

Hubungan Asupan Karbohidrat, Kadar Glukosa Darah, dan Status Gizi Terhadap *Heart Rate Recovery* pada Atlet Sepak Bola Remaja

Nur Aida Agustina^{1*}, Saryono¹, Hiya Alfi Rahmah¹

¹Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman

Corresponding author: nuraida674@gmail.com

Received: 10 Mei 2024 | Revised: 10 Juli 2024 | Accepted: 20 Agustus 2024

ABSTRAK

Heart rate recovery (HRR) merupakan salah satu indikator untuk menilai kebugaran jasmani seorang atlet. Asupan karbohidrat merupakan sumber untuk memberikan kecukupan glukosa darah dan glikogen tubuh. Status gizi atlet yang baik juga dapat menunjang kebugaran jasmani atlet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi terhadap HRR. Penelitian ini merupakan penelitian *cross-sectional* dengan jumlah sampel 41 responden yang diambil melalui teknik total sampling. Responden merupakan atlet sepak bola remaja di Sekolah Sepak Bola Indonesia Muda Purwokerto. Penelitian menggunakan instrumen berupa *food recall* 2 x 24 jam untuk mengetahui asupan karbohidrat, GCU *Easy Touch* untuk mengukur kadar glukosa darah, *microtoise* untuk mengukur tinggi badan, timbangan berat badan digital untuk menimbang berat badan, dan *pulse oximetry* untuk menghitung HRR. Analisis data dilakukan menggunakan uji Pearson dan Rank Spearman. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar responden memiliki asupan karbohidrat dengan kategori kurang (97,5%), kadar glukosa darah normal (90,2%), dan status gizi normal (85,4%). Hasil analisis uji korelasi menunjukkan tidak terdapat hubungan antara asupan karbohidrat ($p=0,481$), glukosa darah ($p=0,725$), dan status gizi ($p=0,701$) dengan HRR. Kesimpulan hasil penelitian ini yaitu tidak terdapat hubungan antara asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi dengan HRR pada atlet sepak bola remaja.

Kata kunci: asupan karbohidrat, *heart rate recovery*, kadar glukosa darah, status gizi

ABSTRACT

Heart rate recovery (HRR) is an indicator to assess an athlete's physical fitness. Carbohydrate intake is a source to provide adequate blood glucose and glycogen. Good athlete nutritional status can also support athlete fitness. This study aims to determine the relationship between carbohydrate intake, blood glucose levels, and nutritional status on HRR. This research is a cross-sectional study with a total sample of 41 respondents taken using a total sampling technique. The research instruments used were food recall 2 x 24 hours to determine carbohydrate intake, GCU Easy Touch to measure blood glucose levels, microtoise to measure height, digital scales to weigh body weight, and pulse oximetry to calculate HRR. Data analysis used the Pearson test and Rank Spearman. The results showed that the majority of respondents had a low carbohydrate intake (97.5%), normal blood glucose levels (90.2%), and normal nutritional status (85.4%). The results of the correlation test analysis showed that carbohydrate intake ($p=0.481$), blood glucose ($p=0.725$), and nutritional status ($p=0.701$) did not have correlations to HRR. The conclusion of this research is that there are no relationship between carbohydrate intake, blood glucose levels and nutritional status with HRR in adolescent soccer athletes.

Keywords: carbohydrate intake, heart rate recovery, blood glucose level, nutritional status

PENDAHULUAN

Atlet dalam kategori usia remaja merupakan masa usia yang penting dan efektif untuk mengikuti jenjang pembinaan olahraga. Masa pembinaan atlet remaja penting untuk setiap atlet mendapatkan manfaat dari melakukan latihan baik latihan kekuatan, kelincahan, kecepatan, maupun daya tahan yang nantinya dapat menunjang performa atlet saat bertanding sehingga dapat meraih prestasi yang terbaik (Zahra & Muhlisin, 2020). Kondisi kebugaran jasmani untuk seorang atlet dapat dinilai melalui indikator berupa *Heart Rate Recovery* (HRR) atau denyut jantung pemulihan. HRR adalah penurunan denyut jantung pada menit pertama setelah seseorang melakukan aktivitas fisik atau latihan fisik (Rosso et al., 2016). Pentingnya mengetahui profil HRR seorang atlet telah menjadi salah satu fokus penelitian para ahli ilmu keolahragaan di dunia, akan tetapi penelitian untuk mengetahui profil HRR pada atlet remaja setelah latihan maksimal masih belum banyak dilakukan (Wirawan, 2020).

Latihan intensitas submaksimal pada atlet sepak bola akan memberikan perubahan pada sistem kardiovaskuler dan menyebabkan adanya penurunan penggunaan glikogen otot sebagai sumber energi (Lesmana & Broto, 2018). Zat gizi yang menjadi sumber energi utama yang diperlukan oleh seorang atlet adalah karbohidrat (Burke et al., 2011). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa konsumsi karbohidrat setelah aktivitas fisik yang intens dan dalam kurun waktu yang lama dapat mempengaruhi masa pemulihan secara positif, namun belum terdapat penelitian yang menyatakan bahwa asupan karbohidrat sebelum aktivitas fisik dapat mempengaruhi sistem saraf otonom sebagai indikator status *recovery* (Aras et al., 2017; Siu et al., 2004).

Karbohidrat di dalam tubuh dimetabolisme menjadi simpanan energi yang berupa glukosa darah, glikogen otot, dan glikogen hati (Fink & Mikesky, 2015). Pengisian simpanan glikogen di dalam tubuh atlet melalui glukosa sangat penting untuk pemulihan atau *recovery* pasca latihan (Rahadiani, 2018). Saat ini masih sangat jarang seorang pelatih atlet mengetahui, memperhatikan, dan memperhitungkan kadar glukosa darah atlet sebagai persiapan untuk melakukan latihan ataupun pertandingan. Kadar glukosa darah yang tidak memadai saat latihan atau saat pertandingan diketahui dapat menyebabkan atlet tidak dapat mengeluarkan performanya yang maksimal (Lesmana & Broto, 2018).

Status gizi merupakan salah satu prediktor signifikan untuk HRR 1 menit. HRR merupakan indikator performa fisik yang merupakan hasil dari latihan dan kegiatan olahraga yang teratur, HRR yang kurang baik menandakan bahwa kurangnya aktifitas dan latihan fisik terutama pada aspek ketahanan seseorang yang kurang juga (Chiu et al., 2024). Remaja dengan status gizi yang lebih tinggi, terutama dalam kategori *overweight*, memiliki ketahanan olahraga yang lebih rendah, sehingga memiliki nilai HRR 1 menit yang lebih lambat (Singh et al., 2000). Tingginya nilai status gizi berkaitan dengan adanya gangguan pada HRR setelah latihan fisik. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat disfungsi dari nervus vagus pada seseorang dengan status gizi berat badan lebih (Lins et al., 2015).

Sekolah Sepak Bola (SSB) Indonesia Muda Purwokerto menjadi salah satu sekolah sepak bola di Purwokerto yang melatih calon atlet dan atlet sepak bola dimulai dari usia 6 hingga 17 tahun. Alasan peneliti memilih atlet sepak bola di SSB Indonesia Muda Purwokerto sebagai subjek penelitian yaitu karena banyak prestasi yang telah diraih oleh para atletnya, seperti juara 1 kategori usia 13 tahun pada ajang Sumbang *Cup*, juara 3 kategori usia 14 tahun pada ajang Patikraja *Cup*, dan juara 1 kategori usia 14 tahun pada ajang Majenang *Cup*. Berdasarkan informasi yang didapat, di SSB Indonesia Muda Purwokerto juga belum pernah dilakukan penelitian mengenai HRR kepada para atlet. Selain itu, studi terdahulu mengenai hubungan antara karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi dengan HRR juga belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis hubungan antara asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi terhadap HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *cross sectional*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli 2023 di Sekolah Sepak Bola Indonesia Muda Purwokerto yang berlokasi di Lapangan Mako Brimob, Watumas, Purwanegara, Kecamatan Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas. Populasi dalam penelitian ini merupakan seluruh atlet remaja yang berusia 12 – 15 tahun di Sekolah Sepak Bola Indonesia Muda Purwokerto. Terdapat 41 atlet yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu berjenis kelamin laki-laki, berusia 12 – 15 tahun, dapat berkomunikasi dengan baik, tidak sedang dalam waktu *conditioning* (pengkondisian kebugaran dan kinerja fisik atlet yang menggunakan tata latihan untuk meningkatkan performa atlet), serta bersedia mengikuti penelitian melalui persetujuan *informed consent* dan *informed assent*. Kriteria eksklusi pada penelitian ini ialah atlet yang sedang mengalami cedera dan mengundurkan diri atau tidak mengikuti penelitian hingga akhir.

Variabel penelitian ini terdiri dari asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, status gizi, dan HRR. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data secara langsung kepada responden. Pengambilan data variabel asupan karbohidrat dilakukan melalui wawancara asupan makan dengan metode *food recall 2 x 24 jam*, data untuk variabel glukosa darah diambil melalui pemeriksaan kadar glukosa darah menggunakan *GCU Easy Touch*, data untuk variabel status gizi diambil dengan melakukan pengukuran tinggi badan menggunakan *microtoise* dan penimbangan berat badan menggunakan timbangan berat badan digital, serta data untuk variabel HRR diambil dengan sampel melakukan *multistage fitness test* terlebih dahulu kemudian dilanjutkan perhitungan nilai HRR yang diukur melalui *pulse oximetry*. *Multistage fitness test* adalah tes yang digunakan untuk mengukur daya tahan aerobik dan tingkat kebugaran jasmani seseorang. Tes ini dipandu oleh pelatih atau *coach*. Tes ini dilakukan dengan cara responden berlari bolak-balik sepanjang lintasan yang telah diukur sebelumnya sesuai dengan bunyi *bleep*.

Pengolahan data menggunakan *software* SPSS for windows 26 version. Analisis data yang digunakan ialah analisis univariat dan analisis bivariat melalui uji korelasi *Pearson* dan *Rank Spearman* ($p < 0,05$). Uji korelasi *Pearson* digunakan untuk data yang terdistribusi normal, sedangkan uji korelasi *Rank Spearman* digunakan untuk data yang tidak terdistribusi normal. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik penelitian dari KEPK FIKes UNSOED dengan nomor surat 1146/EC/KEPK/VI/2023.

HASIL

Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil penelitian, responden penelitian yang berusia 13 tahun merupakan kelompok usia paling banyak (41,5%), sedangkan kelompok usia responden yang paling sedikit ialah kelompok usia 15 tahun (9,7%). Selain itu, jumlah responden paling banyak memiliki lama latihan dalam waktu 2 – 4 tahun (56,1%), sedangkan untuk jumlah responden paling sedikit memiliki lama latihan dalam waktu >4 tahun (17,1%). Selain itu, tabel 1 juga dapat memberikan gambaran bahwa sebagian besar responden dari masing-masing usia memiliki HRR normal. Pada karakteristik lama latihan, terdapat 17,1% responden dengan lama latihan <2 tahun memiliki HRR yang kurang. Responden yang lama latihannya >2 tahun memiliki nilai HRR yang normal. Hasil-hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik responden berdasarkan *heart rate recovery*.

Karakteristik	<i>Heart Rate Recovery</i>				n	%
	Kurang		Normal			
	n	%	n	%		
Usia						
12 tahun	2	4,9	5	12,2	7	17,1
13 tahun	5	12,2	12	29,3	17	41,5
14 tahun	2	4,9	11	26,8	13	31,7
15 tahun	0	0	4	9,7	4	9,7
Lama latihan						
<2 tahun	7	17,1	4	9,7	11	26,8
2 – 4 tahun	1	2,4	22	53,7	23	56,1
>4 tahun	1	2,4	6	14,7	7	17,1

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa dari 41 responden penelitian memiliki rata-rata asupan karbohidrat sebesar 219,77 gram. Nilai minimal dari asupan karbohidrat yaitu 87,50 gram dan nilai maksimal asupan karbohidrat yaitu 429,05 gram. Kadar glukosa darah dari 41 responden memiliki nilai median 108 mg/dL. Nilai minimal kadar glukosa darah responden yaitu 60 mg/dL dan nilai maksimal kadar glukosa darah responden yaitu 130 mg/dL. Nilai rata-rata *z-score* untuk status gizi dengan kategori IMT/U dari 41 responden yaitu -0,099 SD, dengan nilai minimal *z-score* yaitu -1,68 SD dan nilai maksimal *z-score* yaitu 1,98 SD. Selain itu 41 responden memiliki nilai rata-rata HRR sebesar 22,51 bpm, nilai minimal HRR yaitu 15 bpm, dan nilai maksimal HRR yaitu 35 bpm.

Tabel 2. Deskripsi asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, status gizi, dan *heart rate recovery*.

Variabel	Min	Max	Median	Mean ± SD
Asupan karbohidrat (gram/hari)				219,77 ± 65.85
Kadar glukosa darah (mg/dL)	60	130	108	
Z-score IMT/U (SD)				-0,99 ± 0.95
<i>Heart rate recovery</i> (bpm)				22,51 ± 4.879

Berdasarkan hasil uji normalitas data yang disajikan pada tabel 3, diketahui bahwa data asupan karbohidrat, status gizi, dan HRR adalah data yang terdistribusi normal, sedangkan untuk data kadar glukosa darah merupakan data yang tidak terdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil uji normalitas data.

Variabel	Sig.	Interpretasi
Asupan karbohidrat	0,255	Terdistribusi normal
Kadar glukosa darah	0,002	Tidak terdistribusi normal
Status gizi	0,456	Terdistribusi normal
<i>Heart rate recovery</i>	0,065	Terdistribusi normal

Berdasarkan hasil yang dijabarkan pada tabel 4, diketahui bahwa sebagian besar responden memiliki asupan karbohidrat yang kurang (97,6%) dari kebutuhan per harinya. Namun menurut distribusi asupan karbohidrat berdasarkan HRR terdapat 75,6% responden dengan asupan karbohidrat kurang tetapi memiliki HRR yang normal. Sebagian besar responden memiliki kadar glukosa darah yang normal (90,2%). Menurut distribusi kadar glukosa darah berdasarkan HRR, sebagian besar terdapat 68,3% responden memiliki kadar glukosa darah normal dan HRR normal. Mayoritas responden memiliki status gizi normal (85,4%). Distribusi status gizi berdasarkan HRR menunjukkan sebagian besar responden memiliki status gizi dan HRR yang normal (68,3%).

Tabel 4. Distribusi asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi berdasarkan *heart rate recovery*.

Variabel	<i>Heart Rate Recovery</i>				n	%
	Kurang		Normal			
	n	%	n	%		
Asupan karbohidrat (gram)						
Kurang (<65%)	9	22,5	31	75,6	40	97,6
Normal (≥65%)	0	0	1	2,4	1	2,4
Kadar glukosa darah (mg/dL)						
Hipoglikemi (<70 mg/dL)	0	0	4	9,8	4	9,8
Normal (≥70 mg/dL)	9	21,9	28	68,3	37	90,2
Status gizi (SD) menurut z-score IMT/U						
Gizi lebih (>+1 SD)	2	4,8	4	9,8	6	14,6
Gizi normal (-2 SD sampai dengan +1 SD)	7	17,1	28	68,3	35	85,4

Hubungan Asupan Karbohidrat dengan *Heart Rate Recovery*

Berdasarkan tabel 5, uji korelasi *Pearson* antara asupan karbohidrat dengan HRR menunjukkan hasil dengan nilai p 0,481 > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Hal tersebut berarti tidak ada

hubungan antara asupan karbohidrat dengan HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto.

Tabel 5. Hubungan asupan karbohidrat dengan *heart rate recovery*.

Variabel	Mean ± SD	<i>p</i>
Asupan karbohidrat (gram)	219,77 ± 65,85	0,481

Hubungan Kadar Glukosa Darah dengan *Heart Rate Recovery*

Berdasarkan tabel 6, uji korelasi yang menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* antara kadar glukosa darah dengan HRR menunjukkan hasil dengan nilai p 0,725 > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Hal tersebut berarti tidak ada hubungan antara kadar glukosa darah dengan HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto.

Tabel 6. Hubungan kadar glukosa darah dengan *heart rate recovery*

Variabel	Median	Min	Max	<i>p</i>
Kadar glukosa darah (mg/dL)	60	130	108	0,725

Hubungan Status Gizi dengan *Heart Rate Recovery*

Berdasarkan tabel 7, uji korelasi yang menggunakan uji korelasi *Pearson* antara status gizi dengan HRR menunjukkan hasil dengan nilai p 0,701 > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Hal tersebut berarti tidak ada hubungan antara status gizi (IMT/U) dengan HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto.

Tabel 7. Hubungan status gizi dengan *heart rate recovery*

Variabel	Mean ± SD	<i>p</i>
Status gizi (SD) menurut <i>Z-Score</i> IMT/U	-0,099 ± 0,95	0,701

PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Responden penelitian ini merupakan atlet sepak bola remaja di Sekolah Sepak Bola Indonesia Muda Purwokerto. Karakteristik dari responden pada penelitian ini yaitu usia dan lama latihan. Sebagian besar responden (41,5%) berusia 13 tahun. Seluruh responden penelitian ini termasuk dalam kategori atlet remaja yang berusia 12 – 15 tahun. Sesuai dengan pernyataan Desbrow et al. (2014), atlet remaja aktif merupakan remaja yang berusia 12 – 18 tahun, yang menerapkan keterampilan dasar olahraga tertentu dan memiliki komitmen terhadap pelatihan, pengembangan keterampilan, dan/atau keterlibatan dalam berkompetisi. Berdasarkan data lama latihan, menurut data sekunder didapatkan bahwa paling banyak responden sudah mengikuti program latihan di SSB Indonesia Muda Purwokerto selama 2 – 4 tahun. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan di Sekolah Sepak Bola Bina Nusantara, responden dalam penelitian tersebut telah mengikuti program latihan selama minimal satu tahun (Fauzi, 2013).

Asupan karbohidrat penting dikonsumsi untuk atlet. Energi atlet untuk melakukan latihan dan aktivitas sehari-hari sebagian besar diperoleh dari asupan karbohidrat (Pertiwi & Murbawani, 2012). Namun data *food recall* 2 x 24 jam menunjukkan bahwa sebagian besar atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto yang menjadi responden dalam penelitian ini memiliki asupan karbohidrat dalam kategori kurang dari kebutuhan karbohidrat per harinya untuk masing-masing responden. Macam-macam bahan makanan sumber karbohidrat yang dikonsumsi oleh responden ialah beras, roti, mi, singkong, jagung, gula, dan kentang. Asupan karbohidrat yang cukup bermanfaat untuk menjaga ketersediaan cadangan energi berupa glukosa dan glikogen yang kebutuhannya meningkat saat latihan (Thomas et al., 2016). Penelitian oleh Alfitasari et al. (2019) juga menunjukkan bahwa 92% atlet SSB di Kota Semarang memiliki asupan karbohidrat yang kurang dari kebutuhan. Asupan karbohidrat yang kurang dinilai dapat menurunkan performa atlet saat latihan maupun bertanding (Pertiwi & Murbawani, 2012).

Glukosa adalah salah satu sumber energi utama untuk kontraksi otot selama latihan, sedangkan glikogen merupakan bentuk simpanan glukosa dalam organ tubuh (Baranauskas et al., 2015; Peinado et al., 2013). Pada penelitian ini mendapatkan sebagian besar responden memiliki kadar glukosa darah normal. Namun menurut data penelitian masih terdapat beberapa responden yang memiliki kadar glukosa darah dalam kategori hipoglikemia. Ketersediaan glukosa darah selama latihan adalah faktor yang dapat mempengaruhi performa atlet. Apabila kadar glukosa darah atlet rendah, fungsi sel otak akan terganggu karena sel saraf tidak memiliki simpanan karbohidrat yang dampaknya pada penurunan performa atlet (Ali et al., 2007; Fink & Mikesky, 2015; Williams et al., 2017).

Status gizi yang baik dapat menunjang performa dan kebugaran jasmani atlet. Data penelitian ini menunjukkan sebagian besar responden memiliki status gizi normal. Namun masih terdapat beberapa responden yang memiliki status gizi lebih. Seorang atlet harus memiliki status gizi yang baik karena status gizi baik dapat menunjang performa dan kebugaran jasmani yang prima. Status gizi dan kebugaran jasmani yang baik menjadikan atlet dapat melakukan gerakan-gerakan dengan sempurna sehingga dapat dengan mudah menguasai keterampilan yang dibutuhkan. Status gizi lebih maupun kurang dapat menurunkan kebugaran jasmani dan performa atlet sehingga dapat menurunkan prestasinya. Oleh sebab itu, atlet harus selalu menjaga status gizinya melalui keseimbangan asupan makan dan aktivitasnya (Gropper & Smith, 2013).

Hubungan Asupan Karbohidrat dengan *Heart Rate Recovery*

Berdasarkan uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan ($p = 0,481$) antara asupan karbohidrat dengan *heart rate recovery* pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena sebagian besar responden (97,6%) memiliki asupan karbohidrat dalam jumlah yang kurang dibandingkan dengan kebutuhan per harinya. Asupan

karbohidrat pada atlet yang kurang dari kebutuhan, dapat mengakibatkan penggunaan energi yang sangat cepat yang diperoleh dari glikogen hati dan otot, sehingga performa atlet dalam latihan yang intensitas tinggi dan durasi yang lama akan berkurang. Atlet diketahui memiliki metabolisme tubuh yang berbeda dengan individu non atlet. Atlet diketahui memiliki efisiensi yang tinggi dalam penggunaan glukosa sebagai energi dibandingkan dengan individu non atlet (Mul et al., 2016). Hasil dari penelitian ini selaras dengan hasil penelitian Yunitasari et al. (2019) yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan denyut nadi pemulihan.

Kurangnya asupan karbohidrat dari sebagian besar responden dalam penelitian ini menyebabkan asupan karbohidrat tidak dapat memberikan gambaran mengenai hubungannya dengan HRR. Akan tetapi, berdasarkan data pada tabel 3 terdapat 22,5% responden yang asupan karbohidratnya dalam kategori kurang memiliki HRR yang kurang. Banyak survei diet terbaru yang dilakukan kepada para atlet, menyatakan bahwa asupan karbohidrat para atlet jauh lebih rendah dari rekomendasi asupan (Williams et al., 2017). Berdasarkan data hasil *food recall* 2 x 24 jam pada penelitian ini sebagian besar responden dengan nilai HRR kurang tidak memiliki asupan makanan dengan bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat sederhana sebelum melakukan latihan. Akan tetapi, sebagian besar responden dengan nilai HRR normal, memiliki asupan makanan dengan bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat sederhana sebelum melakukan latihan. Contoh makanan yang dikonsumsi oleh responden yang mengandung karbohidrat sederhana, yaitu susu, gula pasir, gula merah, sirup, coklat, dan selai. Makanan yang memiliki banyak karbohidrat sederhana diduga lebih cepat meningkatkan kadar glukosa darah daripada karbohidrat kompleks yang pada umumnya cenderung tinggi serat (Ross et al., 2012).

Data pada penelitian ini juga memberikan gambaran bahwa terdapat 75,6% responden dengan asupan karbohidrat kurang dari kebutuhan namun memiliki nilai HRR yang normal. Hal ini dapat terjadi karena tubuh remaja yang masih normal dan melakukan aktivitas olahraga rutin dinilai masih memiliki kemampuan yang baik sehingga mampu untuk menyeimbangkan proses metabolisme di dalam tubuh (Mutmainnah et al., 2022). Selain itu, frekuensi latihan seorang atlet juga akan mempengaruhi kemampuan tubuhnya untuk melakukan latihan fisiknya sehingga memiliki ketahanan kardiorespirasi atau HRR yang baik (Palar et al., 2015). Atlet yang memiliki kemampuan jantung dan fisik yang baik melakukan latihan dengan frekuensi yang sering, yaitu 3 – 5 kali dalam seminggu (Panggraita et al., 2020). Setiap latihan yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan kemampuan fisik dan jantung sehingga menghasilkan perkembangan seiring dengan waktu (Woo et al., 2006). Maka dari itu, atlet yang memiliki program latihan yang sama namun frekuensi latihan berbeda akan memberikan hasil yang berbeda. Atlet dengan frekuensi latihan yang sering akan menghasilkan perkembangan yang lebih cepat daripada atlet dengan frekuensi latihan yang lebih jarang (Lubis, 2018).

Hubungan Kadar Glukosa Darah dengan *Heart Rate Recovery*

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan ($p = 0,725$) antara kadar glukosa darah dengan HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto. Hasil tersebut dimungkinkan terjadi karena terdapat data pengukuran kadar glukosa darah dalam penelitian ini yang menunjukkan terdapat 21,9% responden memiliki kadar glukosa darah dengan kategori normal tetapi nilai HRR kurang, namun sebanyak 68,3% responden memiliki kadar glukosa darah normal tetapi nilai HRR normal. Hasil dari penelitian ini selaras dengan penelitian oleh Yu et al. (2020), yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara glukosa darah dengan HRR 1 menit. Hasil ini disebabkan oleh faktor yang mempengaruhi HRR tidak independen pada kadar glukosa darah saja, tetapi juga metabolisme yang terjadi dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi metabolisme tersebut seperti hormon insulin (Yu et al., 2020).

Kadar glukosa darah diketahui dapat dipengaruhi oleh dua hormon, yaitu insulin dan glukagon. Hormon insulin diperlukan untuk menyeimbangkan permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel. Hormon insulin cepat dalam menurunkan kadar glukosa darah dengan cara melakukan pemindahan glukosa ke dalam jaringan adiposa dan otot melalui pengangkut glukosa dari bagian dalam sel ke membran plasma. Glukagon melakukan stimulasi dengan glikogenolisis, yaitu mengubah glikogen menjadi glukosa di dalam hati (Kee, 2013). Glukagon dihasilkan oleh pankreas sebagai respon terhadap keadaan hipoglikemi pada glukosa darah (Rodwell et al., 2017). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa disfungsi sistem saraf otonom (nilai HRR lemah) memiliki hubungan yang kuat dengan kadar insulin dan juga terdapat hubungan yang signifikan dengan glukosa darah (Emdin et al., 2001). Reaktivasi saraf parasimpatis merupakan penentu utama penurunan denyut jantung pada 30 detik pertama pemulihan (Carnethon et al., 2003). Selain itu, glukagon juga diduga menjadi stimulan jantung yang dapat meningkatkan denyut jantung (Cascales, 2018).

Data penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat 9,8% responden memiliki kadar glukosa darah dengan kategori hipoglikemi tetapi mempunyai nilai HRR yang normal. Hal ini dimungkinkan dapat terjadi karena atlet remaja masih memiliki kontrol sistem kardiovaskular yang baik. Apabila tubuh yang sudah terbiasa melakukan olahraga dengan intensitas yang tinggi, maka denyut jantungnya akan tinggi sehingga saat berhenti latihan penurunan denyut jantungnya akan lebih besar (Seiler et al., 2007). Intensitas, mode, dan durasi latihan diduga dapat mempengaruhi tingkat HRR (Lamberts et al., 2009). Atlet yang melakukan olahraga atau latihan aerobik secara rutin dan jangka panjang minimal 3 – 5 kali per minggu selama minimal 45 menit, menyebabkan adanya respon adaptasi pada tubuhnya. Jantung akan mengalami penebalan dinding dan jumlah tampungan pada ventrikel serta kemampuan kontraksi otot jantung akan menjadi lebih baik. Hal tersebut dapat meningkatkan jumlah darah yang dipompa oleh jantung pada setiap kali jantung berkontraksi, dan menurunkan laju jantung saat istirahat karena

target kebutuhan darah yang dipompa ke seluruh tubuh akan tetap terpenuhi (Moreira et al., 2020; Munch et al., 2014).

Hubungan Status Gizi dengan *Heart Rate Recovery*

Hasil uji korelasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan ($p = 0,701$) antara status gizi dengan HRR pada atlet sepak bola remaja di SSB Indonesia Muda Purwokerto. Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian Hanifah et al. (2013), yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara status gizi (IMT/U dengan *z-score*) dengan HRR. Status gizi yang baik sangat dibutuhkan semua orang, termasuk atlet untuk mempertahankan kebugaran jasmani, membantu pertumbuhan bagi anak dan remaja, serta menunjang performa dan prestasi seorang atlet (Irianto, 2017). Beberapa penelitian yang dilakukan dengan subjek atlet sepak bola, menunjukkan bahwa atlet yang memiliki status gizi yang optimal memiliki derajat kebugaran jasmani yang lebih baik (Ramadhani & Murbawani, 2012). Studi lain yang dilakukan pada remaja sehat dan orang dewasa usia 12 – 49 tahun (Kuo & Gore, 2015) menunjukkan bahwa responden dengan HRR lebih lambat memiliki IMT lebih tinggi. Responden yang memiliki status gizi lebih, diketahui disebabkan karena memiliki berat badan yang berlebih. Kenaikan atau kelebihan berat badan seseorang diketahui dapat mempengaruhi sistem saraf otonom, yaitu dapat meningkatkan hiperaktivitas sistem saraf simpatis dan menurunkan aktivasi sistem parasimpatis. Hal tersebut dikarenakan hormon yang dikeluarkan oleh lemak viseral yang berdampak pada sistem saraf simpatis menjadi lebih reaktif (Risidiana et al., 2022).

Hasil yang tidak signifikan antara status gizi dengan HRR juga dimungkinkan karena terdapat faktor lain yang juga dapat mempengaruhi HRR, yaitu komposisi tubuh atlet yang secara umum memiliki komposisi tubuh yang sehat karena mendapat pelatihan. Tubuh seseorang yang sudah terlatih secara aerobik biasanya menunjukkan nilai komposisi tubuhnya lebih sehat apabila dibandingkan dengan individu yang tidak banyak bergerak. Adanya latihan yang dapat meningkatkan komposisi tubuh dapat meningkatkan nilai HRR dan kebugaran fisiknya (Esco et al., 2011). Hal lain yang mungkin mempengaruhi hasil analisis penelitian ini adalah dimungkinkan karena usia responden dalam penelitian ini tergolong usia muda yang memiliki nilai HRR yang lebih baik daripada kelompok usia tua. Semakin tinggi usia, maka HRR akan semakin menurun. Pada penelitian ini dilakukan pada usia remaja, dimana kelompok usia ini masih memiliki tubuh yang sehat, sehingga mengurangi kemungkinan kinerja yang buruk pada denyut jantung pemulihannya (Baraldi et al., 1991).

KESIMPULAN

Tidak terdapat hubungan antara asupan karbohidrat, kadar glukosa darah, dan status gizi terhadap *heart rate recovery*. Asupan karbohidrat responden sebagian besar masih kurang dari kebutuhan per hari. Diharapkan untuk para atlet sepak bola remaja dapat meningkatkan asupan karbohidrat untuk

mengoptimalkan status gizi dan menjaga kadar glukosa darah agar tetap stabil sehingga dapat memberikan performa yang terbaik saat latihan maupun bertanding.

REFERENSI

1. Alfitasari, A., Dieny, F. F., Ardiaria, M., & Tsani, A. F. A. 2019. Perbedaan asupan energi, makronutrien, status gizi dan VO₂maks antara atlet sepak bola asrama dan non asrama. *Media Gizi Indonesia*. 14(1): 14–26.
2. Ali, A., Williams, C., Nicholas, C. W., & Foskett, A. 2007. The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(11): 1969–1976, <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb3e3>.
3. Aras, D., Karakoc, B., Koz, M., & Bizati, O. 2017. The effects of active recovery and carbohydrate intake on HRV during 48 hours in athletes after a vigorous-intensity physical activity. *Science and Sports*. 32(5): 295–302, <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2017.04.010>.
4. Baraldi, E., Cooper, D. M., Zanconato, S., & Armon, Y. 1991. Heart rate recovery from 1 minute of exercise in children and adults. *Pediatric Research*. 29(6): 575–579.
5. Baranauskas, M., Stukas, R., Tubelis, L., Žagminas, K., Šurkiene, G., Švedas, E., Giedraitis, V., Dorovolskij V., & Abaravičius, J. A. 2015. Nutritional habits among high-performance endurance athletes. *Medicina (Lithuania)*. 51(6): 351–362, <https://doi.org/10.1016/j.medici.2015.11.004>.
6. Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. 2011. Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*. 29 Suppl 1:S17-27, <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
7. Carnethon, M. R., Gidding, S. S., Nehgme, R., Sidney, S., Jacobs, D. R., & Liu, K. 2003. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*. 290(23): 3092–3100.
8. Cascales, J. H. 2018. Does glucagon have a positive inotropic effect in the human heart? *Cardiovascular Diabetology*. 17(148): 1–4, <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0791-z>.
9. Chiu, Y. W., Silva, R. M., Ceylan, H. I., Clemente, F. M., González-Fernández, F. T., & Chen, Y. S. 2024. Relationships among physical fitness, external loads, and heart rate recovery: A study on futsal players during an overseas congested-weeks training camp. *Journal of Human Kinetics*. 92: 73–85, <https://doi.org/10.5114/jhk/176299>.
10. Desbrow, B., McCormack, J., Burke, L.M., Cox, G.R., Fallon, K., Hislop, M., Logan, R., Sawyer, S.M., Shaw, G., Star, A., Vidgen, H. & Leveritt, M. 2014. Sports dietitians australia position statement : Sports nutrition for the adolescent athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 24(5):570–84.
11. Emdin, M., Gastaldelli, A., Muscelli, E., Macerata, A., Natali, A., Camastra, S., & Ferrannini, E. 2001. Hyperinsulinemia and autonomic nervous system dysfunction in obesity: Effects of weight loss. *Circulation*. 103(4): 513–519, <https://doi.org/10.1161/01.CIR.103.4.513>.
12. Esco, M. R., Williford, H. N., & Olson, M. S. 2011. Skinfold thickness is related to cardiovascular autonomic control as assessed by heart rate variability and heart rate recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25(8): 2304–2310, <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f90174>.
13. Fauzi, F. 2013. Tingkat Keterampilan Bermain Sepakbola Siswa SSB Bina Nusantara Kabupaten Klaten. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
14. Fink, H. H., & Mikesky, A. E. 2015. *Practical Applications in Sports Nutrition* (4th ed.). Burlington: Jones & Bartlett Learning, <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2018.05.008>.
15. Gropper, S. S., & Smith, J. L. 2013. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, Sixth Edition. In *Advanced Nutrition in Human*. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.

16. Hanifah, R. A., Mohamed, M. N. A., Jaafar, Z., Mohsein, N. A. S. A., Jalaludin, M. Y., Majid, H. A., Murray, L., Cantwell, M., & Su, T. T. 2013. The correlates of body composition with heart rate recovery after step test: an exploratory study of malaysian adolescents. *PLoS ONE*. 8(12): 1–8, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082893>.
17. Irianto, D.P. 2017. *Pedoman Gizi Lengkap Keluarga & Olahragawan*. Edisi Revisi. Yogyakarta: ANDI.
18. Kee, J.L. 2013. *Pedoman Pemeriksaan Laboratorium & Diagnostik*. Edisi 6. Jakarta: EGC.
19. Kuo, H.-K., & Gore, J. M. 2015. Relation of heart rate recovery after exercise to insulin resistance and chronic inflammation in otherwise healthy adolescents and adults : Results from the national health and nutrition examination survey (NHANES) 1999 – 2004. *Clinical Research in Cardiology*. 104(9): 764–772, <https://doi.org/10.1007/s00392-015-0843-2>.
20. Lamberts, R. P., Swart, J., Noakes, T. D., & Lambert, M. I. 2009. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*. 105(5): 705–713, <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0952-y>.
21. Lesmana, H. S., & Broto, E. P. 2018. Profil glukosa darah sebelum, setelah latihan fisik submaksimal dan setelah fase pemulihan pada mahasiswa FIK UNP. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 8(2): 44–48, <https://doi.org/10.15294/miki.v8i2.12726>.
22. Lins, T. C. B., Valente, L. M., Filho, D. C. S., & Barbosa e Silva, O. 2015. Relation Between heart rate recovery after exercise testing and body mass index. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 34(1): 27–33, <https://doi.org/10.1016/j.repce.2014.07.004>.
23. Lubis, J. 2018. *Pembinaan Kebugaran Jasmani dan Recovery*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
24. Moreira, J. B. N., Wohlwend, M., & Wisløff, U. 2020. Exercise and cardiac health: Physiological and molecular insights. *Nature Metabolism*. 2(9): 829–839, <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0262-1>.
25. Mul, J. D., Stanford, K. I., Hirshman, M. F., & Goodyear, L. J. 2016. Exercise and regulation of carbohydrate metabolism. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 135: 17–37, <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.020.Exercise>.
26. Munch, G. D. W., Svendsen, J. H., Damsgaard, R., Secher, N. H., González-Alonso, J., & Mortensen, S. P. 2014. Maximal heart rate does not limit cardiovascular capacity in healthy humans: insight from right atrial pacing during maximal exercise. *Journal of Physiology*. 592(2): 377–390, <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.262246>.
27. Mutmainnah, Ayulia, S., Angraeni, R., & Mauliah, F. U. 2022. *Metabolisme*. *Jurnal Kesehatan USIMAR*. 1(2):68–76.
28. Palar, C. M., Wongkar, D., & Ticoalu, S. H. R. 2015. Manfaat latihan olahraga aerobik terhadap kebugaran fisik manusia. *Jurnal E-Biomedik (EBm)*. 3(1): 316–321, <https://doi.org/10.35790/ebm.3.1.2015.7127>.
29. Panggraita, G. N., Tresnowati, I., & Putri, M. W. 2020. Profil Tingkat kebugaran jasmani mahasiswa program studi pendidikan jasmani. *Jendela Olahraga*. 5(2): 27–33, <https://doi.org/10.26877/jo.v5i2.5924>.
30. Peinado, A. B., Rojo-Tirado, M. A., & Benito, P. J. 2013. Sugar and physical exercise; The importance of sugar for athletes. *Nutrición Hospitalaria*. 28(Supl.4): 48–56.
31. Pertiwi, A. B., & Murbawani, E. A. 2012. Pengaruh asupan makan (energi, karbohidrat, protein dan lemak) terhadap daya tahan jantung paru (VO₂maks) atlet sepak bola. *Journal of Nutrition College*. 1(1): 199–208.
32. Rahadiani, D. 2018. Peranan karbohidrat dan protein pada fase pemulihan pasca-latihan. *Jurnal Kedokteran*. 4(1): 643–656.
33. Ramadhani, R. G., & Murbawani, E. A. 2012. Pengaruh pemberian energi, karbohidrat, protein, lemak terhadap status gizi dan keterampilan atlet sepak bola. *Journal of Nutrition College*. 1(1):

- 292–302.
34. Risdiana, N., Purniati, A., & Puspita, D. 2022. The status of body mass index on heart rate recovery in young adults : literature review. *Journal of Health Technology Assessment in Midwifery*. 5(1): 1–7.
 35. Rodwell, V.W., Bender, D.A., Botham, K.M., Kennelly, P.J., Weil, P.A. 2017. *Biokimia Harper*. 30th edition. Jakarta: EGC.
 36. Ross, A. C., Caballero, B. H., Cousins, R. J., Trucker, K. L., & Ziegler, T. R. 2012. *Modern Nutrition in Health and Disease (Eleventh)*. Wolters Kluwer Health Adis (ESP).
 37. Rosso, S. Del, Nakamura, F.Y. & Boullosa, D.A. 2016. Heart rate recovery after aerobic and anaerobic tests: Is there an influence of anaerobic speed reserve?. *Journal of Sports Sciences*. 35(9): 820–827.
 38. Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. 2007. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(8): 1366–1373, <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318060f17d>.
 39. Singh, J. P., Larson, M. G., O'Donnell, C. J., Wilson, P. F., Tsuji, H., Lloyd-Jones, D. M., & Levy, D. 2000. Association of Hyperglycemia with reduced heart rate variability (The framingham heart study). *American Journal of Cardiology*. 86(3): 309–312, [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(00\)00920-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(00)00920-6).
 40. Siu, P. M., Wong, S. H. S., Morris, J. G., Lam, C. W., Chung, P. K., & Chung, S. 2004. Effect of frequency of carbohydrate feedings on recovery and subsequent endurance run. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 36(2): 315–323, <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113475.51491.78>.
 41. Thomas, D. T., Burke, L. M., & Erdman, K. A. 2016. Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 48(3): 543–568, <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>.
 42. Williams, M. H., Rawson, E. S., & Branch, J. D. 2017. *Nutrition for Health, Fitness, & Sport (Eleventh)*. New York: McGraw-Hill Education.
 43. Wirawan, O. 2020. Profile analysis of heart rate recovery after maximum exercise in student athletes in dynamic sports. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*. 17(6): 8662–8669.
 44. Woo, J. S., Derleth, C., Stratton, J. R., & Levy, W. C. 2006. The influence of age, gender, and training on exercise efficiency. *Journal of the American College of Cardiology*. 47(5): 1049–1057, <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.09.066>.
 45. Yu, Y., Hu, L., Xu, Y., Wu, S., Chen, Y., Zou, W., Zhang, M., Wang, Y., & Gu, Y. 2020. Impact of blood glucose control on sympathetic and vagus nerve functional status in patients with type 2 diabetes mellitus. *Acta Diabetologica*. 57(2): 141–150, <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01393-8>.
 46. Yunitasari, A. R., Sinaga, T., & Nurdiani, R. 2019. asupan gizi, aktivitas fisik, pengetahuan gizi, status gizi dan kebugaran jasmani guru olahraga sekolah dasar. *Media Gizi Indonesia*. 14(2): 197–206, <https://doi.org/10.20473/mgi.v14i2.197-206>.
 47. Zahra, S., & Muhlisin, M. 2020. Nutrisi bagi atlet remaja. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*. 5(1): 81–89, <https://doi.org/10.17509/jtikor.v5i1.25097>.