

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani merupakan suatu keadaan yang dimiliki seseorang untuk melakukan aktivitas fisik. Seorang dikatakan memiliki kesegaran jasmani yang baik apabila dapat melakukan aktivitas fisiknya secara giat dan memiliki resiko rendah terhadap gangguan kesehatan dan dapat menikmati aktifitas lainnya dengan baik (Beauloye *et al*, 2007). Kesegaran jasmani mempunyai beberapa komponen diantaranya yaitu: kesegaran jasmani yang berhubungan dengan kesehatan dan kesegaran jasmani yang berhubungan dengan keterampilan. Kesegaran jasmani yang berhubungan dengan kesehatan meliputi daya tahan kardiorespirasi, komposisi tubuh dan kesegaran muskuloskeletal sedangkan kesegaran jasmani yang berhubungan dengan keterampilan meliputi ketangkasan, keseimbangan, koordinasi, kekuatan dan kecepatan. Atlet dengan daya tahan (*endurance*) yang baik maka memiliki kesegaran jasmani yang baik pula karena itu tubuhnya mampu melakukan aktifitas fisik secara terus menerus dalam waktu yang lama (Battinelli *et al*, 2000). Menurut ACSPT (Asian Commitee on the Standardization of Physical Fitness Test) kesegaran jasmani terdiri atas kelenturan, kecepatan, kekuatan otot dan daya tahan otot, kelincahan serta ketahanan kardio respirasi (Depdikbud, 1996).

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesegaran jasmani yang berhubungan dengan kesehatan, antara lain ; a) genetik, b) Usia, c) Jenis Kelamin, d) Asupan makan e) status gizi dan f) Intensitas latihan (Wulandari, 2004).

Wulandari (2004) dalam penelitian menyebutkan bahwa salah satu cara meningkatkan kesegaran jasmani dan prestasi para atlet maka perlu dilakukan pembinaan secara intensif sehingga dapat mengontrol dan memonitoring baik dari status gizi, aktifitas fisik hingga kesegaran jasmani itu sendiri, selain itu dengan adanya pembinaan melalui asrama atlet dapat mengevaluasi dari hasil kemajuan yang dicapai atlet itu sendiri.

2.3.1. Bentuk-Bentuk Kesegaran Jasmani

Menurut ACSPPFT (*Asian Committee on the Standardization of Physical Fitness Test*), bentuk-bentuk kesegaran jasmani itu terdiri dari :

2.3.1.1. Kelenturan

Kelenturan merupakan kemampuan anggota tubuh untuk menggerakkan persendian dengan cara menekuk, merenggang dan memuntir (45). Tes untuk pengukuran ini disebut dengan tes lentuk togok ke muka (*forward flexion of trunk*) yang tujuannya untuk mengukur kelenturan otot togok. Cara melakukan test ini adalah badan dibungkukan dengan posisi lurus kebawah dengan kaki lurus dan lutut bagian belakang tidak boleh ditekuk dan menyentuh mistar dan usahakan ujung kaki dan ujung tangan menyentuh skala sejauh mungkin. Dan hasil yg diukur adalah hasil terjauh (Depdikbud, 1996).

2.3.1.2. Kecepatan

Kecepatan adalah kemampuan tubuh untuk melakukan gerakan dengan cepat dalam waktu yang singkat. Pengukuran kecepatan dilakukan dengan tes lari sprint 50 m dengan prinsip start dilakukan dengan berdiri dan berada dekar dengan garis start dan tidak boleh melebihi garis lalu berlalu secepat mungkin hingga melewati garis finish, waktu dihitung dengan ketelitian 0,1 detik (Depdikbud, 1996). Pola latihan dapat meningkatkan kecepatan atlet dimana kecepatan juga dipengaruhi oleh usia, asupan zat gizim jenis kelamin dan keturunan (Brown *et al*, 2010).

2.3.1.3. Kekuatan otot

Kekuatan otot merupakan tenaga yang digunakan untuk dapat menghasilkan kontraksi otot secara maksimal. Pengukuran kekuatan otot dilakukan dengan tes lompat jauh tanpa awalan (*standing broad jump*) dengan prinsip kedua ujung kaki ada di belakang garis batas tolak dan siap melompat dengan kedua lengan di depan (Depdikbud, 1996). Sedangkan kelelahan otot merupakan keadaan dimana otot tak mampu menggunakan kontraksi yang maksimal karena kurang tersedianya

oksigen yang memadai dalam tubuh serta meningkatkan asam laktat dalam darah (Alejandra *et al*, 2016). Ketidakmampuan tersebut dipengaruhi oleh adanya gangguan pada; 1) sistem syaraf, 2) *neuromuscular junction*, 3) mekanisme kontraksi 4) sistem syaraf pusat (Giriwijoyo *et al*, 2010).

Asam laktat merupakan produk akhir dari metabolisme anaerob dimana kadar asam laktat normal adalah 0,8 mmol/L (Acutrend Plus *lactat*, 2017). Menurut Robert *et al* (1997) menunjukkan bahwa konsentrasi asam laktat lebih dari 6 mmol/L dapat mengganggu mekanisme kerja otot dan dapat menurunkan jumlah ion kalsium yang diikat oleh troponin selama kontraksi otot. Peningkatan konsentrasi asam laktat juga dapat menyebabkan penurunan pH. Penurunan pH yang diakibatkan karena penumpukan asam laktat dapat menurunkan reaksi enzim di dalam darah sehingga dapat mengganggu terbentuknya ATP. Keberadaan asam laktat di dalam darah dapat menghambat mekanisme sel otot dengan menghambat pembentukan enzim sehingga dapat menurunkan kapasitas ketahanan aerobik dan kapasitas ketahanan anaerobik, menghambat terbentuknya creatin fosfat yang akan menghambat koordinasi gerak, menghambat kontraksi serat otot yang disebabkan tidak terbentuknya enzim fosfofruktokinase dan menghambat aktifitas mATPase terutama pada serat otot cepat (Widianto, 2010).

Menurut penelitian Rosidi (2014) menyebutkan bahwa kecepatan pembentukan asam laktat lebih tinggi dari kecepatan penguraiannya pada kelompok perlakuan ETKK 250 mg dan plasebo. Asam laktat ini merupakan indikator dari kelelahan otot, semakin besar penumpukan yang terjadi maka semakin tinggi kelelahan itu terjadi setelah melakukan lari 5000 m (Bahri *et al*, 2009).

Ketika kita melakukan aktifitas fisik yang tinggi maka semua otot tubuh dan sistem sirkulasi darah diaktifkan. Pada awal olahraga dengan intensitas yang rendah maka sumber utama yang digunakan sebagai energi

adalah glukosa yang berasal dari glikogen otot yang hanya bisa diberikan dalam waktu kurang lebih jam pertama. Selanjutnya apabila latihan terus dilanjutkan maka sumber tenaga dari glikogen akan berkurang dan akan terjadi pemakaian glukosa darah dan asam lemak bebas berupa asam laktat. Sistem asam laktat sangat penting bagi olahraga dengan intensitas yang tinggi yang lamanya 20 detik- 2 menit pada sprint. Setelah 1,5-2 menit melakukan latihan anaerobik penimbunan asam laktat terjadi akan menghambat glikolisis sehingga akan mudah untuk terjadinya kelelahan otot. (Giriwijoyo *et al*, 2010).

2.3.1.4. Daya tahan otot

Daya tahan otot adalah kemampuan otot untuk melakukan kerja yang berulang ulang dengan beban yang maksimal dengan mempertahankannya semaksimal mungkin (45). Tes untuk pengukuran daya tahan otot dilakukan dengan cara tes bergantung angkat beban (*pull up*) dan tes baring duduk (*sit up*) 30 menit. Prinsip dari tes ini adalah atlet dapat mengangkat badannya hingga melewati palang tunggal dan menurunkan kembali dengan tangan benar benar lurus seta untuk prinsip sit up prinsipnya adalah atlet duduk terlentang dilantai dengan jari jari kedua tangan berseling ditaruh di belakang kepala dan kedua lutut kaki ditekuk (Depdikbud, 1996).

2.3.1.5. Kelincahan

Kelincahan adalah kemampuan tubuh untuk melakukan gerakan merubah arah dengan kecepatan yang penuh. Kelincahan ini dilakukan dengan tes lari hilir mudik 4 x 10 m dengan prinsip start dilakukan berdiri dan atlet berlalu bolak baik untuk memindahkan balok yang berada tepat di garis start (Depdikbud, 1996).

2.3.1.6. Daya tahan kardio respirasi

Daya tahan kardio respirasi adalah kemampuan jantung dan paru-paru untuk membantu kerja otot. Tes untuk mengukur daya tahan kardio respirasi adalah lari 100 m dengan prinsip start dilakukan berdiri

dan ujung kaki sedekat mungkin dengan garis start lalu berlalu dengan kecepatan penuh hingga melewati garis finish (Depdikbud, 1996).

2.2 Sistem Kontraksi Otot

Struktur kontraktil dalam serabut otot rangka terdiri dari dua filamen yaitu filamen aktin dan myosin, pada gambaran mikroskopis kedua filamen ini berbentuk garis gelap terang dimana garis tipis itu filamen actin (filamen tipis) dan garis gelap itu filamen myosin (filamen tebal).filamen actin tersusun atas molekul actin yang membentuk pilinan (helix) ganda. Sedangkan filamen myosin terbentuk dari kumpulan myosin tipe II. Myosin tipe II adalah dobel trimer yang membentk helix, dimana setiap molekul terdiri atas batang (rod), leher (hinge) dan kepala (head). Pada saat kontraksi head myosin terikat pada bagian aktif dari filamen actin (*binding site of actin*) sedangkan pada saat relaksasi head tidak dapat terikat pada filamen actin. Kontraksi otot rangka karena adanya interaksi antara filamen actin dan myosin memerlukan ion Ca^{2+} , apabila ion Ca^{2+} di dalam sitosol sangat rendah maka tubuh akan mengambil ion Ca^{2+} dalam *cisternae* retikulum sarkoplasma (SR). Agar ion Ca^{2+} dapat keluar dari cisterna maka diperlukan adanya potensial aksi yang mencapai triad. Potensial aksi yang dihantarkan sepanjang sarkolemma, juga dihantarkan sepanjang membran T tubules, akibatnya *Dihydropyridine* (DHP) reseptor yang terdapat dimembran T tubules akan terbuka. Dengan terbukanya reseptor DHP maka merangsang terbukanya RyR *Ryanodine* (RyR) reseptor di membrane Cisterna SR sehingga membantu masuknya ion Ca^{2+} yang kedalam sitosol yang selanjutnya merangsang terjadinya kontraksi antara actin dan myosin (Sariffin, 2013).

Olahraga yang bersifat endurance menyebabkan kontraksi otot yang lebih panjang sehingga rentan untuk terjadinya kelelahan otot. Kelelahan otot terdiri dari dua macam yaitu kelelahan yang bersifat lokal dan endurance. Kelelahan otot yang bersifat lokal disebabkan karena terkurasnya cadangan dlikogen otot di dalam serabut fast-twitch (FT) dan slow-twicth (ST) sehingga hal ini berhubungan dengan mekanisme sintesa ATP selama kontraksi ototo berlangsung. Serabut FT memiliki kemampuan sistem anaerobik lebih tinggi di bandingkan dengan serabut

ST sehingga serabut FT akan lebih cepat menghasilkan asam laktat dan lebih cepat terjadi kelelahan otot. Sedangkan kelelahan otot endurance itu terjadi selain karena kelelahan otot lokal juga disertai dengan faktor lain diantaranya ; a) hipogliemia, b) dehidrasi, c) hipertermia, d) penipisan glikogen hati dan e) faktor psikologis lain (Sariffin, 2013).

2.3 Karbohidrat

2.1.1 Pengertian Karbohidrat

Sebagai salah satu sumber energi karbohidrat banyak ditemukan di alam, senyawa ini tersusun atas unsur hidrogen (H), oksigen (O₂) dan karbon (C) yang mempunyai rumus C_n(H₂O)_m dimana nilai n=m atau kelipatannya. Berdasarkan kompleksitasnya karbohidrat dibedakan menjadi karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks, yang termasuk dalam karbohidrat sederhana adalah jenis monosakarida sedangkan karbohidrat kompleks adalah polisakarida dan oligosakarida (Sumardjo, 2008). Adapun sumber-sumber karbohidrat yang terdapat dalam makanan diantaranya : umbi, pati, sereal serta buah-buahan secara alami mengandung karbohidrat dalam bentuk fruktosa dan glukosa (Mann *et al*, 2012).

Monosakarida merupakan molekul yang susunannya sangat kecil dibandingkan dengan jenis karbohidrat lainnya, molekul ini bersifat netral dan mudah larut dalam air. Molekul ini dirasa cukup manis karena hasil dari pemecahan-pemecahan karbohidrat jenis lainnya dan dapat mencair jika dipanaskan. Monosakarida diabsorpsi langsung di dinding usus halus dan masuk kedalam aliran darah salah satu contoh dari monosakarida adalah glukosa (Sumardjo, 2008).

Glukosa merupakan karbohidrat utama yang membantu memetabolisme energi serta dapat disimpan dalam bentuk glikogen didalam otot rangka. Karbohidrat yang dimakan sebelum, selama dan setelah latihan memiliki tujuan utama untuk pembentukan otot rangka. Karbohidrat diklasifikasikan berdasarkan kemampuannya untuk meningkatkan konsentrasi glukosa dalam darah (indeks glikemik) serta kemampuannya untuk mensekresi insulin (Coyle, 2001).

Indeks glikemik dapat menggambarkan tingkat konsumsi karbohidrat dan efeknya pada kadar glukosa darah. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa makanan dengan indeks glikemik yang rendah apabila dikonsumsi dalam 1-4 hari sebelum latihan dapat mempertahankan kadar glukosa darah dan dapat menurunkan kadar asam laktat plasma darah selama atau setelah latihan (Coyle, 2001).

2.1.2 Metabolisme karbohidrat

Karbohidrat dalam tubuh yang telah dikonversikan menjadi glukosa tidak hanya akan digunakan sebagai sumber energi bagi otot namun tugas utamanya adalah sebagai sumber energi bagi sistem saraf yang akan membantu kerja otak. selain itu karbohidrat tersebut akan disimpan dalam bentuk glikogen. Glikogen dalam tubuh akan disimpan di dalam hati dan otot, di dalam otot glikogen dapat digunakan sebagai salah satu sumber energi bagi tubuh saat berolahraga yang akan membantu menjaga kesediaan glukosa dalam sel darah dan sistem syaraf pusat (Irawan, 2007).

Metabolisme karbohidrat terdiri dari beberapa tahapan membentuk maupun perombakan, yaitu :

2.1.2.1. Glikolisis

Glikolisis (pemecahan glukosa) terjadi di sitosol semua sel dan dapat berlangsung dengan adanya oksigen atau tanpa oksigen dalam sel tersebut. Pada tahap ini banyak reaksi yang dikatalisis dengan bantuan enzim diantaranya yaitu heksokinase, fosfofruktokinase dan piruvat kinase (Mann *et al*, 2012).

Pada proses glikolisis 1 molekul glukosa yang memiliki enam rantai molekul karbon ($C_6H_{12}O_6$) akan terpecah menjadi 2 produk asam piruvat yang memiliki tiga rantai molekul karbon ($C_3H_3O_3$). Selain menghasilkan asam piruvat produk sampingan dari prosis ini diantaranya adalah Glukosa-6-Fosfat dan fruktosa-6-forfat. Serta energi yang dihasilkan dalam proses ini dalam bentuk 2 molekul ATP dan 2 molekul NADH dimana dalam 1 molekul NADH dapat dikonversikan menjadi 3 molekul ATP dalam proses transport elektron, sehingga total energi yang

dihasilkan dalam proses ini sebanyak 8 molekul ATP (Irawan,2007). Selanjutnya asam piruvat akan diangkut kedalam mitrokondria dan menjalani dekarboksilasi oksidatif menjadi asetil ko-enzim (CoA) yang masuk ke dalam asam sitrat. Namun dalam keadaan olahraga dimana oksigen sangat sedikit dalam sel maka asam piruvat akan terbentuk menjadi asam laktat yang selanjutnya akan masuk ke dalam hati dan dikonversikan pada proses glukoneogenesis (Mann *et al*, 2012).

2.1.2.2. Glukoneogenesis

Glukoneogenesis merupakan semua proses pembentukan energi yang berasal dari bukan glukosa seperti asam amino, asam laktat dan asam lemak. Di dalam hati glukoneogenesis terjadi didalam sitosil dan lintasan ini memiliki enzim-enzim pembantu diantaranya glukosa 6-fosfatase, fruktosa 1,6-biofosfatase dan fosfoenoliruvat karboksikinase (Mann *et al*, 2012).

Cadangan karbohidrat yang berkurang dalam tubuh sedangkan energi masih di butuhkan maka tubuh akan merubah lemak dan protein sebagai sumber energi. Asam lemak (trigliserida) dalam jaringan adiposa terus menerus akan mengalami hidrolisis untuk membentuk gliserol bebas yang sudah tidak dipakai kembali yang selanjutnya akan dirubah menjadi glukosa dengan bantuan fruktosa 1,6-fosfatase (Mann *et al*, 2012).

2.1.2.3. Glikogenolisis

Glikogen merupakan bentuk simpanan utama dari karbohidrat, di dalam hati glikogen berfungsi untuk pembentukan energi saat dalam keadaan puasa. Glikogen ini akan dikonversikan menjadi glukosa bagi orang berpuasa. Sedangkan glikogen yang ada di dalam otot akan melayani kebutuhan otot itu sendiri dengan menyediakan bahan bakar metaboliknya. Glikogenolisis merupakan proses mengubah simpanan glikogen menjadi glukosa dengan bantuan glukosa 1-fosfat dan glukosa 6-fosfat. Glikogen dalam hati hanya akan terpakai saat keadaan puasa

sedangkan simpanan glikogen otot akan terpakai hanya saat berolahraga (Mann *et al*, 2012).

2.1.3 Jenis-jenis Karbohidrat

Karbohidrat terdiri dari karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana itu sendiri terdiri dari monosakarida dan disakarida yang membedakannya adalah jumlah gugus cincin yang dimiliki monosakarida memiliki satu gugus cincin sedangkan disakarida memiliki dua gugus cincin. Contoh dari monosakarida yang terdapat di alam adalah glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa banyak terdapat dalam buah dan sayuran. Fruktosa dikenal juga sebagai gula buah dan banyak ditemukan di buah-buahan selain itu terdapat juga di madu. Sedangkan galaktosa merupakan karbohidrat hasil pemecahan dari laktosa dimana laktosa itu banyak terkandung di dalam susu (Daryanto, 2015).

Disakarida yang utama adalah sukrosa dan laktosa. Disakarida ini terbentuk karena dua buah molekul monosakarida. Sukrosa terbentuk dari gabungan satu molekul glukosa dan fruktosa, sukrosa ini banyak ditemukan di buah –buahan, sayuran dan terutama banyak terdapat di batang tebu yang biasanya diekstraksi menjadi gula pasir. Sedangkan laktosa merupakan gabungan antara glukosa dengan galaktosa, laktosa ini secara utama terdapat di dalam susu dengan konsentrasi 6.8 gr/100 ml (Ruttan, 1991).

Karbohidrat kompleks merupakan karbohidrat dengan gabungan dari beberapa bahkan banyak molekul glukosa. Karbohidrat kompleks ini banyak digunakan sebagai bahan utama makanan bagi manusia yaitu yang disebut dengan pati. Pati ini juga merupakan simpanan energi di dalam sel tumbuhan yang berdiameter sekitar 5-50 nm sedangkan sumber pati yang tersedia di alam adalah beras, sereal, gandum, jagung, biji-bijian, umbi dan masih banyak lagi. Pati umumnya terbentuk dari dua polimer molekul glukosa yaitu amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dan amilopektin akan bervariasi di dalam makanan dimana makanan dengan tinggi amilopektin di dalamnya maka makanan tersebut lebih mudah dicerna (Irawan, 2007).

Glikogen merupakan salah satu bentuk simpanan energi di dalam tubuh yang dapat dihasilkan melalui konsumsi karbohidrat sehari-hari dan merupakan

salah satu sumber energi utama yang digunakan oleh tubuh pada saat berolahraga. Glikogen dapat disimpan di dalam tubuh hanya sekitar 350-500 gram namun penyimpanan ini dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar konsumsi karbohidrat serta mengurangi konsumsi lemak atau pada bidang olahraga disebut dengan *carbohydrate loading* yang biasanya diberikan pada olahragawan dengan cabang olahraga yang bersifat daya tahan (*endurance*) (Irawan, 2007). Sekitar 67% glikogen itu disimpan di dalam tubuh 2% diantaranya digunakan untuk membentuk massa otot. Glikogen di dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi otot beda halnya dengan glikogen dalam hati yang dapat digunakan bila bagian tubuh lain membutuhkan (Daryanto, 2015).

2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Simpanan Glikogen Dalam Otot

Beberapa faktor yang mempengaruhi simpanan glikogen di dalam otot adalah ; a) jumlah konsumsi karbohidrat, b) besarnya pengosongan glikogen, c) waktu konsumsi karbohidrat dan d) jenis karbohidrat yang dikonsumsi.

Sedlok dalam penelitiannya (2008) menyampaikan bahwa kecepatan simpanan glikogen yang maksimal terjadi saat 0,7-1,0 g/kg berat badan dan karbohidrat dikonsumsi setiap dua jam pada tahap awal pemulihan atau total asupan karbohidrat 8-10 g/kg berat badan/hari dengan asupan 500-800g/hari bagi atlet dengan latihan berat.

Selain jumlah karbohidrat, besarnya pengosongan glikogen juga dapat berpengaruh pada simpanan glikogen otot. Pengosongan paling besar terjadi pada jam-jam pertama masa pemulihan saat latihan (Daryanto, 2015).

Waktu mengkonsumsi karbohidrat juga merupakan faktor yang berpengaruh pada simpanan glikogen otot hal ini disebabkan kegagalan dalam mengefisienkan waktu dalam mengambil keuntungan bagi sintesa glikogen setelah latihan dihentikan dan penundaan penyediaan makanan bagi otot. Atlet disarankan untuk memilih waktu makan yang praktis dan nyaman dengan porsi kecil tapi sering itu semua dapat bermanfaat untuk mengatasi makanan dengan tinggi protein dalam volume yang besar (Daryanto, 2015).

Jenis karbohidrat merupakan pengaruh terakhir dalam simpanan glikogen otot. Pemberian makanan sumber glukosa dan sukrosa setelah latihan yang lama

dapat menghasilkan pemulihan glikogen otot. Penelitian Suprariasa (2002) menunjukkan bahwa atlet dengan pemberian makanan indeks glikemik yang tinggi akan meningkatkan simpanan glikogen otot pada 24 jam pemulihan setelah latihan berat, dibandingkan dengan atlet yang diberikan makanan dengan indeks glikemik yang rendah. Pada prinsipnya simpanan glikogen otot dapat terjadi secara optimal jika mengkonsumsi karbohidrat jenis glukosa dalam jumlah yang cukup.

2.1.5 Mekanisme Penyediaan dan Penggunaan Karbohidrat Selama Latihan

Produksi energi dalam bentuk ATP tergantung pada tersedianya glikogen dalam otot yang digunakan sebagai bahan bakar dan glikogen. aktifitas yang ringan mungkin akan menggunakan glikogen dalam bentuk lebih sedikit sehingga dapat diperoleh dari asupan karbohidrat yang lebih sedikit sedangkan pada aktifitas tinggi (*endurance*) asupan karbohidrat yang dibutuhkan maka akan lebih besar. Walaupun karbohidrat bukan satu-satunya sumber energi namun karbohidrat lebih dibutuhkan sebagai sumber energi otot dalam intensitas latihan yang tinggi (Daryanto, 2015).

Penggunaan glikogen otot selama aktifitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya; intensitas latihan dan diet yang diberikan sebelum latihan. Semakin tinggi intensitas latihannya maka penggunaan glikogen dalam otot akan meningkat dan semakin tinggi simpanan glikogen dalam otot maka atlet semakin lama dapat bertahan dalam aktifitas yang tinggi. Konsumsi karbohidrat yang tinggi dapat meningkatkan glikogen kurang lebih 900 mmol dan latihan yang lama sebaiknya dilakukan selama 1-4 jam setelah makan diet tinggi karbohidrat (Daryanto, 2015).

Carbohydrate Loading merupakan strategi untuk meningkatkan jumlah simpanan glikogen di dalam otot tujuannya untuk memberikan energi agar dapat menyelesaikan pertandingan yang bersifat *endurance* dengan tingkat kelelahan yang lebih sedikit sehingga dapat meningkatkan *performance* seorang atlet. Jika latihan lama dilakukan pada pagi hari setelah puasa semalam, maka diet tinggi karbohidrat harus dikonsumsi pada tengah malam (Laren *et al*, 2005).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Utoro (2011) menyebutkan bahwa rerata asupan karbohidrat atlet sepak bola di Balai Pendidikan dan Latihan Olah

Raga Pelajar Kota Semarang pada tahun 2012 sebesar 50,05% atau sama dengan 471,35 gram dari total kebutuhan energi yang diperlukan. Sehingga asupan karbohidrat untuk pencapaian prestasi perlu ditingkatkan.

2.4 Protein

Protein tidak memiliki dampak besar terhadap energi, tetapi diet atlet harus cukup protein yang diperlukan untuk penyembuhan dan pertumbuhan otot. Bila protein kurang maka akan merugikan kerja otot. Jumlah protein yang dianjurkan pada atlet untuk membentuk kekuatan otot dan kecepatan ialah 1,2–1,7 g/kg BB/hari, untuk ketahanan (endurance) dianjurkan 1,2–1,4 g/kg BB/hari. Pada latihan intensitas rendah protein diperlukan 1,4-2 g/kg BB, latihan berat sebesar 2 g/kg BB/hari dan saat latihan intensif diperlukan 2,2-2,9 g/kg BB. Haraphap (2017) menyebutkan bahwa diet tinggi protein pada olahragawan dapat membantu meningkatkan performa atlet dimana protein ini berfungsi dalam meningkatkan produksi Glutathione Stimulating Hormon (GSH). GSH melakukan ini dengan secara langsung menetralkan radikal bebas tapi juga dengan mendonasikan komponen-komponennya kepada zat senyawa antioksidan lainnya seperti vitamin C & E dan enzim utama antioksidan (Wu et al, 2004). GSH tidak hanya meregulasikan kapasitas antioksidan dan kemampuan tubuh untuk menjaga kesehatan dan mencegah penyakit tetapi juga dapat meningkatkan performa olahraga yang baik. Olahraga dengan intensitas yang tinggi dapat mengganggu transportasi oksigen melalui jaringan yang selanjutnya dapat mengakibatkan pembentukan radikal bebas yang besar yang membawa kepada stress oksidatif. Stres oksidatif dapat merusak sel dan jaringan dan diperkirakan menjadi kontributor utama terhadap kelelahan otot dan rendahnya performa atlet (Haraphap, 2017).

2.5 Lemak

Jumlah lemak dalam makanan yang dibutuhkan seorang atlet berkisar antara 20 – 25% dari energi total. Asam lemak esensial harus terdapat di dalam diet, sementara lemak jenuh harus direstriksi tidak lebih dari 10% asupan energi.

Lemak disimpan di dalam jaringan lemak. Lemak tubuh berperan sebagai sumber energi terutama pada olahraga dengan intensitas sedang dalam waktu lama, misalnya olahraga endurance. Latihan endurance meningkatkan kapasitas metabolisme lemak pada otot. Lemak atau trigliserida yang digunakan untuk pembentukan energi terutama berasal dari lemak endogen yaitu lemak yang dibentuk tubuh dalam keadaan asupan energi dari makanan melebihi kebutuhan. Diet tinggi lemak akan meningkatkan metabolisme lemak pada beberapa situasi, tetapi diet semacam ini tidak dianjurkan bagi atlet.

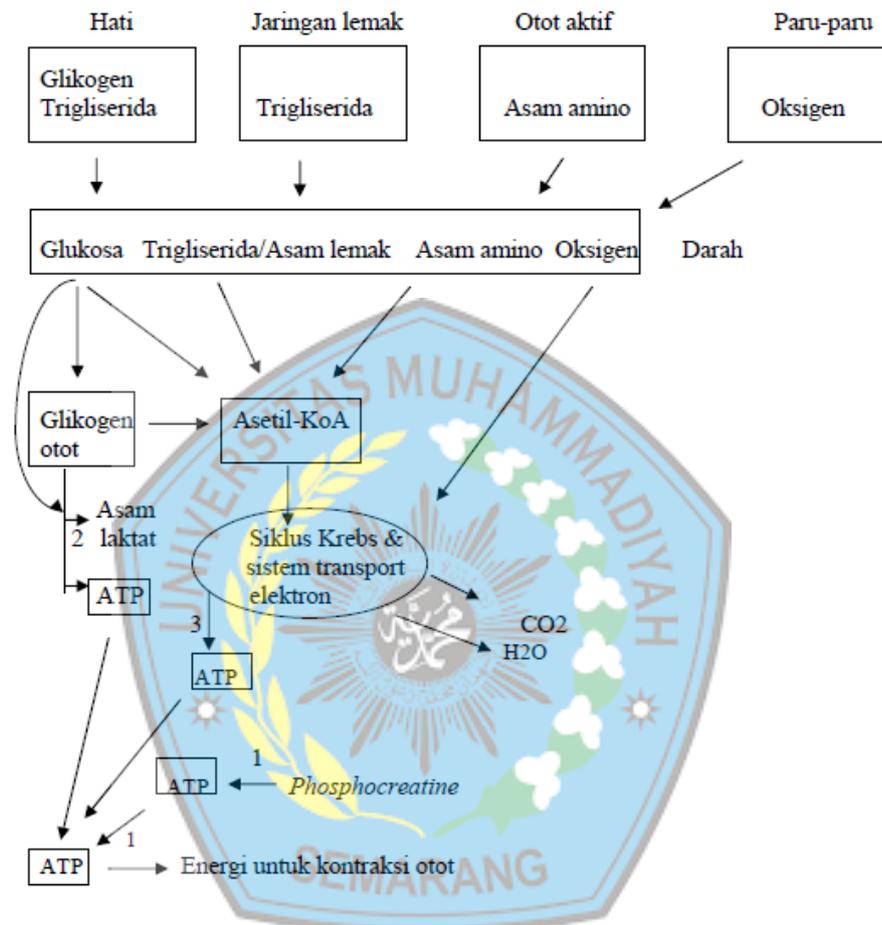
2.6 Sistem Metabolisme Energi Pada Atlet

Terdapat dua sistem metabolisme energi pada olahragawan diantaranya adalah sistem aerobik dan anaerobik. Dalam sistem metabolisme aerobik Adenosine trifosfat (ATP) merupakan sumber energi yang terdapat di dalam sel-sel tubuh terutama sel otot yang siap dipergunakan untuk aktivitas otot. Terdapat dua macam sistem pemakaian energi anaerobik yang dapat menghasilkan ATP selama *exercise* yaitu; 1) sistem ATP-kreatin fosfat (ATP-CP) dan 2) sistem asam laktat (Mahirdja,2004).

Sistem ATP-CP berguna untuk menggerakkan otot 6 – 8 detik, ketika ATP terurai menjadi adenosine difosfat (ADP) dan fosfat anorganik (Pi) maka akan menghasilkan energi yang dapat digunakan untuk kontraksi otot skelet selama *exercise*. Disamping ATP, otot skelet juga mempunyai senyawa fosfat berenergi tinggi lain yaitu kreatin fosfat dan dapat digunakan untuk menghasilkan ATP. Sedangkan sistem asam laktat merupakan sistem anaerobik dimana ATP dihasilkan otot skelet melalui glikolisis dengan cara glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Sistem ini penting untuk *exercise* anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5 – 2 menit melakukan *exercise* anaerobik, penimbunan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot (Mahirdja,2004).

Sistem metabolisme aerobik merupakan sistem yang membutuhkan oksigen untuk menguraikan glukosa maupun glikogen menjadi CO₂ dan H₂O melalui siklus krebs dan transport elektron. Glikogen atau glukosa diuraikan

menjadi asam piruvat dan dengan adanya O_2 maka tidak akan terjadi penumpukan asam laktat sehingga dapat mengurangi kelelahan otot. Mekanisme tubuh menggunakan urutan sistem penggunaan energi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2.1. Sistem Metabolisme Energi Pada Olahragawan

Sumber : *Melvins H. William* dalam *Mahirdja* 2004

Pada awal latihan olahraga aerobik sumber utama yang digunakan adalah glukosa yang berasal dari glikogen otot yang hanya digunakan pada 2 jam awal exercise. Apabila latihan terus dilanjutkan maka sumber tenaga dari glikogen otot berkurang, selanjutnya akan terjadi pemakaian glukosa yang berasal dari cadangan glikogen hati dan asam lemak bebas hasil lipolisis jaringan lemak (Mahirdja,2004).

Pemakaian glukosa/glikogen oleh otot meningkat tajam seiring dengan meningkatnya latihan. Pada menit ke 40, penggunaan glukosa mencapai 7 sampai

20 kali dibandingkan istirahat, tergantung intensitas exercise yang dilakukan. Karbohidrat memberikan 80% kontribusi energi, dan bila lama latihan diperpanjang, cadangan karbohidrat berkurang, maka lemak menjadi sumber utama. Protein relatif sedikit berkontribusi dalam menghasilkan ATP (<5% dari energi total untuk aktivitas). Menurut penelitian Hastuti *et al* (2009) terdapat hubungan yang positif antara intensitas latihan dan berkurangnya glikogen otot sebagai bahan energi. Pada latihan dengan intensitas tinggi akan terjadi depleksi glikogen otot. Intensitas latihan 50, 75, 100% VO₂ max akan menyebabkan terjadinya glikogenolisis sebesar 0,7, 1,4 dan 3,4 mmol/kg berat badan/menit. Jadi jumlah bahan yang dibakar tergantung dari intensitas dan lamanya latihan serta kondisi fisik seseorang.

2.7 Kurma (*Phoenix dactylifera*)

Buah kurma atau yang bernama latin *Phoenix dactylifera* merupakan buah menduduki kelas *Magnoliopsida* dengan nama famili *Areceaceae* dan genus *Phoenix L* (Integrated Taxonomic Information System, 2010). Buah ini memiliki karakteristik yang sangat bervariasi mulai dari beratnya yang berkisar 8-30 gram, bentuknya yang lonjong hingga silindris dengan panjang 3-7 cm dan berdiameter 1,5-3 cm hingga warna dan konsistensi yang berbeda pula (Sakr *et al*, 2010)

Buah kurma sebagian besar mengandung gula pereduksi yaitu glukosa dan fruktosa, sehingga buah kurma mudah untuk dicerna dan secara cepat dapat mengganti energi yang hilang (Retnowati *et al*, 2014). Selain sebagai sumber dari karbohidrat sederhana buah kurma juga mengandung 3,7 gram serat, 1 mg vitamin B1, 0,1 mg vitamin B2, 3 mg vitamin C, 698 mg Potasium, 46 mg Kalsium, 2 mg Besi dan enzim-enzim yang dapat membantu dalam penyembuhan penyakit (Rahmawan, 2006).

Salah satu kurma yang tersebar di Indonesia adalah jenis kurma nagal madinah memiliki bentuk yang lonjong dengan warna kemerahan dan volume daging buah lebih besar serta biji yang kecil (Giyatmo, 2013).



Kurma Nagal Madinah

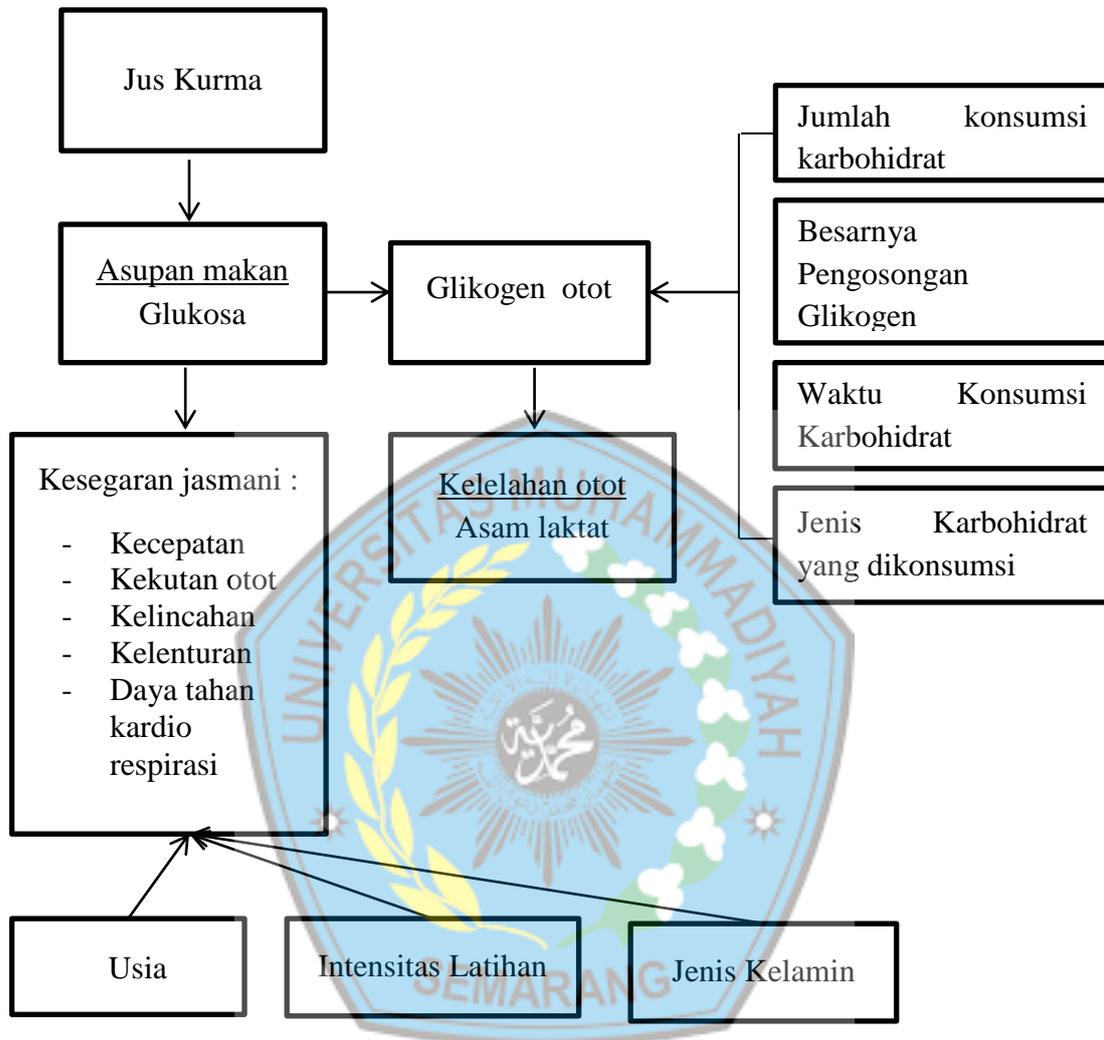
Gambar 2.2 : Kurma Nagal Madinah

Sumber : Satuhu, S., 2010. Kurma khasiat dan olahannya.

Manfaat dari buah kurma bagi kesehatan diantaranya dapat membantu menurunkan indeks glikemik pada penderita DM (diabetes militus), anti tumor dan mencegah kanker. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya kandungan antioksidan yang tinggi pada kurma (Retnowati *et al*, 2014). Sebuah penelitian menunjukkan pemberian sari kurma sebanyak 70 gram atau setara dengan 70 gram kurma basah mengandung 50 gram karbohidrat dapat membantu meningkatkan stamina remaja dan dewasa muda yang bekerja sedang sampai berat (Sulaiman *et al*, 2011).

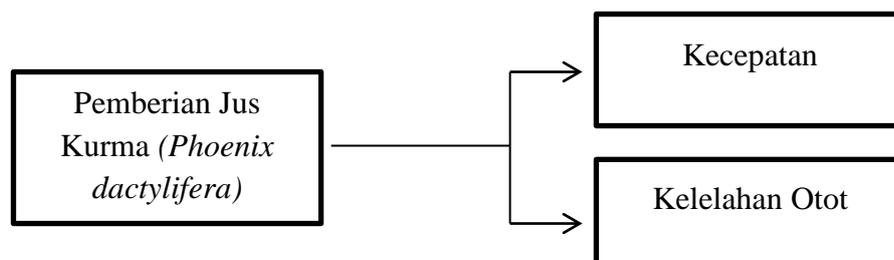


2.8 Kerangka Teori



Gambar 2.3 : Kerangka Teori

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 : Kerangka Konsep

2.10 Hipotesis

1. Ada pengaruh pemberian jus kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap kecepatan atlet sepak bola.
2. Ada pengaruh pemberian jus kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap kelelahan otot atlet sepak bola.

