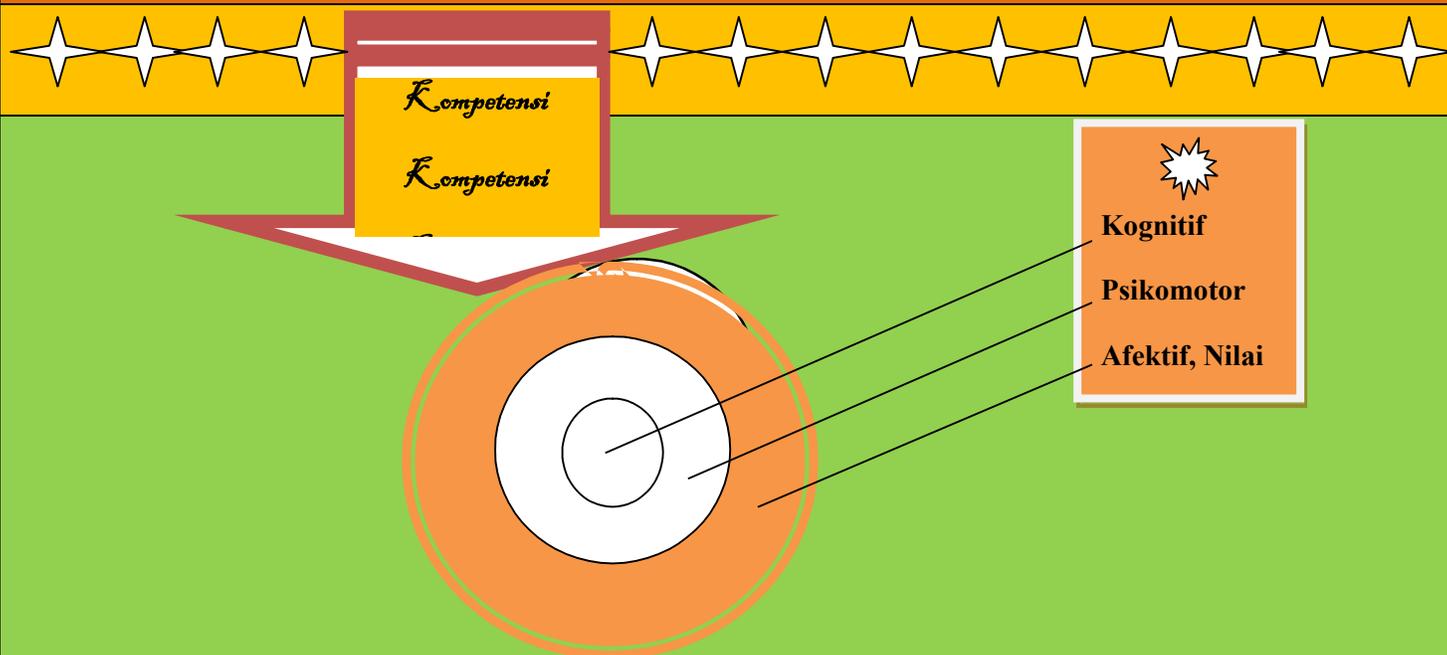


*Jurnal*

Tahun XVIII, Nomor Edisi Khusus Hari Guru 2019, ISSN 1412-9930

# PENDIDIKAN

*“Memanusiakakan Manusia”*



*Diterbitkan oleh*

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS NUSA CENDANA  
KUPANG

## **Struktur Pengelola Jurnal Pendidikan**

### **“Memanusiakan Manusia”**

#### **Pelindung**

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

#### **Penanggung Jawab**

Wakil Dekan Bidang Akademik

#### **Pemimpin Redaksi**

Imanuel Lohmay

#### **Wakil Pemimpin Redaksi**

Angelikus Nama Koten

Gaspar Melo

#### **Penyunting Ahli**

Uda Geradus

Benediktus Kasa

Lukas Maria Boleng

Abdul Syukur

Kristin Margiani

#### **Mitra Bestari**

Muh Farozin (UNY)

Triyono (UM)

Blasius Boli Lasan (UM)

#### **Sekretaris Redaksi**

Taty Rosiana Koroh

#### **Bendahara**

Credo G. Betty

#### **Staf Administrasi, Sirkulasi, dan Pemasaran**

Maxel Koro

Michael Louk

Paulinus Alexander Satriano Uda

Galex Simbolon

#### **Alamat Redaksi**

Kampus B Jalan S.K. Lerik Kota Kupang 85118, Telp 0380 – 821901

## PETUNJUK BAGI PENULIS

Jurnal Pendidikan menerima dan menyajikan tulisan tentang hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, serta tinjauan kepustakaan yang berkaitan dengan ilmu pendidikan.

Ketentuan penulisan naskah:

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, ditulis dalam bahasa Indonesia dan diketik dua spasi pada kertas HVS ukuran kuarto. Margin atas dan bawah berturut-turut 4 dan 3 cm, margin kanan dan kiri masing-masing 4 dan 3 cm. Tipe huruf *Time New Roman* ukuran font 12 pada program Microsoft Word dengan format satu kolom. Panjang tulisan minimum 10 halaman sampai maksimum 20 halaman.

2. Urutan naskah hasil penelitian:

JUDUL: ditulis komprehensif dan sesingkat mungkin.

NAMA PENULIS: ditulis tanpa gelar.

INSTANSI ASAL: ditulis dengan catatan kaki secara lengkap (bagi yang berasal dari Perguruan Tinggi, ditulis program studi/jurusan dan fakultas).

ABSTRAK: dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris (pilih satu saja), maksimum 150 kata.

KATA KUNCI: maksimum 5 kata (bukan kalimat).

PENDAHULUAN: (berisi alasan pemilihan topik). Pada bagian ini juga mencakup rumusan masalah, tinjauan pustaka, tujuan, dan manfaat.

MATERI DAN METODE: mengungkapkan secara jelas bahan dan prosedur yang digunakan.

HASIL DAN BAHASAN: (dapat diuraikan/dirinci)

SIMPULAN: Sedapat mungkin menggunakan kalimat kualitatif, bukan kuantitatif).

DAFTAR RUJUKAN: dicantumkan hanya pustaka yang dikutip dalam uraian. Bila penulis lebih dari dua orang, maka dalam uraian setelah penulis pertama diikuti kata “dkk” atau “et al”. Namun, bila dalam daftar rujukan, maka seluruh nama penulis dicantumkan (tanpa dkk).

Contoh penulisan daftar rujukan:

- (a) Buku yang dikutip: Nama penulis. Tahun. Judul Buku (cetak miring). Kota tempat terbit: Nama penerbit.

Ola, Simon, Sabon. 2009. *Sosiolinguistik*. Yogyakarta: The Dogge Press.

- (b) Jurnal majalah/bulletin yang dikutip: Nama penulis. Tahun. Judul tulisan (dalam tanda kutip) Nama Jurnal/majalah/bulletin (cetak miring). Edisi. (vol/ no). halaman.

Kelore, Efreem Hama. 2008. “Optimalisasi Peran Kepala Sekolah dalam Rangka Meningkatkan Mutu Pendidikan”. *Jurnal Pendidikan*. Tahun VII, Edisi 2 Desember. Halaman 6 – 17.

- (c) Bunga Rampai/ kumpulan tulisan dalam buku yang dikutip: Nama penulis. Tahun. Judul tulisan. Dalam (ditulis nama editor). Judul buku (cetak miring). Kota tempat terbit: Penerbit.

Nurdin, H. 1981. Struktur dan Persebaran Penduduk. Dalam Wirosuhardjo, K. (ed). *Dasar-dasar Demografi*. Lembaga Demografi. Jakarta: FE-UI.

3. Urutan naskah bukan hasil-hasil penelitian (berupa gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, serta tinjauan kepustakaan):

Hampir sama format penelitian, dengan urutan sebagai berikut: JUDUL, PENULIS, INSTANSI ASAL, ABSTRAK, KATA KUNCI, PENDAHULUAN, PENGKAJIAN, PENUTUP (Terdiri atas simpulan dan saran/rekomendasi. DAFTAR RUJUKAN.

Naskah tulisan satu eksemplar dan soft copy di CD dikirim kepada:

**Redaksi Jurnal Pendidikan**, dengan alamat:

Kampus B Jalan S.K. Lerik, Kota Kupang 85118 Telp. 0380 – 821901

# PENDIDIKAN

## Daftar Isi

1	<i>Benediktus Kasa</i> PEMBELAJARAN BERBASIS BUDAYA LOKAL .....	1-16
2	<i>Lukas Maria Boleng</i> PENGUNAAN ENERGI PREDOMINAN DI DALAM AKTIVITAS SEHARI-HARI .....	17-29
3	<i>Andriani Paulin Nalle</i> EVALUASI DAMPAK NEGATIF DARI ERA GLOBALISASI PADA GAYA HIDUP REMAJA INDONESIA .....	30-37
4	<i>Pasmiyati, Benediktus Kasa, dan Natalia N. Masiweni</i> PENGUNAAN MEDIA AUDIO VISUAL DALAM PEMBELAJARAN TENTANG HAK DAN KEWAJIBAN TERHADAP LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA DI KELAS IVB SD INPRES OEPURA 2 KUPANG.....	38-47
5	<i>Fembriani dan Taty R. Koroh</i> THINK PAIR SHARE BERDAMPAK POSITIF UNTUK KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA PGSD UNDANA.....	48-57
6	<i>V.M.M. Flora Babang, Kristin Margiani &amp; Sufriyadi Sutansa Jamaludin</i> TINJAUAN TENTANG PENGARUH KEGIATAN EKSTRAKURIKULER TERHADAP KEBUGARAN JASMANI SISWA SD MUHAMMADIYAH 2 KUPANG.....	58-65
7	<i>Katharina Edeltrudis Perada Korohama</i> PELAKSANAAN MANAJEMEN BIMBINGAN KONSELING YANG SISTEMATIS DAN TERARAH DI SEKOLAH .....	66-78
8	<i>Hiwa Wonda</i> PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN TEMATIK TERPADU BERORIENTASI PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MEMECAHKAN MASALAH PADA SISWA KELAS IV SEKOLAH DASAR .....	79-100
9	<i>Immanuel Lohmay &amp; Foctanian Lohmay</i> KONSELING KELOMPOK BERBASIS LEGO-LEGO UNTUK MENINGKATKAN EFIKASI DIRI SOSIAL SISWA .....	101-110
10	<i>Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia</i> PIDATO MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN PADA UPACARA BENDERA PERINGATAN HARI ULANG TAHUN KE 74 KEMERDEKAAN REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2019 .....	111-113

# **PENGGUNAAN ENERGI PREDOMINAN DI DALAM AKTIVITAS SEHARI-HARI**

**Lukas Maria Boleng**  
**Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi**  
**FKIP Universitas Nusa Cendana**  
**Email : [bolenglukas@yahoo.co.id](mailto:bolenglukas@yahoo.co.id)**

## **ABSTRAK**

Energi yang digunakan tubuh baik untuk kegiatan faal di dalam tubuh ataupun aktivitas olahraga diperoleh melalui makanan yang masuk ke dalam tubuh atau dibuat oleh tubuh sendiri. Energi kimia terutama sebagai glukosa, selulosa, protein, dan lemak yang berasal dari tumbuhan, hewan yang kita makan perlukan proses yang cukup panjang untuk menjadi energi yang siap untuk digunakan. Sebagian besar energi digunakan untuk kontraksi otot-otot yang diperlukan dalam bergerak, mempertahankan hidup kita sendiri seperti mengalirkan darah, proses respirasi, pembuatan enzim dan masih banyak lagi kegunaannya. Proses pembuatan energi di dalam tubuh manusia dari zat makanan seperti karbohidrat, lemak dan protein memerlukan rangkaian proses yang masing-masing berbeda sistem satu dengan yang lain. Hal ini perlu diketahui agar dalam melakukan latihan berpedoman dari penggunaan energi tersebut.

**Kata Kunci : Energi, dominan.**

## **PENDAHULUAN.**

Pada dasarnya kita yang melakukan kegiatan fisik atau olahraga memerlukan system penggunaan energi untuk proses kontraksi. Melalui ilmu faal, energi yang digunakan untuk melakukan suatu kegiatan dapat dibedakan menjadi energi melalui system anaerobic dan system aerobic. Seorang atlit, guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan, dan pelatih harus memiliki pengetahuan tentang sistem energi dominan dalam tubuh sehingga dalam melakukan latihan mereka dapat memprogramkannya secara benar. Energi yang masuk lewat makan yang kita makan terdiri dari unsur karbohidrat, lemak dan protein. Karbohidrat merupakan energi utama untuk semua fungsi tubuh dan aktivitas fisik. Glukosa merupakan bentuk karbohidrat dalam makanan yang diserap dalam jumlah besar ke dalam darah serta dikonsentrasikan ke dalam hati dan semua jenis

karbohidrat lainnya akan dibentuk dalam tubuh dari glukosa. Selain karbohidrat sebagai sumber energi, lemak juga merupakan salah satu sumber energi di dalam tubuh.

Lemak merupakan dalam makanan merupakan campuran lemak heterogen yang sebahagian besar terdiri dari trigliserida. Trigliserida disebut jika suhu ruang berbentuk padatan dan disebut minyak jika suhu ruang berbentuk cairan. Lemak selain sebagai zat pembangun/pembentukan susunan tubuh dan sebagai pelarut vitamin A,D,E,K juga sebagai penghasil energi, dimana tiap gram lemak dibakar menghasilkan 9 samapi 9,3 kalori. Energi yang berlebihan di dalam tubuh disimpan di dalam jaringan adipose sebagai energi potensial. Walaupun protein merupakan sumber energi yang dibutuhkan tubuh akan tetapi karena rangkaian oksidasinya terlalu panjang menyebabkan proses yang memakan waktu terlalu lama jika dibandingkan dengan proses oksidasi pada karbohidrat.

Protein sebagai zat tenaga juga sebagai zat pembangun dan zat pengatur di dalam tubuh, karena ia memiliki fungsi sebagai enzim, sebagai alat pengangkut, penyimpanan dan pengatur gerakan dalam hal ini pergerakan aktin dan myosin, juga masih banyak fungsi lainnya. Ketiga unsur makanan yang mengandung energi baik itu karbohidrat, lemak dan protein perlu diperhatikan dan diketahui lebih jauh karena berhubungan dengan sistem energi dominan di dalam tubuh.

## **PEMBAHASAN**

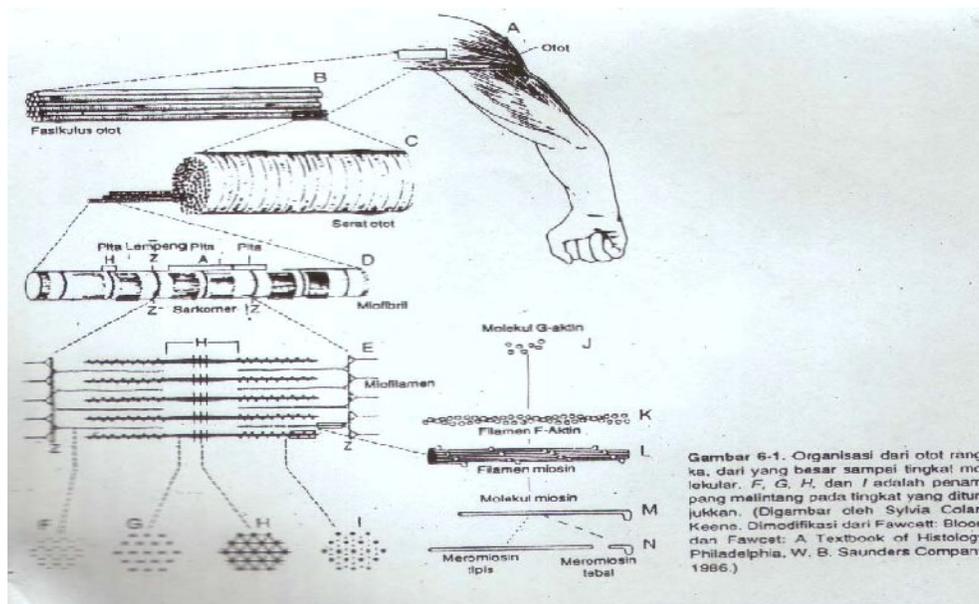
Tubuh manusia terdiri dari otot rangka, otot polos dan otot jantung. Kira-kira 40 % dari seluruh tubuh terdiri dari otot rangka dan mungkin 10 % lainnya adalah otot polos dan otot jantung (Guyton & Hall,1996). Banyak prinsip yang sama mengenai kontraksi dapat diterapkan pada ketiga jenis otot ini, tetapi kali ini hanya dibahas mengenai otot rangka.

### **1. Otot Rangka**

Semua otot rangka dibentuk oleh sejumlah serat yang diameternya berkisar 10 sampai 80 mikrometer. Masing-masing serat ini terbuat dari rangkaian sub unit yang lebih kecil. Pada sebagian besar otot, seratnya membentang di seluruh panjang otot; kecuali sekitar 2 persen serat, masing-masing hanya dipersyarafi oleh satu ujung syaraf, yang terletak di dekat bagian tengah serat (Guyton & Hall, 1996). Sarkolema adalah

membran sel dari serat otot, sarkolema terdiri dari membran sel yang sebenarnya disebut membran plasma dan sebuah lapisan luar yang terdiri dari satu lapisan tipis bahan polisakarida yang mengandung sejumlah kolagen tipis. Pada ujung serat otot, lapisan permukaan sarkolema ini bersatu dengan serat-serat tendon kemudian berkumpul menjadi berkas untuk membentuk tendon otot dan kemudian menyisip ke dalam tulang. Setiap serat otot mengandung beberapa ratus sampai beberapa ribu miofibril, yang terlihat bulatan-bulatan kecil pada potong melintang. Setiap miofibril terletak berdampingan, memiliki sekitar 1500 filamen miosin dan 3000 filamen miosin aktin, yang merupakan molekul protein polimer besar yang bertanggung jawab untuk kontraksi otot. Filamen-filamen ini dapat terlihat pada pandangan longitudinal dengan mikrograf elektro dan dilukiskan secara diagram adalah miosin dan filamen tipis adalah aktin (Guyton & Hall, 1996).

Filamen miosin dan aktin sebahagian saling bertautan sehingga menyebabkan miofibril memiliki pita terang dan gelap yang berselang-seling. Pita-pita terang hanya mengandung filamen aktin dan disebut pita I karena mereka bersifat *isotropic* terhadap cahaya yang dipolarisasikan. Juga penonjolan-penonjolan kecil dari samping filamen miosin. Penonjolan ini merupakan jembatan penyeberang. Mereka menonjol dari permukaan filamen myosin sepanjang seluruh filamen kecuali pada bagian tengah. Interaksi antara jembatan penyeberangan dan filamen aktin menyebabkan kontraksi (Guyton, 1994). Ujung-ujung filamen aktin melekat pada lempeng Z. Dari lempeng-lempeng ini memanjang dalam dua arah untuk saling bertautan dengan filamen miosin. Lempeng Z yang terdiri dari protein filamentosa, berbeda dengan filamen aktin dan miosin, berjalan menyilang melewati miofibril dan juga menyilang dari satu dengan yang lainnya, melekat miofibril yang satu dengan yang lain di sepanjang serat otot. Oleh karena itu seluruh serat otot mempunyai pita terang dan gelap, seperti yang terdapat pada tiap miofibril. Pita ini memberi corak bergaris pada otot rangka dan otot jantung.



Gambar 6-1. Organisasi dari otot rangka, dari yang besar sampai tingkat molekuler. F, G, H, dan I adalah penampang melintang pada tingkat yang ditunjukkan. (Digambar oleh Sylvia Celard Keene. Dimodifikasi dari Fawcett: Bloom dan Fawcett: A Textbook of Histology, Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1986.)

Gambar 1: Organisasi dari otot rangka, dari yang besar sampai tingkat molekuler.

Miofibril-miofibril terpendam dalam serat otot di dalam suatu matriks yang disebut sarkoplasma, yang terdiri dari *intracellular*. Cairan sarkoplasma mengandung kalium, magnesium, fosfat dan enzim protein dalam jumlah besar. Juga terdapat mitokondria dalam jumlah yang banyak sekali yang terletak di antara dan sejajar dengan miofibril, suatu keadaan menunjukkan bahwa miofibril-miofibril yang berkontraksi membutuhkan sejumlah besar *adenosine triphosphate* (ATP) yang dibentuk oleh mitokondria.

Di dalam sarkoplasma juga terdapat banyak retikulum endoplasma yang di dalam serat otot disebut retikulum sarkoplasmik. Retikulum ini mempunyai susunan khusus yang sangat penting dalam pengaturan kontraksi otot. Semakin cepat kontraksi suatu otot, maka ia mempunyai banyak sekali retikulum sarkoplasmik, menunjukkan bahwa struktur ini penting untuk menimbulkan kontraksi otot yang cepat (Guyton, 1994).

## 2. Sistem Energi

Energi untuk melakukan kerja biologis berasal dari energi yang disimpan dalam bentuk ikatan kimia dari macam-macam molekul. Pada saat terjadi reaksi kimia, ikatan tersebut akan pecah dan menghasilkan energi bebas yang dapat digunakan untuk

melakukan kerja biologis seperti gerakan molekul melalui membran sel, pembuatan membran potensial pada syaraf dan otot, anabolisme dan katabolisme molekul seperti protein dan karbohidrat serta sangat penting untuk fisiologi latihan (Lamb,1984).

### **2.1 Sistem ATP-PC (*Phosphagen System*)**

ATP yang tersedia dalam otot sangat terbatas jumlahnya, bila kita membawa otot itu dapat berkontraksi berulang-ulang, maka ATP yang digunakan otot harus dibentuk kembali (Janssen,1989). Dalam kontraksi otot yang cepat atau kuat, diperlukan pembentukan ATP yang lebih cepat. Untuk itu terdapat senyawa sederhana yang dapat membantu pembentukan kembali ATP dengan cepat, senyawa tersebut adalah PC (*Phospho creatine*). Senyawa kimia *phosphocreatine* juga didapatkan di dalam otot. Oleh karena ATP dan PC mengandung senyawa *phosphat* (P), maka sistem itu biasanya disebut "*phosphagen system*". Apabila PC pecah akan keluar energi, pemecahan tersebut tidak memerlukan oksigen. PC ini jumlahnya sangat sedikit, tetapi PC merupakan energi yang tercepat untuk pembentukan ATP kembali. Untuk meningkatkan jumlah sistem ATP-PC tersebut diperlukan latihan yang cepat dan berat (Soekarman, 1991).

Menurut Fox (1993) mengatakan bahwa sistem fosfagen ini merupakan sistem penyediaan energi yang paling cepat dan banyak digunakan dalam cabang olahraga yang memerlukan kecepatan. Cepatnya proses penyediaan energi melalui sistem fosfagen ini disebabkan karena : (1). tidak tergantung pada reaksi kimia, (2). tidak membutuhkan oksigen, (3). ATP-PC tertimbun dalam kontraksi otot.

### **2.2 Sistem Glikolisis Anaerobik (*Lactic Acid System*).**

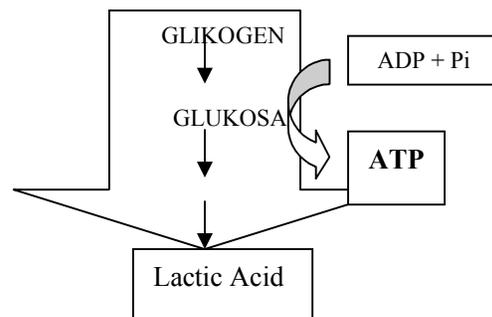
Apabila cadangan ATP dan PC sudah habis digunakan untuk aktivitas dan aktivitas masih dilakukan, maka sumber energi berikutnya adalah pemecahan glukosa melalui glikolisis anaerobik (*Lactic acid system*) Glikolisis anaerobik adalah proses pemecahan glikogen yang tersimpan dalam sel otot untuk mendapat energi yang digunakan untuk meresintesa ATP. Pembentukan energi ini lebih lambat, jika dibandingkan dengan sistem energi ATP-PC, karena dibutuhkan 12 macam reaksi yang berurutan (Bompa, 1994). Glikolisis anaerobik memiliki ciri-ciri sebagai berikut : (1) menyebabkan terbentuknya asam laktat yang menyebabkan kelelahan; (2) tidak

membutuhkan oksigen; (3) hanya menggunakan karbohidrat, dan (4) menghasilkan energi untuk sintesis molekul ATP (Fox,1993).

Sistem ini merubah glukosa di dalam sitoplasma sel otot menjadi energi dan asam piruvat. Karena tidak tersedianya oksigen di dalam mitokondria, maka asam piruvat yang seharusnya masuk ke mitokondria dirubah menjadi asam laktat (Brooks, 1987; Fox, 1993). Apabila aktivitas maksimum terus berlangsung, maka terjadi penumpukan asam laktat di dalam sel otot. Penumpukan asam laktat dalam sel otot akan menyebabkan penurunan pH otot sehingga akan menghambat reaksi kimia di dalam sel otot. Keadaan ini akan menjadikan kelelahan pada otot dan aktivitas otot tidak dapat dilanjutkan kembali (Janssen, 1989).

Pada keadaan istirahat (*recovery*) asam laktat hasil glikolisis anaerobik dikirim ke otot-otot yang kurang aktif dan hati untuk dirubah ke asam piruvat (Fox,1993). Selanjutnya asam piruvat masuk peredaran darah untuk dikirim ke otot-otot yang aktif sebagai sumber energi untuk aktivitas aerobik.

Dalam proses glikolisis anaerobik, dari 1 mol glikogen tanpa oksigen hanya membentuk 3 mol ATP. Secara sederhana proses glikolisis anaerobik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 : Glikolisis Anaerobik (Fox, 1993).

Dari proses glikolisis anaerobik di atas dapat dikemukakan rangkaian reaksi-reaksi kimia yang sederhana sebagai berikut :

Glikogen  $\rightarrow$  Asam laktat + Energi

Energi + 3 ADP + 3 Pi  $\rightarrow$  3 ATP ( Fox, 1993)

### 2.3 Sistem Aerobik (Aerobic System)

Untuk olahraga ketahanan yang tidak memerlukan gerakan yang cepat, pembentukan ATP terjadi dengan metabolisme aerobik. Pengadaan energi secara aerobik adalah suatu pengadaan energi yang berasal dari suatu pemecahan sumber energi berupa glukosa dan glikogen yang melibatkan oksigen dalam proses kimianya. Bila cukup oksigen, maka 1 mol glikogen dipecah secara sempurna menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, serta mengeluarkan energi yang cukup untuk resintesa 39 mol ATP. Untuk reaksi tersebut diperlukan beratus-ratus enzim. Metabolisme aerobik ini meskipun terjadi di otot tetapi letaknya agak jauh dari mekanisme kontraktile, oleh karena itu pengaruhnya juga lebih lambat dan tidak dapat digunakan secara cepat. Reaksi aerobik terjadi di dalam bentukan yang dinamakan mitokondria. Reaksi aerobik dapat dibagi menjadi : 1) glikolisis aerobik, 2) siklus Krebs, 3) sistem transportasi elektron (Soekarman, 1991). Adapun 3 reaksi aerobik dapat dijelaskan sebagai berikut :

**a. Sistem glikolisis aerobik.**

Pada tahap reaksinya sistem glikolisis aerobik sama dengan glikolisis anaerobik, hanya saja pada glikolisis asam piruvat tidak masuk ke dalam mitokondria melainkan membentuk asam laktat di sitoplasma. Sedangkan bila oksigen mencukupi, sebahagian asam piruvat akan masuk ke dalam mitokondria melalui sistem enzim yang kompleks dan mengalami serangkaian reaksi kimia yang dikenal dengan siklus Krebs (Lamb, 1984; Fox, 1993).

Asam piruvat sebagai hasil akhir glikolisis anaerobik diarahkan ke alur aerobik bila oksigen mencukupi. Asam laktat yang terbentuk melalui glikolisis anaerobik sebenarnya merupakan sumber energi yang tersimpan. Segera setelah oksigen mencukupi, hidrogen yang terikat pada asam laktat diambil oleh NAD dan dimasukkan ke dalam sistem transportasi elektron. Pada tahap ini pembentukan ATP, juga terjadi dua perubahan kimia yang terpenting yaitu terbentuknya CO<sub>2</sub> dan terjadi oksidasi yang membebaskan elektron. Setelah CO<sub>2</sub> terlepas, asam piruvat sebagai hasil akhir glikolisis aerobik masuk ke mitokondria untuk bersenyawa dengan koenzim A sehingga terbentuknya senyawa asetil koenzim A. Selanjutnya asetil koenzim A bersenyawa dengan asam oxalo acetate membentuk asam sitrat dan kemudian asam sitrat ini masuk ke siklus Krebs ( Willmoe dan Costile, 1994).

### **b. Siklus Kreb's (*Kreb's cycle*)**

Dalam siklus Kreb's atau siklus asam trikarbositat (siklus asam sitrat) terjadi dua perubahan kimia yaitu terbentuk CO<sub>2</sub> dan terjadi oksidasi atau terbebasnya electron-elektron (Mc Ardle,1986).

Ditinjau dari proses produksi ATP, fungsi utama siklus ini adalah menghasilkan elektron dan selanjutnya diikat oleh NAD dan FAD. Setiap asetil yang turut serta dalam siklus ini akan menghasilkan ikatan dehidrogenase dengan tiga buah NAD dan sebuah FAD serta terbentuk pula GTP (guanosin Triphosphate) yang mengandung sejumlah energi yang sependan dengan ATP. Sedangkan koenzim NADH<sub>2</sub> dan FADH<sub>2</sub> yang terdiri atas berbagai langkah dehidrogenase akan masuk ke rantai pernapasan atau *system transport electron*. CO<sub>2</sub> yang terbentuk akan berfungsi ke darah, terbawah ke paru dan selanjutnya dikeluarkan dari tubuh (Astrand dan Ronald, 1986).

### **c. Sistem transportasi elektron**

Sistem transportasi elektron ini disebut juga sistem rantai angkut elektron pernapasan (*respiratory chain*). Sistem ini sangat rumit dari lipoprotein dengan berbagai macam sitokrom dan pembantu lainnya. Rangkaian reaksi yang terjadi sangat kompleks akan dikenal sebagai fosforilasi oksidasi (Mayes,1996). Pengaliran elektron melalui sistem ini akan membebaskan energi guna fosforilasi ADP menjadi ATP pada titik yang berbeda, dan pada akhir rantai sistem ini setiap pasang elektron akan bergabung dengan kedua proton (H<sup>+</sup>) dan O<sub>2</sub> membentuk molekul air (H<sub>2</sub>O). NADH<sub>2</sub> masuk ke titik pertama dan menghasilkan NAD dan 3 molekul ATP (McArdle,1986). Sedangkan FADH akan masuk ke titik kedua menghasilkan FAD dan 2 molekul ATP. Koenzim-koenzim yang baru saja terbebas dapat kembali berperan serta dalam proses dehidrogenase lagi.

Pada metabolisme karbohidrat atau kelanjutan dari pemecahan glikogen pada tahap ini terbentuk H<sub>2</sub>O yang dihasilkan dari persenyawaan H<sup>+</sup> yang terjadi dalam siklus Kreb's serta O<sub>2</sub> yang kita hirup. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



(Fox, 1993)

Sewaktu terjadi transportasi elektron dalam rantai pernapasan sejumlah energi dilepaskan. Jadi 3 mol ATP diperoleh sebagai hasil glikolisis dalam sitoplasma dan 36

molekul ATP didapat dari hasil oksidasi aerobik dalam mitokondria, sehingga hasil akhir sistem aerobik secara keseluruhan sebanyak 39 ATP apabila bahannya dari glikogen.

Sumber energi cadangan utama yang tersedia untuk pengisian ATP yang digunakan selama latihan untuk kontraksi otot beberapa macam, yaitu :

1. Pemecahan *creatine phosphate* (CP) secara anaerobik
2. Pemecahan glikogen atau glukosa secara anaerobik
3. Pemecahan glikogen atau glukosa secara aerobik
4. Pemecahan lemak secara aerobik (Lamb,1984)

Glukosa dan glikogen adalah 2 (dua) bentuk bahan bakar dari karbohidrat. Glukosa adalah gula sederhana dan bentuk dasar karbohidrat yang dapat digunakan di dalam tubuh. Hampir semua karbohidrat yang dimakan diubah menjadi glukosa sebelum digunakan. Glukosa darah ini membantu sebagai bahan metabolik untuk otot skelet. Banyak glukosa disuplai oleh otot darah yang diubah menjadi glikogen dan disimpan dalam otot (secara intra muskular). Glikogen adalah polimer glukosa, yaitu jumlah molekul glukosa yang secara kimia bergandengan satu sama lain. Pada manusia glikogen menggambarkan bentuk simpanan glukosa juga membantu sebagai bahan metabolik untuk otot skelet. (Fox, 1984). Hal ini ditunjang dengan penelitian yang mengatakan bahwa kemampuan yang baik dari karbohidrat (CHO) selama latihan merupakan prasarat yang penting dalam waktu yang lama selama penampilan terakhir, jumlah penyediaan glikogen adalah fakta yang berhubungan atau berkenaan dengan penampilan dan khusus untuk pemasukan karbohidrat dalam glucose darah dari konsentrasi dan pemeliharaan dalam oksidasi tingkat tinggi selama latihan (Rocker K., 1996). Juga dalam penelitian Zorzano A, at al. yang menyatakan bahwa 150 menit latihan paksa, tingkat uptake glukosa mengalami kenaikan dalam keberadaan konsentrasi insulin supramaksimal, tetapi semuanya karena kenaikan responsivitas insulin (Zorzano, 1986). Produksi piruvat oleh otot rangka dapat melalui sirkulasi hati dan dibentuk dalam glukosa, glukosa dapat diproduksi untuk sirkulasi kembali ke otot (Brooks,1987). Senyawa laktat yang membentuk oksidasi glukosa dalam otot rangka dan oleh eritrosit akan dibawa ke dalam hepar untuk dijadikan glukosa kembali sehingga unsur itu tersedia lewat sirkulasi oksidasi di dalam jaringan. Proses ini dikenal dengan siklus Cori atau siklus asam laktat.

### **3. Sistem Energi Dalam Keadaan Istirahat dan Dalam Berbagai Aktivitas Fisik Lainnya.**

#### **3.1 Sistem Energi Pada Saat Istirahat.**

Pada saat istirahat, melalui sistem transportasi oksigennya, tubuh mampu memenuhi oksigen sesuai kebutuhan. Hal ini didukung oleh pernyataan yang mengatakan; sistem yang digunakan adalah sistem aerobik dan serabut yang aktif adalah serabut otot lambat. Bahan yang dioksidasi, dua-pertiga berasal dari lemak dan yang sepertiganya berasal dari karbohidrat (Lamb, 1984; Fox, 1988).

#### **3.2 Sistem energi pada saat latihan berat dan singkat.**

Latihan berat dan singkat dimaksudkan di sini adalah latihan dengan intensitas tinggi (maksimal atau mendekati maksimal), yang biasanya berlangsung singkat (kurang dari 3 menit). Pada latihan seperti ini jelas tubuh belum mampu memenuhi kebutuhan oksigennya dan karena oksigen belum cukup, maka sistem energi untuk meresintesa ATP berlangsung secara anaerobik. Jadi energi yang disajikan berasal dari sistem fosfagen dan sistem glikolisis anaerobik. Oleh karena itu bahan bakar utamanya adalah karbohidrat. Pada saat-saat akhir latihan semacam ini (saat oksigen sudah cukup tersedia) maka sistem aerobik (dengan bahan bakar lemak) mungkin turut berperan dalam pemasukan energi bagi keperluan resintesa ATP. Untuk lebih jelasnya kita telah pendapat para ahli atau hasil penelitian berikut ini.

Menurut Fox (1988) begitu pula Bower (1992), menyampaikan latihan ini termasuk latihan daerah 1, daerah 2 dan daerah 3. Latihan daerah 1, adalah aktivitas dengan intensitas tinggi dan memerlukan penampilan kurang dari 30 detik. Sistem energi utamanya adalah ATP-PC (*system phosphagen*). Jadi tidak dibutuhkan oksigen dan tidak terbentuk asam laktat.

Menurut Janssen (1989), latihan tersebut di atas disebut sebagai latihan anaerobik tanpa laktat (*anerobic alactic*). Latihan daerah 2, adalah aktivitas fisik yang berlangsung dengan intensitas tinggi selama 30 sampai 90 detik. Untuk latihan semacam ini sistem energi utamanya untuk resintesa ATP berasal dari ATP-PC dan glikolisis anaerobik, sehingga bahan bakarnya adalah karbohidrat dan terjadi akumulasi asam laktat atau yang dikenal dengan aktivitas anerobik dengan laktat (*anaerobic lactic*).

Latihan daerah 3, adalah aktivitas yang berlangsung sekitar 90 hingga 180 detik. Sistem energi utamanya adalah sistem glikolisis anaerobik dan oksigen. Bahan bakarnya adalah karbohidrat ditambah sedikit lemak dan terjadi akumulasi asam laktat yang tinggi dalam darah dan otot. Untuk durasi 120 hingga 140 detik bahan bakarnya harus murni karbohidrat (glikogen otot; glikolisis anaerobik dan aerobik). Untuk aktivitas yang berlangsung melebihi 140 detik sudah menggunakan lemak, sekalipun persentasenya sangat kecil (Janssen, 1989).

Pada aktivitas daerah ini, asam laktat akan bertumpuk. Seperti halnya pelari 800 meter sering memiliki kadar asam laktat 200 mg % dalam darahnya. Ini berarti 20 kali kadar istirahatnya (Fox, 1988; Janssen, 1989).

### **3.3 Sistem energi pada saat latihan submaksimal yang berlangsung lama**

Untuk intensitas latihan yang berbeban submaksimal dapat berlangsung lama. Latihan seperti ini berintensitas di bawah atau mendekati ambang anaerobik (*anaerobic threshold*), intensitas dimana kadar asam laktat meningkat dengan cepat (Wasserman, 1973; Thoden, 1982; Tinley's, 1994).

Intensitas kerja yang mendekati ambang anaerobik, bagi setiap individu berbeda. Individu yang terlatih ambang anaerobiknya tercapai pada beban 72% s/d 80 % dari kinerja terbaiknya ( $VO_2$  Max atau denyut nadi maksimal). Sedang bagi atlet yang terlatih terjadi pada beban yang lebih rendah (Astrand, 1986; Tinley's, 1989).

Pada kerja sub-maksimal, bahan bakar utama pada awalnya karbohidrat dan selanjutnya makin lama bergeser ke lemak. Dengan cara ini tubuh melindungi persediaan glikogen yang tersisa (Bowers, 1992).

## **SIMPULAN**

Sistem energi yang dibuat di dalam tubuh terdiri dari :

1. Sistem ATP- PC (*Phosphagen System*).
2. Sistem Glikolisis Anaerobik (*Lactid acids System*)
3. Sistem Aerobik (*Aerobic System*)

Pengetahuan tentang sistem energi perlu dikuasai oleh seorang guru pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan yang nantinya bertugas sebagai pengajar dan pelatih

olahraga, karena dengan mempelajari hal ini dia dapat menyusun program latihan bagi atlet atau siswa secara betul, terutama untuk menghindari terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti cedera dalam melakukan latihan atau aktivitas jasmani.

Selain itu tidak saja guru pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan yang memerlukan tentang pengetahuan ini tetapi, bagi guru Sains, atlet cabang olahraga, Pembina olahraga dan bagi semua orang yang memerlukannya.

### DAFTAR RUJUKAN

- Astrand P.O and Rodahi, 1986, *Tesbook of Athletic Training*, 2<sup>ed</sup> edition, New York; Mc.Graw Hill, pp 420-442.
- Bompa TO, 1995, *Theory and Metodology of Training the Key to Athletic Performance*, Dubugue Iowa, Kendal/Hunt Publisting, pp.264.
- Brooks GA, Fehey TD, 1987, *Exercise Physiology Human Bioenergentiocs and Its Application*, New York, John Willey & Sons, pp.33-87, 6-133, 404-408, 429-436.
- Fox EL. Bowers RW, Foss ML, 1993, *The Physiological Basis For Exercise and Sport*, fifth ed, Lowa: WBC Brown & Benchmark, pp.12-37,296,451, 472, 504, 512-532, 615-616.
- Guyton AC, 1996, *Textbook of Medical Physiology*, ninth ed.Philadelphia, WB Saunders Company, pp.743-774.
- Janssen CR, 1989, *Training Lactate Pulse-Rate*, Finland, Polar Electro Oy,pp 22,95-96.
- Lamb DR.1984, *Physiology of Exercise, Respon and Adaptation*, second Eddition, New York, Mc Millan Publishing Company, pp.55.
- Mc. Ardle WD, Katch FI, 1988, *Exercise Physiology Energi, Nutrition and Human Performance*, Second ed. Philadelphia,; Lea and Febiger, pp.80-125.
- Mayes PA, Martin DW, and Rodwell VW, 1987, *Harper's Review of Biochemictry*, California, Lang Medical Publication, pp 143-167.
- Rocker, K. Dickhuth HH., Kreig B. Niles A. 1996, *Breath-by-Breath Mensurement for Analysis of Exegenous Glucose Oxidation During intense Endurance Exercise Using-Isotopes*. *Int. J. Sport Med*. Vol.17 No.7. pp.480-486.

Soekarman R. 1991, Energi dan Sistem Predominan pada Olahraga, Pusat Ilmu Olahraga, KONI Pusat, Hl. 4-28.

Thibodeau GA and Patton KT, 1992, Structur and Funtion and the Body, ninth Edition, Missouri, Mosby-Year Book Inc.

Wilmore JH, costill DL. 1004, Physiologi Of Sport and Exercise, USA, Human Kinetics, pp.349,376,536.

Zorzano A, Balon TW, Goodman MN, and Ruderman NB, 1986, Additive Effects of Prior Exercise and Insulin on Glucose AIB Uptake by Rat Muscle, Am. J.Physiolo,251.