

## REVIEW ARTICLE

### POTENSI DIET RENDAH GLIKEMIK SEBAGAI FAKTOR PENINGKAT DAYA TAHAN DAN PENCEGAH CIDERA PADA ATLET

#### *The Potential of Low Glycemic Index Meals as a Factor to Enhance Endurance and to Prevent of Injury in Athlete*

Ekha Rifki Fauzi

Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Yogyakarta

#### ABSTRAK

**Latar Belakang;** Daya tahan merupakan suatu kemampuan dari atlet yang mampu melaksanakan pekerjaannya secara efektif dan efisien dalam tempo waktu lama tanpa mengakibatkan timbulnya kelelahan yang berlebih.

**Tujuan;** tinjauan ini bertujuan untuk memberikan deskripsi mengenai studi-studi yang membahas indeks rendah glikemik mampu memberikan tingkat daya tahan yang baik bagi atlet agar terhindar dari kecelakaan (cedera).

**Metode;** Penelitian ini menggunakan metode komparatif *review journal* yang menekankan pada benefit dari konsumsi makanan indeks rendah glikemik pada atlet. **Hasil;** Beberapa studi-studi mendukung adanya ide ini dengan dibuktikan bahwa diet rendah glikemik mampu memberikan efek pada minimnya asam laktat pada darah yang menunjukkan daya tahan yang lebih baik dibandingkan dengan diet indeks tinggi glikemik. **Kesimpulan;** Tinjauan ini juga menyediakan informasi dari keuntungan diet rendah glikemik bagi kesehatan atlet dan mengusulkan mekanisme program diet rendah glikemik bagi orang pada umumnya.

**Kata Kunci:** Daya Tahan, Rendah Glikemik, dan Kelelahan Otot

#### ABSTRACT

**Background;** Endurance is the ability of athlete can do some works to be efficiency and effective in long time where the athlete can feel without more exhausted. **Objectives;** this review is to describe the studies that showed evidence of LGI to improve endurance performance athlete where can neglect accident of injury. **Method;** this review used comparative review journal to emphasise for benefit in food of low index glycemic in athletes. **Results;** Some studies reveal the idea to highlight evidence that LGI meal will give more effect to reduce lactate acid in blood glucose where endurance athlete is more stable than HGI meal. **Conclusion;** This review also provide the information of benefic LGI meal for health athlete and propose program mechanism LGI meal for people.

**Keywords:** Endurance, Low Glycemic Index, Muscle Fatigue

#### PENDAHULUAN

Semua kegiatan manusia saat ini begitu bermacam-macam, salah satunya aktivitas olahraga yang penuh dengan risiko-risiko atau berbahaya untuk diri sendiri. Peningkatan intensitas dalam berkegiatan olahraga, meningkat pula bahaya atau risiko yang akan didapatkan. Meskipun kecil risiko atau bahaya tersebut, tentunya jika diabaikan dapat timbul kecelakaan (cedera) yang merugikan diri sendiri (1). Olahraga

bagi atlet, tidak hanya sekedar latihan, melainkan usaha yang keras hingga melebihi batas-batas dari kemampuan psikis dan fisiologisnya. Selain itu, atlet memperoleh tekanan dari berbagai hal, baik secara profesional dan lingkungan sekitarnya, menjadikan tekanan tersebut lebih kompleks dan menjurus ke stress (2).

Ada hal terpenting yang harus diketahui bagi atlet, ialah dalam mencapai keseimbangan diantara program pelatihan dengan masa

pertandingan. Jikalau atlet melaksanakan pelatihan dalam intensitas yang sangat tinggi, kebugaran dan kelelahan juga sama-sama meningkat (2). Bentuk kelelahan fisik dari atlet dapat dipengaruhi berbagai macam faktor, seperti faktor emosional, latihan, dan lingkungan fisik atlet. Pada faktor gizi, hal inilah mengambil peranan yang krusial, karena indikator ini bisa menunjang dari proses biologis tubuh yang berkaitan dengan proses kelelahan pada atlet ketika melakukan olahraga atau latihan (3). Purwanti mengatakan sebagian besar atlet untuk mencegah terjadinya kelelahan banyak mengkonsumsi suplemen ataupun obat-obatan. Tipe suplemen energy dapat memberikan manfaat pada awal-awal saja, namun nantinya juga merasakan kelelahan. Maka dari itu, atlet ditekankan untuk memilih diet makanan yang dapat meminimalisir dan menunda dari kelelahan otot (4).

Karbohidrat merupakan salah satu makanan yang mengandung gizi dan berfungsi sebagai sumber utama energy. Glukosa yang dihasilkan bisa menyediakan energy dalam bentuk ATP melalui proses glikosis secara *aerobic* dan *anaerobic*. Glikolisis *anaerobic* mempunyai istilah lain yaitu sistem asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Akumulasi dari asam laktat pada otot dalam darah bisa berdampak pada kelelahan otot. Pada dasarnya kelelahan otot disebabkan simpanan glikogen yang mengalami penurunan drastis. Maka penting untuk diet makanan yang bisa mencegah turunnya glikogen secara drastis dengan melihat aspek nilai indeks glikemik suatu makanan (4).

## METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode komparatif dengan beberapa sumber penelitian mengenai indeks glikemik. Indeks glikemik banyak memberikan kemanfaatannya pada atlet yang ingin lebih berprestasi dengan peningkatan *endurance* dan juga menjauhkan atlet dari kelelahan berlebih yang dapat merujuk terjadinya cedera. Pada metode komparatif ini, dengan membandingkan kemanfaatannya makanan indeks rendah dan tinggi glikemik yang diberikan pada atlet terkait

terjadinya peningkatan ketahanan tubuh dan besaran asam laktat pada otot tubuh atlet.

## HASIL

Pada penelitian ini menampilkan beberapa data yang telah dilakukan mengenai hasil-hasil konsentrasi dari glukosa darah,  $VO_2$ , RER (*Respiratory Exchange Ratio*), dan Asam Laktat dari efek pemberian makanan indeks rendah dan tinggi glikemik. Selanjutnya, pada penelitian ini juga dapat memberikan referensi dalam pembinaan atlet agar lebih mampu meningkatkan daya tahan tubuh dan terhindar dari kelelahan berlebih. Selain itu, makanan dengan glikemik ini juga dapat direkomendasikan untuk diet makan atlet ketika akan mengikuti even perlombaan atau akan bertanding di level regional, nasional, dan internasional. Tentunya diet ini dapat menjadi salah satu faktor peningkatan prestasi dari meningkatnya stamina tubuh.

**Konsentrasi Glukosa darah:** Tabel 1. menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsentrasi pada glukosa darah pada pemberian makanan indeks glikemik pada atlet. Pada pemberian makanan indeks tinggi glikemik (HGI) pada jarak tempuh 15 km mendapatkan  $5.74 \pm 0.35$  dan jarak 21 km sebesar  $6.17 \pm 0.32$ . Sedangkan pada pemberian makanan indeks rendah glikemik mendapatkan  $5.82 \pm 0.56$  pada saat jarak 15 km, tapi saat mencapai jarak 21 km mendapatkan  $6.40 \pm 0.53$ .

**Tabel 1. Konsentrasi Glukosa Darah Pada Makanan Indeks Glikemik (5)**

Variabel	15 km**	21 km**
HGI (Indeks Tinggi Glikemik)*	$5.74 \pm 0.35$	$6.17 \pm 0.32$
LGI (Indeks Rendah Glikemik)*	$5.82 \pm 0.56$	$6.40 \pm 0.53$

\*HGI: High Glycemic Index; LGI: Low Glycemic Index

\*\*jarak tempuh percobaan

**Konsentrasi  $VO_2$  dan RER:** Tabel 2 menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsentrasi pada  $VO_2$  dan RER (*Respiratory Exchange Ratio*) pada pemberian makanan indeks glikemik pada atlet. Konsentrasi pada  $VO_2$  pada pemberian makanan indeks tinggi glikemik (HGI) pada menit ke 20 mendapatkan  $3.02 \pm 0.49$ , pada

menit ke 40 mendapatkan  $2.83 \pm 0.50$ , pada menit ke 60 mendapatkan  $3.13 \pm 0.49$ , dan pada waktu akhir percobaan mendapatkan  $3.11 \pm 0.43$ . Sedangkan pada pemberian makanan indeks rendah glikemik (LGI) pada menit ke 20 mendapatkan  $3.18 \pm 0.30$ , pada menit ke 40 mendapatkan  $2.99 \pm 0.35$ , pada menit ke 60 mendapatkan  $3.00 \pm 0.22$ , dan pada waktu akhir percobaan mendapatkan  $3.73 \pm 0.19$ . Konsentrasi RER (*Respiratory Exchange Ratio*) pada pemberian makanan indeks tinggi glikemik (HGI)

pada menit ke 20 mendapatkan  $0.94 \pm 0.04$ , pada menit ke 40 mendapatkan  $0.92 \pm 0.03$ , pada menit ke 60 mendapatkan  $0.89 \pm 0.03$ , dan pada waktu akhir percobaan mendapatkan  $0.94 \pm 0.05$ . Sedangkan pada pemberian makanan indeks rendah glikemik (LGI) pada menit ke 20 mendapatkan  $0.98 \pm 0.03$ , pada menit ke 40 mendapatkan  $0.93 \pm 0.02$ , pada menit ke 60 mendapatkan  $0.91 \pm 0.02$ , dan pada waktu akhir percobaan mendapatkan  $0.97 \pm 0.04$ .

**Tabel 2. Konsentrasi  $VO_2$  dan *Respiratory Exchange Ratio* Pada Makanan Indeks Glikemik (6)**

Variabel	Indeks Glikemik	20**	40**	60**	Waktu Akhir**
$VO_2^*$	HGI	$3.02 \pm 0.49$	$2.83 \pm 0.50$	$3.13 \pm 0.49$	$3.11 \pm 0.43$
	LGI	$3.18 \pm 0.30$	$2.99 \pm 0.35$	$3.00 \pm 0.22$	$3.73 \pm 0.19$
RER*	HGI	$0.94 \pm 0.04$	$0.92 \pm 0.03$	$0.89 \pm 0.03$	$0.94 \pm 0.05$
	LGI	$0.98 \pm 0.03$	$0.93 \pm 0.02$	$0.91 \pm 0.02$	$0.97 \pm 0.04$

\*Oxygen Uptake ( $VO_2$  1  $\text{min}^{-1}$ ), RER (*Respiratory Exchange Ratio*), HGI (*High Glycemic Index*), LGI (*Low Glycemic Index*), \*\*waktu dalam menit

**Konsentrasi Plasma Darah:** Pada penelitian lain, selama percobaan dalam pemberian makanan indeks glikemik pada atlet ditemukan bahwa konsentrasi dari plasma glukosa mengalami perbedaan secara signifikan dan tajam pada HGI (*High Glycemic Index*)  $4.05 \pm 0.18$  lebih rendah dibandingkan dengan LGI (*Low Glycemic Index*)  $4.75 \pm 0.29$ . Tetapi sampai akhir percobaan konsentrasi plasma glukosa HGI (*High Glycemic Index*)  $5.61 \pm 0.20$  lebih besar dari pada LGI (*Low Glycemic Index*)  $4.79 \pm 0.24$ . Hal ini juga menjadi catatan yang mendasar terkait isu makanan indek glikemik yang akan diberikan pada atlet (7). Penelitian lain juga mendapati percobaan endurance pada atlet bahwa plasma glukosa ( $P < 0.05$ ) pada HGI lebih rendah dibanding LGI setelah 15 & 30 menit percobaan (8).

**Konsentrasi Glukosa saat *Anaerobic Shuttle Test*:** Tabel 3 menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsentrasi pada glukosa darah pada pemberian makanan indeks glikemik pada atlet saat *anaerobic shuttle test*. Pada pemberian makanan indeks rendah glikemik (LGI) setelah makan mendapatkan  $139.80 \pm 6.68$  dan setelah percobaan  $134.55 \pm 7.24$ . Sedangkan pada pemberian makanan saat *anaerobic shuttle test* indeks tinggi glikemik (HGI) setelah makan

mendapatkan  $141.55 \pm 6.82$ , tapi setelah percobaan mendapatkan  $127.65 \pm 4.65$ .

**Tabel 3. Konsentrasi Glukosa Saat *Anaerobic Shuttle Test* Pada Indeks Glikemik (4)**

Variabel	Setelah Makan	Setelah Percobaan
LGI*	$139.80 \pm 6.68$	$134.55 \pm 7.24$
HGI*	$141.55 \pm 6.82$	$127.65 \pm 4.65$

\*LGI (*Low Glycemic Index*), HGI (*High Glycemic Index*)

**Konsentrasi Kadar Asam Laktat:** Tabel 4 menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsentrasi pada kadar asam laktat pada pemberian makanan indeks glikemik pada atlet. Pada pemberian makanan indeks rendah glikemik (LGI) sebelum percobaan mendapatkan  $2.1 \pm 0.65$  dan setelah percobaan  $8.06 \pm 2.07$ . Sedangkan pada pemberian makanan indeks tinggi glikemik (HGI) sebelum percobaan mendapatkan  $2.3 \pm 0.07$ , tapi setelah percobaan mendapatkan  $9.70 \pm 2.95$ .

**Tabel 4. Konsentrasi Kadar Asam Laktat Pada Indeks Glikemik (4)**

Variabel	Sebelum Percobaan	Setelah Percobaan
LGI*	$2.1 \pm 0.65$	$8.06 \pm 2.07$
HGI*	$2.3 \pm 0.07$	$9.70 \pm 2.95$

\*LGI (Low Glycemic Index, HGI (High Glycemic Index)

**Konsentrasi VO<sub>2</sub> dan Asam Laktat:** Tabel 5 menjelaskan bahwa adanya perbedaan konsentrasi pada VO<sub>2</sub> dan Asam Laktat pada pemberian makanan indeks glikemik pada atlet. Pada pemberian makanan indeks rendah glikemik (LGI) mendapatkan VO<sub>2</sub> 2.85 ± 0.18 dan mendapatkan asam laktat 2.70 ± 0.50. Sedangkan pada pemberian makanan indeks tinggi glikemik (HGI) mendapatkan VO<sub>2</sub> 2.82 ± 0.21 dan mendapatkan asam laktat 3.20 ± 0.50.

**Tabel 5. Konsentrasi VO<sub>2</sub> & Asam Laktat Pada Indeks Glikemik (7)**

Variabel	LGI*	HGI*
VO <sub>2</sub>	2.85 ± 0.18	2.82 ± 0.21
Asam Laktat	2.70 ± 0.50	3.20 ± 0.50

\*LGI (Low Glycemic Index, HGI (High Glycemic Index)

## PEMBAHASAN

**Indeks glikemik:** Daya tahan ialah variable-variabel yang menunjukkan level kebugaran fisik atau jasmani dari atlet (9). Daya tahan (*endurance*) pada atlet dapat dipengaruhi dari diet makanan, status gizi, umur, komposisi tubuh, jenis kelamin, latihan, genetic, dan aktivitas fisik (10). Atas dasar itulah, salah satu indikator dalam menunjang dari daya tahan atlet ialah dengan diet zat gizi dari makanan baik, secara kuantitas dan kualitas. Karena kebutuhan diet dari atlet sangat berbeda dengan yang non atlet, hingga pada akhirnya seorang atlet harus mengganti zat-zat gizi yang terkuras dalam tubuh yang diakibatkan dari aktivitas olahraganya (10).

Diet karbohidrat secara umum terdapat persentase terbesar penyedia energy (11). Pada karbohidrat memberikan sebuah bukti bahwa karbohidrat dikonsumsi menjadikannya sebuah faktor yang mempengaruhi dan dikorelasikan untuk performa olahraga (12) dan risiko dari peningkatan obesitas dan penyakit krosis lainnya (13).

Konsep dari dari indeks glikemik telah dikembangkan sejak tahun 1981 oleh Jenkins dkk mendefinisikan bahwa tipe dari pencernaan karbohidrat di estimasi berdasarkan pada respon gula darah dan level insulin setelah di cerna dalam perut. Indeks glikemik di definisikan

sebagai sesuatu area tambahan dibawah respon gula darah dari sebuah tes makanan yang menyediakan sejumlah karbohidrat (biasanya 50 gram porsi karbo), yang mengartikan sebagai sebuah persentase dari sebuah respon yang sama dengan sejumlah karbo dari referensi makanan yang dikonsumsi pada subyek yang sama (14). Sebagian besar dari glukosa dipergunakan sebagai referensi makanan yang salah satunya telah didefinisikan mempunyai nilai indeks glikemik hingga 100 (15). Tabel 6 Ilustrasi kategori nilai makanan indeks glikemik.

**Tabel 6. Kategori Indeks Glikemik Setelah Pencernaan (15)**

Glycemic Index	
Method	Value
Rendah	< 55
Sedang	55 – 69
Tinggi	≥ 70

Indeks glikemik merupakan sebuah indikator yang menunjukkan efek dari makanan yang di konsumsi atas gula darah setelah dua jam setelah makan dan level insulin. Konsumsi dari makanan tinggi indeks glikemik akan menyebabkan tingginya level angka gula darah 2 jam setelah makan dan selanjutnya meningkatnya tingginya level insulin dalam darah dan menghambat pengeluaran glukogen (16).

Pada orang normal, insulin distimulus dengan diet dari hasil pencernaan glukosa oleh organ hati dan jaringan peripheral (otot skeletal dan jaringan adiposa). Serta, insulin memberikan efek metabolisme dalam banyak hal, seperti peningkatan sintesis glikogen dalam organ hati dan otot skeletal, penurunan glukogenensis dan glikogenolisis dalam organ hati, peningkatan lipogenesis, dan menghambat lipolysis dalam jaringan adiposa. Contoh beberapa bahan makanan berdasarkan rendah seperti Jagung manis, Pisang, Susu *full cream* cair dan tinggi glikemik yaitu Roti tawar putih, Semangka, Susu *full cream* cair (16).

Diatas merupakan beberapa macam bahan makanan yang diberikan persaji 1 g CHO/kh BB, hal ini direkomendasikan oleh Hargreaves, Hawley, & Jeukendrup dimana diberikan 30 menit sebelum melakukan olahraga (16). Selain itu, ada karakteristik yang lebih spesifik mengenai makanan glikemik.

**Tabel 7. Karakteristik Tes Makanan Glikemik**

	Sarapan Tinggi Indek Glikemik	Sarapan Rendah Indek Glikemik
Macam-macam Makanan	68 g biji jagung dipanggang kering, 282 ml susu semi skim, 368 ml air	81 g sereal, 373 ml susu semi skim, 313 ml air
Energi (Kkal)	386	422
Karbohidrat (g)	70	70
Lemak (g)	6	8
Protein (g)	16	19
Serat (g)	2	12
Indeks Glikemik	72*	30*

\*Dihitung dengan metode Wolever & Jenkins (17) dan Indeks Glikemik dari Henry dkk (18).

Tabel diatas memberikan petunjuk bahwa kandungan berbagai makanan yang terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, dan serat yang dihitung dengan menggunakan indeks glikemik (6). Tabel tersebut, dapat di implementasikan pada masyarakat umum, jika ingin meningkatkan daya tahan tubuh dari kelelahan apapun profesi pekerjaannya. Penelitian terdahulu menunjukkan jikalau makanan yang mengandung rendah glikemik 45 menit sebelum melakukan olahraga sepeda dapat meningkatkan endurance sejauh 40 km jarak yang ditempuh dibandingkan dengan yang konsumsi makanan tinggi glikemik (6).

Pada produksi asam laktat telah ditemukan jika terjadi produksi lebih rendah pada atlet yang konsumsi makanan rendah glikemik dibandingkan tinggi glikemik pada saat melaksanakan uji percobaan yang terjadi sebuah kenaikan dari glikolisis anaerobic saat percobaan (19). Berdasarkan Karamonalis, mengungkapkan jika oksidasi dari karbohidrat selama masa percobaan daya tahan hingga mengalami kelelahan menunjukan hasil yang lebih rendah pada konsumsi makanan rendah glikemik (GI = 29) grup daripada dengan tinggi glikemik (GI= 83) dan grup placebo Karamonalis, 2011) (20).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan jika pemberian makan indeks rendah glikemik dapat meningkatkan glukosa darah dan  $VO_2$  yang lebih tinggi dibandingkan dengan makanan tinggi

glikemik. Karena pada intinya diet rendah glikemik, mampu memberikan efek positif pada penundaan kelelahan otot (4,5,7,21).

**Kelelahan otot:** Kegiatan manusia pada dasarnya tidak dapat lepas dari berbagai aktivitas fisik. Tubuh manusia mempunyai semacam kemampuan untuk beradaptasi dalam jangka waktu yang lama serta mempunyai daya tahan pada tingkat kelelahan. Tapi kemampuan seperti ini memiliki nilai *threshold*, maka dari itu pada suatu keadaan tertentu kemungkinan dapat berkurang ataupun tidak mampu dipertahankan. Contohnya, suatu kegiatan dilaksanakan secara terus menerus dengan tingkat beban tinggi maupun dalam tempo waktu yang lama, hal yang demikian menimbulkan kelelahan (22).

Ada dua macam kelelahan, antara lain kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan umum penyebab umumnya dikarenakan masalah psikis ataupun perasaan yang dapat menyebabkan terganggunya kemampuan yang optimal dalam bekerja (23). Kelelahan otot ditandai dengan sebuah ketidakmampuan dari otot dalam berkontraksi dan menstimulus metabolisme dari berbagai bahan yang dibutuhkan dalam menghasilkan pengeluaran pada bentuk kerja yang sama, meskipun impuls saraf masih tetap berjalan normal dengan potensial aksi menyebar ke serat otot. Kelelahan otot juga dapat diakibatkan dari kontraksi otot yang sangat kuat dan dalam waktu lama. Kelelahan bisa mengakibatkan kondisi yang bermacam-macam, tapi kesemuanya berakibat pada sistem pengurangan kapasitas ketahanan tubuh dan kerja (24).

Otot merupakan suatu organ yang penting dalam menunjang tubuh manusia, utamanya dalam melaksanakan pekerjaan fisik (24). Otot bekerja dengan sistem kontraksi dan relaksasi. Pada saat kontraksi, otot yang kuat dan tempo waktu lama dapat berdampak pada pembuluh darah diantaranya serat-serat otot menjadi terjepit, hingga peredaran darah dan juga dalam pertukaran dari bahan nutrisi terganggu. Hal yang demikian menjadi penyebab dari berkurangnya *energy* yang dibutuhkan pada kelelahan otot. Kerja yang di forsir secara terus menerus dari otot, meskipun mempunyai sifat dinamik, dapat

berdampak pada tingkat kelelahan yang membuat otot membutuhkan *recovery* (23).

Bagi seorang atlet yang sedang menjalani program latihan yang keras dengan melebihi batas kemampuan dari psikologis dan fisiologi mereka (2). Latihan merupakan sebuah upaya sadar yang dilaksanakan secara berkesinambungan dan sistematis dalam peningkatan performa fungsional raga atlet (25). Program latihan fisik yang dilakukan secara kontinyu dengan melewati batas pembebanan, dapat mengakibatkan kelelahan. Kelelahan dapat disebutkan dengan banyak diksi, seperti kecapakan, kepayahan, dan kepenatan, ataupun istilah yang lain. Secara umum istilah-istilah diatas mengerucut pada keadaan tubuh yang sudah tidak berdaya lagi dari kegiatan yang begitu tinggi (2). Seorang atlet yang sedang melaksanakan jadwal latihan dengan volum besar maupun intensitas tinggi, tingkat kebugaran meningkat, tapi tingkat kelelahan juga meningkat pula (26).

Kelelahan fisik adalah terjadinya penurunan dari kapasitas kerja yang diakibatkan dari pekerjaan. Penurunan kapasitas kerja mengartikan menurunnya dari tingkat kuantitas dan kualitas kerja atau gerak fisik seseorang. Jika lingkupnya lebih spesifik pada tingkat kualitas gerakan, sehingga kelelahan merujuk dari penurunan kualitas gerak (25). Kelelahan pada inti korelasinya dengan melemah atau hilangnya suatu kemampuan dari seseorang untuk merespon reaksi pada rangsangan. Hal itu juga terjadi pada *muscular fatigue* atau kelelahan otot yang diartikan melemahnya atau meminimnya kemampuan daya otot dalam mengadakan respon aksi pada suatu rangsangan (27). Kelelahan nantinya berefek pada terhapusnya reflek bersyarat yang baru didapatkan atau diturunkan hingga 50% reflek bersyarat yang telah lama dikuasainya (25). Kelelahan pada prinsipnya didefinisikan telah terjadi kurangnya kinerja otot bersama sensasi rasa kepayahan atau kelelahan otot termasuk fenomena yang kompleks dengan berbagai penyebab seperti Adanya permasalahan dengan persediaan energy, ATP + PC, glikolisa anaerobic, akumulasi dari hasil produk seperti asam laktat dan H<sup>+</sup>, kegagalan dari mekanik otot

dalam melakukan konsentrasi, perubahan sistem saraf (28).

Otot yang mengalami kelelahan, meruapak otot yang tidak mengalami bias dalam berkontraksi(29). Ketidakmampuan dari otot dalam melakukan kontraksi disebabkan adanya gangguan pada sistem saraf tidak mampu mengirim impuls ke otot-otot yang bersangkutan, tempat bertemunya otot dan saraf (neuromuscular junction) tidak bisa menghantarkan impuls dari saraf motor ke otot, mekanisme dari kontraksi yang tidak bisa mengeluarkan tenaga, sistem saraf pusat pada otot dan sumsum tulang belakang untuk meningkatkan rangsangan ataupun menghantarkan rangsangan (30).

Penelitian ini juga selaras dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa makanan LGI dapat memberikan manfaat menjaga konsentrasi asam laktat pada otot tidak meningkat yang ditunjukkan pada pemberian makanan HGI pada atlet (4,7).

#### **Penyebab kecelakaan (cedera):**

Berdasarkan Congeni & Dunkin menyatakan bahwa cedera merupakan suatu kerusakan ataupun luka yang diderita atau dialami seseorang. Sehingga dapat diartikan bahwasanya cedera olahraga ialah cedera yang terjadi pada saat seseorang sedang melakukan berbagai aktivitas, seperti latihan, fitness, dan pertandingan olahraga (1). Arti lain dari cedera olahraga selalu merujuk pada cedera sistem muskuloosekeletal. Cedera olahraga mempunyai banyak macamnya dan dapat dispesifikasikan atas dasar waktu, tempat, dan proses terjadinya cedera (31). Pada dasarnya dalam pencegahan terjadinya kecelakaan/cedera diperlukan adanya tanggung jawab dari atlet yang ditempa secara kontinyu dan harus pada kondisi kesiapsiagaan dari keperluan keselamatan (32).

Pada tempat terjadinya cedera, dibedakan menjadi dua bagian, yaitu cedera jaringan lunak dan cedera jaringan keras. Cedera pada jaringan lunak ialah cedera yang terdapat pada otot, tendo, ligament, saraf, pembuluh darah, dan kulit, sedangkan pada cedera jaringan keras meliputi cedera ratak atau patah tulang sebagian ataupun seluruhnya. Menurut Giam, cedera olahraga dapat dibedakan berdasarkan tingkatannya, antara lain (33):

- a. Cedera berat merupakan suatu cedera dengan dibuktikan adanya robekan ligament atau otot secara fraktur/hampir lengkap/lengkap tulang yang membutuhkan pengobatan secara intensif, istirahat total, dan operasi jika dibutuhkan.
- b. Cedera sedang ialah cedera dengan bukti adanya kerusakan jaringan, mengakibatkan rasa bengkak, panas, nyeri, atau merah dengan dampak gangguan fungsi dan punya pengaruh pada performa, antara lain: robek ligament dan robek otot.
- c. Cedera ringan adalah cedera dengan adanya bukti robekan yang hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop, tidak mengganggu performa, sedikit keluhan, seperti adanya: memar, lecet, dan robek ligament kecil.

Seorang atlet yang mempunyai bakat tidak mampu mencapai puncak prestasi tertingginya jika tidak didukung kondisi fisik yang prima atau baik (9). Daya tahan seorang atlet ialah salah satu tolok ukur dari tingkat kebugaran jasmani, sehingga daya tahan bisa divisualisasikan dengan adanya volume oksigen yang maksimum ( $VO_2$  maks), adalah sejumlah maksimal dari oksigen yang mampu diserap dan dipergunakan atlet selama aktivitas fisik (21). Jika tubuh seorang atlet bisa mengirim oksigen ke jaringan otot lebih banyak tentunya tubuh lebih mampu melakukan banyak kegiatan dan latihan fisik sebelum mengalami kelelahan (34).

Jikalau atlet mengalami kelelahan otot, dikhawatirkan dapat mengakibatkan kecelakaan (cedera) saat sedang beraktivitas atau tanding. Kelelahan otot pada intinya dapat diakibatkan dari sistem *metabolism energy* pada tubuh dengan terjadinya penumpukan asam laktat di otot yang mengganggu sistem mekanisme sel otot yang dapat menghambat sekresi enzim *aerobic* dan *anaerobic*, hingga menurunkan kapasitas dari ketahanan *aerobic* dan *anaerobic*, menghambat adanya CP (Creatin fospat) dan mengganggu dari sistem koordinasi gerak, menghambat dari enzim fosfofruktokinase, menghambat pelepasan ion  $Ca^{++}$  pada troponin C yang mengalami penurunan dan berdampak adanya gangguan atau terhentinya kontraksi serabut otot (2).

Asam laktat dengan level tinggi bisa timbul akibat dari beban kerja yang terlalu berat, karena

hal itulah terjadi ketidakmampuan dari sistem pemasok *energy aerobic* hingga menyuplai energy dari sumber *anaerobic* mendominasi (35). Terjadinya penumpukan asam laktat pada darah terjadi masalah mendasar pada sistem kerja fisik, dikarenakan mengakibatkan kelelahan kronis dan terjadi penurunan kinerja fisik. Kepayahan otot terjadi efek dari otot melakukan kontraksi dalam waktu lama dan kuat. Kelelahan disebabkan dari suatu ketidakmampuan dalam memproses kontraksi dan metabolisme dari serabut-serabut otot untuk terus melakukan kerja yang sama (36).

Kepayahan otot dapat diakibatkan dari terjadinya hambatan aliran darah menuju otot yang sedang melakukan kontraksi dengan membawa oksigen dan makanan yang diperuntukan bahan bakar. Faktor-faktor yang mempunyai peran dalam kelelahan otot ialah terjadinya penimbunan asam laktat dan cadangan energy pada otot mengalami kehabisan (36).

## KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa diet rendah glikemik mampu memberikan efek pencegahan dan penundaan dari tingkat kelelahan otot pada atlet. Hasil penelitian juga memberikan bukti bahwa diet rendah indeks glikemik dapat menunjukkan daya tahan yang lebih baik dibandingkan diet tinggi indeks glikemik. Namun demikian, pemberian diet rendah glikemik juga perlu dipertimbangkan dengan status gizi dan gaya hidup atlet sendiri karena kelelahan otot banyak disebabkan berbagai faktor baik internal dan eksternal pribadi atlet, seperti indikator genetic, psikologis, dan mental.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada semua yang terlibat dalam penyusunan jurnal review ini atas bantuan serta doanya.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik dalam publikasi artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sukarmin Y, Jurusan D, Kesehatan P, Fik R. Cedera Olahraga Dalam Perspektif Teori

- Model Ekologi. *Medikora*. 2005;1:11–22.
2. Parwata IMY. Kelelahan dan Recovery dalam Olahraga. *J Pendidik Kesehat Rekreasi*. 2015;1:2–13.
3. Laursen paul B. Models to Explain Fatigue during Prolonged Endurance Cycling. *Sport Med*. 2005;35(10):865–98.
4. Brevi Istu Pambudi. Pengaruh Pemberian Makanan Indeks Glikemik Tinggi dan Rendah Terhadap Kelelahan Otot Atlet Badminton. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta; 2013.
5. Chen YJ, Wong SHS, Chan COW, Wong CK, Lam CW, Siu PMF. Effects of glycemic index meal and CHO-electrolyte drink on cytokine response and run performance in endurance athletes. 2009;12:697–703.
6. Moore LJS, Midgley AW, Thurlow S, Thomas G, Mc LR. Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance. 2010;13:182–8.
7. Wee S, Williams C, Tsintzas K, Boobis L, Williams C, Tsintzas K. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. 2005;707–14.
8. Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ, Campbell SE, Garnham P, Febbraio MA, et al. Preexercise carbohydrate ingestion , glucose kinetics , and muscle glycogen use : effect of the glycemic index Preexercise carbohydrate ingestion , glucose kinetics , and muscle glycogen use : effect of the glycemic index. 2013;1845–51.
9. Afifi SN. Kondisi fisik atlet bulutangkis klub djarum kudus dan faktor yang mempengaruhi (. Universitas Negeri Semarang; 2015.
10. Sahara, Mailina Prima., Nurmasari Widyastuti AC. Kualitas Diet dan Daya tahan (Endurance) Atlet Bulutangkis Remaja di Kota Semarang. *ejournal3 undip*. 2019;8:29–37.
11. Díaz EO, Galgani JE, Aguirre CA. Glycaemic index effects on fuel partitioning in humans. 2006;219–26.
12. Reilly JO, Wong SHS, Chen Y. Glycaemic Index , Glycaemic Load and Exercise Performance. 2010;40(1):27–39.
13. Lopes M V, Alfenas RDCG. Effect of the glycemic index on lipid oxidation and body composition. 2011;
14. Sc M, Jenkins L, Bowling C, Newman C, Goff V, Biol M, et al. glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. 2018;(January):362–6.
15. Aston LM. Glycaemic index and metabolic disease risk. 2006;125–34.
16. Hargreaves M, Hawley JA, Jeukendrup A. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion : effects on metabolism and performance Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion : effects on metabolism and performance. (June 2012):37–41.
17. Wolever T JD. The use of the glycemic blood glucose response. *J Sci Med Sport*. 1986;43(January):167–72.
18. Henry CJK, Lightowler HJ, Strik CM, Renton H, Hails S. Glycaemic index and glycaemic load values of commercially available products in the UK. 2005;44:922–30.
19. Jamurtas AZ, Deli CK, Georgakouli K, Fatouros IG. Chapter 2 - Glycemic Index, Food Exchange Values, and Exercise Performance. Second Edi. *Nutrition and Enhanced Sports Performance*. Elsevier Inc.; 2019. 11–29 p.
20. Laparidis K, Volaklis KA, Douda HT, Tokmakidis SP. The Effects of Pre-Exercise Glycemic Index Food on Running Capacity The E f f e c t s of Pre-Exercise Glycemic Index Food on Running Capacity. 2011;(May).
21. Debbian A RC. Profil Tingkat Volume Oksigen Maskimal. *J Olahraga Prestasi*. 2016;12:19–30.
22. Osborne DJ. *Ergonomic at Work: Human Factors in Design an Development*. Thirth. England: West Sussex; 1995.
23. Suma'mur PK. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta; 1990.
24. Tecky Indriana. Pengaruh Kelelahan Otot Terhadap Ketelitian Kerja. *Stomatognatic*. 2010;7(3):49–52.
25. Giriwijoyo. *Ilmu faal Olahraga*. Fungsi

- Tubuh Manusia pada Olahraga untuk Kesehatan dan Prestasi. Bandung: FPOK UPI; 2010.
26. Bompa TO. *Periodization Theory and Methodology of Training*. Fifth Edition. United State of America: Human Kinetic; 2009.
  27. Hartono. *Coaching dan Aspek-aspek Psikologis dalam Coaching*. Jakarta: Departemen P dan K; 1988.
  28. Kusnanik N. W. *Dasar-dasar Fisiologi Olahraga*. Surabaya: Unesa University Press; 2011.
  29. Sayono. *Biokimia Otot*. Yogyakarta: Nuha Medika; 2011.
  30. Soekarman. *Dasar Olahraga*. Jakarta: Inti Idayu Press; 1987.
  31. Rusli Lutan. *Penanggulangan Cedera Olahraga pada Anak Sekolah Dasar*. Jakarta: Ditjen Olahraga; 2001.
  32. Creighton H. *Health Education: Safety*. Sydney: The Health Commission of MSW; 1974. 59 p.
  33. Giam, C.K. dan Teh KC. *Ilmu Kedokteran Olahraga (Hartono Satmoko Terjemahan)*. Jakarta: Binarupa Aksara; 1993.
  34. Hosseini S, Valizadeh R. The effect of resistance training on some pulmonary indexes , body composition , body fat distribution and VO<sub>2</sub>max in thin and fat men of personal and members of faculty of Azad university Bebahan branch. 2012;46(2):3051–5.
  35. Widiyanto. *Latihan Fisik dan Laktat*. J Midikora. 2007;
  36. Wiarto. *Fisiologi dan Olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2013.