

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah 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, 2000).

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 sesuai dengan kebutuhan dalam olahraga yang digeluti, 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. 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 (Mackenzie, 2000).

Untuk memberikan tekanan atau stres fisik yang tepat pada individu perlu disusun suatu program yang akan mengembangkan sistem energi yang lebih dominan atau utama untuk melakukan aktivitas tertentu (Ariani, 2011).

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 & Howley, 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 & Howley, 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 & Howley, 2001).

2. Latihan Anaerobik (*Bodybuilding*)

a. Definisi Latihan Anaerobik

Latihan anaerobik merupakan kemampuan tubuh untuk bertahan dengan kebutuhan oksigen yang kurang terpenuhi oleh tubuh (Udiyana *et al.*, 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*. Dalam melakukan latihan anaerobik dan aerobik yang perlu diperhatikan adalah pelaksanaan latihan dan takaran latihan. 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 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 yang cepat (Ariani, 2011).

d. Frekuensi Latihan

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

e. 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).

f. 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 diatas 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).

g. Fungsi Asupan Tinggi Protein pada *Bodybuilding*

Protein berfungsi sebagai pembentuk otot sehingga dijadikan kebutuhan utama 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 Collage of Sport Medicine et al.*, 2000). Asupan protein yang berlebih tidak dapat disimpan dalam tubuh, penambahan protein dari suplemen akan dibakar menjadi energi atau disimpan sebagai lemak tubuh. Asupan protein yang lebih, berdampak buruk bagi tubuh. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa individu akan lebih sering buang air kecil karena protein di dalam tubuh dicerna menjadi urea (zat

sisanya yang harus dibuang melalui urin) dan akan membuat kerja ginjal lebih berat (Whitney *et al.*, 2006).

3. 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 (Dinata, 2007).

b. Klasifikasi Senam Aerobik

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

- 1) Senam *aerobic low impact* (benturan ringan), yaitu latihan senam aerobik yang dilakukan dengan benturan ringan. Contoh gerakannya adalah *cha-cha*, *grapevine*, dan *mambo*.
- 2) Senam *aerobic mix impact* adalah gerakan gabungan dari *high impact* dan *low impact*. Contoh gerakannya adalah *twist*, menekan, dan sentakan.
- 3) Senam *aerobic 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).

c. Frekuensi, Intensitas, *Time*, dan Tipe (FITT)

Frekuensi adalah jumlah latihan perminggu. Intensitas adalah seberapa berat badan bekerja atau latihan dilakukan. *Time* (durasi) adalah lama setiap kali latihan. Tipe adalah model aerobik yang dipilih dan disesuaikan dengan fasilitas dan kesenangan (Giam & Teh, 1993).

d. Tahapan Senam Aerobik

Menurut Karen S. Mazzeo (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 dan 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*, dilakukan dengan menggerakkan keseluruhan bagian otot tubuh, gerakan *bouncing* menekuk dan meluruskan tungkai dengan kombinasi gerakan yang bertujuan untuk melatih semua otot dan persendian.
 - c) *Stretching*, diusahakan 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 terdapat 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 terdapat pada sesi *pre aerobic*, kita harus mengatur intensitas, dan menurunkan intensitas secara perlahan.
- 3) Latihan inti II (*calisthenics*), dilakukan 15 menit, terdiri dari latihan:
- a) Pengencangan
 - b) Penguatan (*strength*)
 - c) Kelentukan (*flexibility*)
- 4) Pendinginan (*cooling down*), dilakukan selama 10 menit, terdiri dari latihan:
- a) *Dynamic stretching*
 - b) *Static stretching*

e. Pengaruh Latihan Aerobik

Pengaruh latihan aerobik dapat berupa pengaruh seketika yang disebut respon dan pengaruh jangka panjang akibat latihan yang disebut dengan adaptasi. Yang dimaksud dalam respon 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).

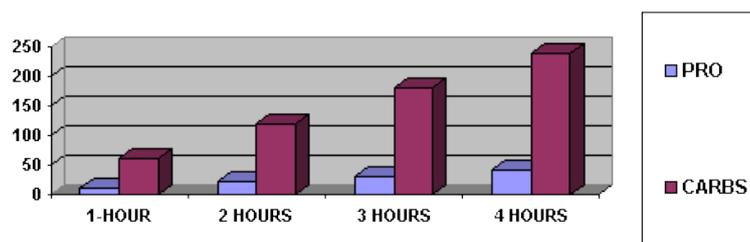
f. Metabolisme Aerobik

Metabolisme aerobik menurut Anwari (2007) merupakan proses metabolisme energi 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. Namun bergantung terhadap intensitas olahraga yang dilakukan, kedua simpanan energi ini dapat memberikan jumlah kontribusi yang berbeda.

g. Asupan Protein pada Penggiat Senam Aerobik

Olahraga dengan 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* membutuhkan asupan protein yang lebih tinggi. 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 *et al.*, 2002).



Gambar 1. Karbohidrat dan protein per-gram selama latihan ketahanan aerobik (4 kalori = 1 gram)

Menurut Misner (2006), olahraga membutuhkan energi lebih dibandingkan saat istirahat sehingga otot melepaskan sebagian besar asam amino non-essensial, glutamin, dan alanin. Proses pembakaran protein disebut glukoneogenesis. 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%. Konsumsi *Branched-Chain Amino Acid* yang rendah dapat menurunkan massa otot. *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.

4. Protein

a. Metabolisme 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 peptida 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 dua sampai sepuluh residu asam amino disebut peptida, rantai yang mengandung lebih dari sepuluh, 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, di situ pepsin menguraikan beberapa ikatan peptida. Pepsin disekresi dalam bentuk prekursor 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 pilorus. 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 duodenumi 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 peptida inferior pada molekul-molekul peptida 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 di permukaan sel oleh aminopeptidase, karboksipeptidase, endopeptidase, dan

dipeptidase oleh *brush border* sel-sel mukosa. Beberapa dipeptidase dan tripeptidase ditranspor 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 amino di duodenum dan jejunum berlangsung cepat tetapi di dalam 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 . Konsentrasi beberapa asam amino diatur oleh sintesis yang selektif di berbagai sel (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).

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, menyintesis, dan memetabolisme berbagai zat, salah satu zat yang dimetabolisme adalah protein. Fungsi hati sebagai metabolisme protein di antaranya adalah deaminasi asam amino, pembentukan ureum untuk mengeluarkan amonia dari cairan tubuh, pembentukan protein plasma, dan sintesis senyawa lain dari asam amino. Deaminasi asam amino dibutuhkan sebelum asam amino dapat dipergunakan untuk energi. Pembentukan ureum oleh hati diperlukan untuk mengeluarkan amonia dari cairan tubuh, amonia sebagian besar dibentuk dari proses deaminasi, oleh karena itu bila hati tidak bisa membentuk ureum, konsentrasi amonia plasma meningkat dan akan menimbulkan kerusakan pada hati. Sel

hati menghasilkan kira-kira 90% dari semua protein plasma, kecuali gamma globulin. Gamma globulin adalah antibodi yang dibentuk terutama oleh sel plasma dalam jaringan limfe tubuh. Di antara fungsi hati yang paling penting adalah kemampuan hati untuk membentuk asam amino tertentu, misalnya asam amino nonesensial (Guyton & Hall, 2008).

3) Pemakaian protein untuk energi

Protein yang terisimpan di tubuh akan dipecah dan digunakan untuk energi atau disimpan terutama sebagai lemak atau sebagai glikogen. Pemecahan ini hampir seluruhnya terjadi di hati, dimulai dari proses deaminasi. 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 keton yang akan dioksidasi untuk melepaskan energi yang berguna untuk keperluan metabolisme (Guyton & Hall, 2008).

4) Pengaturan hormonal dalam metabolisme protein

Ada beberapa hormon yang juga ikut berperan dalam metabolisme protein di antaranya yaitu hormon pertumbuhan yang akan menyebabkan penambahan protein jaringan, insulin diperlukan untuk sintesis protein, glukokortikoid

meningkatkan pemecahan sebagian besar protein jaringan, testosteron menambah deposit protein di jaringan, dan tiroksin yang berguna untuk meningkatkan kecepatan metabolisme seluruh sel (Guyton & Hall, 2008).

b. Reabsorpsi dan Sekresi Protein oleh Tubulus Ginjal

Sewaktu filtrat glomerulus memasuki tubulus ginjal, filtrat ini melalui bagian-bagian tubulus dimulai dari tubulus proksimalis, ansa Henle, tubulus distalis, tubulus koligentes, dan akhirnya duktus koligentes sebelum diekskresikan sebagai urin. Di sepanjang jalan yang dilaluinya, beberapa zat direabsorpsi kembali secara selektif dari tubulus dan kembali ke dalam darah, sedangkan yang lain disekresikan dari darah ke dalam lumen tubulus. Pada akhirnya, urin yang terbentuk dan semua zat di dalam urin akan menggambarkan penjumlahan dari tiga proses dasar ginjal, yaitu filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubulus, dan sekresi tubulus. Ekskresi urin didefinisikan sebagai filtrasi glomerulus yang dikurangi reabsorpsi tubulus, kemudian ditambahkan dengan sekresi tubulus. Untuk kebanyakan zat, dalam menentukan kecepatan akhir sekresi urin, reabsorpsi memegang peranan lebih penting daripada sekresi. Namun ion-ion kalium, ion-ion hidrogen, dan sebagian kecil zat-zat lain yang dijumpai dalam urin cukup banyak disekresikan (Guyton & Hall, 2008).

Beberapa zat seperti glukosa dan asam-asam amino, direabsorpsi hampir sempurna dari tubulus sehingga nilai ekskresi dalam urin adalah nol. Beberapa produk buangan, seperti ureum dan kreatinin, sebaliknya, sulit direabsorpsi dari tubulus dan diekskresi dalam jumlah besar. Oleh karena itu, dengan mengontrol besarnya reabsorpsi berbagai zat, ginjal mengatur ekskresi zat terlarut secara terpisah satu sama lain, yaitu suatu kemampuan yang penting untuk pengaturan komposisi cairan tubuh yang tepat (Guyton & Hall, 2008).

Tabel 2. Kecepatan filtrasi, reabsorpsi, dan ekskresi berbagai zat oleh ginjal

	Jumlah yang Difiltrasi	Jumlah yang Direabsorpsi	Jumlah yang Diekskresi	% Beban Filtrasi yang Direabsorpsi
Glukosa (gr/hari)	180	180	0	100
Bikarbonat (mEq/hari)	4.320	4.318	2	>99,9
Natrium (mEq/hari)	25.560	25.410	150	99,4
Klorida (mEq/hari)	19.440	19.260	180	99,1
Ureum (gr/hari)	46,8	23,4	23,41	50
Kreatinin (gr/hari)	1,8	0	1,8	0

Reabsorpsi tubulus termasuk mekanisme pasif dan aktif.

Bila suatu zat akan direabsorpsi, pertama zat tersebut harus

ditransport melintasi membran epitel tubulus ke dalam cairan interstisial ginjal dan kemudian melalui membran kapiler peritubulus kembali ke dalam darah. Transpor aktif dapat mendorong suatu zat terlarut melawan gradien elektrokimia dan membutuhkan energi yang berasal dari metabolisme. Transpor yang berhubungan langsung dengan suatu sumber energi, seperti hidrolisis adenosin trifosfat (ATP), disebut sebagai transpor aktif primer. Sedangkan transpor yang tidak berhubungan secara langsung dengan suatu sumber energi, seperti yang diakibatkan oleh gradien ion, disebut sebagai transpor aktif sekunder (Guyton & Hall, 2008).

Reabsorpsi glukosa dan protein oleh tubulus ginjal adalah suatu contoh dari transpor aktif sekunder. Pada tubulus proksimal terjadi suatu mekanisme transpor aktif sekunder dari glukosa dan asam-asam amino. Pada kedua zat ini, protein pengangkut khusus di dalam *brush border* bergabung dengan ion natrium dan satu molekul asam amino atau glukosa pada waktu bersamaan. Mekanisme-mekanisme transpor ini begitu efisien sehingga mereka betul-betul mengangkut semua glukosa dan asam amino dari lumen tubulus. Setelah masuk ke dalam sel, glukosa dan asam-asam amino keluar melalui membran basolateral dengan cara difusi pasif, didorong oleh

konsentrasi yang tinggi dari glukosa dan asam-asam amino dalam sel (Guyton & Hall, 2008).

Selain melalui transpor sekunder, protein juga direabsorpsi melalui mekanisme transpor primer dengan mekanisme pinositosis. Beberapa bagian dari tubulus, terutama tubulus proksimal, mereabsorpsi molekul-molekul besar, seperti protein dengan cara pinositosis. Dalam proses ini, protein melekat ke *brush border* membran luminal, dan kemudian bagian membran ini berinvaginasi ke bagian dalam sel sampai protein mencekung dengan sempurna dan terbentuklah suatu vesikel yang mengandung protein tersebut. Segera setelah berada di dalam sel, protein itu dicerna menjadi asam amino-asam amino penyusunnya, yang direabsorpsi melewati membran basolateral ke dalam cairan interstisial. Karena pinositosis membutuhkan energi maka diduga merupakan suatu bentuk transpor aktif (Guyton & Hall, 2008).

Ureum direabsorpsi secara pasif dari tubulus tetapi jauh lebih sedikit daripada ion klorida. Ketika air direabsorpsi dari tubulus (melalui osmosis bersama dengan reabsorpsi natrium), konsentrasi ureum dalam lumen tubulus meningkat. Hal ini menimbulkan gradien konsentrasi yang menyebabkan reabsorpsi urea. Akan tetapi, ureum tidak dapat memasuki tubulus sebanyak air. Oleh karena itu, kira-kira satu setengah

ureum yang yang difiltrasi melalui kapiler-kapiler glomerulus akan direabsorpsi secara pasif dari tubulus. Ureum yang masih tertinggal akan masuk ke dalam urin, menyebabkan ginjal mengekskresikan sejumlah besar produk buangan metabolisme ini. Produk buangan metabolisme lainnya, yaitu kreatinin, adalah molekul yang bahkan lebih besar dari ureum dan pada dasarnya tidak permeabel terhadap membran tubulus. Oleh karena itu, kreatinin yang telah difiltrasi hampir tidak ada yang direabsorpsi sehingga sebenarnya semua kreatinin yang difiltrasi oleh glomerulus akan diekskresikan ke dalam urin (Guyton & Hall, 2008).

Reabsorpsi pada tubulus proksimal mempunyai kapasitas yang besar untuk reabsorpsi aktif dan pasif. Sel-sel epitel tubulus proksimal bersifat sangat metabolik dan mempunyai sejumlah besar mitokondria untuk mendukung proses transpor aktif yang kuat. Di samping itu, sel-sel tubulus proksimal mempunyai banyak sekali *brush border* pada sisi lumen (apikal) membran, juga labirin interselular dan saluran basal yang luas, semuanya ini bersama-sama menghasilkan area permukaan membran yang luas pada sisi lumen dan sisi basolateral dari epitelium untuk mentranspor ion-ion natrium dan zat-zat lain yang cepat. Permukaan membran epitelial *brush border* yang luas juga dimuati dengan molekul-molekul

protein pembawa yang mentranspor sebagian besar ion natrium melewati membran lumen yang bertalian dengan mekanisme *co-transport* dengan berbagai nutrien protein, seperti asam amino dan glukosa (Guyton & Hall, 2008).

Setelah melewati tubulus proksimal, kemudian zat terlarut melewati ansa Henle. Ansa Henle terdiri dari tiga segmen fungsional yang berbeda, yaitu segmen tipis desenden, segmen tipis asenden, dan segmen tebal asenden (Guyton & Hall, 2008).

Segmen tebal asenden ansa Henle berlanjut ke dalam tubulus distal. Bagian paling pertama dari tubulus distal membentuk bagian kompleks jukstaglomerulus yang menimbulkan kontrol umpan balik GFR dan aliran darah dari nefron yang sama. Bagian awal selanjutnya dari tubulus distal sangat berkelok-kelok dan mempunyai banyak ciri reabsorpsi yang sama dengan bagian tebal asenden ansa Henle. Artinya, mereka banyak mereabsorpsi ion-ion, termasuk natrium, kalium, dan klorida, tetapi sesungguhnya tidak permeabel terhadap air dan ureum. Karena alasan ini, bagian itu disebut segmen pengencer karena juga mengencerkan cairan tubulus (Guyton & Hall, 2008).

Sepuluh bagian kedua dari tubulus distal dan tubulus koligentes kortikalis berikutnya mempunyai ciri-ciri fungsional

yang sama. Membran tubulus kedua segmen hampir seluruhnya impermeabel terhadap ureum, mirip dengan segmen pengencer pada bagian awal tubulus distal, jadi hampir semua ureum yang memasuki segmen-segmen ini berjalan melewati dan masuk ke dalam duktus koligentes untuk dikeluarkan dalam urin, walaupun beberapa reabsorpsi ureum terjadi di dalam koligentus medula. Kemudian di dalam duktus koligentes bagian medula bersifat permeabel terhadap ureum. Oleh karena itu, beberapa ureum direabsorpsi ke dalam interstisium medula, membantu meningkatkan osmolalitas daerah ginjal ini dan turut berperan pada seluruh kemampuan ginjal untuk membentuk urin yang pekat (Guyton & Hall, 2008).

5. Kreatinin

a. Definisi Kreatinin

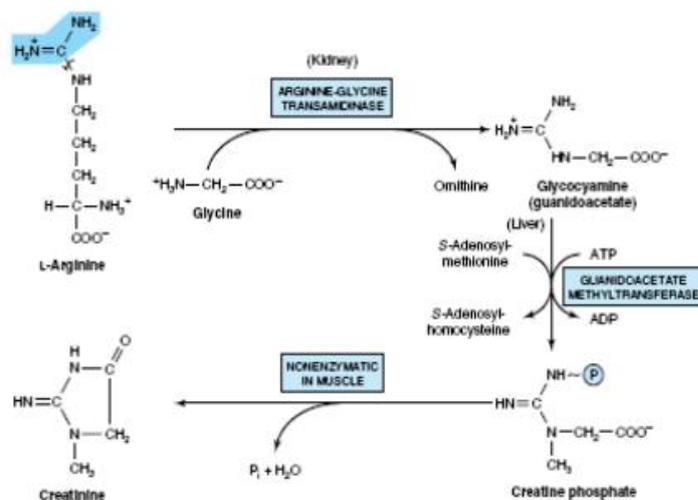
Menurut Kamus Saku Kedokteran Dorland edisi 29, kreatinin merupakan anhidra siklik pada kreatin, yang dihasilkan sebagai produk akhir dari dekomposisi fosfokreatin. Kreatinin diekskresikan dalam urin yang berguna sebagai petunjuk diagnostik untuk fungsi ginjal dan massa otot ketika pengukuran laju ekskresi dilakukan.

Kreatinin adalah produk otot yang merupakan hasil akhir metabolisme otot yang dilepaskan dengan kecepatan yang

hampir konstan dan dieksresi dalam urin dengan kecepatan yang sama pula. Kreatinin diekskresikan oleh ginjal melalui kombinasi filtrasi dan sekresi, konsentrasinya relatif konstan dalam plasma dari hari ke hari, kadar yang lebih besar dan nilai normal mengisyaratkan adanya gangguan fungsi ginjal (Corwin J.E, 2001). Kreatinin ini ternyata tidak hanya hadir dalam serum dan eritrosit, tetapi terdapat dalam semua sekresi tubuh, seperti keringat, empedu, dan cairan gastrointestinal (Schumann, 1931).

b. Metabolisme Kreatinin

Kreatin maupun bentuk simpanan energinya, yaitu fosfokreatin, terdapat di dalam otot, otak dan darah. Sedangkan kreatinin (kreatin anhidra) terbentuk di dalam otot dari kreatin fosfat. Ekskresi kreatinin terdapat di dalam urin selama 24 jam pada diri seseorang akan tampak konstan tiap-tiap harinya dan sebanding dengan massa ototnya. Pada awalnya, terjadi sintesis yang melibatkan glisin, arginin dan metionin. Pemindahan gugus guanidino dari arginin kepada glisin akan membentuk senyawa guanidoasetat di ginjal tetapi tidak terjadi di hati. Kemudian sintesis kreatin diselesaikan lewat metilasi guanidoasetat oleh senyawa S-adenosilmetionin di hati (Murray *et al.*, 2003).



Gambar 2. Alur sintesis kreatinin

Secara fisiologi, kreatinin tidak direabsorpsi maupun secara aktif disekresi di tubulus. Konsentrasi kreatinin dalam serum darah berkorelasi negatif dengan *Glomerular Filtration Rate* yang membuatnya berguna sebagai petunjuk diagnostik fungsi filtrasi ginjal. (Bakońska & Pacoń E, 2006)

c. Faktor yang Memengaruhi Kadar Kreatinin

Kadar kreatinin dalam serum dihitung dalam satuan miligram perdesiliter (mg/dL). Kadar normal kreatinin dalam serum adalah 0,5-1,3 mg/dL untuk perempuan dewasa dan 0,7-1,5 mg/dL untuk laki-laki dewasa (Price & Wilson, 2005). Selain kadar normal tersebut, menurut Lascano dan Poggio (2010) terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi variasi kadar kreatinin dalam serum, antara lain:

1) Demografi

Pada populasi orang yang berusia tua dan perempuan akan terjadi penurunan konsentrasi kadar kreatinin serum. Hal ini dikarenakan pada populasi orang berusia tua akan terjadi pengurangan massa otot, sedangkan pada populasi perempuan jumlah massa ototnya sedikit.

2) Etnis

Pada etnis *African American* akan terjadi peningkatan konsentrasi kadar kreatinin dalam serum dikarenakan pada populasi ini mempunyai massa otot yang lebih banyak. Sedangkan pada etnis *Hispanic* dan *Asian* terjadi penurunan konsentrasi kadar kreatinin dalam serum dikarenakan pada populasi ini massa ototnya relatif lebih sedikit daripada etnis lain.

3) Bentuk Tubuh

Pada populasi yang mempunyai tubuh tipe *muscular*/berotot akan memiliki peningkatan dari konsentrasi kadar kreatinin dalam serum. Sedangkan pada populasi yang mengalami malnutrisi ataupun amputasi akan terjadi pengurangan dari konsentrasi kadar kreatinin dalam serum dikarenakan jumlah massa otot mereka berkurang. Populasi yang mengalami obesitas tidak terjadi perubahan pada

konsentrasi kadar serum mereka dikarenakan tidak adanya perubahan massa otot.

4) Diet

Pada populasi yang hanya mengonsumsi makanan non-daging/ vegetarian akan terjadi penurunan konsentrasi kadar kreatinin dikarenakan terjadi penurunan dari regenerasi pembentukan kreatinin. Sedangkan pada populasi yang mengonsumsi daging masak akan terjadi peningkatan konsentrasi kadar kreatinin dikarenakan terjadi peningkatan sementara pembentukan kreatinin.

5) Penyakit

Beberapa penyakit dapat berpengaruh terhadap kadar kreatinin serum. Orang yang menderita penyakit terkait ginjal seperti gagal ginjal kronik akan menunjukkan peningkatan kadar kreatinin serum. Hal ini disebabkan oleh kerusakan progresif massa nefron (Price & Wilson, 2006).

Penderita diabetes mellitus tipe 2 juga dapat mengalami peningkatan kadar kreatinin serum. Penyakit ini mempunyai risiko 10-40% terhadap terjadinya gagal ginjal, hal inilah yang memengaruhi secara langsung peningkatan kadar kreatinin (National Kidney Foundation, 2015). Hipertensi dan obesitas juga mempunyai mekanisme yang mirip dengan diabetes mellitus terkait pengaruhnya terhadap

kreatinin (Price & Wilson, 2006). Pada penderita penyakit jantung terdapat peningkatan yang nyata terhadap kadar kreatinin serumnya (Dumitru & Baker, 2016). Sedangkan neoplasma dapat meningkatkan kadar kreatinin terutama jika mengenai ginjal (Healthwise Staff, 2012).

Penyakit hepar dapat menurunkan kadar kreatinin dikarenakan proses metabolisme dari protein yang kurang adekuat. Penurunan kadar kreatinin juga dapat terjadi jika terdapat gangguan pada otot seperti distrofi (Healthwise Staff, 2012).

6) Medikasi dan Substansi Endogen

Beberapa jenis zat kimia juga dapat memengaruhi variasi konsentrasi kadar kreatinin. *Cimetidine, trimethoprim, probenecid, potassium-sparing diuretics* dapat menaikkan konsentrasi kadar kreatinin dikarenakan terjadi penurunan sekresi kreatinin tubular.

d. Hubungan Variasi Kadar Kreatinin dengan Keadaan Klinis

Kadar kreatinin dalam serum dapat bervariasi dari kadar di bawah normal, normal dan di atas kadar normal. Berbagai macam kadar kreatinin serum ini juga dapat berhubungan dengan keadaan klinis. Kadar kreatinin yang ditemukan meningkat merupakan tanda yang berhubungan dengan insufisiensi ginjal dan salah satu bukti terhadap timbulnya

gejala dan kelainan metabolik pada sindrom uremia. Sindrom uremia sendiri merupakan kumpulan tanda dan gejala yang terlihat seperti insufisiensi ginjal progresif dan GFR menurun hingga di bawah 10 ml/menit (Price & Wilson, 2006). Keadaan klinis seperti pelambatan kecepatan konduksi neural dapat menyebabkan atrofi otot yang merupakan akibat dari *Uremic Peripheral Neuropathy*. Keadaan ini berhubungan dengan penurunan kadar kreatinin pada seseorang (Kouidi *et al.*, 1998).

e. Protein dan Kreatin

L-Arginin adalah suatu bentuk asam amino/ protein natural dasar. L-Arginin merupakan prekursor untuk sintesis tidak hanya protein tapi juga urea, *polyamines*, proline, glutamat, kreatin dan agmatin (Gad, 2010). L-Arginin ini sendiri berperan dalam proses biosintesis kreatin. Terjadi pemindahan gugus amino dari arginin kepada glisin, kemudian membentuk senyawa guanidoasetat. Guanidoasetat ini kemudian mengalami metilasi oleh senyawa S-adenosilmetionin di hati yang menyelesaikan proses sintesis kreatinin (Murray *et al.*, 2003).

6. Olahraga Dalam Islam

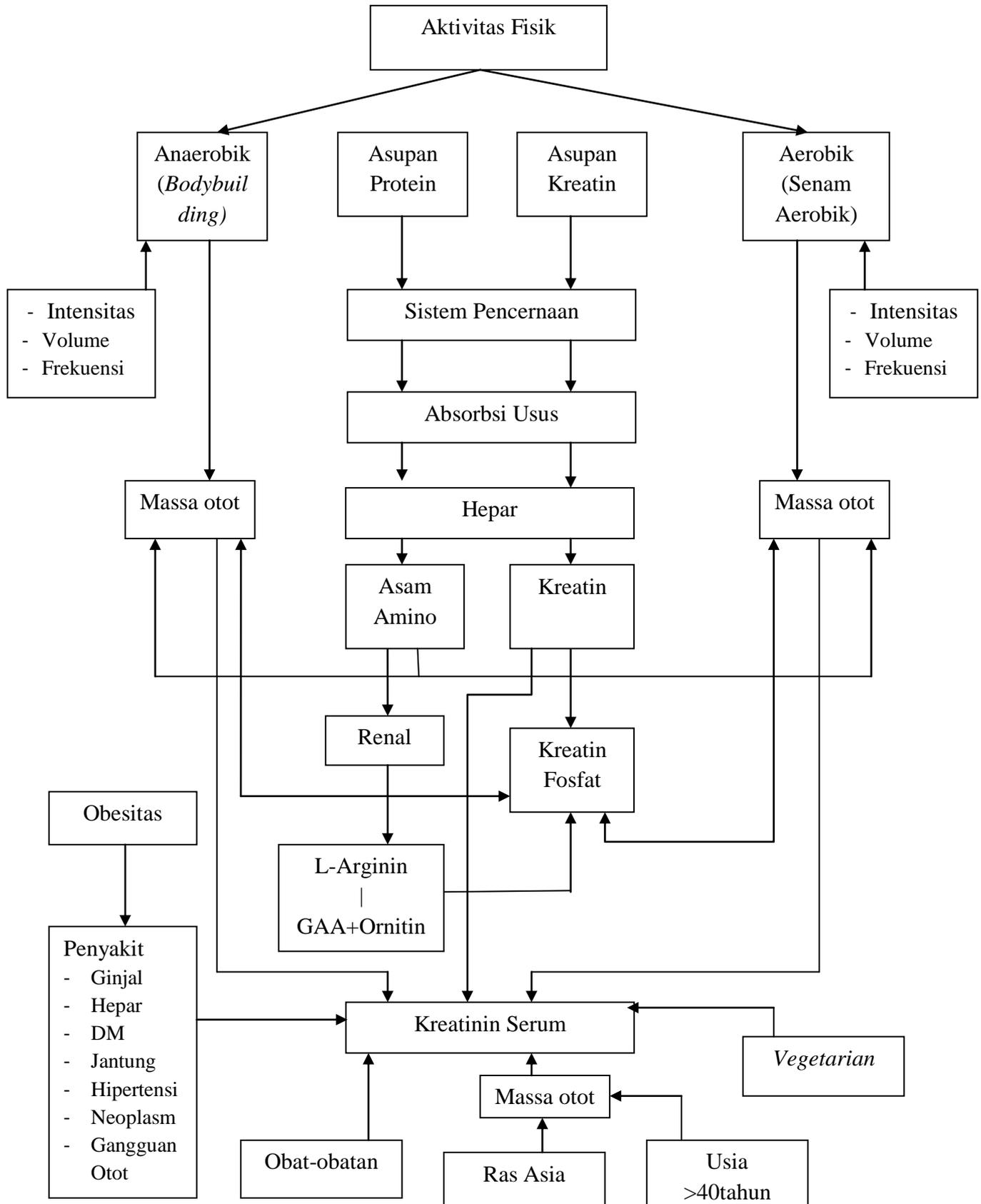
Olahraga telah terdapat dalam berbagai bentuk di dalam semua kebudayaan yang paling tua sekalipun. Dalam literatur Islam banyak

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)

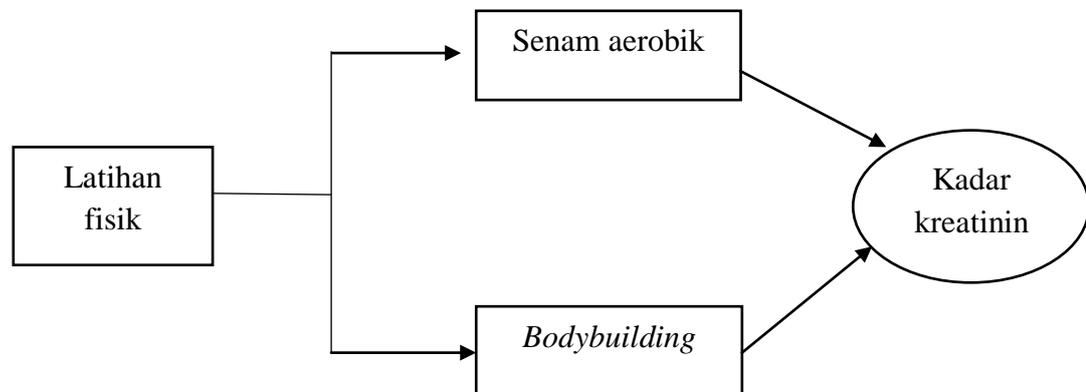
Olahraga merupakan bagian yang tidak bisa lepas dari kebudayaan manusia. Nabi Muhammad juga adalah seorang atlet yang berprestasi. Suatu ketika beliau diminta menantang sang juara bertahan dalam olahraga gulat tradisional bangsa Arab, bernama Rukanah bin Abdu Yazid. Orang yang tinggi besar ini melihatnya saja bisa menjatuhkan nyali para penantangannya. 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 mengumbar kesombongannya. Rasulullah SAW juga menguasai berbagai keterampilan yang belakangan dilombakan.

Rasulullah SAW gemar naik kuda, latihan memanah, 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 (Umar, 2012).

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

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