperas keluar dari pembuluh; kemudian pada saat relaksasi, pembuluh-pembuluh itu terisi kembali oleh darah dan limfe yang berasal dari jaringan otot yang aktif, bukan darah dan limfe yang tadi telah terperas ke luar. Oleh karena itu, sistem pompa vena dan pompa limfe sering pula disebut sebagai pompa otot, oleh karena aktivasi kedua sistem pompa itu terjadi bila ada kontraksi otot yang dinamis (Giriwiyono, S., & Sidik, D, 2012).

Dengan aktifnya sistem pompa otot, terjadilah percepatan sirkulasi jaringan di dalam otot yang aktif. Percepatan sirkulasi ini membantu mekanisme pemeliharaan homeostatis dan mempercepat pemulihan (di dalam aktivitas olahraga) oleh terjadinya percepatan semua pasokan semua zat kebutuhan jaringan serta percepatan pembuangan sampah olahdaya (metabolisme)-nya. Demikianlah pada olahraga, selain terjadi aktivasi sistem sirkulasi yang bersifat sistemik (aktivasi) dari Ergosistem III, terjadi pula aktivasi sirkulasi yang bersifat lokal pada setiap otot yang aktif.

Mekanisme demikian sangat perlu dimanfaatkan baik pada pemulihan total (atlet telah selesai berolahraga) maupun pada pemulihan parsial (atlet memanfaatkan selang waktu yang terjadi dalam pertandingan) melalui apa yang sering disebut sebagai istirahat aktif (*active rest*) atau “pendinginan” (*cooling down*) pada pemulihan total. Hakikat dari “pendinginan” dan istirahat aktif adalah *massage* oleh diri sendiri (*auto-massage*) (Giriwiyono, S., & Sidik, D, 2012).

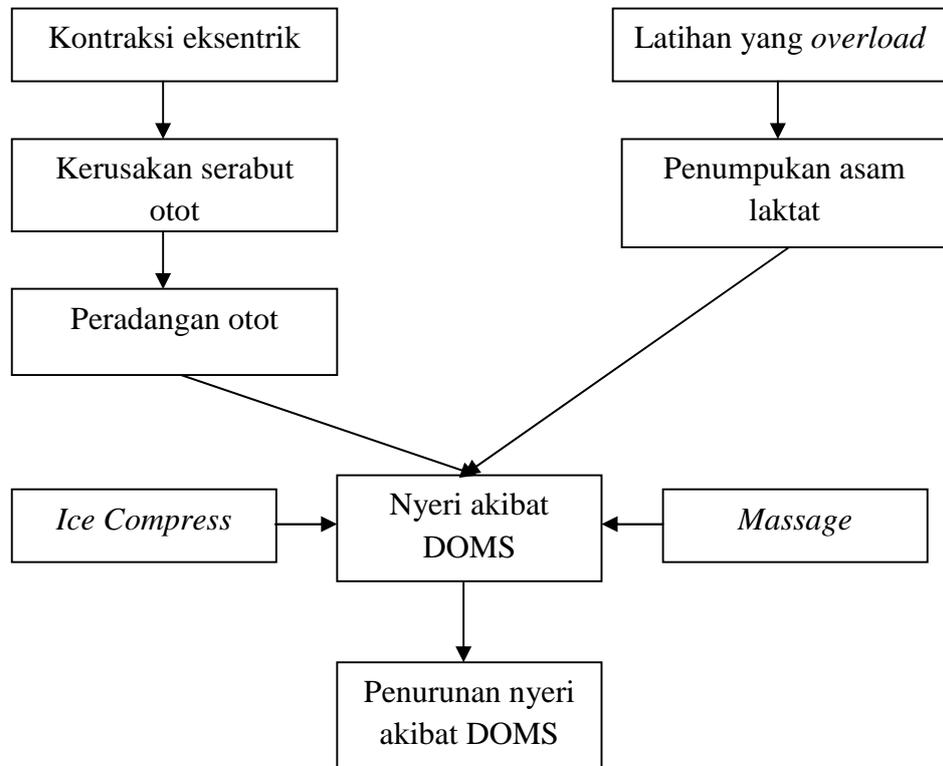
Pada kerja dengan posisi statis, terjadi kontraksi otot secara isometris. Pada kontraksi isometris, mekanisme pompa otot tidak berfungsi, bahkan pembuluh-pembuluh vena maupun limfe secara terus-menerus dalam kondisi terjepit oleh adanya kontraksi isometris tersebut. Hal ini menghambat pasokan kebutuhan jaringan dan pembuangan sampah

dari jaringan otot yang sedang aktif tersebut (sedang berkontraksi isometris), sehingga dengan sendirinya mengundang banyak terjadinya keluhan misalnya pegal otot (*muscle soreness*) (Giriwiyono, S., & Sidik, D, 2012).

Massage akan memberikan efek secara mekanis, terhadap jaringan yang dimanipulir. Secara mekanis dengan memberi tekanan secara bergantian dengan memberi istirahat, akan membantu memberikan dorongan terhadap pengaliran darah dalam pembuluh balik menuju ke jantung, demikian juga terhadap pembuluh limfe. Secara tidak langsung juga membantu melancarkan pengaliran darah dalam pembuluh arteri atau kapiler. Membantu proses pembuangan sisa oksidasi, dan membantu memberikan zat makanan dalam jaringan (Sahri dalam Atmaja, A, D, 2016).

Secara refleksi *massage* dapat menimbulkan pacuan terhadap *vasomotor*, sehingga menyebabkan vasodilatasi pada pembuluh darah, sehingga melancarkan aliran darah. Terhadap otot dapat meningkatkan *tonusnya*. Secara kimia menyebabkan terbebaskannya suatu zat sejenis *histamine* yang memberi efek dilatasi terhadap pembuluh darah kapiler. Efek terhadap otot yakni memperlancar proses penyerapan sisa pembakaran yang berada di otot yang dapat menimbulkan kelelahan. Pada otot yang mengalami cedera akan membantu meningkatkan *supply* darah ke bagian yang mengalami cedera sehingga mempercepat proses penyembuhan (Jordy, B, 2007).

F. Kerangka Teori



Gambar 2.4. Kerangka Teori

Sumber: (Cheung, K *et al*, 2003); (Arovah, N I, 2016); (Jordy, B, 2007).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan dan perkembangan teknologi yang semakin beragam dan inovatif telah merubah kehidupan remaja pada saat ini khususnya di perkotaan. Dampak positif dari kemajuan di bidang teknologi, salah satunya masyarakat akan dengan mudah mencari informasi terbaru dan dapat berkomunikasi tanpa batas ke seluruh belahan dunia. Namun dengan kemajuan teknologi tersebut akan membawa dampak negatif, salah satunya remaja akan semakin malas beraktivitas fisik karena waktunya akan dihabiskan di depan *laptop* dan *handphone* mereka sehingga cenderung menjadi hipokinetik yang akan cepat mengalami kelelahan setelah melakukan aktivitas fisik karena kondisi kebugaran fisiknya yang kurang prima.

Apabila kondisi kebugaran fisik yang kurang prima melakukan aktivitas maka setelahnya akan muncul *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) dengan gejala berupa spasme otot, terjadinya bengkak, penurunan kekuatan otot, nyeri lokal, dan rasa *proprioceptive* sendi yang terganggu. Gejala tersebut lebih nampak pada seseorang dengan kondisi kebugaran jasmani yang kurang baik dibandingkan pada seseorang dengan kebugaran jasmani yang baik dan terlatih. Hal ini dikarenakan kurangnya pemanasan dan aktivitas otot melebihi dari kemampuan dalam melakukan aktivitas serta gerakan yang salah, sehingga akan berpengaruh terhadap kesehatan jasmani dan fisik seseorang yang akan berdampak secara langsung atau tidak langsung bagi kebugaran dan kondisi tubuh yang sehat.

DOMS dapat menyebabkan rasa tidak nyaman atau nyeri yang kadang kita tidak mengetahui penyebab nyeri tersebut dapat timbul. Beberapa teori yang sudah dikemukakan penyebab terjadinya *muscle soreness* disebabkan oleh *microtrauma* yang terjadi pada serabut kecil *muscle fiber*. *Muscle soreness* dapat terjadi pada fase akut di mana pada fase akut ini terjadi *muscle*

soreness yang berlangsung selama ataupun setelah melakukan aktivitas fisik yang berat dalam jangka waktu yang cepat yang disebut *acute muscle soreness*, kemudian *muscle soreness* yang dapat terjadi dan dirasakan setelah 24 jam sampai 72 jam setelah melakukan aktivitas fisik (Sellwood, K L *et al*, 2007). Fisioterapi merupakan salah satu bidang kesehatan yang dapat memberikan intervensi pada permasalahan nyeri akut maupun kronis.

Fisioterapi adalah suatu pelayanan kesehatan yang ditujukan untuk individu dan atau kelompok dalam upaya mengembangkan, memelihara, dan memulihkan gerak dan fungsi sepanjang daur kehidupan dengan menggunakan modalitas fisik, agen fisik, dan komunikasi (Kepmenkes RI No 777, 2008). Modalitas fisioterapi ada bermacam-macam, meliputi modalitas menggunakan alat (*low and high frequency current*), manual terapi, dan terapi termal (terapi panas dan terapi dingin).

Terapi dingin telah lama digunakan untuk menangani nyeri muskuloskeletal dengan mekanisme penurunan temperatur jaringan yang akan mengakibatkan penyempitan pembuluh darah lokal, sehingga mengurangi respon inflamasi dan edema yang berhubungan dengan trauma muskuloskeletal. Terapi dingin dapat menurunkan produksi mediator vasodilatasi seperti *histamine* dan *prostaglandin* yang akan mengakibatkan vasodilatasi menurun. Menurut Veqar Z (2013), dalam penelitiannya "*Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness*" disebutkan bahwa aplikasi terapi dingin (*cold therapy*) bermanfaat untuk mengurangi gejala DOMS. Terapi dingin yang banyak digunakan berupa *ice massage*, *ice packs* atau kompres es, *cold bath/water immersion* dan *vapocoolant sprays*.

Kompres es merupakan bagian dari penatalaksanaan cedera olahraga yang terutama dilakukan pada fase akut cedera, dengan efek mengurangi proses pembengkakan, mengurangi nyeri, mengurangi spasme otot dan resiko kematian sel (Bleakley, C *et al*, 2004).

Menurut Kritiyakarana *et al* (2014), dalam penelitiannya "*Effect of Ice Bag, Dinamic Stretching, and Combined Treatments on the Prevention and Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness*" disimpulkan bahwa kombinasi

antara semua *treatment* tidak terlalu berpengaruh, *ice bag* atau *dynamic stretching* merupakan pilihan terbaik untuk menangani gejala DOMS.

Penelitian dari Zainuddin *et al* (2005), yang berjudul “*Effect of Massage on Delayed-Onset Muscle Soreness, Swelling, and Recovery of Muscle Function*” menyebutkan bahwa *massage* dengan metode *stroking palmar, efflurage, petrisage, kneading, friction* dapat mengurangi bengkak dan mengurangi nyeri DOMS. Sedangkan penelitian dari Hilbert *et al* (2003) yang berjudul “*The Effect of Massage on Delayed Onset Muscle Soreness*” didapatkan hasil bahwa pemberian *massage* dapat mengurangi intensitas nyeri akibat DOMS pada 48 jam setelah latihan.

Berdasarkan survei pendahuluan wawancara dengan 6 Mahasiswi Fisioterapi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) ‘Aisyiyah Surakarta’ didapatkan hasil bahwa 5 dari 6 orang tersebut jarang melakukan olahraga dikarenakan jadwal kuliah yang padat dan malas, sedangkan 1 orang lainnya rajin olahraga renang. 5 orang yang jarang berolahraga ketika setelah melakukan aktivitas berat/olahraga sering merasakan DOMS (pegal dan nyeri) pada betis, paha, dan bahu. Dari survei pendahuluan tersebut dapat disimpulkan bahwa Mahasiswi Fisioterapi mudah mengalami DOMS setelah melakukan aktivitas yang lebih berat dari aktivitas sehari-hari karena DOMS mudah muncul pada seseorang yang jarang melakukan aktivitas berat/olahraga.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, penulis ingin mengetahui modalitas fisioterapi mana yang lebih efektif dalam pencegahan nyeri akibat DOMS sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas *Ice Compress* dan *Massage* terhadap penurunan nyeri akibat *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) pada otot *Gastrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES ‘Aisyiyah Surakarta’

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu:

1. Adakah pengaruh pemberian *ice compress* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS Pada otot *gastrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES 'Aisyiyah Surakarta?
2. Adakah pengaruh pemberian *massage* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS Pada otot *gastrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES 'Aisyiyah Surakarta?
3. Adakah perbedaan pengaruh pemberian *ice compress* dan *massage* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS Pada otot *gastrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES 'Aisyiyah Surakarta?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penulis penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Tujuan Umum

Untuk menambah wawasan mengenai pemberian *ice compress* dan *massage* untuk mencegah terjadinya DOMS sesudah latihan.

2. Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan distribusi usia responden penelitian
- b. Mendeskripsikan derajat nyeri DOMS pada jam ke-24 pada kelompok *ice compress*, kelompok *massage*, dan kelompok kontrol
- c. Mendeskripsikan derajat nyeri DOMS pada jam ke-48 pada kelompok *ice compress*, kelompok *massage*, dan kelompok kontrol
- d. Mendeskripsikan derajat nyeri DOMS pada jam ke-72 pada kelompok *ice compress*, kelompok *massage*, dan kelompok kontrol
- e. Mendeskripsikan pengaruh *ice compress* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS
- f. Mendeskripsikan pengaruh *massage* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS
- g. Menganalisis efektivitas *ice compress* dan *massage* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS pada otot *Gatrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES 'Aisyiyah Surakarta

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian penulis tentang pengaruh pemberian *ice compress* dan *massage* terhadap penurunan nyeri akibat DOMS pada otot *Gastrocnemius* Mahasiswi Fisioterapi STIKES 'Aisyiyah Surakarta sebagai berikut:

1. Bagi Pembangunan Ilmu Pengetahuan

Untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang fisioterapi tentang kejadian DOMS dan bagaimana mengenal tanda dan gejala serta pelaksanaan penanganan terjadinya DOMS.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Dapat dijadikan bahan informasi bagi teman sejawat fisioterapi dan dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagi Penderita

Dapat dijadikan bahan untuk memperoleh intervensi yang tepat dan lebih efektif dalam upaya menurunkan nyeri akibat DOMS.

4. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat berguna untuk menambah ilmu pengetahuan dan menambah pengalaman bagi penulis untuk mempelajari manfaat dan perbedaan dari penggunaan *ice compress* dan *massage* untuk menurunkan nyeri akibat DOMS.

