

BAB V

FISIOLOGI OTOT RANGKA

Tujuan

Menjelaskan perbedaan jenis otot, proses kontraksi dan relaksasi, serta tipe-tipe serabut otot dan pengaruhnya terhadap olahraga.

Menggerakkan anggota tubuh kita diperlukan bantuan otot. Sistem otot terdiri dari beberapa bagian yang terpisah yang disebut otot-otot. Dengan menggerakkan komponen-komponen intra sel tertentu, sel otot dapat menghasilkan tegangan dan memendek, yaitu berkontraksi (Syamsir, 2009). Terdapat tiga jenis otot diantaranya otot rangka, otot jantung, dan otot polos. Melalui kemampuan berkontraksi yang berkembang sempurna, kelompok-kelompok sel otot yang bekerja sama dalam suatu kelompok dapat menghasilkan gerakan dan melakukan kerja. Menurut Sherwood (2012) kontraksi terkontrol otot memungkinkan:

1. Terjadinya gerakan yang bertujuan menggerakkan tubuh keseluruhan atau bagian-bagian tertentu, misalnya berjalan atau melambaikan tangan.
2. Kita memanipulasi benda eksternal misalnya menyetir atau memindahkan barang.
3. Terdorongnya atau mengalirnya isi berbagai organ internal berongga, misalnya sirkulasi darah atau mengalirnya makanan melalui saluran cerna.
4. Kita mengosongkan isi rongga tertentu ke lingkungan eksternal misalnya waktu buang air besar ataupun melahirkan.

5.1 Jenis-jenis Otot

Lukmaningsih (2011) menjelaskan terdapat tiga jenis otot yaitu otot rangka, otot jantung, otot polos. Otot membentuk kelompok jaringan terbesar di tubuh, menghasilkan sekitar separuh dari berat tubuh. Otot rangka saja membentuk sekitar 40% berat tubuh pada pria, dan 32% pada wanita, dengan otot polos dan otot jantung membentuk 10% lainnya dari berat total. Setiadi (2007) lebih lanjut menjelaskan secara fungsional ketiga otot ini berbeda, otot rangka berkontraksi menggerakkan tulang sehingga menggerakkan tubuh secara keseluruhan, otot jantung menggerakkan jantung sehingga jantung dapat berdetak, sementara otot polos membantu dalam kontraksi yang memungkinkan gerakan zat dalam atau dari organ yang lain. Otot

polos terdapat pada dinding saluran pencernaan, saluran pernapasan, dan pembuluh darah sehingga sering disebut otot alat-alat dalam.

Ketiga otot tersebut dapat juga dibedakan berdasarkan ada atau tidaknya pita terang gelap bergantian atau garis-garis jika otot dilihat dibawah mikroskop cahaya (Lukmaningsih, 2011). Istilah *striated muscle* sering digunakan untuk otot yang memiliki garis-garis ini karena adanya serat otot yang gelap dan terang membuat otot-otot tersebut seperti memiliki strip. Hanya otot-otot rangka dan otot jantung yang memiliki garis-garis ini sementara otot polos tidak memilikinya. Perbedaan selanjutnya bisa dilihat berdasarkan volunter atau involunternya otot tersebut, masing-masing tergantung pada apakah otot tersebut disarafi sistem saraf somatik dan dibawah kontrol kesadaran atau disarafi oleh sistem saraf otonom dan tidak berada dibawah kesadaran. Otot rangka merupakan otot volunter karena aktivitasnya dilakukan secara sadar dan terkontrol, sementara otot jantung dan otot polos merupakan otot involunter yang bergerak dibawah kontrol kesadaran. Sebagian besar dari bab ini berisi tentang uraian terperinci otot yang paling banyak dan sering digunakan saat berolahraga yaitu otot rangka.



Gambar 5.1 Perbedaan jenis-jenis otot

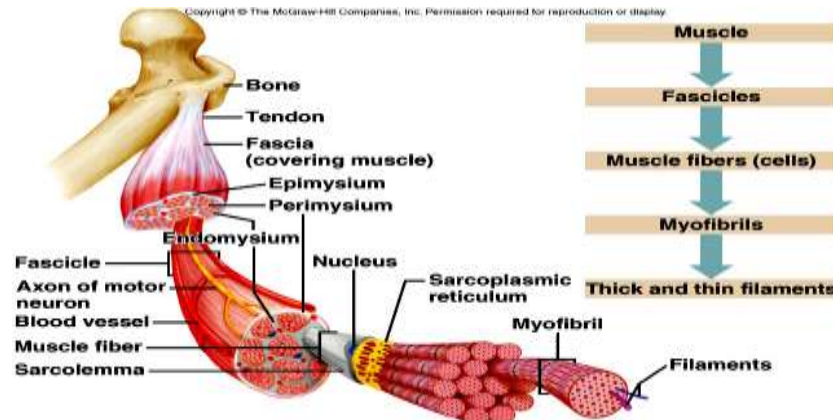
5.2 Otot Rangka (*skeletal Muscle*)

Menurut Effendi (2009) otot skelet atau otot rangka adalah organ somatik, yang dipengaruhi oleh kemauan. Otot rangka merupakan alat gerak aktif bagi tubuh, karena memiliki fungsi utama untuk berkontraksi yang menyebabkan tubuh bergerak. Selain itu otot skelet berfungsi menghasilkan panas tubuh, memberi bentuk tubuh dan melindungi organ yang lebih dalam. Lebih lanjut Nawawi menjelaskan adaptasi olahraga adalah perubahan struktur atau fungsi organ-organ tubuh yang sifatnya lebih menetap karena latihan fisik yang dilakukan dengan teratur dalam

periode waktu tertentu. Sesuai aktivitasnya, perubahan adaptif jangka panjang dapat terjadi pada serat otot, otot skelet memperlihatkan kemampuan berubah atau plastisitas yang besar dalam memberi respon terhadap berbagai bentuk pelatihan. Plastisitas ini berupa adaptasi aktivitas kontraksi yang berbeda akibat bentuk latihan yang berbeda. Latihan merupakan salah satu tekanan ekstrim yang diterima oleh tubuh. Adaptasi fisiologis merupakan bentuk reaksi yang terjadi dalam tubuh untuk mempertahankan homeostatis tubuh saat menghadapi tekanan latihan olahraga.

5.3 Struktur Otot Rangka

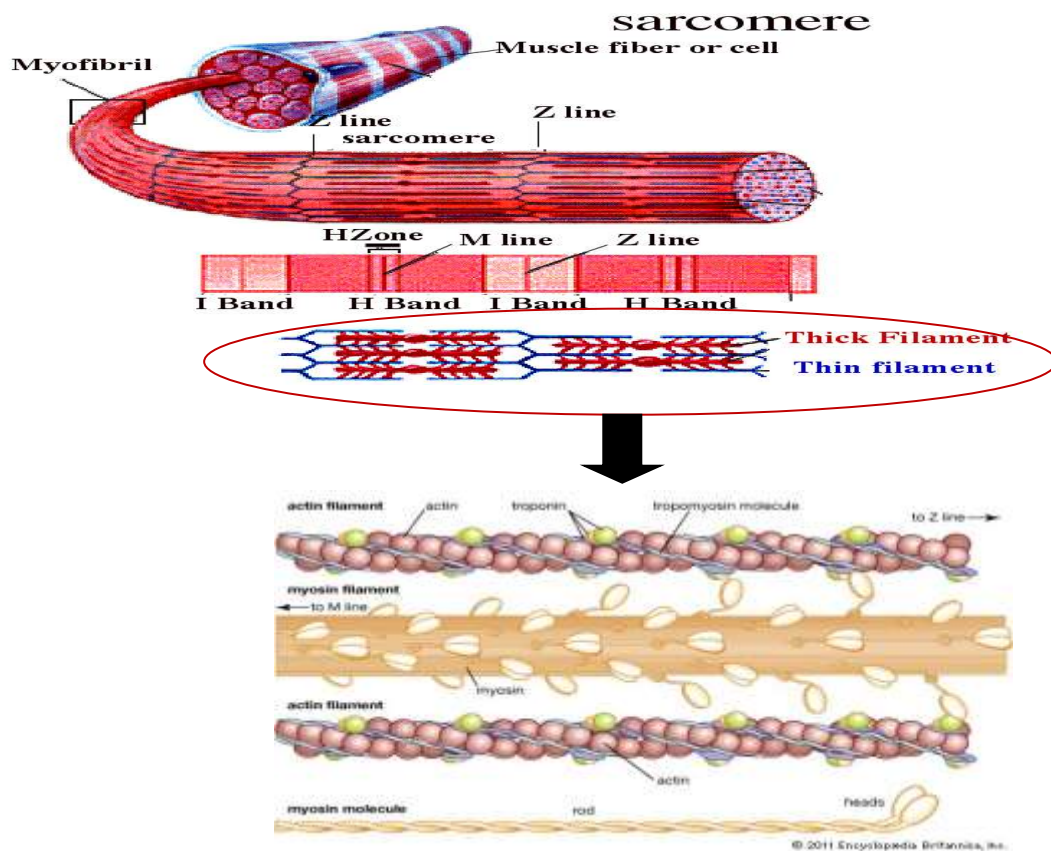
Ujung otot rangka pada umumnya melekat pada tulang, ada sebagian melekat pada kulit. Ujung otot tersebut disebut *insertio* (tempat untuk menggerakkan) dan *origo* (tempat bertumpunya otot). Secara anatomis (struktur) sebuah otot rangka terdiri dari beberapa bagian seperti: *fasciculus*, *muscle fiber*, *myofibrils* dan *myofilamen* yang terdiri dari *filament actin* (filament tipis) dan *filament myosin* (filament tebal) (Nawawi, 2008). Untuk lebih jelasnya mengenai struktur otot skelet dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.2 Struktur otot rangka

Satu sel otot skelet dibungkus oleh sarcolemma yang disebut *muscle fibers*. *Muscle fibers* yaitu *myofibril* yang terdiri dari *filament actin* (*thin filaments*) dan *myosin* (*thick filaments*). *Filament actin* dan *myosin* merupakan bagian terkecil dari otot dan pada bagian inilah pusat terjadinya gerakan dari otot secara keseluruhan. Kontraksi otot dan relaksasi dari sebuah otot adalah sebagian akibat dari overlapnya antara *filament actin* dan *myosin*. *Filament actin* terdiri dari tiga bagian yaitu: molekul *actin*, *troponin* dan *tropomiosin*. *Filament myosin* merupakan kumpulan

myosin tipe II yang membentuk *helix* (pilinan), tiap molekul *myosin* II terdiri atas *rod* (batang), *hinge* (leher), *head* (kepala).



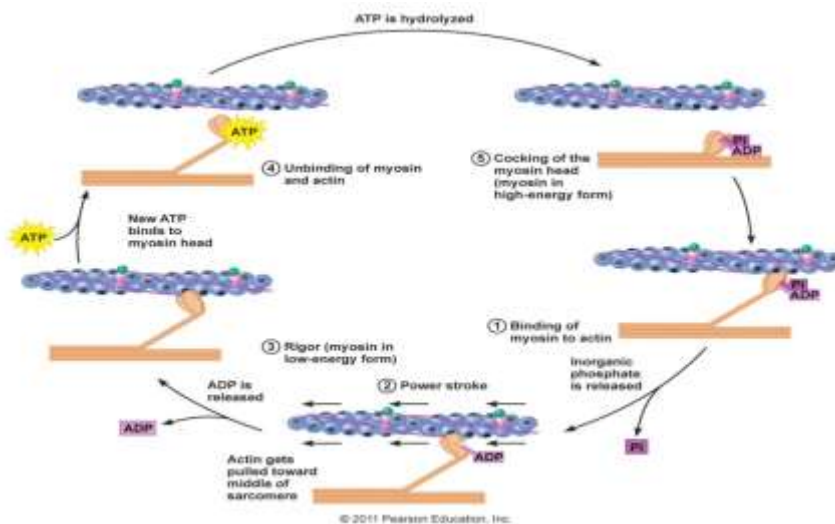
Gambar 5.3 Struktur *Actin* dan *Myosin*

5.4 Proses Kontraksi dan Relaksasi Otot Rangka

Effendi (2009) menjelaskan tahapan proses kontraksi dan relaksasi miofilament *myosin* dan *actin* adalah sebagai berikut:

1. *ATP binding* : *ATP* mengikat *head of myosin*, mengakibatkan penurunan afinitas *myosin* terhadap *actin* sehingga head lepas, fase relaksasi dimulai. Fase ini juga diperkuat dengan Ca^{2+} yang terlepas dari Tn-C (troponin C), Ca^{2+} dipompa masuk kembali ke dalam lumen *Sarcoplasmic Reticulum* (SR). Tn-C yang tidak terikat oleh Ca^{2+} akan merubah konfigurasi posisi *troponin* – *tropomyosin complex* terhadap *actin*.
2. *ATP hydrolysis*: *ATP* akan dihidrolisis oleh *myosin ATPase* menjadi $\text{ADP} + \text{Pi}$, dan ini terjadi di head. Hasil hidrolisis masih menempel di *myosin*, mengakibatkan posisi head berubah bentuk *cocked position* (membentuk sudut $\pm 90^\circ$), fase ini miofibril dalam keadaan relaksasi penuh (*fully relaxed*).

3. *Cross – bridge formation*: pada fase ini troponin C pada filament actin terikat oleh 2 Ca^{2+} , akibatnya *actin – binding site* terbuka dan memungkinkan *head* menempel pada *actin*. Pada fase ini mulai terjadi kontraksi.
4. *Power – stroke position*: P_i (fosfat) melepas diri dari *myosin*, akibatnya *head of myosin* yang masih menempel pada *actin* menarik *filament actin* mendekat, sehingga sudut *head* dengan *hinge* menjadi $\pm 45^\circ$. Pada fase ini kontraksi berlangsung dan otot akan memendek.
5. *ADP released*; ADP melepaskan diri dari *myosin*, akibatnya *head of myosin* menuju posisi semula. *Head of myosin* yang sudah tidak terikat ADP akan terisi lagi oleh ATP, dan selanjutnya kembali lagi ke fase I.



Gambar 5.4 Mekanisme kontraksi dan relaksasi otot rangka

5.5 Jenis Kontraksi Otot

Prinsip dasar otot kontraksi otot adalah menahan atau melawan kepanjangan otot (kontraksi otot adalah menuju ke arah pendek), di karenakan aktin ditarik ke arah pusat sarcomere oleh myosin. Melalui proses kontraksi otot, ketegangan berkembang dalam jaringan otot, yang mungkin atau mungkin tidak menyebabkan pergerakan bagian tubuh. Kontraksi, istilah yang sering berarti memadat, namun, selama kontraksi ketegangan otot dapat menyebabkan otot tetap sama, lebih panjang atau menjadi lebih pendek. Proses fisik kontraksi otot terjadi dengan cepat dan hanya dalam beberapa langkah. Ada 5 Jenis kontraksi otot yaitu Isotonik (memendek), Isometrik (tetap), Eksentrik (memanjang), Isokinetik, dan Plyometrik (Kurdi FN, 2011).

1. Isotonik

Dalam kegiatan olahraga salah satu contoh nyata kontraksi isotonik adalah ketika lengan seseorang mengangkat dumbel. Untuk mengangkat *dumbel* dari posisi lengan lurus menjadi lengan di tekuk, otot *biceps brachii* berkontraksi dalam pola kerja isotonik. Isotonik diartikan sebagai pola kontraksi yang berpegang pada tonusnya tetap, sebaliknya panjang ukuran otot berubah/memendek. Kontraksi isotonik juga disebut kontraksi otot kontraksi konsentris atau dinamis.

2. Isometrik

Dalam olahraga, memegang raket tenis merupakan salah satu contoh kontraksi isometrik otot lengan bawah. Pada saat ini otot lengan bekerja mempertahankan agar raket tidak lepas. *Musculus fleksor digitorum superficialis* dan *profundus* adalah otot yang berlokasi dibagian anterior lengan bawah. Keduanya memiliki origo di tulang humerus, ulna dan radius (didaerah siku), sedangkan insersinya ada pada *basic phalangea I dan II*. Dalam memegang raket tenis, otot ini mula – mula berkontraksi secara isotonik yang menghasilkan fleksi pada jari – jari tangan. Selanjutnya otot ini berkontraksi isometrik yang menghasilkan dipertahankannya fleksi jari – jari untuk memegang gagang raket. Disebut isometrik di ambil dari istilah *Iso* yang artinya ”tetap” dan *metric* yang menggambarkan ”ukuran”. Kontraksi Isometrik adalah kontraksi dimana otot tidak mengalami perubahan ukuran.

3. Eksentrik

Ketika lengan mengangkat sebuah dumbel merupakan contoh nyata kontraksi isotonik, maka jika dumbel diturunkan kembali otot *biceps brachii* mengalami kontraksi eksentrik Untuk dapat turun secara perlahan atau lengan kembali ekstensi, maka otot *biceps brachii* harus bekerja dalam pola kerja eksentrik. Disebut eksentrik sebab serabut – serabut otot bergeser keluar dari pusat/centranya.

4. Isokinetik

Dasar Pola Isokinetik adalah Pola Isokinetik, yakni otot mengalami pemendekan. Perbedaan yang nyata adalah bila kontraksi isotonik setiap lintasan gerak otot menanggung beban yang sama, pada kontraksi isokinetik beban yang ditanggung tidak sama dan bila pada kontraksi isotonik kecepatan

dalam menempuk lintasan gerak tidak rata, pada kontraksi isokinetik kecepatan dalam menempuh jarak lintasan adalah rata.

5. Plyometrik

Pada dasar pola plyometrik adalah pola isotonik, yakni otot mengalami pemendekan ke arah pusat sarcomere dengan didahului tarikan pemanjangan. Dalam kegiatan olahraga kontraksi ini diwujudkan dalam kerja yang meledak (melempar, meloncat) Disebut plyometrik dari istilah piyo dan metrik. Piyo berarti berlapis – lapis, sedangkan metrik artinya ukuran panjang. sehingga plyometrik artinya suatu kontraksi yang mempunyai lapisan-lapisan kecepatan gerak pada setiap perubahan ukuran panjang. Artinya dalam berkontraksi kecepatan antara meter pertama, kedua dan seterusnya ditempuh dengan yang makin pendek (tidak sama).

5.6 Tipe Serabut Otot

Dilihat dari serabutnya, maka otot sketel di bagi menjadi dua tipe yaitu serabut otot lambat (*slow twitch*) dan serabut otot cepat (*fast twitch*). Serabut otot cepat dibagi kedalam dua bagian *fast twitch A* dan *fast twitch B*. *Slow twitch* warnanya lebih merah sebab kandungan myoglobinya lebih tinggi karena kepadatan kapilernya juga lebih banyak dibanding *fast twitch*. Dikatakan otot lambat karena kecepatan kontraksinya lebih lambat dibanding *fas twitch*. Namun demikian daya tahan otot ini lebih tinggi karenan itu cocok untuk cabang olahraga yang menuntut daya tahan tinggi dan tidak menuntut kacepatan maksima (Nawawi, 2008).

Tabel 5.1 Perbedaan tipe serabut otot

	Serabut otot merah	Serabut otot putih	
Synonym	Type I oxidative	Type	
		II a	II b
		fast - oxidative (oxidative-glycolytic)	fast - glycolytic
	Slow twitch muscle fiber	Fast twitch muscle fiber	
Lama kontraksi	lambat	Cepat (cepat lelah)	
Fungsi	Kontraksi lama	Kontraksi cepat / kuat / gerakan trampil	
Myoglobin	Banyak	Sedang	Sedikit
Myosin ATP-ase	Sedikit	Banyak	Banyak
Sarco – tubuler system	Sedikit	Banyak	Banyak
Oxidative – enzyme activity	Banyak	Sedang	Sedikit

Berdasarkan pada tabel di atas, maka dapat kita pahami kenapa terjadi perbedaan kemampuan (daya kontraksi) dari kedua tipe serabut otot tersebut. Setiap manusia memiliki kedua tipe serabut otot tersebut, hanya saja persentase masing-masing tipe otot pada seseorang bisa berbeda. Namun demikian untuk menentukan apakah seseorang tersebut dominan memiliki tipe serabut otot lambat atau cepat perlu juga kita ketahui, agar di dalam menempatkan posisi yang tepat bagi seorang atlet sesuai dengan karekteristik dari cabang-cabang olahraga yang akan diikuti (Effendi, 2009).

Nawawi (2008) menjelaskan seperti yang dilakukan oleh para ahli fisiologi bahwa untuk menentukan tingkat distribusi tipe serabut otot rangka adalah dengan tes laboratorium dengan cara biopsi. Biopsi dilakukan dengan cara mengambil sampel dari otot orang yang akan dites. Selanjutnya sampel dari otot tersebut diberi

bahan kimia pewarna sehingga bisa ditentukan persentase distribusi tipe serat ototnya. Cara ini sulit dilakukan karena disamping memerlukan alat-alat khusus, juga prosesnya menyakitkan bagi orang coba sehingga tidak mungkin untuk dilakukan pada laboratorium yang tidak memiliki alat-alat khusus tersebut.

Cara yang paling mudah untuk dilakukan tetapi tidak bisa menentukan dengan pasti jumlah persentasenya adalah dengan tes lapangan. Tes lapangan ini dilakukan dengan tes lari 100 meter, dengan syarat bahwa orang yang akan dites memiliki ciri-ciri yang hampir sama seperti sama-sama tidak terlatih, umur sama, jenis kelamin sama, berat yang sama, tinggi badan yang sama. Kemudian dilakukan tes lari cepat dengan jarak 100 m, bagi anak yang mencapai garis finis terlebih dahulu kita dapat memprediksi memiliki persentase serat otot cepat lebih dominan dari pada anak yang mencapai garis finis lebih lambat.

Dari beberapa penelitian para ahli fisiologi membuktikan bahwa penempatan atlet yang cocok dengan cabang olahraga yang sesuai dengan karakteristik tipe serat ototnya mampu membuat atlet berprestasi secara optimal. Namun perlu diingat bahwa kesuksesan atlet bukanlah ditentukan oleh tipe serat otot yang dimilikinya saja, tetapi juga ditentukan oleh faktor-faktor lain.

5.7 Adaptasi Otot Rangka pada Latihan

Latihan yang dilakukan secara teratur dan sistematis sesuai dengan program yang telah dibuat dengan baik mampu memberikan efek yang signifikan terhadap otot-otot yang terlibat dalam pelaksanaan latihan. Dengan menerapkan program latihan yang memperhatikan prinsip ini, maka otot senantiasa akan memperoleh rangsang yang memungkinkannya berubah, atau dengan kata lain mengalami adaptasi. Tubuh akan melakukan adaptasi sehingga menimbulkan efek bagi otot. Adaptasi sebagai efek latihan pada otot menyebabkan terjadinya perubahan pada sistem aerobik dan sistem anaerobik pada otot, adapun perubahannya adalah sebagai berikut:

1. Perubahan anatomis

a. Perubahan yang terjadi pada latihan yang bersifat aerobik

- Meningkatkan hemoglobin otot
- Meningkatkan jumlah kapiler darah

- Menurunnya jaringan lemak di sekitar otot

b. Perubahan yang terjadi pada latihan yang bersifat anaerobik

- Terjadi peningkatan ukuran myofibril terutama serabut putih

2. Perubahan Fisiologis

a. Efek fisiologis dari latihan yang bersifat aerobik

- Meningkatkan oksidasi karbohidrat (ukuran mitokondria dan enzim-enzim siklus kreb meningkat)
- Meningkatkan oksidasi lemak otot

b. Efek fisiologis dari latihan yang bersifat anaerobik

- Meningkatnya kapasitas sistem ATP-PC (simpanan ATP-PC dan aktivitas enzim pemecah ATP meningkat)
- Meningkatnya kapasitas glikolitik

3. Perubahan relatif pada otot *fast twitch* dan *slow twitch*

Menurut Nawawi (2008) efek latihan yang terjadi mengalami perbedaan tingkat pada masing-masing tipe serabut otot. Efek latihan terhadap keduanya dipengaruhi oleh tipe latihan, intensitas latihan dan durasi latihan. Berikut adalah spesifikasi perubahan tersebut:

a. Meningkatnya kapasitas aerobik

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa tipe serabut otot *fast twitch* memiliki kapasitas oksidatif lebih rendah dibandingkan dengan tipe serabut otot *slow twitch*, namun dengan melakukan latihan keras, kapasitas kedua tipe serabut otot tersebut sama-sama meningkatkan. Ini menunjukkan bahwa karakteristik kedua tipe serabut otot ini tidak berubah, dengan kata lain walau sama-sama meningkat namun kapasitas oksidatif otot *slow twitch* tetap lebih tinggi jika dibandingkan dengan otot *fast twitch*

b. Hipertrofi yang tergantung pada bentuk latihan

Hipertrofi adalah peningkatan massa otot. Hipertrofi pada *fast twitch* diperoleh dengan latihan kekuatan dan *slow twitch* dengan latihan daya tahan.

Hipertropi biasa terjadi pada latihan kekuatan namun akibat latihan daya tahan, otot juga akan mengalami sedikit hipertropi.

5.8 Kelelahan Otot (Fatig)

Nawawi (2008) menjelaskan kelelahan dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu otot untuk mempertahankan tenaga yang diperlukan pada saat melakukan aktivitas. Hal ini ditandai dengan semakin menurunnya kapasitas kerja yang dilakukan, misalnya saat sedang berlari maka kecepatan lari melambat bahkan bisa berhenti, ini menunjukkan otot-otot yang terlibat dalam melakukan gerakan lari tidak memiliki tenaga yang cukup dalam melaksanakan gerakan tersebut.

Menurut para ahli fisiologi ada beberapa kemungkinan letak penyebab kelelahan otot rangka yaitu sebagai berikut:

1. Syaraf motor, yaitu serabut syaraf yang mengirimkan impuls (rangsangan) dari otak ke otot berkurang sehingga otot tidak terangsang untuk bergerak.
2. *Neomuscular junction* (sambungan syaraf dan otot) kemungkinan di daerah ini terjadi penurunan kapasitas transfer impuls dari syaraf ke otot.
3. Kelelahan bisa juga terjadi pada unit kontraktile itu sendiri yang melibatkan actin dan myosin dengan dukungan dari ATP sebagai sumber energi. Habisnya persediaan ATP merupakan salah satu penyebab kelelahan, selain itu bahan-bahan untuk menghasilkan energi terutama glukosa juga sudah habis. Penumpukan asam laktat seperti yang telah dijelaskan sebelumnya juga dapat menyebabkan konsentrasi pH menurun sehingga menyebabkan terganggunya proses kontraksi yang juga menimbulkan kelelahan.
4. Faktor-faktor lain yang ikut menyebabkan kelelahan adalah kurang tersedianya oksigen baik di lingkungan maupun oksigen yang ada di dalam jaringan tubuh. Rendahnya oksigen ini menyebabkan menurunnya metabolisme energi secara aerobik, sehingga produksi energi juga menurun. Disamping itu menurunnya aliran darah ke otot yang sedang aktif ternyata juga dapat menjadi penyebab timbulnya kelelahan pada otot itu sendiri.

5.9 Kelainan pada Otot

Effendi (2009) menjelaskan beberapa kelainan otot terjadi akibat penggunaan yang diluar batas (*over uses*) biasanya terjadi pada saat aktivitas yang berat seperti olahraga. Beberapa kelaianan otot diantaranya:

1. Spasme otot rangka (*muscle cramp*) adalah terjadi bila otot sedang melakukan kontraksi kuat atau maksimal yang tidak diikuti dengan relaksasi, Keadaan tersebut akibat kekurangan dalam penyediaan ATP.
2. Hipertropi terjadi bila otot melakukan kerja secara terus menerus maka otot akan membesar, setiap diameter serabut syaraf juga akan membesar, tetapi jumlah serabut serabut di dalamnya tetap atau tidak bertambah.
3. Hiperplasia adalah membesarnya otot, karena jumlah serabut yang bertambah.
4. Atropi terjadi bila otot tidak digunakan (misalnya sakit shg tidak berjalan karena sakit) maka otot akan mengecil. Hal ini sering terjadi pada pasien-pasien yang harus beristirahat dalam waktu yang lama (*long bed rest*).

Rangkuman

Terdapat tiga jenis otot diantaranya otot rangka, otot jantung, dan otot polos. Perbedaan ketiga otot tersebut adalah fungsinya masing-masing, selain itu ketiga otot tersebut juga berbeda dalam hal *striated* dan vonlunternya. Otot bekerja menggerakkan tubuh dengan cara melakukan proses kontraksi dan relaksasi. Secara anatomis (struktur) sebuah otot rangka terdiri dari beberapa bagian seperti: *fasciculus*, *muscle fiber*, *myofibrils* dan *miofilamen* yang terdiri dari *filament actin* (filament tipis) dan *filament myosin* (filament tebal). Pada saat proses kontraksi dan relaksai otot rangka terjadi pergeseran (*sliding*) antara *filament actin* dan *filament myosin*. Dilihat dari serabutnya, maka otot sketel di bagi menjadi dua tipe yaitu serabut otot lambat (*slow twitch*) dan serabut otot cepat (*fast twitch*). Serabut otot cepat dibagi kedalam dua bagian *fast twitch A* dan *fast twitch B*. Setiap manusia memiliki kedua tipe serabut otot tersebut, hanya saja persentase masing-masing tipe otot pada seseorang bisa berbeda. Namun demikian untuk menentukan apakah seseorang tersebut dominan memiliki tipe serabut otot lambat atau cepat perlu juga

kita ketahui, agar di dalam menempatkan posisi yang tepat bagi seorang atlet sesuai dengan karakteristik dari cabang-cabang olahraga yang akan diikuti.

Latihan

Bentuk kelompok kemudian masing-masing kelompok menjelaskan kelebihan dan kekurangan masing-masing tipe serat otot serta mencari cabang olahraga yang sesuai dengan masing-masing tipe serat otot tersebut.

Tes formatif

1. Tuliskan 3 jenis otot dan jelaskan perbedaan jenis-jenis otot tersebut!
2. Bagaimanakah proses terjadinya pergeseran (*sliding*) antara *actin* dan *myosin*?
3. Apa peranan ATP dan kalsium dalam proses kontraksi dan relaksasi otot?
4. Jelaskan perbedaan isotonik, isometric dan eksentrik!
5. Mengapa perlu meletakkan calon atlet sesuai pada tipe serat otot yang dimiliki calon atlet tersebut?
6. Mengapa latihan aerobik menurunkan simpanan lemak otot?
7. Jelaskan perbedaan hipertropi, hiperplasia, dan atropi!