

# KAPASITAS ANAEROBIK TIDAK PENTING UNTUK PEMAIN BOLAVOLI

## Abstrak

Sb Pranatahadi

Ditengarai masih banyak pelatih yang mempunyai analisis, bahwa kapasitas anaerobik sangat diperlukan bagi seorang pemain bolavoli. Banyak ditemukan masih banyak pelatih yang memberikan latihan dengan intensitas maksimum, durasi cukup panjang, dan waktu pemulihan terlalu pendek. Bola *Rally* dalam permainan bolavoli waktunya hanya sekitar tujuh sampai delapan detik, selanjutnya bola mati yang waktunya sekitar tiga kalinya. Dengan demikian energi akan tercukupi oleh sistem fosfagen. Waktu antara bola mati sampai servis, *time out*, istirahat antar set panjangnya tiga kali waktu *rally*, sehingga jika dimanfaatkan dengan baik sistem fosfagen akan sudah pulih kembali, tanpa terjadi akumulasi laktat yang berarti.

Kapasitas anaerobik tidak penting untuk seorang pemain bolavoli sehingga tidak perlu dilatihkan secara terprogram. Daripada untuk melatih kapasitas anaerobik lebih baik untuk melatih yang lain seperti teknik dan taktik. Sistem energi kapasitas anaerobik banyak menggunakan glikogen otot, dan laktat akan terakumulasi, yang menyebabkan terjadinya kelelahan. Kelelahan karena laktat akan berlarut-larut tidak segera pulih karena reduksi laktat harus dilaksanakan di hati dengan siklus Cori. Untuk menurunkan kadar laktat di otot memerlukan waktu sekitar 30 sampai 60 menit, sehingga akan terlanjur ketinggalan nilai ketika pemain sudah pulih dari kelelahan. Kekuatan, kecepatan merupakan komponen kebugaran yang sangat penting, daya tahan otot, daya tahan kardiorespirasi ( $VO_{2\text{ maks}}$ ), kelentukan, dan komposisi tubuh merupakan komponen yang penting.

Supaya laktat ketika bermain tidak terakumulasi, perlu mengatur intensitas terutama ketika bola mati. Ketika bola *rally* untuk membunuh lawan tidak selalu dengan smes-smes keras. Ketika memenangkan *rally* jangan meloncat-loncat kegirangan, berlari-lari kencang mengelilingi lapangan, tetapi berlari-lari kecil ke tengah lapangan untuk saling memberi semangat. Meloncat-loncat dan berlari kencang akan memperpanjang intensitas yang maksimal sehingga dapat mempercepat akumulasi laktat. Dengan lari ke tengah lapangan teman-temannya dalam menyambut keberhasilan akan lebih dekat, sehingga intensitas maksimal tidak berlarut-larut.

Kata kunci: Kapasitas anaerobik, bolavoli

## PENDAHULUAN

Permainan bolavoli modern banyak diwarnai dengan power-power tinggi. Tidak jarang pemain melakukan servis dengan meloncat semaksimal mungkin, memukul bola sekeras mungkin. Setelah bola servis diterima selanjutnya diumpankan, dismes dengan loncatan semaksimal mungkin dan pukulan sekeras mungkin. Bola smes dari lawan akan diblok oleh tiga pemain depan yang semua berusaha meloncat setinggi mungkin agar kedua tangan dapat

mengurung bola, masuk di atas lapangan lawan. Dengan kata lain pemain sering bergerak dengan penuh kekuatan, dan kecepatan, atau power.

Mengamati pemain yang banyak melakukan gerak dengan menggunakan power berkali-kali, maka tidak jarang pelatih mempunyai analisis bahwa pemain bolavoli dituntut untuk mempunyai kapasitas anaerobik, atau daya tahan anaerobik. Banyak pengamat lupa bahwa pemain bolavoli melakukan gerak yang penuh power hanya beberapa detik saja. *Rally* atau bola bermain dalam bolavoli rata-rata hanya sekitar tujuh sampai delapan detik saja, setelah itu akan segera berhenti untuk persiapan servis. Jumlah waktu untuk bermain dan waktu istirahat selama pertandingan (antara bola mati sampai servis, *time out*, istirahat antar set) satu berbanding tiga. Dari panjang *rally* dan perbandingan waktu istirahat akan membuat permainan bolavoli sama sekali tidak memerlukan kapasitas anaerobik.

Pernyataan bahwa bolavoli tidak memerlukan kapasitas anaerobik pasti akan banyak mendapatkan tentangan dari banyak kalangan, terutama yang belum menghayati betul dasar teorinya. Tidak jarang pelatih yang justru menganggap bahwa kapasitas anaerobik merupakan hal yang sangat penting, sehingga selalu ingin mengembangkannya. Jika hal demikian yang terjadi akan sangat merugikan, karena waktu yang dipakai untuk melatih kapasitas anaerobik semestinya dapat untuk melatih komponen kebugaran yang lain.

### **Kebugaran Jasmani Untuk Pemain Bolavoli**

Kebugaran jasmani sangat diperlukan oleh pemain bolavoli agar dapat berprestasi maksimal, sebagai penunjang penguasaan teknik, taktik, dan kematangan mental bertanding. Setiap cabang olahraga menuntut kebugaran jasmani yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya. Pate at al ( 1984: 278) menjelaskan bahwa kebugaran jasmani mempunyai beberapa komponen yang masing-masing mempunyai dasar fisiologis berbeda satu sama lain. Tidak semua cabang olahraga menuntut komponen-komponen kebugaran yang sama. Setiap cabang olahraga akan menuntut komponen kebugaran jasmani secara khas.

Pate at al (1984:284) selanjutnya mengemukakan bahwa untuk cabang olahraga bolavoli kekuatan otot, kemampuan dan kecepatan otot merupakan komponen kebugaran jasmani yang sangat penting atau sebagai kunci dari keberhasilan. Untuk daya tahan otot, daya tahan kardiorespirasi, kelentukan, dan komposisi tubuh merupakan komponen yang penting. Komponen penting artinya diperlukan tetapi tidak harus dituntut sampai tingkat

maksimal. Kapasitas anaerobik merupakan komponen kebugaran jasmani yang tidak penting bagi pemain bolavoli, sehingga sumbangan untuk keberhasilan sangat kecil.

Demi efisiensi dalam latihan, komponen kebugaran yang tidak penting jangan sampai dilatihkan terlalu banyak, karena hanya akan membuang-buang waktu, bahkan akan merugikan dalam penampilan. Bolavoli disamping fisik, juga memerlukan banyak teknik dan taktik sehingga dari pada untuk melatihkan kapasitas anaerobik, lebih baik untuk melatihkan teknik atau taktik. .

### **Kapasitas Anaerobik**

Menurut Kent (1994:25) Kapasitas anaerobik (*anaerobic capacity*) adalah sama dengan energi keseluruhan yang didapatkan dari sistem energi anaerobik (mengkombinasikan sistem fosfagen dan sistem asam laktat). Marten (2004:304) menjelaskan bahwa kapasitas anaerobik adalah ukuran maksimal pembentukan energi dengan sistem ATP-PC dan glikolisis anaerobik. Hal demikian dapat ditunjukkan dengan tes, setelah berusaha maksimal 30 detik. Bentuk tes dapat berlari, bersepeda, atau berenang. Jika bentuk berlari, dalam waktu 30 detik akan dapat menempuh jarak berapa meter. Kapasitas anaerobik menurut Pate at al. (1984:286-288) dapat dievaluasi dengan lari 600 yard. Untuk yang sangat baik, waktu bagi putra satu menit 30 detik (90 detik) dan bagi putri dua menit 20 detik (140 detik). Memperhatikan waktu tersebut maka jika dihubungkan dengan sistem energi akan menggunakan sistem fosfagen (ATP-PC), dan sistem asam laktat. Menurut Fox at al (1993:37), aktivitas dengan intensitas maksimal dan waktu sekitar tiga menit, atau sprint sekitar 1500 meter, energi akan dipenuhi oleh anaerobik 50% dan aerobik 50%.

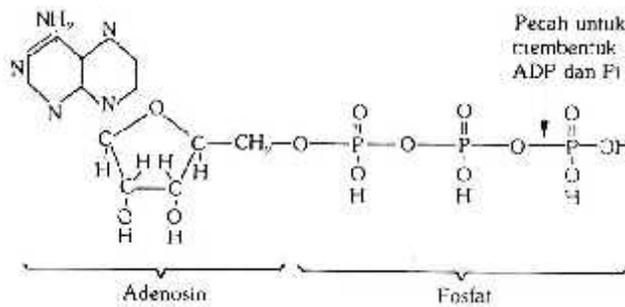
Lari 600 yard yang waktu tempuhnya untuk putra 90 detik dan putri 140 detik selain energinya disediakan secara anaerobik, sebagai juga disediakan secara aerobik. Secara anaerobik dengan mengerahkan ATP yang tersimpan dalam sel otot, selanjutnya ATP dibuat dari PCr (fosfo kreatin), dan dilanjutkan lagi membuat dari glikogen otot. Sumbangan energi secara aerobik, selama kerja maksimal 3 menit tidak akan lebih 50 %, dan disediakan dengan mengoksidasi gula (glukosa) darah, dengan proses yang sering disebut sebagai glikolisis aerobik.

## **SISTEM ENERGI PADA KAPASITAS ANAEROBIK**

Dari analisis berdasarkan waktu pada tes kapasitas anaerobik, maka sistem energinya akan melibatkan sistem fosfagen, sistem asam laktat, dan sedikit sistem oksigen.

### Sistem Fosfagen

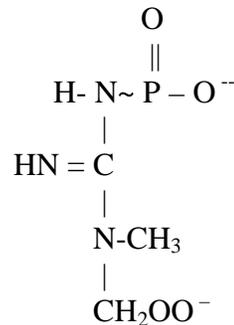
Hanya ATP (adenosin tri fosfat) yang jika dipecah akan dapat menghasilkan energi, dan energinya dapat dipakai oleh sel atau jaringan, termasuk untuk kontraksi otot ketika berolahraga. Satu molekul ATP jika dipecah, diperkirakan menghasilkan ATP sekitar 7 sampai 12 kkal (Bowers and Fox, 1988:17; Fox at al, 1993:15). ATP terdiri atas adenosin yang tersusun dari adenin dan ribosa, selanjutnya mengikat tiga gugus fosfat.



Struktur Bangun ATP

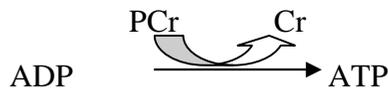


Memecah ATP dapat dengan cepat menghasilkan energi karena hanya memerlukan sekali reaksi. Untuk memecah ATP diperlukan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan sebagai katalisisnya (enzim) adalah ATP ase. ATP tersimpan pada bagian kontraktile otot, dengan cadangan yang tidak banyak. Dalam setiap kilogram otot terdapat 4 – 6 mili Mol ATP atau menurut Soekarman (1989:23) simpanan ATP sekitar 4 mmol/kg otot. Oleh karena simpanan hanya sedikit, jika digunakan dengan intensitas maksimal (kekuatan maksimal/kecepatan maksimal/power maksimal), ATP akan habis hanya dalam waktu sekitar satu sampai empat detik (Janssen, 1993:14). Jika menginginkan kerja dengan intensitas maksimal yang waktunya lebih panjang, harus membuat ATP. Cara yang paling cepat dalam membuat ATP adalah memecah PCr (fosfo kreatin) yang juga tersedia dalam sel otot.



Struktur Bangun PCr (Fosfo Kreatin)

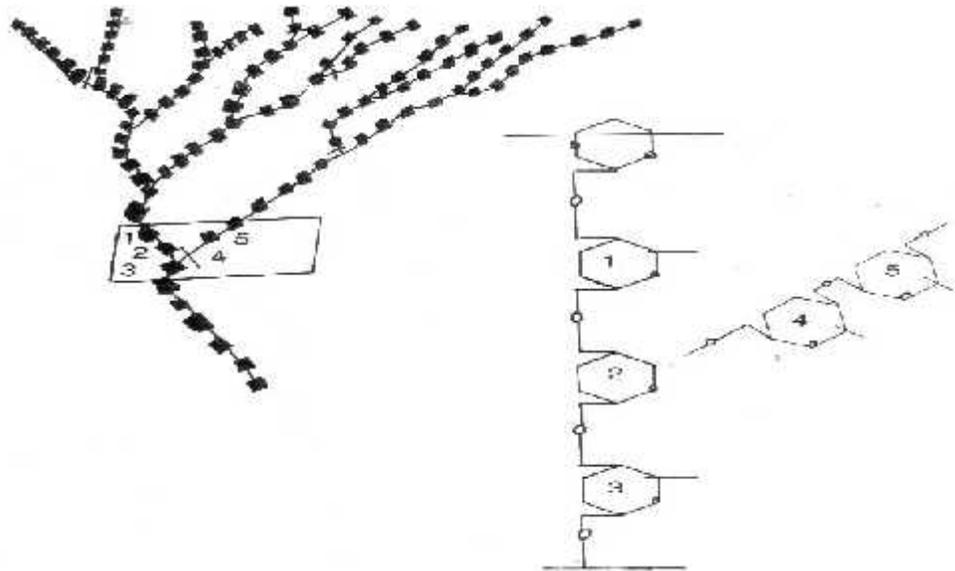
PCr merupakan suatu senyawa yang dapat dipakai untuk membuat ATP jika kebutuhan ATP sangat tinggi, atau otot bekerja dengan intensitas maksimal, sedangkan cadangan ATP sudah menipis. PCr tersimpan dalam kontraktile otot dengan cadangan yang terbatas, yaitu sekitar 15 – 17 mili Mol/kg otot (Fox et al, 1993:18). Pembuatan ATP dari PCr secepat pemecahan ATP sehingga seseorang dapat lari 100 meter dengan kecepatan yang konstan. Sistem energi yang menggerakkan ATP, kemudian dilanjutkan pembuatan (resintesis) dari PCr sering disebut sistem fosfagen (sistem ATP-PCr). Mengingat simpanan dalam sel otot sangat terbatas maka jika dimaksimalkan penggunaannya, ATP-PCr akan habis dalam waktu antara empat sampai dua puluh detik (Janssen, 1993:12), atau menurut Bompa (1999:21) hanya antara delapan sampai sepuluh detik. Fox et al (1993:18) memberikan penjelasan bahwa sistem fosfagen akan menyediakan energi untuk kerja otot yang maksimal dalam waktu sepuluh detik atau sesuai untuk perlombaan lari 100 meter. Menggunakan sistem fosfagen reaksi kimianya tidak memerlukan oksigen, atau dapat dikategorikan sebagai sistem anaerobik.



Pembuatan ATP dari PCr

### Sistem Asam Laktat

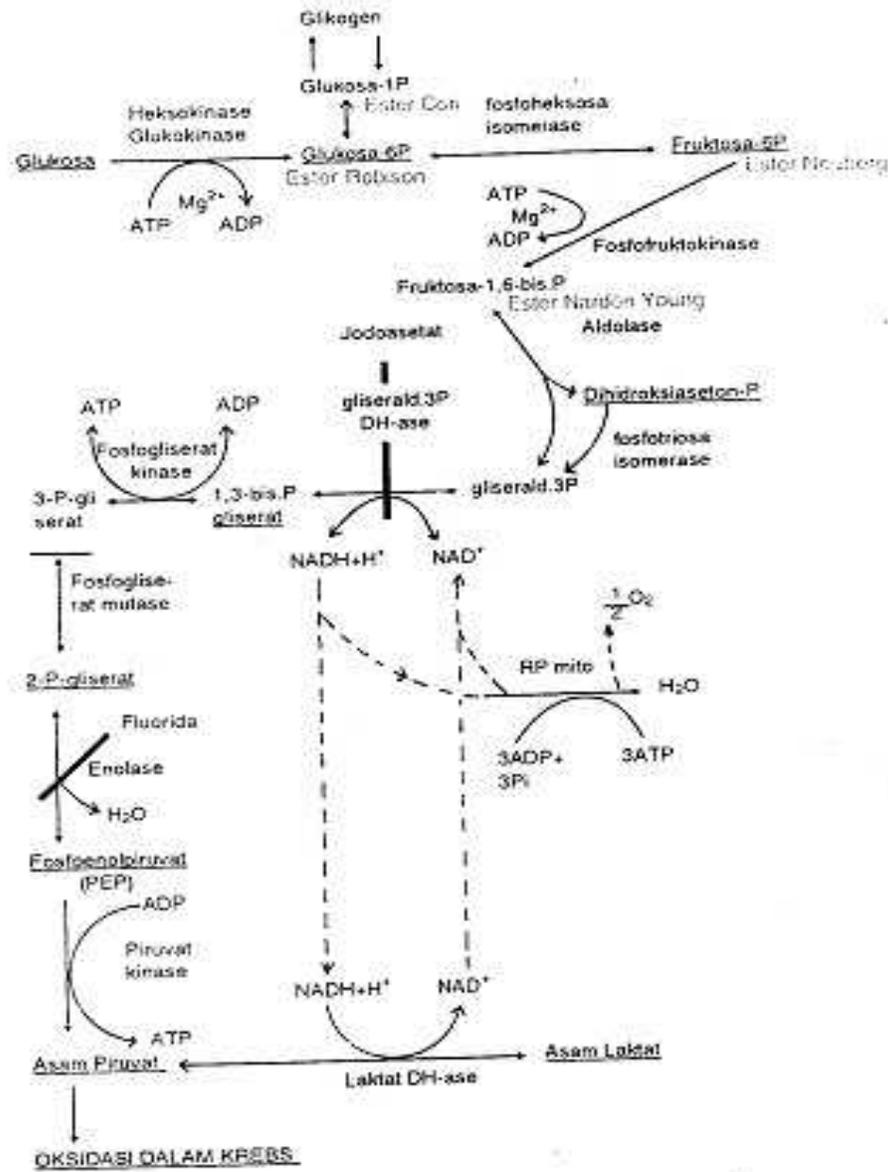
Glikogen otot merupakan cadangan karbohidrat yang ada dalam sel-sel otot. Glikogen tersusun atas rentengan atau rantai glukosa yang bercabang-cabang dan sangat panjang. Rantai lurus dengan ikatan  $\alpha(1-4)$  glikosidik, sedangkan dalam percabangan ikatan  $\alpha(1-6)$  glikosidik. Glikogen otot berfungsi untuk persediaan energi bagi otot. Glikogen otot akan digunakan jika bergerak dengan intensitas tinggi, kemudian ATP yang dibuat (disintesis) secara aerobik tidak mencukupi kebutuhan. Dengan kata lain dapat dijelaskan bahwa glikogen otot akan digunakan jika kerja otot dengan intensitas maksimal, sedangkan sistem fosfagen sudah menipis.



Gambar Bangun Glikogen Otot

Dengan memecah glikogen otot, akan dihasilkan ATP dengan cepat tanpa memerlukan oksigen. Oleh karena itu seseorang dapat melakukan gerak dengan kecepatan cukup tinggi sampai dengan 30 – 40 detik. Secara teoritis jika melakukan gerak maksimal sampai waktu tersebut laktat akan terakumulasi cukup tinggi sehingga mengganggu enzim ATP ase yang fungsinya memecah ATP untuk menghasilkan energi. Apabila menginginkan gerak maksimal melebihi waktu tersebut harus mengatur intensitasnya agar pembuatan ATP sebagian secara aerobik, sehingga laktat tidak terlalu cepat terakumulasi. Penggunaan glikogen sering disebut sebagai sistem laktat karena berakhir dengan terakumulasinya

laktat. Sistem laktat merupakan pembuatan ATP dengan glikolisis anaerobik atau glikolisis Embden-Meyerhop (EM) yang akan banyak menggunakan glikogen otot. Glikolisis Embden -Meyerhop dapat dilihat pada reaksi berikut:



Reaksi Glikolisis Anaerobik (Embden-Meyerhop = EM)

(Pantjita, 2004:26)

Cadangan glikogen otot ada sekitar 18 gm/kg otot. Dalam glikolisis anaerobik cenderung menggunakan glikogen otot, bukan glukosa darah. Hal tersebut karena dengan memecah glikogen akan langsung mendapatkan glukosa-1P yang selanjutnya diubah menjadi glukosa-6P, tanpa memerlukan ATP untuk aktivasi. Jika memecah glukosa yang berasal dari darah, maka dalam mendapatkan glukosa-6P diperlukan ATP untuk aktivasi. Dengan demikian dari glukosa sampai piruvat, kalau dari glikogen satu molekul glukosa akan menghasilkan tiga ATP, sedangkan jika dari glukosa darah hanya menghasilkan dua ATP. Oleh karena itu jika gerak dengan intensitas maksimal kemudian ATP dan PCr menipis maka glikogen akan dipergunakan untuk membuat ATP dalam rangka memenuhi kebutuhan energi. Jadi glikogen akan dipergunakan setelah aktivitas maksimal sekitar delapan sampai sepuluh detik.

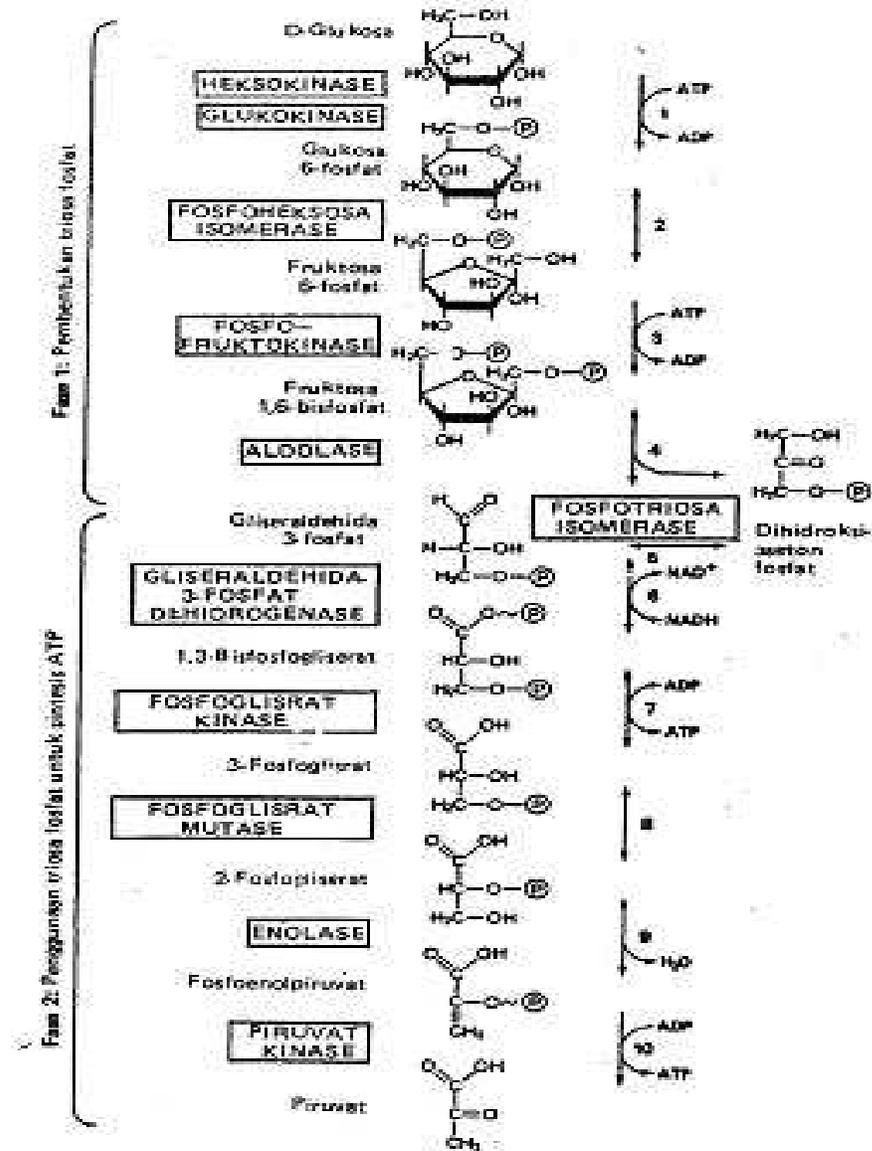
Pembuatan ATP dari glikogen memerlukan berkali-kali reaksi perubahan mulai dari heksosa sampai triosa. Dari glikogen sampai terjadinya piruvat ada reaksi kimia perubahan sebanyak sebelas kali, dan dihasilkan tiga ATP. Oleh karena itu penyediaan ATP tidak secepat kalau membuat dari PCr. Hal tersebut dapat dibuktikan dalam lari sprint 400 meter, catatan waktunya tidak empat kali waktu tempuh lari seratus meter, tetapi akan lebih lama.

Meskipun pembuatan ATP dari glikogen dapat berjalan dengan cepat, tetapi NADH (nikotinamida adenin dinukleotida tereduksi) yang terjadi juga cukup banyak. NADH dihasilkan dari perubahan gliseraldehida 3-P ke 1,3 bisfosfo gliserat. Oleh karena terbatasnya jumlah pasokan oksigen maka tidak semua NADH yang terjadi dapat segera dioksidasi. NADH akhirnya akan terakumulasi. Piruvat yang terjadi juga cukup banyak, maka tidak segera dapat diubah ke Asetil Koenzim A dan masuk ke siklus Krebs. Akumulasi NADH dan piruvat menjadikan ke duanya bereaksi membentuk laktat. Oleh karena banyaknya laktat yang tertimbun, maka akan menyebabkan kelelahan. Otot rangka tidak seperti otot jantung, yang dapat membalikkan reaksi dari laktat menjadi piruvat. Di otot rangka laktat harus keluar dari sel, ikut peredaran darah, dan hati yang akan mengubah menjadi glukosa. Glukosa hasil perubahan laktat akan di kembalikan lagi menjadi glukosa darah. Perubahan laktat menjadi glukosa disebut sebagai siklus Cori.

### **Sistem Aerobik**

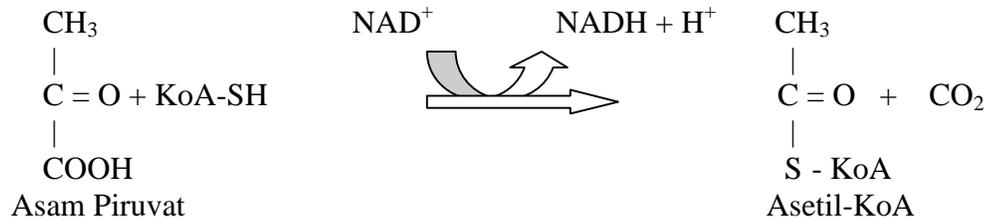
Sistem aerobik akan menggunakan oksigen untuk membuat kembali ATP yang telah digunakan. Sebagai bahan yang dioksidasi, dapat berasal dari karbohidrat (glukosa darah)

maupun lemak (asam lemak), tergantung intensitasnya. Oksigen jika untuk mengoksidasi glukosa akan menghasilkan ATP lebih banyak, dari pada untuk mengoksidasi lemak. Dengan demikian glukosa darah akan dipakai pada intensitas yang lebih tinggi, karena memerlukan energi atau ATP lebih banyak. Glukosa akan mulai digunakan ketika membuat ATP dari oksidasi lemak tidak mencukupi. Selanjutnya jika intensitas lebih tinggi lagi pembuatan ATP dari oksidasi glukosa tidak mencukupi, untuk penyediaan energi akan mulai menggunakan glikogen yang tidak memerlukan oksigen.



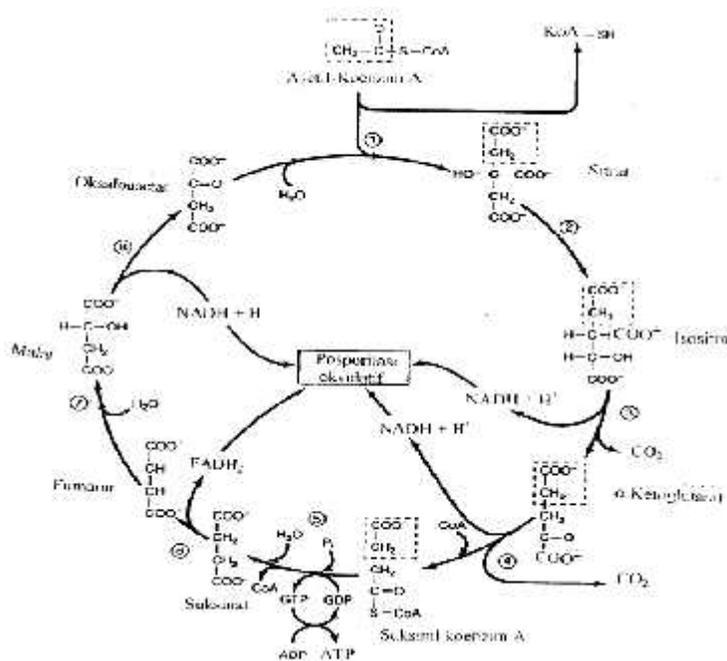
Glikolisis  
(Colby, 1989:77)

Jika aktivitas otot menggunakan lemak tidak mencukupi kebutuhan energi, maka glukosa darah akan digunakan. Bahan metabolisme dengan memecah glukosa (glikolisis), proses awalnya adalah seperti gambar glikolisis di atas. Glukosa (heksosa) akan dipecah sampai piruvat (triosa) yang menghasilkan dua ATP. Proses ini terjadi di sitosol. Piruvat yang terjadi akan diubah menjadi Asetil Koenzim A (Asetil-KoA) yang juga menghasilkan NADH.



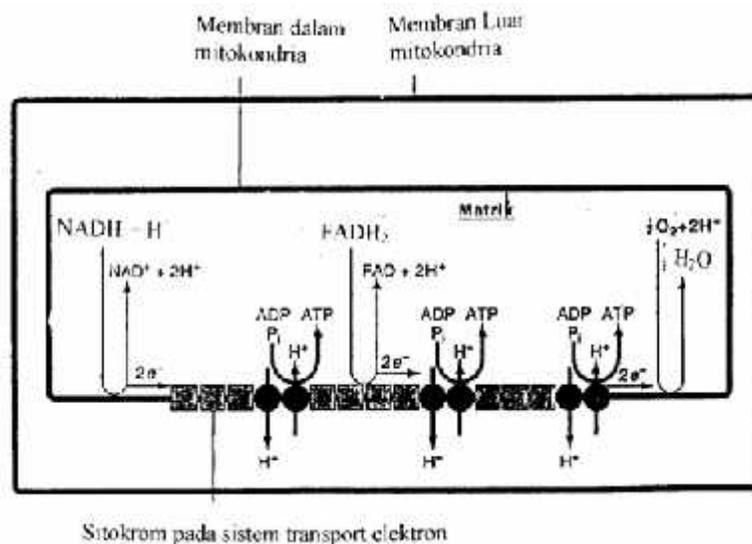
### Reaksi disederhanakan Perubahan Asam Piruvat Menjadi Asetil-KoA

Asetil-KoA yang terjadi akan masuk dalam siklus Krebs di mitokondria. Setiap Asetil-KoA yang masuk siklus Krebs akan menghasilkan 3 NADH, 1 FADH<sub>2</sub> (flavin adenin dinukleotida tereduksi), dan 1 ATP.



Siklus Krebs  
(Vander at al, 2001:74)

NADH yang terjadi dari proses pemecahan glukosa sampai terjadinya Asetil-Ko A, dan juga NADH dari siklus Krebs, beserta  $FADH_2$ , akan diproses dengan sistem transport elektron di mitokondria menggunakan  $O_2$ . NADH melalui sistem transpor elektron menghasilkan 3 ATP, sedangkan  $FADH_2$  menghasilkan 2 ATP. Glikolisis atau sering disebut sebagai glikolisis aerobik, proses reaksi kimianya hampir sama dengan glikolisis anaerobik. Pada glikolisis anaerobik perbedaannya, tidak semua NADH dapat dioksidasi dengan oksigen, dan juga piruvat tidak segera menjadi Asetil-KoA masuk ke siklus Krebs. Pada akhir dari glikolisis anaerobik, terjadi laktat yang berasal dari NADH dan piruvat. Glikolisis aerobik akan berakhir dengan terjadinya  $CO_2$  dan  $H_2O$ , sedangkan glikolisis anaerobik terjadi laktat. Glikolisis aerobik dari glukosa sampai piruvat menghasilkan dua ATP, sedangkan yang anaerobik menghasilkan tiga ATP.



Sistem Transport Elektron  
(Vander at al, 2001:76)

### **Pada Suatu Aktivitas, Sistem Energi Dapat Berjalan Bersamaan**

Sistem energi yang terjadi pada saat aktivitas belum tentu hanya satu macam. Pada intensitas rendah sampai sedang akan menggunakan bahan lemak yang dioksidasi, karbohidrat hanya dipakai untuk membuat oksaloasetat melalui piruvat, dipakai untuk mereaksikan Asetil-KoA membentuk sitrat pada awal siklus Krebs.

Jika suatu aktivitas semakin ditingkatkan dari intensitas sedang ke tinggi, bahan yang dioksidasi akan bergeser dari menggunakan lemak ke penggunaan glukosa darah. Penggunaan glukosa darah (glikolisis aerobik) dan penggunaan lemak (oksidasi beta) akan dapat berjalan beriringan. Pada awalnya hanya sedikit glukosa darah yang digunakan, tetapi semakin ditingkatkan intensitasnya, semakin banyak glukosa darah yang dioksidasi, dan pada suatu saat lemak akan benar-benar ditinggalkan. Jika intensitas semakin ditingkatkan lagi, maka pembuatan ATP dengan oksidasi glukosa darah untuk mencukupi kebutuhan energi akan berkurang dan akan menggunakan glikogen otot. Keadaan demikian berarti pengambilan dan penggunaan oksigen sudah maksimal ( $VO_{2\text{maks}}$ ), atau melewati batas anaerobik. Jika intensitas tetap ditingkatkan maka pembuatan ATP akan menggunakan glikolisis anaerobik, dan glikogen sebagai bahannya. Intensitas yang terus ditingkatkan menyebabkan penggunaan glikogen semakin banyak, tetapi ketika laktat yang terjadi melebihi ambang toleransi, kelelahan akan terjadi.

### **Sistem Energi Ketika Tes Kapasitas Anaerobik**

Jika kapasitas anaerobik dites dengan lari 600 yard, kemudian waktu tempuhnya untuk putra sekitar 90 detik dan putri 140 detik, maka akan melibatkan sistem fosfagen, sistem laktat, maupun sistem oksigen. Untuk menentukan sistem energinya dapat dianalisis dengan gambar 2.21 (Fox et al, 1993:37). Melihat waktu tempuh yang 90 detik, maka sumbangan sistem fosfagen dan sistem laktat adalah sekitar 70 %, dan sumbangan dari sistem oksigen 30 %. Bagi yang waktu tempuhnya 140 detik sumbangan sistem fosfagen, dan sistem laktat akan berkurang dan sumbangan sistem oksigennya bertambah. Namun demikian sumbangan sistem oksigennya tidak akan lebih dari 50 %.

Tes kapasitas anaerobik yang baik, waktu tempuh testee harus di atas 40 detik, tetapi juga harus di bawah 210 detik. Jika kurang dari 40 detik akumulasi laktat belum maksimal, sebaliknya jika lebih dari 210 detik sumbangan sistem oksigen akan lebih dari 50 %. Kapasitas anaerobik tidak ditentukan oleh banyaknya cadangan glikogen otot tetapi ditentukan oleh kemampuan toleransi terhadap laktat.

### **Penentu Kualitas Kapasitas Anaerobik**

Kapasitas anaerobik ditentukan oleh kemampuan individu dalam mentoleransi akumulasi (tumpukan) asam laktat. Untuk orang pada umumnya, kadar laktat enam

sampai delapan mili mol per liter sudah mengalami kelelahan, atau sudah mengalami gangguan enzim yang untuk pemecahan ATP, karena menurunnya pH. Bagi atlet yang terlatih seperti pelari 400 meter atau 800 meter banyak yang dapat mentoleransi laktat sampai di atas 10 mili mol. Menurut Janssen (1993:58) Latihan intensif dengan kadar laktat yang tinggi dapat mengganggu kapasitas koordinasi. Koordinasi sangat diperlukan oleh cabang olahraga yang banyak memerlukan keterampilan teknis, sehingga latihan tidak dilakukan pada kadar laktat 6 – 8 mM/L.

Meskipun untuk kapasitas anaerobik sebagai bahan penyediaan energi glikogen otot, tetapi bukan banyaknya timbunan glikogen yang menentukan tinggi rendahnya kapasitas anaerobik seseorang. Untuk mencapai kadar laktat darah enam sampai delapan mili mol, hanya sebagian kecil dari glikogen yang dipecah untuk sintesis ATP. Dengan demikian yang paling menentukan adalah toleransi seseorang terhadap tingginya kadar laktat. Toleransi terhadap tingginya laktat dapat diperoleh hanya dengan latihan-latihan yang meningkatkan laktat sampai tingkat maksimal, dan sifatnya sangat individual.

Di waktu yang lalu latihan kapasitas anaerobik atau daya tahan anaerobik, dilakukan dengan melakukan aktivitas maksimal selama lebih dari 40 detik. Pemulihan hanya 60 detik sehingga ATP dan PC belum kembali, apalagi laktatnya. Selanjutnya aktivitas dengan intensitas tinggi lagi. Demikian diulang sampai empat-enam kali, dan frekuensi per minggu tiga kali. Jika yang dilakukan demikian toleransi terhadap laktat dapat terbentuk, tetapi efek negatif yang lain akan lebih besar. Pada latihan tersebut glikogen akan dipecah sangat cepat, sehingga akan diadaptasi. Bentuk adaptasinya adalah peningkatan timbunan glikogen di otot. Glikogen bersifat retensi (mengikat) air, sehingga air yang terikat dapat jauh lebih banyak daripada beratnya glikogen. Banyaknya timbunan glikogen dan air dapat menyebabkan hipertrofi otot, dan merupakan beban bagaikan timbunan lemak. Adaptasi yang lain adalah kenikmatan latihan dengan sistem laktat, sehingga akan menyebabkan kalau latihan tidak dengan intensitas tinggi belum puas. Meskipun demikian kondisi fisiologis tidak akan dapat ditipu, jika laktat tinggi pasti akan terjadi kelelahan. Terbiasa latihan dengan intensitas tinggi ketepatan akan kurang, dan jika ada kesalahan teknik sulit dikoreksi. Agar tidak terjadi adaptasi pada timbunan glikogen, latihan adaptasi terhadap laktat bagi pelari 400 dan 800 meter hanya dilakukan satu kali setiap minggu. Menurut Soekarman (1989:84) peningkatan timbunan glikogen otot dapat mencapai tiga kali lipat

dari keadaan normal. Timbunan glikogen normal 13 -15 mg/kg otot dapat meningkat menjadi 39 -45 mg/kg otot.

### **Pemulihan (*Recovery*)**

Untuk mempertahankan penampilan maupun menjaga kesehatan, dalam berolahraga perlu adanya pemulihan atau *recovery*. Dalam sistem fosfagen, pemulihan digunakan untuk membuat kembali (resintesis) ATP dan PC yang sudah banyak digunakan agar kekuatan, kecepatan, power, maupun kelincahan masih tetap terjaga. Disamping itu pemulihan diperlukan agar sistem asam laktat tidak segera terjadi, glikogen tidak banyak digunakan, dan laktat tidak banyak terakumulasi. Penggunaan sistem fosfagen akan seiring dengan penggunaan neurotransmitter yang juga dapat menipis. Pemulihan akan memberi kesempatan untuk membuat kembali neurotransmitter yang diantaranya adalah asetilkolin. Setelah melakukan intensitas maksimal sekitar sepuluh detik maka ATP dan PC akan menipis. Pemulihan ATP dan PC sampai penuh kembali memerlukan waktu sekitar 3 sampai 5 menit (Fox at al, 1993:47; Bompaa, 1999 :21). Pemulihan 20 sampai 30 detik akan sudah memulihkan sekitar 50 %.

Untuk mereduksi laktat sampai dengan 95 %, diperlukan waktu satu jam 15 menit. Pemulihan dalam waktu 30 sampai 60 menit akan menurunkan laktat sampai ke 5 mM/kg-otot (Fox at al, 1999:54). Pemulihan aktif, pemijatan akan mempercepat keluarnya laktat dari sel otot. Pemulihan glikogen otot yang menipis diperlukan waktu dua hari atau sekitar 46 jam dengan dengan mengkonsumsi karbohidrat yang tinggi.

Antara dua siklus mikro juga diperlukan pemulihan. Pemulihan bertujuan untuk membuat kembali sel-sel darah yang rusak. Sel darah merah tempat menempelnya Hb harus dikembalikan, agar pengangkutan O<sub>2</sub> dapat lebih baik, sehingga VO<sub>2</sub>maks tidak menurun. Rusaknya sel-sel darah putih harus dipulihkan agar daya tahan tubuh (imunitas) terhadap penyakit tidak menurun. Sel-sel darah akan pulih kembali jika cukup istirahat, dalam bentuk tidur nyenyak.

## **KARAKTERISTIK PERMAINAN BOLAVOLI**

### **Permainan Bolavoli Sebagai Aktivitas *Intermittent***

Dalam permainan bolavoli *rally* atau bola dalam keadan dimainkan oleh kedua regu, dan keadaan bola tidak dimainkan atau waktu antara bola mati sampai dilakukan

servis. Ketika bola *rally* beberapa pemain dituntut untuk melakukan aktivitas dengan intensitas maksimal karena harus melompat beberapa kali dan memukul bola yang cukup keras. Setelah bola mati pemain dapat menurunkan intensitasnya supaya terjadi pemulihan. Dengan demikian terjadi aktivitas berseling antara intensitas tinggi dan intensitas yang lebih rendah, sehingga dapat dikategorikan sebagai aktivitas *intermittent*.

Setelah peraturan penilaian dalam bolavoli menggunakan *rally point*, pertandingan bolavoli rata-rata hanya memerlukan waktu sekitar 90 menit. Jika pertandingan lima set memerlukan waktu sekitar 120 menit. Jika menggunakan penilaian sistem lama, pertandingan dapat berjalan lebih dari 180 menit. Turnamen yang dilakukan marathon selama sepekan, dibatasi jumlah pertandingannya, tidak boleh lebih dari delapan kali. Dalam dalam waktu satu hari, satu regu tidak diperbolehkan bertanding lebih dari dua kali. Dengan dasar lamanya waktu pertandingan, intensitas tinggi akan dapat dilakukan. Dengan intensitas tinggi pembuatan ATP dari oksidasi glukosa darah akan mencukupi. Cadangan glikogen hati akan mencukupi untuk mempertahankan glukosa darah selama sekitar dua jam. Minuman isotonik juga dapat memperpanjang persediaan gula darah.

### **Kapasitas Anaerobik Tidak Diperlukan Dalam Bolavoli**

Pada pertandingan tingkat nasional di Indonesia, tidak jarang di awal pertandingan ke dua regu tampil dengan gerakan-gerakan yang sangat dinamis. Setelah bola mati para pemain masih berlari ke sana ke mari dengan intensitas tinggi. Setelah pertengahan set pertama atau memasuki set ke dua, kedua regu tampak bermain lamban. Dapat dipastikan bahwa kelelahan disebabkan oleh terakumulalnya asam laktat pada setiap pemain. Dengan meningkatnya asam laktat maka pH dalam sel otot akan menurun. Menurunnya pH akan mengganggu fungsi enzim dalam bekerja terutama ATP ase yang berfungsi untuk memecah ATP. Enzim akan bekerja dengan baik pada pH 5 – 9. Tingkat keasaman atau pH akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia (Murray dkk 1999:86; Pantjita 2004:70). Selain pH, suhu, ada tidaknya senyawa inhibitor, ada tidaknya senyawa perusak enzim, kadar enzim, dan kadar substrat yang bereaksi akan mempengaruhi kecepatan reaksi.

Jika kelelahan disebabkan oleh laktat, maka untuk dapat tampil yang dinamis lagi cukup sulit, karena mereduksi laktat perlu waktu yang cukup lama. Dalam pertandingan bolavoli sering terjadi kelelahan karena laktat, sehingga lawan dapat mengumpulkan angka dengan cepat dan memenangkan pertandingan. Sistem asam laktat dapat dicegah terjadinya

dengan tidak melakukan aktivitas intensitas maksimal setelah bola mati. Jika *rally* hanya sekitar 7-8 detik, kemudian setelah bola mati tidak meloncat-loncat atau berlari kencang kegirangan, sistem asam laktat tidak akan terjadi. Setelah bola mati boleh bergerak dengan lari kecil. Lari kecil tidak akan melelahkan asal masih dibawah ambang anaerobik, dan justru akan mempercepat keluarnya laktat dari dalam sel.

Dari waktu total permainan bolavoli yang sekitar 90 menit atau lebih, maka penyediaan energi dengan membuat ATP secara aerobik menjadi penyumbang yang utama. Penyediaan energi dengan sistem laktat akan sangat kecil sumbangannya. Sebagai pembandingan pelari 10.000 meter yang waktu tempuhnya 29 menit, sumbangan anaerobik hanya 10 %, dan lari Marathon sumbangannya 0 %.

### **Terlatih Tidak Sengaja**

Pelatih bolavoli masih ada yang menyuruh anak latihnya untuk melakukan smes, blok, atau bertahan terhadap smes sampai tidak kuat. Jika latihan demikian diulang-ulang maka kapasitas anerobik dapat terbentuk secara tidak sengaja. Jika latihan tersebut dilakukan per minggu tiga kali, maka penimbunan glikogen otot akan meningkat cukup tinggi. Banyak dijumpai pemain bolavoli yang tidak pernah melakukan latihan dengan pemberat (*gyrne machine*) tetapi pahanya sangat besar pada hal kulitnya tipis. Sangat dimungkinkan hipertrofi otot tersebut karena cadangan glikogen, bukan ikatan protein yang bertambah banyak.

Pada latihan yang dilaksanakan dengan intensitas tinggi sampai tidak kuat, pasti akan menggunakan banyak karbohidrat (glukosa darah dan glikogen). Sel yang kekurangan karbohidrat akan dapat menimbulkan rasa lapar yang berlebihan. Dengan demikian nafsu dan porsi makan akan meningkat. Jika hal demikian terjadi pada anak yang sedang tumbuh, hormon pertumbuhan akan meningkat. Salah satu fungsi hormon pertumbuhan adalah meningkatkan sintesis glikogen. Tingginya porsi makan, banyaknya timbunan glikogen, jika tidak terimbangi latihan, berat badan pasti akan menjadi berlebihan.

### **KESIMPULAN**

Kapasitas anaerobik tidak diperlukan dalam permainan bolavoli.

Dalam bermain dapat disiasati, agar sistem laktat tidak terjadi, yaitu dengan mengatur smes-smes ketika *rally*, dan memanfaatkan waktu untuk pemulihan ketika bola mati.

Dari pada untuk melatih kapasitas anaerobik, lebih baik untuk melatih komponen fisik yang lain, teknik, maupun taktik.

Perlu menghindari latihan intensitas tinggi seperti melakukan sprints, blok, bertahan terhadap sprints sampai tidak kuat karena kelelahan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bompa TO, 1999. *Periodization Theory and Methodology of Training*. Fourth Edition, Human Kinetics, USA.
- Bowers RW, 1992. *Sports Physiology*. Third Edition, W.M.C. Brown Publishers, New York, USA.
- Colby DS, 1989. *Ringkasan Biokimia Harper*. Alih Bahasa Adji Dharma, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. 1993. *The physiological Basis for Exercise and Sport*. WCB Brown & Benchmark Publishers, USA.
- Janssen PGJM, 1993. *Latihan Laktat-Denyut Nadi*. Editor Bahasa Indonesia Peni KSM, KONI DKI Jaya, Jakarta.
- Kent M, 1994. *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine*, Oxford University Press, USA.
- Martens R, 2004. *Successful Coaching*. Third Edition, Human Kinetics, United States.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW, 1999. *Biokimia Harper*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Pantjita H, 2004. *Ikhtisar Biokimia Dasar B*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Pate RR, McClenaghan B, Rotella R. 1984. *Scientific Foundations of Coaching*. Saunders College Publishing, USA.
- Soekarman R, 1989. *Dasar Olahraga Untuk Pembina Pelatih dan Atlet*. CV Haji Masagung, Jakarta.
- Vander A, Sherman J, Luciano D, 2001. *Human Physiology: The Mechanisms Body Function*. McGraw-Hill, New York.