

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Latihan Fisik

a. Definisi Latihan Fisik

Latihan fisik adalah aktivitas olahraga yang dilakukan secara sistematis dalam mempersiapkan olahragawan atau atlet pada tingkat tertinggi dalam penampilannya dan untuk menjaga kebugaran dan kesehatan tubuh. Intensitas latihan ditingkatkan secara progresif serta dilakukan secara sistematis dan berulang-ulang (*repetitive*) dalam jangka waktu yang ditentukan sesuai dengan masing-masing individu dengan tujuan mencapai peningkatan kemampuan atau prestasi olahraga (Ariani, 2011). Sedangkan latihan beban (*weight training*) adalah olahraga yang menggunakan beban sebagai sarana untuk memberikan rangsang gerak pada tubuh, yang bertujuan untuk melatih otot, meningkatkan kekuatan otot, daya tahan otot, serta hipertrofi otot (Djoko, 2009).

b. Tujuan Latihan Fisik

Tujuan latihan fisik adalah memperbaiki kemampuan *skill* atau penampilan (*performance*) individu sesuai dengan kebutuhan olahraga yang digeluti, serta bertujuan untuk meningkatkan kesegaran jasmani dan menjaga kesehatan. Latihan yang dilakukan berulang-ulang dapat

meningkatkan *skill*, keterampilan (kemampuan teknik), dan penampilan individu, sehingga akan muncul penampilan yang maksimal. Selain itu, juga dapat meningkatkan kekuatan daya tahan otot dan sistem kardiorespirasi (Ariani, 2011).

c. Prinsip Latihan

Prinsip latihan sesungguhnya adalah memberikan tekanan atau stres fisik secara teratur, sistematis, berkesinambungan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan individu (Ariani, 2011). Spesifisitas atau kekhususan adalah prinsip yang penting dalam latihan fisik, dimana latihan yang dilakukan harus sesuai atau spesifik terhadap tipe kekuatan yang diinginkan, sehingga berhubungan dengan hasil yang diinginkan (Mackenzie, 2000).

Otot hanya akan menguat jika tekanan yang dilakukan melebihi intensitas yang biasa dilakukan. Beban yang diberikan harus meningkat secara bertahap dalam rangka meningkatkan respon adaptasi dalam latihan dan menaikkan secara bertahap rangsangan dalam latihan (Mackenzie, 2000). Istirahat diperlukan dalam rangka memulihkan tubuh dari kelelahan paska latihan dan memberikan kesempatan bagi tubuh untuk melakukan adaptasi. Adaptasi yang dimaksud yaitu reaksi yang timbul dari tubuh setelah pembebanan dari latihan fisik yang diterima sehingga kemampuannya untuk menerima beban yang diberikan bertambah (Mackenzie, 2000).

Efek yang paling terlihat dari latihan beban berat pada serabut otot adalah efek pembesaran dan penguatan, sehingga otot menjadi hipertrofi. Tingkat adaptasi akan bergantung pada volume, intensitas, dan frekuensi dari sesi latihan. Dalam penelitian terbaru dilaporkan bahwa latihan *sprint* selama 6 minggu dengan volume rendah, intensitas tinggi menghasilkan perubahan adaptasi bagian tubuh tertentu dan otot rangka yang hampir sama dengan latihan ketahanan tradisional dengan volume tinggi dan intensitas rendah dalam periode intervensi yang sama. Sedangkan penelitian lain mengatakan bahwa waktu adaptasi dari latihan *sprint* intensitas tinggi akan lebih cepat terjadi dibandingkan dengan latihan ketahanan intensitas rendah, namun setelah waktu yang lama, dua regimen latihan ini akan menghasilkan adaptasi yang hampir sama (Mackenzie, 2000).

d. Energi Latihan

Sumber energi untuk kontraksi otot adalah komponen fosfat energi tinggi yaitu adenosin trifosfat (ATP). Meskipun ATP bukan satu-satunya molekul pembawa energi, namun molekul ini merupakan yang terpenting dan tanpa jumlah ATP yang adekuat, sebagian besar sel akan mati dengan cepat (Powers, 2001).

Sel-sel otot menyimpan ATP dalam jumlah yang terbatas, namun karena latihan otot membutuhkan ketersediaan ATP secara konstan untuk memproduksi energi yang dibutuhkan untuk kontraksi, maka berbagai jalur metabolik harus tersedia di dalam sel dengan kemampuan untuk dapat memproduksi ATP secara cepat. Sel-sel otot dapat memproduksi ATP

dengan salah satu atau kombinasi dari ketiga jalur metabolik yang tersedia, yaitu: (1) pembentukan ATP dari pemecahan *phosphocreatine* (PC), (2) pembentukan ATP melalui degradasi dari glukosa atau glikogen atau bisa disebut sebagai proses glikolisis, dan (3) pembentukan oksidatif dari ATP (Powers, 2001). Pembentukan ATP melalui jalur PC dan glikolisis tidak melibatkan penggunaan oksigen; sehingga kedua jalur ini disebut jalur anaerobik (tanpa oksigen). Sedangkan pembentukan oksidatif dari ATP dengan penggunaan oksigen disebut sebagai metabolisme aerobik (Powers, 2001).

2. Latihan Anaerobik (*bodybuilding*)

a. Definisi Latihan Anaerobik

Latihan anaerobik merupakan kemampuan tubuh untuk bertahan dengan kebutuhan oksigen yang kurang terpenuhi (Udiyana, 2014). Latihan anaerobik bertujuan untuk melatih kemampuan anaerobik dengan melibatkan kontraksi otot yang berat dalam melakukan suatu kegiatan. Salah satu ciri dari latihan anaerobik ini adalah adanya beban latihan dengan intensitas yang tinggi, salah satunya adalah *bodybuilding*. Pada latihan yang cepat dan singkat, latihan anaerobik lebih penting daripada latihan aerobik. Prosedur latihan harus dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip dasar latihan meliputi: pemanasan, latihan inti, dan latihan penutup atau pendinginan. Sedangkan takaran latihan harus memperhatikan intensitas, durasi, dan frekuensi latihan (Hermawan, 2012).

b. Volume Latihan

Volume latihan merupakan jangka waktu yang dipakai selama sesi latihan, yang termasuk dalam volume latihan adalah waktu atau jangka waktu yang dipakai dalam latihan, jumlah beban yang dapat diterima, dan jumlah pengulangan variasi latihan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Volume latihan terdiri atas lama waktu latihan (dalam detik, menit, jam, minggu, bulan atau tahun), jumlah beban dalam satuan waktu. Jumlah repetisi atau set dalam satuan waktu (Ariani, 2011).

c. Intensitas Latihan

Intensitas latihan merupakan dosis latihan yang harus dilakukan seseorang menurut program yang telah ditentukan. Tingkatan intensitas beban latihan yang dianjurkan untuk tahanan beban 40-80% kemampuan maksimal, dengan kontraksi dan repetisi/set yang cepat (Ariani, 2011).

d. Frekuensi Latihan

Frekuensi latihan merupakan jumlah latihan yang dilakukan dalam periode waktu tertentu. Peningkatan kekuatan otot (*bodybuilding*) dengan frekuensi latihan baik bila dilakukan sebanyak 2-3 kali seminggu (Ariani, 2011).

e. Densitas Latihan atau Interval Istirahat

Densitas latihan berhubungan dengan waktu latihan dan waktu pemulihan latihan. Padat atau tidaknya densitas ini sangat bergantung oleh lamanya pemulihan yang diberikan. Semakin pendek waktu pemulihan maka densitas latihan semakin tinggi, sebaliknya semakin

lama waktu pemulihan maka densitas latihan semakin rendah (Ariani, 2011). Densitas latihan antara waktu latihan dan waktu istirahat yang optimal untuk membangun komponen biomotorik dan daya tahan otot berkisar antara 1:0,5 atau 1:1, sedangkan untuk rangsangan yang intensif, perbandingannya antara 1:3 hingga 1:6. Latihan untuk kekuatan otot (*bodybuilding*), waktu istirahat yang diperlukan berkisar antara 2-5 menit, bukan 0,5-1 menit, sebab untuk meningkatkan kekuatan otot waktu istirahat akan bergantung pada berat ringannya beban, jumlah repetisi, banyak variasi dan kecepatan dalam melakukan latihan (Ariani, 2011).

f. Perubahan Akibat Latihan

Latihan fisik yang teratur, sistematis, dan berkesinambungan akan meningkatkan kemampuan fisik seorang individu secara nyata. Sedangkan kemampuan fisik seseorang akan menurun bila latihan tidak dikerjakan secara teratur (Ariani, 2011). Selain itu latihan olahraga yang dilakukan secara teratur dan kontinu dengan intensitas yang cukup lama dan dalam jangka waktu tertentu akan menyebabkan perubahan fisiologi serta dapat memperbaiki penampilan fisik (Hermawan, 2012). Rangsangan latihan yang optimal untuk membangun kekuatan otot dan daya ledak otot adalah latihan dengan intensitas tinggi dan repetisi yang cepat. Proses terjadinya kontraksi pada otot dikarenakan adanya rangsangan menyebabkan aktifnya filamen aktin dan filamen miosin. Semakin cepat rangsangan yang diterima dan semakin cepat reaksi yang

diberikan oleh kedua filamen tersebut maka kontraksi otot menjadi lebih cepat, sehingga kekuatan dan daya ledak otot yang dihasilkan menjadi lebih besar (Umasugi, 2012). Efek yang terjadi dengan latihan secara bertahap adalah terjadinya peningkatan presentasi massa otot sehingga otot mengalami hipertrofi, bertambah sebanyak 30-60% (Guyton & Hall, 2008). Hipertrofi disebabkan oleh perubahan otot rangka, peningkatan jumlah filamen aktin dan miosin dalam setiap serabut otot sehingga menyebabkan pembesaran masing-masing otot (Umasugi, 2012). Peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria pada sel-sel otot sehingga secara fisiologis akan merangsang perbaikan pengambilan oksigen (Umasugi, 2012).

g. Asupan gizi penggiat *bodybuilding*

Makanan untuk seorang penggiat *bodybuilding* harus mengandung zat gizi sesuai dengan kebutuhan tubuh. Makanan harus mengandung zat gizi penghasil energi dalam jumlah yang telah ditentukan (Putri, 2011). Asupan gizi pada penggiat *bodybuilding* antara lain makanan yang mengandung sumber protein tinggi untuk meningkatkan massa otot, tidak hanya protein yang dibutuhkan tetapi juga karbohidrat dalam jumlah cukup untuk cadangan energi didalam otot (Husaini, 2000). Contoh makanan sumber protein yang dikonsumsi pada penggiat *bodybuilding* adalah dada ayam 1-2 kg/hari, putih telur ayam ½-1 kg/hari, dan daging sapi tanpa lemak ½-1 kg/hari. Penambahan suplemen tidak diperlukan karena tingkat asupan protein yang berasal dari makanan

sudah cukup, tetapi dalam praktiknya konsumsi suplemen dianggap wajib bagi penggiat *bodybuilding*. Suplemen yang dikonsumsi yaitu *whey protein*, *whey gainer*, *amino*, *BCAA (Branched-Chain Amino Acid)*, *fat burner*, dan *creatine*. Tidak semua suplemen mengandung energi atau protein, yang termasuk sumber energi dan protein adalah *whey protein*, *whey gainer*, dan *amino*. *Whey protein* dan *amino* merupakan suplemen paling banyak dikonsumsi (Putri, 2011).

h. Fungsi asupan tinggi protein pada *bodybuilding*

Protein berfungsi sebagai pembentuk otot sehingga dijadikan pedoman bagi penggiat *bodybuilding* (Husaini, 2000). Para ahli gizi olahraga menilai bahwa penggiat *bodybuilding* tidak perlu mengonsumsi suplemen bila memiliki cukup zat gizi secara kualitas dan kuantitas (American college of sport medicine, 2009). Asupan protein yang berlebih tidak dapat disimpan dalam tubuh, penambahan protein dari suplemen akan dibakar menjadi energi atau disimpan sebagai lemak tubuh (Whitney, 2006).

3. Latihan Aerobik (Senam Aerobik)

a. Definisi Senam Aerobik

Senam aerobik adalah serangkaian gerak yang dipilih secara sengaja dengan cara mengikuti irama musik yang dipilih sehingga melahirkan ketentuan ritmis, *continue* dan durasi tertentu (Marta Dinata, 2007).

b. Klasifikasi Senam Aerobik

Menurut Lynne Brick (2001), secara garis besar latihan aerobik dibagi menjadi 3, yaitu:

- 1) Senam aerobik *low impact* (benturan ringan), yaitu latihan senam aerobik yang dilakukan dengan benturan ringan. Contoh gerakannya adalah cha-cha, grapevine, dan mambo.
- 2) Senam aerobik *mix impact* adalah gerakan gabungan dari *high impact* dan *low impact*. Contoh gerakannya adalah twist, menekan, dan sentakan.
- 3) Senam aerobik *high impact*, yaitu latihan senam aerobik yang dilaksanakan dimana kedua kaki pada saat tertentu tidak menyentuh lantai. Contoh gerakannya adalah melompat terus-menerus, dan lompat sergap.

Latihan aerobik dapat memberikan hasil yang diinginkan apabila didasarkan pada resep FITT yaitu frekuensi, intensitas, *time*, dan tipe (model). Frekuensi adalah jumlah latihan perminggu, intensitas adalah seberapa berat badan bekerja atau latihan dilakukan, *Time* (durasi) adalah lama setiap kali latihan, dan Tipe (model) aerobik yang dipilih dan disesuaikan dengan fasilitas dan kesenangan (Giam & Teh, 1993).

c. Tahapan Senam Aerobik

Menurut Karen S. Mazzeo, M. Ed. (2007) dalam bukunya yang berjudul *Fitness! Fifth Edition* tahapan senam aerobik, terdiri dari:

1) Pemanasan, dilakukan kurang lebih selama 15 menit, pada sesi ini mencakup latihan-latihan:

a) *Solation*, pada tahap latihan ini biasanya posisi kita tidak berpindah kemana-mana, misalnya posisi *half squat* (kaki dibuka selebar satu setengah bahu lutut agak ditekuk) gerakan yang dilakukan hanya terbatas pada persendian dan otot lokal saja. Pada sesi ini latihan bertujuan untuk menaikkan suhu, dengan menyiapkan otot-otot lokal dan persendian untuk mampu melakukan latihan berikutnya.

b) *Full body movement*, menggerakkan keseluruhan bagian otot tubuh gerakan *bouncing* menekuk dan meluruskan tungkai dengan kombinasi gerakan yang bertujuan untuk melatih semua otot dan persendian.

c) *Stretching*, usahakan agar tetap menjaga gerakan yang ditampilkan baik secara teknik, tujuan dan intensitas, karena pada tahap ini peregangan yang dilakukan adalah peregangan dinamis (*dynamic stretch*). Secara umum ada beberapa bagian tubuh yang harus diregangkan yaitu: paha depan, paha belakang, betis, pantat, dan punggung.

2) Latihan Inti I (*cardiorespiratory*), latihan ini ditujukan untuk membakar lemak, melatih pernafasan serta daya tahan otot tubuh, dilakukan selama 20 menit, terdiri dari latihan:

a) *Pre-aerobic (low impact)*, latihan ini untuk mengantarkan kita ke dalam tujuan kelas senam aerobik yang kita targetkan.

- b) *Peak-aerobic*, pada sesi inilah target yang kita capai harus dipertahankan untuk beberapa saat, misalnya tujuan yang hendak dicapai adalah latihan untuk melatih sistem peredaran darah dan pernafasan lewat kelas *mix impact*.
 - c) *Post-aerobic (low impact)*, pemilihan gerakan yang paling tidak menguras konsentrasi, kita menggunakan gerakan-gerakan yang ada pada sesi *pre-aerobic*, kita harus mengatur intensitas, dan menurunkan intensitas secara perlahan.
- 3) Latihan Inti II (*challestenic*), dilakukan 15 menit, terdiri dari latihan:
- a) Pengencangan
 - b) Penguatan (*strenght*)
 - c) Kelentukan (*flexibility*)
- 4) Pendinginan (*cooling down*), dilakukan selama 10 menit, terdiri dari latihan:
- a) *Dynamic stretching*
 - b) *Static stretching*

d. Pengaruh Latihan Aerobik

Pengaruh latihan aerobik dapat berupa pengaruh seketika yang disebut *respond* dan pengaruh jangka panjang akibat latihan yang disebut dengan adaptasi. Yang dimaksud dalam *respond* yaitu bertambahnya frekuensi denyut jantung, peningkatan frekuensi pernapasan, peningkatan tekanan darah dan peningkatan suhu badan. Contoh dari

adaptasi antara lain berupa perubahan komposisi badan karena jumlah lemak total turun, peningkatan massa otot, dan bertambahnya massa tulang (Soekarno *et al.*, 1996).

Senam aerobik yang dilakukan secara rutin dan teratur dapat memberikan beberapa manfaat bagi tubuh, antara lain menurunkan berat badan dan mempertahankannya, meningkatkan stamina tubuh, meningkatkan kerja sistem imun tubuh, mengurangi resiko terjadinya beberapa penyakit seperti obesitas, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, sindrom metabolik, stroke, diabetes mellitus tipe 2, dan beberapa jenis kanker, manajemen beberapa kondisi penyakit kronis seperti *coronary artery disease*, menguatkan otot-otot jantung, meningkatkan HDL dan menurunkan LDL, meningkatkan mood, menguatkan otot dan mempertahankan mobilitas, dan memperpanjang usia (www.mayoclicic.com).

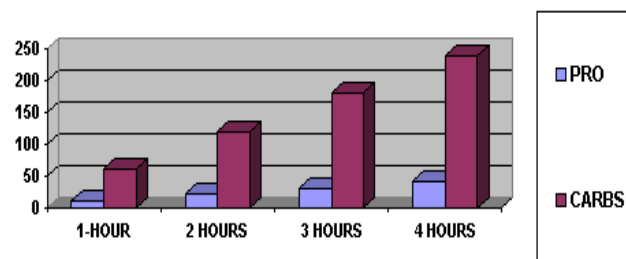
e. Metabolisme Aerobik

Menurut Anwari (2007) proses metabolisme energi secara aerobik merupakan proses metabolisme yang membutuhkan oksigen (O_2) agar prosesnya dapat berjalan dengan sempurna untuk menghasilkan ATP. Pada saat berolahraga, kedua simpanan energi tubuh yaitu simpanan karbohidrat (glukosa darah, glikogen otot dan hati) serta simpanan lemak dalam bentuk trigeliserida akan memberikan kontribusi terhadap laju produksi energi secara aerobik di dalam tubuh.

f. Asupan Protein pada Penggiat Senam Aerobik

Olahraga yang intensitas rendah memiliki dampak yang kecil terhadap kebutuhan protein (1 gram/kg/hari). Namun, sebagian besar orang yang melakukan olahraga intensitas sedang sampai tinggi seperti aerobik dan *bodybuilding* akan membutuhkan asupan protein yang lebih tinggi. Hal ini karena kebutuhan kalori karbohidrat untuk membuhi energi, kebutuhan kalori protein untuk memenuhi kebutuhan kalori, dan kebutuhan energi saat olahraga meningkat 10 kali lipat dibandingkan saat istirahat. Penelitian menunjukkan bahwa latihan ketahanan dan kekuatan meningkatkan sintesis protein otot rangka (1,2-1,4/ kgBB/hari) (Fielding RA. *et al.*, 2002).

Tabel 2. Karbohidrat dan Protein Per-gram selama Latihan Ketahanan Aerobik (4 kalori = 1 gram)



William Misner, Ph D. mengatakan bahwa selama olahraga, maka semakin banyak protein untuk energi yang diambil dari otot yang bekerja. Kebutuhan kalori protein menjadi 6-15% dari total kebutuhan energi tiap jam. Metabolisme protein dari otot diatur oleh pelepasan enzim tertentu. Misalnya, Leusin, *Branched Chain Amino Acid* (BCAA),

tingkat oksidasi yang dikendalikan oleh enzim *Branched-Chain-Oxid-Dehydrogenase* (BCOAD). Enzim ini relatif rendah saat istirahat (4-7%). Namun, selama berolahraga defosforilasi meningkatkan enzim ini sampai 25%. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa katabolisme asam amino yang lebih tinggi dibutuhkan selama latihan ketahanan mulai dari aerobik intensitas rendah sampai anaerobik intensitas tinggi (Paul GL *et al.*, 2004).

Menurut William (2006) olahraga membutuhkan energi lebih dibandingkan saat istirahat sehingga otot melepaskan sebagian besar asam amino non-essensial, glutamin, leusin, dan alanine. Jika glukosa darah dari karbohidrat sudah habis, maka kebutuhan energi diambil dari cadangan glikogen di hepar dan otot. Penelitian menunjukkan bahwa oksidasi leusin meningkat sampai 240%. *Branched chain amino acid* terdapat di 1/3 semua simpanan asam amino. Kebutuhan protein setelah olahraga adalah untuk meningkatkan *branched chain amino acid* dari sirkulasi, untuk sintesis protein otot, dan mengganti asam amino otot yang telah digunakan. Konsumsi *branched chain amino acid* yang rendah dapat menurunkan massa otot.

4. Protein

Protein merupakan salah satu zat gizi yang sangat penting bagi tubuh karena berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh, zat pembangun, dan pengatur. Protein adalah sumber asam amino yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat (Departemen FKM UI, 2008). Protein merupakan

zat gizi penghasil energi juga berfungsi untuk mengganti jaringan dan sel tubuh yang rusak (Soekirman, 2000).

Protein dapat digunakan sebagai bahan bakar apabila keperluan energi tubuh tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Winarno, 1997). Kekurangan protein dapat menyebabkan gangguan pada asupan dan transportasi zat-zat gizi. Asupan protein yang lebih, maka protein akan mengalami deaminase, kemudian nitrogen dikeluarkan dari tubuh dan sisa-sisa ikatan karbon akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam tubuh. Oleh karena itu konsumsi protein secara berlebihan dapat menyebabkan kegemukan (Almatsier, 2004).

Sumber-sumber protein diperoleh dari bahan makanan berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan (Sediaoetama, 1996). Bahan makanan hewani merupakan sumber protein yang baik, dalam jumlah maupun mutunya, seperti: telur, susu, daging, unggas, ikan, dan kerang (Almatsier, 2004).

Protein dibuat dari banyak sekali asam amino yang dirangkai menjadi rantai-rantai oleh ikatan peptide yang menghubungkan gugus asam amino pada satu asam amino dengan gugus karboksil pada asam amino berikutnya. Disamping itu, beberapa protein mengandung karbohidrat (glikoprotein) dan lipid (lipoprotein). Rantai-rantai asam amino yang lebih kecil disebut peptida atau polipeptida. Rantai yang mengandung 2-10 residu asam amino disebut peptida, rantai yang mengandung lebih dari 10 tetapi lebih kecil dari 100 residu asam amino disebut polipeptida,

dan rantai yang mengandung 100 atau lebih residu asam amino disebut protein (Ganong, 2008).

1) Pencernaan dan penyerapan protein

Pencernaan protein dimulai di dalam lambung, kemudian pepsin menguraikan beberapa ikatan peptida. Pepsin disekresi dalam bentuk precursor inaktif (proenzim) dan diaktifkan dalam saluran cerna. Prekursor pepsin dinamakan pepsinogen dan diaktifkan oleh asam hidroklorida lambung. Mukosa lambung manusia mengandung sejumlah pepsinogen yang saling berhubungan, yang dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu Pepsinogen I dan Pepsinogen II. Pepsinogen I hanya ditemukan di daerah yang menyekresi asam, sedangkan pepsinogen II ditemukan di daerah pylorus. Pepsin menghidrolisis ikatan-ikatan asam amino aromatik seperti fenilalanin atau tirosin dan asam amino kedua, sehingga hasil pencernaan peptik adalah berbagai polipeptida dengan ukuran yang berbeda (Ganong, 2008).

Oleh karena pH optimum untuk pepsin adalah 1,6-3,2, kerjanya terhenti bila isi lambung bercampur dengan getah pankreas yang bersifat alkali di duodenum dan jejunum. pH usus halus dibagian superior duodenum adalah 2,0-4,0, tetapi dibagian lain kira-kira 6,5. Di usus halus, polipeptida yang terbentuk melalui pencernaan di lambung dicerna lebih lanjut oleh enzim-enzim proteolitik kuat yang berasal dari pankreas dan mukosa usus halus. Tripsin,

kemotripsin, dan elastase bekerja pada ikatan peptide inferior pada molekul-molekul peptide yang disebut endopeptidase. Karboksipeptidase pankreas merupakan eksopeptidase yang menghidrolisis asam amino pada ujung karboksi dan amino polipeptida (Ganong, 2008).

Beberapa asam amino bebas dilepaskan di dalam lumen usus halus, tetapi yang lain dilepaskan dipermukaan sel oleh aminopeptidase, karboksipeptidase, endopeptidase, dan dipeptidase oleh *brush border* sel-sel mukosa. Beberapa dipeptidase dan tripeptidase ditransport secara aktif ke dalam sel-sel usus halus. Jadi, pencernaan akhir asam amino terjadi di tiga tempat: lumen usus halus, *brush border*, dan sitoplasma sel-sel mukosa (Ganong, 2008).

Penyerapan asam-asam amino di duodenum dan jejunum beralangsur cepat tetapi didalam ileum lambat. Hampir 50% protein yang dicerna berasal dari makanan yang dimakan, 25% berasal dari protein getah pencernaan, dan 25% dari deskuamasi sel-sel mukosa. Hanya 2-5% protein dalam usus halus lolos dari pencernaan dan penyerapan. Sebagian protein yang dimakan masuk kemudian dicerna oleh kuman (Ganong, 2008).

Konsentrasi normal asam amino di dalam darah bernilai antara 35-65 mg/dL. Konsentrasi ini adalah nilai rata-rata dari sekitar 2 mg untuk setiap 20 asam amino. Karena asam amino adalah asam yang relatif kuat, asam amino terdapat dalam darah terutama dalam bentuk

terionisasi, akibat pemindahan satu atom hidrogen dari radikal NH_2 (Guyton & Hall, 2008).

Hasil pencernaan protein dan absorpsi protein hampir seluruhnya berupa asam amino. Dengan segera setelah makan, konsentrasi asam amino dalam darah akan meningkat, peningkatan yang terjadi hanya sekitar beberapa milligram perdesiliter. Pencernaan dan absorpsi protein berlangsung lebih dari 2 jam. Setelah memasuki darah, kelebihan asam amino diabsorpsi dalam waktu 5-10 menit oleh sel diseluruh tubuh, terutama di hati (Guyton & Hall, 2008).

Di ginjal berbagai asam amino dapat direabsorpsi secara aktif melalui epitel tubulus proksimal, yang akan mengeluarkan asam amino dari filtrate glomerulus dan akan dikembalikan ke dalam darah jika asam amino tersebut berfiltrasi ke dalam tubulus ginjal melalui membran glomerulus. Seperti mekanisme transpor aktif lain di tubulus ginjal, terdapat batas kecepatan untuk setiap jenis asam amino agar dapat ditranspor. Oleh karena itu, bila konsentrasi jenis asam amino tertentu meningkat dan menjadi telalu tinggi dalam plasma dan glomerulus, maka kelebihan asam amino akan di keluarkan melalui urin (Guyton & Hall, 2008).

2) Metabolisme protein di hati

Hati merupakan organ yang memiliki banyak fungsi dengan laju metabolisme yang tinggi, saling memberikan substrat energi dari satu

sistem metabolisme ke sistem yang lain. Hati juga berperan dalam mengolah, mensintesis, dan memetabolisme berbagai zat, salah satu zat yang dimetabolisme adalah protein. Fungsi hati sebagai metabolisme protein diantaranya adalah deaminasi asam amino, pembentukan ureum untuk mengeluarkan ammonia dari cairan tubuh, pembentukan protein plasma, dan sintesis senyawa lain dari asam amino. Sel hati menghasilkan kira-kira 90% dari semua protein plasma seperti albumin, kecuali gamma globulin. Deaminasi adalah pengeluaran gugus amino dari asam amino, melalui proses transaminasi. Transaminasi adalah proses katabolisme asam amino yang melibatkan pemindahan gugus amino dari satu asam amino ke asam amino lainnya. Setelah asam amino dideaminasi akan menghasilkan asam keto yang akan dioksidasi untuk melepaskan energi yang berguna untuk keperluan metabolisme (Guyton & Hall, 2008).

3) Pengaturan hormon dan metabolisme

Ada beberapa hormone yang juga ikut berperan dalam metabolisme protein diantaranya yaitu hormon pertumbuhan yang akan menyebabkan penambahan protein jaringan, insulin diperlukan untuk sintesis protein, glukokortikoid meningkatkan pemecahan sebagian besar protein jaringan, testosterone menambah deposit protein di jaringan, dan tiroksin yang berguna untuk meningkatkan kecepatan metabolisme seluruh sel (Guyton & Hall, 2008).

5. Albumin

a. Definisi albumin

Menurut Kamus Saku Kedokteran Dorland edisi 28, albumin merupakan protein plasma utama yang berperan penting menimbulkan tekanan osmotik koloid plasma dan berperan sebagai protein transport untuk anion organik besar (misalnya asam lemak, bilirubin, dan beberapa obat) dan beberapa hormon ketika pengikat globulin spesifik tersaturasi. Nama albumin berasal dari bahasa Jerman yaitu "*albumen*" yang secara umum berarti protein. Kata *albumen* berasal dari bahasa latin "*albus*" yang berarti putih dan menunjukkan bagian putih pada telur yang dimasak (Fanali G., 2011).

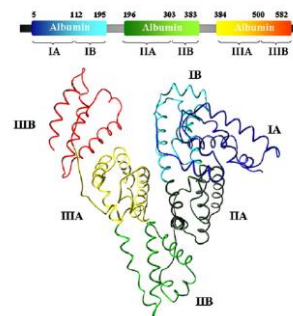
Human albumin serum (HAS) merupakan komponen protein terbesar plasma manusia. Di dalam plasma, albumin mencapai kadar 60% atau sebesar 35-55 g/L (Arasteh A., 2014). Protein yang larut dalam air dan mengendap pada pemanasan itu merupakan salah satu konstituen utama tubuh. Albumin terdiri dari 584 asam amino. Golongan protein ini paling banyak dijumpai dalam telur (albumin telur), darah (albumin serum) dan dalam susu (laktalbumin) (Fanali G., 2011).

b. Struktur Fisik dan Kimia Albumin

Albumin merupakan protein utama dalam plasma manusia (kurang lebih 5,5 g/dL), berbentuk elips dengan panjang 150 Å, mempunyai berat molekul yang bervariasi tergantung jenis spesies. Berat molekul albumin plasma manusia 69.000. Karena massa molekul yang relative rendah dan

konsentrasi yang tinggi albumin diperkirakan bertanggung jawab atas 75-80% dari tekanan onkotik plasma manusia (Muray RK *et al.*, 2013). Faktor utama sintesa albumin adalah nutrisi, lingkungan, hormon, dan ada tidaknya suatu penyakit (Gupta & Lis, 2010). Asam amino dari makanan juga memiliki peranan penting dalam sintesis albumin jaringan (Fanali G., 2011).

Struktur sekunder HAS pada gambar 1 didominasi oleh komponen α -*helix* (68%) dan tersusun berbentuk *globular heart-shaped conformation*. Struktur ini terdiri atas 3 domain (I, II dan III) dan dua subdomain (A dan B). Ketiga domain memiliki kemiripan struktur dan saling berhubungan satu sama lain (Caraceni P. *et al.*, 2013).



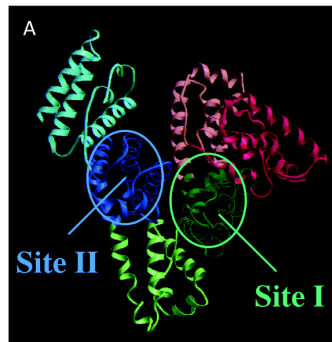
Gambar 1. Struktur sekunder human albumin serum (HAS)

Keterangan

I, II, III = domain

A, B = subdomain

IA = domain I subdomain A, dan seterusnya



Gambar 2. *Binding site* albumin

HAS memiliki kemampuan mengikat molekul atau senyawa lain dengan adanya *binding site*. Seperti yang tampak pada gambar 2, terdapat dua *binding site* utama. *Binding site I* berfungsi mengikat senyawa heterosiklik dan asam dikarboksilat sedangkan *binding site II* berfungsi mengikat senyawa karboksilat aromatik. Penelitian menunjukkan adanya perubahan kapasitas pengikatan dan fungsi *binding site* pada HAS yang teroksidasi (Arasteh A, 2014).

Albumin merupakan protein yang mudah larut dalam air, serta dapat diendapkan dengan penambahan amonium sulfat berkonsentrasi tinggi 70-100% atau pengaturan pH sampai mencapai pH *Isoelektriknya*. HAS memiliki pH *Isoelektrik* sebesar 4,9 (Van der Vusse, 2009).

Zoubida *et al.*, (2012) menjelaskan albumin sebagaimana sifat umum protein dapat terkoagulasi oleh panas dengan suhu yang berbeda tergantung jenis albuminnya. Pengaruh perlakuan suhu tinggi menyebabkan perubahan melemahnya enzim proteinase dan nilai daya cerna protein.

c. Sintesis albumin

Hepar menghasilkan sekitar 12 g albumin per hari, yaitu sekitar 25% dari sintesis protein oleh hepar dan separuh jumlah protein yang disekresikannya (Muray *et al.*, 2013). HAS dikodekan dalam gen ALB yang terletak di lengan panjang kromosom 4 pada posisi q11-22. Gen ini terdiri dari 22.303 pasang basa yang berisikan 15 ekson dan 14 intron (Fanali G., 2011).

Sintesis albumin dimulai di dalam nukleus dimana transkripsi gen ALB membentuk mRNA kemudian ditranslasi dengan bantuan ribosom membentuk preproalbumin. Preproalbumin adalah molekul HAS dengan tambahan 24 buah asam amino pada ujung N-terminalnya. Untuk itu dibutuhkan suplai yang cukup asam amino. Asam amino yang dapat berikatan dengan preproalbumin adalah triptofan, arginin, ornitin, lisin, fenilalanin, treonin dan prolin (Murray *et al.*, 2003). Sambungan asam amino ini memberi isyarat penempatan preproalbumin ke dalam membran retikulum endoplasma kasar. Preproalbumin kemudian masuk ke retikulum endoplasma kasar dimana akan terjadi pemotongan 18 asam amino pada ujung N-terminal membentuk molekul proalbumin. Proalbumin kemudian memasuki apparatus golgi dan akan mengalami pemotongan 6 asam amino terakhir dari ujung N-terminal sehingga terbentuklah albumin. Albumin akan disekresi oleh hepatosit (Parelda, 2006).

Pada kondisi fisiologis. 20-30% sel hepar terlibat dalam proses sintesis albumin. Pada kondisi tertentu kecepatan sintesis albumin dapat meningkat 3-4 kali lipat. Kecepatan sintesis ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor hormonal (insulin, kortisol dan hormon pertumbuhan) akan meningkatkan produksi HAS, sedangkan mediator inflamasi dan sitokin (IL-6 dan TNF- α) akan menurunkan produksi HAS (Caraceni P. *et al.*, 2013).

Tabel 3. Penurunan dan Peningkatan HAS

Penurunan <i>Human Albumin Serum</i>	Peningkatan <i>Human Albumin Serum</i>
<i>acute liver disease</i> (sirosis), sindrom nefrotik, infeksi, malnutrisi, malabsorpsi, <i>chronic inflammatory disease</i> , luka bakar, operasi, syok, penyakit kronis, kanker, diabetes, hypotiroid, ekspansi volume plasma karena gagal jantung kongestif, kadang-kadang hamil, dan <i>carsinoid syndrome</i>	keadaan dehidrasi dan peningkatan relative saat terjadi penurunan volume plasma

(labtestonline.org)

d. Distribusi albumin

HAS yang telah diproduksi akan segera dilepas ke sirkulasi darah melalui sinusoid hepar. 30-40% HAS akan bertahan di pembuluh darah sedangkan sisanya akan terdistribusi di jaringan interstitial dengan konsentrasi rendah (1,4 g/dL) akibat mekanisme *transcapillary escape*. HAS yang masuk ke interstitial akan kembali lagi ke pembuluh darah melalui sistem limfatik dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan *transcapillary escape*, yaitu 5% perjam dan akan kembali lagi ke pembuluh darah setelah 23 jam (Turell L. *et al.*, 2009).

Pada individu sehat, waktu paruh HAS berkisar antara 12-19 hari sedangkan total waktu hidup HAS sekitar 27 hari. Selama masa hidupnya, HAS melakukan perjalanan ke seluruh tubuh sebanyak 15.000 kali. Degradasi HAS kurang dipahami, kemungkinan HAS didegradasi dalam endotel kapiler, sumsum tulang, otot, ginjal dan sinus hepar. Degradasi HAS nampaknya terjadi secara acak, tidak tergantung antara molekul baru dan lama. Degradasi HAS lebih mudah terjadi apabila HAS terdenaturasi atau mengalami perubahan struktur (Turell L. *et al.*, 2009).

e. Olahraga dan albumin

Menurut Gillen *et al.*, aktivitas *intermittent* yang *intense* akan meningkatkan ekspansi volume darah 10% dan meningkatkan albumin 10%. Ekspansi volume darah ini akan meningkatkan protein plasma. Hipervolemia yang terjadi pada keadaan isotonik dan peningkatan

protein plasma intravaskuler, dimana protein plasma mengandung 85% albumin.

Beberapa proses yang mungkin dapat menyebabkan peningkatan albumin setelah aktivitas *intermitten* yang *instens* yaitu peningkatan sintesis albumin, menurunnya degradasi albumin, dan peningkatan balikan albumin dari sistem limfatik yang dirangsang oleh aktifitas dan secara tidak langsung meningkatkan cairan interstisial saat berolahraga (Roger C. *et al.*, 1998).

Menurut Daniel *et al.*, (2009) bahwa konsumsi protein setelah olahraga akan meningkatkan *muscle protein synthesis* (MPS) dan *albumin protein synthesis* (APS). Berdasarkan penelitiannya yang dilakukan pada 6 laki-laki muda didapatkan peningkatan MPS dan APS setelah berolahraga (*leg-based resistance exercise*) dan mengkonsumsi 0, 5, 20, 40 gram protein telur utuh setelah olahraga.

Resistance exercise training akan menstimulus metabolisme anabolik dari *muscle protein synthesis* yang akan menyebabkan hipertrofi otot rangka. Asupan protein yang cukup akan memberikan efek yang positif pada laju *muscle protein synthesis*. Konsumsi protein sekitar 1,2-1,7 g protein/kgBB/hari atau 25-30% dari total kalori merupakan rekomendasi bagi penggiat *bodybuilding* untuk mempertahankan massa otot. Untuk itu, penggiat *bodybuilding* biasanya mengkonsumsi protein sampai 34% dari total kalori (Lee SIG, *et al.*, 2009). Namun, menurut Lemon bahwa peningkatan konsumsi protein 1,35-2,62gram/kg untuk diet

sehari-hari ditambah olahraga tidak berefek pada kekuatan dan massa otot. Selain itu, makanan tinggi protein tidak dapat menstimulus sintesis miofibril walaupun dengan latihan resisten.

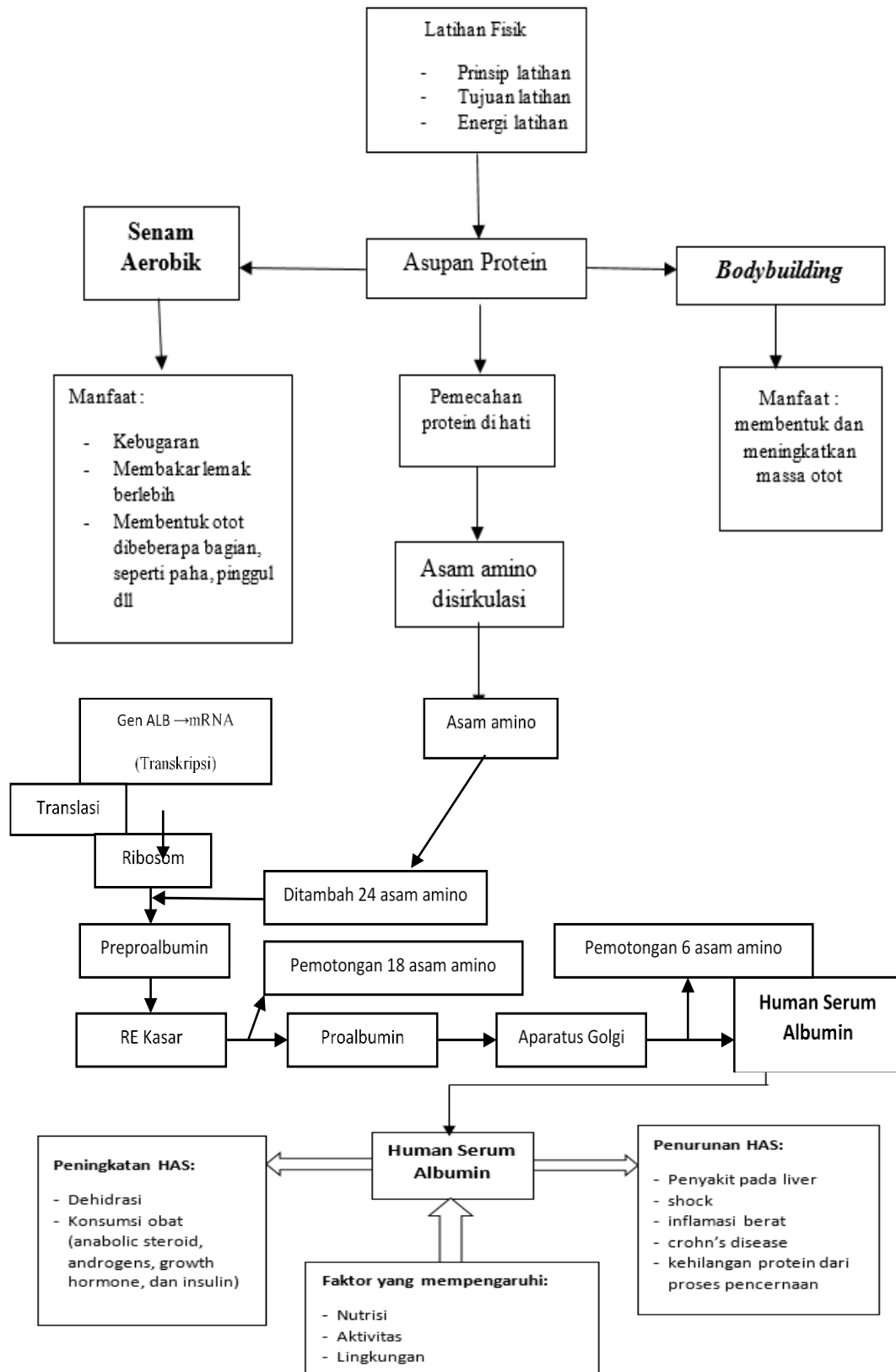
6. Olahraga dalam Islam

Olahraga telah terdapat dalam berbagai bentuk di dalam semua kebudayaan yang paling tua sekalipun. Dalam literatur Islam banyak disebutkan jika Rasulullah SAW. adalah orang tersehat di masa beliau hidup. Hampir-hampir beliau tidak pernah sakit di dalam sejarah hidup beliau. Tentunya hal tersebut didukung oleh pola hidup sehat yang diterapkan Rasulullah dalam kehidupan beliau. Para sahabat pernah bertanya tentang rahasia kesehatan dan kebugaran beliau. Rasulullah SAW. menjawab saya makan saat lapar dan berhenti makan sebelum kenyang. Beliau menggambarkan perut diisi dengan tiga unsur, yaitu sepertiga makanan, sepertiga air, dan sepertiga udara. Nabi juga menjaga kualitas tidurnya meskipun tidak banyak (Umar, 2012).

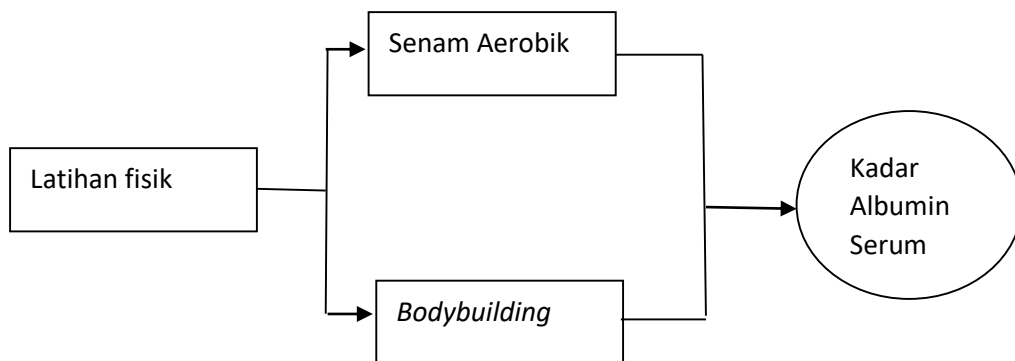
Olahraga merupakan bagian yang tidak bisa lepas dari kebudayaan manusia. Nabi Muhammad juga adalah seorang atlet yang berprestasi. Suatu ketika beliau diminta menantang sang juara bertahan dalam olahraga gulat tradisional bangsa Arab, bernama Rukanah bin Abdu Yazid. Orang yang tinggi besar ini melihatnya saja bisa menjatuhkan nyali para penantanginya. Pantas kalau ia selalu mengumbar kesombongan ke mana-mana sebagai juara bertahan tak terkalahkan. Saat itulah Rasulullah Saw.

terpanggil untuk memenuhi seruan sahabat-sahabat beliau untuk menantang Rukanah. Akhirnya, dalam pertandingan yang dihadiri banyak pengunjung, Rasulullah SAW. mampu mengunci rukanah di ronde ketiga. Sejak itulah Rukanah berhenti mengumbarkan kesombongannya. Rasulullah SAW. juga menguasai berbagai keterampilan yang belakangan dilombakan, seperti Rasulullah SAW. gemar naik kuda, latihan memanah dan memainkan pedang, serta berenang. Rasulullah SAW. pernah bersabda, "Ajarkanlah anak-anak kalian berkuda, memanah, berenang, dan dalam riwayat lain memanjat." Rasulullah SAW. juga dikenal luas sangat terampil memainkan pedang dan tombak, terutama di medan perang. Rasulullah SAW. turun-naik gunung dari ketinggian gua Hira dan gua Tsur. Banyak lagi riwayat menyebutkan Rasulullah SAW. secara rutin berolahraga, seperti banyak berjalan kaki (Umar, 2012).

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

1. Hipotesis 0: Tidak terdapat perbedaan kadar albumin antara penggiat *bodybuilding* dan penggiat senam aerobik.
2. Hipotesis 1: terdapat perbedaan kadar albumin antara penggiat *bodybuilding* dan penggiat senam aerobik.