

3. PENGARUH KONSUMSI MINUMAN BERKARBOHIDRAT PADA PERFORMA DAN PEMULIHAN FISIK ATLET SEPAK BOLA

Dalam olahraga sepak bola, seorang atlet membutuhkan energi yang tinggi dalam jumlah bedar, setara dengan kebutuhan seorang pekerja berat. Gerakan-gerakan yang dilakukan dapat berupa lari, menendang, sprint pendek, dan beragam gerakan lainnya. Keterampilan kebugaran tubuh seperti kekuatan dan daya ledak otot, kecepatan, dan kelincahan sangat dibutuhkan atlet sepak bola selama permainan. Kemampuan otot untuk melakukan kontraksi dengan cepat disebut dengan daya ledak otot dan dipengaruhi oleh kekuatan otot. Kekuatan otot diperlukan ketika atlet perlu berlari cepat, menendang bola, atau mencegah terjatuh saat bertabrakan dengan lawan main. Kecepatan berkaitan dengan kebugaran jasmani atlet. Kelincahan merupakan keterampilan atlet untuk bergerak merubah posisi dengan bantuan keseimbangan tubuh. Selama permainan, atlet akan melakukan aktivitas terus menerus dalam waktu yang lama. Dibutuhkan daya tahan jantung dan paru yang menunjukkan kapasitas aktivitas atlet selama permainan tanpa kondisi kelelahan. Pencapaian prestasi yang optimal didapatkan dengan bentuk tubuh yang ideal (BMI yang normal, proporsi massa lemak tubuh tidak lebih dari >18%) sehingga diperlukan program pelatihan yang teratur dan ditunjang dengan pengaturan asupan gizi yang seimbang. Pengaturan gizi seimbang pada atlet mencakup asupan makronutrien seperti karbohidrat, lemak, dan protein, serta mikronutrien seperti vitamin, mineral, dan ditunjang dengan pemenuhan kebutuhan cairan dan serat (Dieny et al., 2019).

Seorang atlet sepak bola secara umum memerlukan energi sebanyak 4.500 kkal atau sebanyak 1,5 kali kebutuhan energi orang dewasa normal. Perhitungan kebutuhan energi seseorang terdiri dari komponen seperti BMR (*Basal Metabolic Rate*), SDA (*Specific Dynamic Action*), aktivitas fisik, dan faktor pertumbuhan. BMR adalah jumlah energi yang dikeluarkan untuk tubuh melakukan aktivitas vital seperti bernafas, detak jantung dan lain-lain. SDA adalah jumlah energi untuk mengolah makanan dalam tubuh seperti proses pencernaan dan penyerapan

zat gizi (Dieny et al., 2019). Atlet sepak bola terlibat dalam berbagai aktivitas permainan seperti berjalan, berlari, mengubah arah, menendang bola, dan lain-lain. Selama permainan akan terdapat pengeluaran energi sekitar 1.300-1.600 kkal, dengan kontribusi karbohidrat (CHO) sebesar 60-70% dari total pasokan energi (Collins et al., 2020).

Karbohidrat adalah sumber energi untuk pemenuhan gizi bagi manusia (Dieny et al., 2019). Bagi atlet, karbohidrat berfungsi sebagai sumber bahan bakar utama untuk melakukan aktivitas yang berat. Karbohidrat dikatabolisme untuk energi atau ATP (Chandel, 2021). Selama permainan, atlet akan diberi minuman yang mengandung karbohidrat. Tujuan pemberian minuman olahraga adalah untuk mencegah kehilangan cairan tubuh, menjaga konsentrasi gula darah dan simpanan glikogen. Pemberian minuman olahraga yang mengandung 6-8% karbohidrat dapat membantu performa atlet lebih baik selama permainan (Heater et al., 2006; Melvin, 2007; Alfiyana & Murbawani, 2012).

Metabolisme karbohidrat (glukosa) terjadi ketika melewati dinding usus dan akan dibawa ke aliran darah menuju organ hati. Glukosa kemudian diubah menjadi glikogen yang ditimbun pada organ hati serta otot dan bersifat sementara. Ketika penyimpanan dalam bentuk glikogen sudah mencapai batas, maka glukosa yang berlebih akan ditimbun dalam jaringan berupa lemak. Apabila tubuh mengalami kekurangan energi, maka glikogen akan digunakan terlebih dahulu dibandingkan simpanan dalam bentuk lemak (Dieny et al., 2019). Pemanfaatan energi dari glukosa selama berolahraga ditentukan oleh intensitas latihan, durasi latihan, dan ketersediaan substrat. Sumber energi utama saat beristirahat dan selama latihan intensitas rendah adalah oksidasi lemak. Oksidasi karbohidrat dan pemanfaatan energi anaerobik terjadi pada intensitas latihan yang lebih tinggi. Hipoksia (rendahnya kadar O_2 dalam jaringan) akan menyebabkan perubahan dalam pemanfaatan substrat sebagai efek dari peningkatan intensitas latihan. Ketersediaan oksigen merupakan faktor penentu penting metabolisme otot selama latihan. Pengambilan glikogen otot meningkat selama latihan dan dapat mencapai

30-50 kali lebih tinggi daripada saat istirahat. Peningkatan pengambilan glikogen otot berhubungan dengan beban kerja dan durasi latihan, dan berhubungan dengan keluaran glikogen dari organ hati. Percobaan pada hewan telah menunjukkan bahwa kontraksi otot dapat menginduksi peningkatan pengambilan glukosa tanpa adanya insulin. Kadar glukosa intraseluler rendah saat istirahat dan dalam kondisi tertentu (seperti latihan intensif dan hipoksia) dapat meningkat hingga nilai maksimum 3-4 mmol/L cairan intraseluler. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengambilan glukosa dalam kondisi tertentu dapat melebihi penggunaan glukosa (Sahiin, 1990).



Tabel 3. Pengaruh Konsumsi Minuman Karbohidrat pada Atlet Sepak bola Indonesia

Sumber, tahun	Subjek Penelitian	Metodologi	Hasil	Kualitas Jurnal
Afriani et al, 2017	14 atlet universitas Laki-laki (\pm 19 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Kelompok kontrol: air putih• Kelompok perlakuan: minuman kombinasi 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C (mengandung \pm5% karbohidrat)• Variabel terikat: mood dan nilai VO_2maks• Alat ukur: kuesioner BRUMS (<i>Brunel Mood Scale</i>) dan YYIR <i>Test Level 2</i>	Potensi intervensi gizi kelompok perlakuan untuk meningkatkan mood positif dengan penurunan <i>mood</i> yaitu <i>confusion</i> ($p < 0,05$) dan korelasi positif dengan peningkatan VO_2 maks	S2
Mahfida et al, 2015	14 atlet universitas Laki-laki (\pm 19 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Kelompok kontrol: air putih• Kelompok perlakuan: minuman kombinasi 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C (mengandung \pm5% karbohidrat)• Variabel terikat: tes hitung jenis leukosit• Alat ukur: -	Penurunan limfosit dan monosit 30 menit setelah latihan terlihat pada kelompok intervensi minuman kombinasi maltodekstrin dan vitamin C	S2
Puspaningtyas et al, 2015	14 atlet universitas Laki-laki (\pm 19 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Kelompok kontrol: air putih• Kelompok perlakuan: minuman kombinasi 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C (mengandung \pm5% karbohidrat)• Variabel terikat: nilai VO_2maks• Alat ukur: YYIR <i>Test Level 2</i>	Nilai VO_2 maks lebih rendah dibanding kelompok <i>plain water</i> ($p = 0,0000$)	S2

Andani & Widyastuti, 2017	21 atlet remaja Laki-laki (15-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: air putih • Kelompok perlakuan: jus jeruk manis (mengandung 54,9 gram karbohidrat per 300 ml) • Variabel terikat: nilai VO₂maks • Alat ukur: tes Balke 	Rata-rata nilai VO ₂ maks lebih tinggi dibanding dengan kelompok yang diberi intervensi air putih	S2
Kusumastuti & Widyastuti, 2016	18 atlet remaja profesional Laki-laki (16-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: air putih • Kelompok perlakuan: jus jeruk manis (mengandung 54,9 gram karbohidrat per 300 ml) • Variabel terikat: nilai indeks AF (<i>Anaerobic Fatigue</i>) • Alat ukur: uji RAST 	Nilai kelelahan anaerobik pada kelompok intervensi jus jeruk manis lebih rendah dibanding dengan kelompok intervensi air putih	S3
Anggraini & Murbawani, 2013	16 atlet remaja profesional Laki-laki (16-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: air putih • Kelompok perlakuan: air madu (mengandung 8% karbohidrat) • Variabel terikat: kadar glukosa darah sebelum dan sesudah latihan • Alat ukur: <i>glucose meter</i> 	Intervensi gizi berupa air madu dapat memperkecil penurunan kadar glukosa darah dibanding air putih	S3

Aristanti & Widyastuti, 2016	18 atlet remaja profesional Laki-laki (16-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: minuman sirup rendah kalori (mengandung 0,5% karbohidrat) • Kelompok perlakuan: jus jambu biji merah (mengandung 7% karbohidrat) • Variabel terikat: kadar glukosa darah sebelum dan sesudah latihan • Alat ukur: - 	Intervensi pemberian jus jambu biji merah dapat memperkecil penurunan kadar glukosa darah dibanding minuman sirup rendah kalori	S3
Nugraha et al, 2016	30 atlet remaja (12-14 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: air putih • Kelompok perlakuan: minuman isotonik (mengandung $\pm 3\%$ karbohidrat) • Variabel terikat: denyut nadi • Alat ukur: - 	Tidak ada peningkatan efektivitas denyut nadi pada kelompok minuman isotonik	S4
Putri et al, 2019	9 atlet universitas (18-25 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok perlakuan: kombinasi jus wortel dan jeruk (mengandung 8% karbohidrat) • Variabel terikat: nilai VO_2 maks • Alat ukur: <i>YYIR Test Level 1</i> 	Intervensi gizi berupa kombinasi jus wortel dan jeruk dapat mempengaruhi peningkatan nilai VO_2 maks ($p=0,003$)	S2

Keterangan:

- : informasi tidak tercantum/terdapat dalam artikel

Pada Tabel 3., diketahui bahwa terdapat 9 penelitian mengenai pengaruh pemberian minuman berkarbohidrat terhadap performa dan pemulihan fisik atlet sepak bola di Indonesia. Hasil penelitian cenderung mengkaji pengaruh intervensi terhadap performa daya tahan. Adapun metode pengukuran yang dilakukan masing-masing penelitian menggunakan kuisisioner BRUMS, *YYIR Test* level 1 dan 2, tes hitung jenis leukosit, *Balke Test*, uji *RAST*, tes kadar glukosa darah, serta denyut nadi. Sebagian besar penelitian tersebut membandingkan antara air putih sebagai kelompok kontrol dan minuman berkarbohidrat sebagai kelompok perlakuan. Minuman karbohidrat yang digunakan dalam penelitian adalah minuman yang mengandung 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C, jus jeruk manis, air madu, jus jambu biji merah, minuman isotonik, dan kombinasi jus wortel dengan jeruk.

Penggunaan nilai VO_2 maks sebagai indikator kebugaran atau performa atlet dijumpai dalam beberapa artikel data yang ada. Nilai VO_2 maks dianggap sebagai prediksi/gambaran ketahanan aerobik, kebugaran, performa olahraga, serta acuan perkembangan dan kemajuan latihan seorang atlet. VO_2 maks adalah volume oksigen maksimal yang dapat digunakan oleh tubuh ketika berolahraga. Metode seperti *balke test* dan *YYIR Test* Level 1 dan 2 digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata VO_2 maks (Andani & Widyastuti, 2017; Putri et al, 2019; Afriani et al, 2017; Puspaningtyas et al, 2015). Pengukuran nilai VO_2 maks biasanya dilakukan sebelum dan sesudah latihan yang bertujuan untuk mengetahui penggunaan oksigen selama latihan. Nilai VO_2 maks yang tinggi menggambarkan efektivitas penggunaan oksigen dalam tubuh (Rachman, 2021). Pengukuran nilai VO_2 maks saja tidak bisa menggambarkan performa atlet dengan baik karena sifat permainan yang berselang-seling. Tes *YYIR* memberikan ukuran perubahan performa yang lebih sensitif dalam olahraga yang bersifat intermiten. Hasil pengukuran performa atlet sepak bola Australia melalui tes *YYIR* level 2 lebih baik 37% daripada pemain cadangan, sementara tidak ada perbedaan dalam VO_2 maks antara kedua pemain (Young et al., 2005).

Penelitian oleh Afriani et al. (2017), menunjukkan bahwa setelah 15 menit mengkonsumsi 300 ml minuman yang mengandung kombinasi 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C, atlet akan mengalami penurunan *mood confusion*. Alat ukur berupa kuesioner BRUMS bertujuan untuk mengetahui perubahan *mood* pada atlet. Kuesioner BRUMS merupakan alat ukur yang sering digunakan untuk mengukur *over-training* yang dapat mengidentifikasi enam *mood* (*tension*, *depression*, *anger*, *vigor*, *fatigue*, dan *confusion*). *Mood* negatif berasosiasi dengan kehilangan cairan tubuh berlebih. Selama pertandingan atau latihan yang berat maka keseimbangan cairan akan mengalami gangguan serta cadangan glikogen akan menurun. *Mood* atau suasana negatif yang berlangsung dan/atau meningkat dalam waktu yang lama berhubungan dengan penurunan konsentrasi gula darah dan/atau menurunkan cadangan glikogen (Afriani et al., 2017). Ketika tubuh mengalami dehidrasi, suhu pada jaringan otot akan meningkat yang dapat menghambat produksi energi/ATP (adenosin trifosfat) (Casa et al., 2000). Dengan pemberian minuman kombinasi tersebut, maltodekstrin dapat memberi efek lebih cepat karena osmolaritas yang lebih rendah sehingga pengosongan lambung terjadi dan maltodekstrin dapat segera terserap yang meningkatkan kadar glikogen pada organ hati maupun otot (Ruffo et al., 2009; Khorshidi-Hosseini & Nakhostin-Roohi, 2013). Daya tahan kardiorespirasi (VO_2 maks) dalam penelitian diukur menggunakan metode *yo-yo intermittent recovery (YYIR) test level 2*. Organ jantung berperan dalam distribusi oksigen menuju otot dan faktor utama pada nilai optimal kapasitas VO_2 maks. Penurunan komponen *confusion* juga memiliki hubungan dengan nilai VO_2 maks (Afriani et al., 2017). Secara teori, semakin rendah *confusion* maka semakin tinggi nilai VO_2 maks. Namun dalam penelitian oleh Puspaningtyas et al. (2015), rata-rata nilai VO_2 maks saat mengkonsumsi minuman kombinasi maltodekstrin dan vitamin C lebih rendah dibandingkan dengan saat atlet mengkonsumsi air putih. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai VO_2 maks adalah latihan sebelum pertandingan, asupan gizi atlet, konsumsi kafein, motivasi atlet, serta kualitas istirahat dari atlet. Penelitian oleh Putri et al. (2019), atlet yang mengkonsumsi kombinasi jus wortel dan jeruk terdapat kenaikan rata-rata nilai VO_2 maks antara sebelum dan sesudah intervensi.

Dalam penelitian, kombinasi jus wortel dan jeruk memiliki kandungan 8% karbohidrat. Karbohidrat dalam wortel berupa serat dan memiliki kandungan gula yang tinggi apabila dibandingkan dengan sayuran yang lainnya. Karbohidrat dalam jeruk dijumpai dalam bentuk fruktosa, sukrosa, dan glukosa, serta memiliki serat. Karbohidrat merupakan bahan yang diperlukan untuk menghasilkan energi/ATP untuk otot berkontraksi selama olahraga. Selain kandungan karbohidrat, terdapat juga zat gizi lain yaitu natrium, vitamin A, vitamin C, dan karoten.

Penelitian yang sama mengenai minuman yang mengandung kombinasi 15% maltodekstrin dan 250 mg vitamin C juga menunjukkan bahwa setelah 30 menit atlet mengonsumsi minuman kombinasi, terdapat peningkatan signifikan pada jumlah neutrofil dan penurunan jumlah limfosit dan monosit (Mahfida et al., 2015). Ketika permainan berlangsung dalam intensitas sedang hingga tinggi, jumlah neutrofil dalam darah akan cenderung meningkat selama tahap pemulihan. Kenaikan neutrofil merupakan respon dari stres oksidasi dan kerusakan sel selama permainan (Ascensão et al., 2008; Koch, 2010). Peningkatan jumlah neutrofil adalah sistem pertahanan utama pada tubuh. Konsumsi minuman yang mengandung karbohidrat akan menambah cadangan gula darah sehingga dapat membantu kompensasi pengeluaran energi dalam jumlah banyak dan menekan pengeluaran hormon stres. Minuman yang mengandung vitamin C memiliki efek antioksidan sehingga dapat menurunkan respon inflamasi tubuh yang ditandai dengan penurunan jumlah limfosit dan monosit (Mahfida et al., 2015).

Kelompok atlet dengan pemberian jeruk manis memiliki rata-rata nilai VO_2 maks yang lebih tinggi (Andani & Widyastuti, 2017) dan nilai indeks *Anaerobic Fatigue* yang lebih rendah (Kusumastuti & Widyastuti, 2016). Buah jeruk dengan kandungan karbohidrat (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) dapat menyediakan energi bagi atlet untuk simpanan glikogen. Daya tahan otot dipengaruhi oleh simpanan glikogen dalam tubuh atlet. Ketika cadangan glikogen habis, terjadi kelelahan otot (*fatigue*). Buah jeruk memiliki indeks glikemik rendah sehingga membantu

menstabilkan tingkat energi selama pertandingan. Kandungan kalium dalam buah jeruk berfungsi mengubah glukosa menjadi glikogen dalam hati untuk energi, menyeimbangkan cairan tubuh, serta bertanggung jawab untuk mekanisme kelelahan otot.

Penelitian oleh Anggraini dan Murbawani (2013), menunjukkan bahwa terjadi penurunan signifikan terhadap kadar gula darah kelompok yang mengonsumsi air putih, sementara atlet yang diberi air madu tidak mengalami penurunan kadar gula darah. Durasi permainan berpengaruh terhadap kadar gula darah. Latihan dengan intensitas ringan (30-50% VO_2 maks) menggunakan energi utama berupa lemak. Sementara latihan dengan intensitas sedang dan/atau tinggi (50-60% VO_2 maks) akan menggunakan energi dari glikogen. Dalam latihan atau permainan yang berat glukosa darah lebih banyak digunakan dan proses glukoneogenesis tidak dapat mengganti glikogen yang cepat hilang. Madu merupakan salah satu sumber karbohidrat yang mengandung fruktosa dan glukosa serta zat gizi lain. Madu berfungsi untuk menyediakan energi. Menurut Aristanti & Widyastuti (2016), atlet yang diberi konsumsi jus jambu biji merah tidak mengalami penurunan kadar gula darah yang signifikan dibandingkan dengan konsumsi air putih. Pemberian minuman dengan kandungan 6-8% karbohidrat selama permainan dapat membantu performa atlet (Russell & Kingsley, 2014). Buah jambu biji merah memiliki kandungan 12,2 gram karbohidrat tiap 100 gram jambu biji. Dalam penelitian digunakan intervensi berupa jus jambu biji merah sebanyak 125 ml yang mengandung 7% karbohidrat. Buah jambu biji merah memiliki indeks glikemik yang rendah yang dapat membantu cadangan energi selama olahraga. Makanan yang memiliki indeks glikemik yang rendah memiliki peran untuk memperlambat penyerapan gula darah dan menekan sekresi insulin sehingga kenaikan gula darah tidak naik secara signifikan (Wong et al., 2008). Konsumsi makanan/minuman yang mengandung karbohidrat dengan indeks glikemik yang rendah merupakan strategi untuk mempertahankan kadar gula darah.

Menurut Nugraha et al. (2016), penelitian mengenai pengaruh intervensi minuman isotonik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan denyut nadi yang signifikan antara kelompok minuman isotonik dan air putih. Minuman isotonik mengandung karbohidrat dan elektrolit seperti kalsium, kalium, natrium, klorida, kalsium, dan magnesium. Minuman isotonik dapat meningkatkan performa atlet dengan waktu konsumsi sebelum atau selama permainan intensitas tinggi dengan durasi 1 jam (Coyle, 2004).



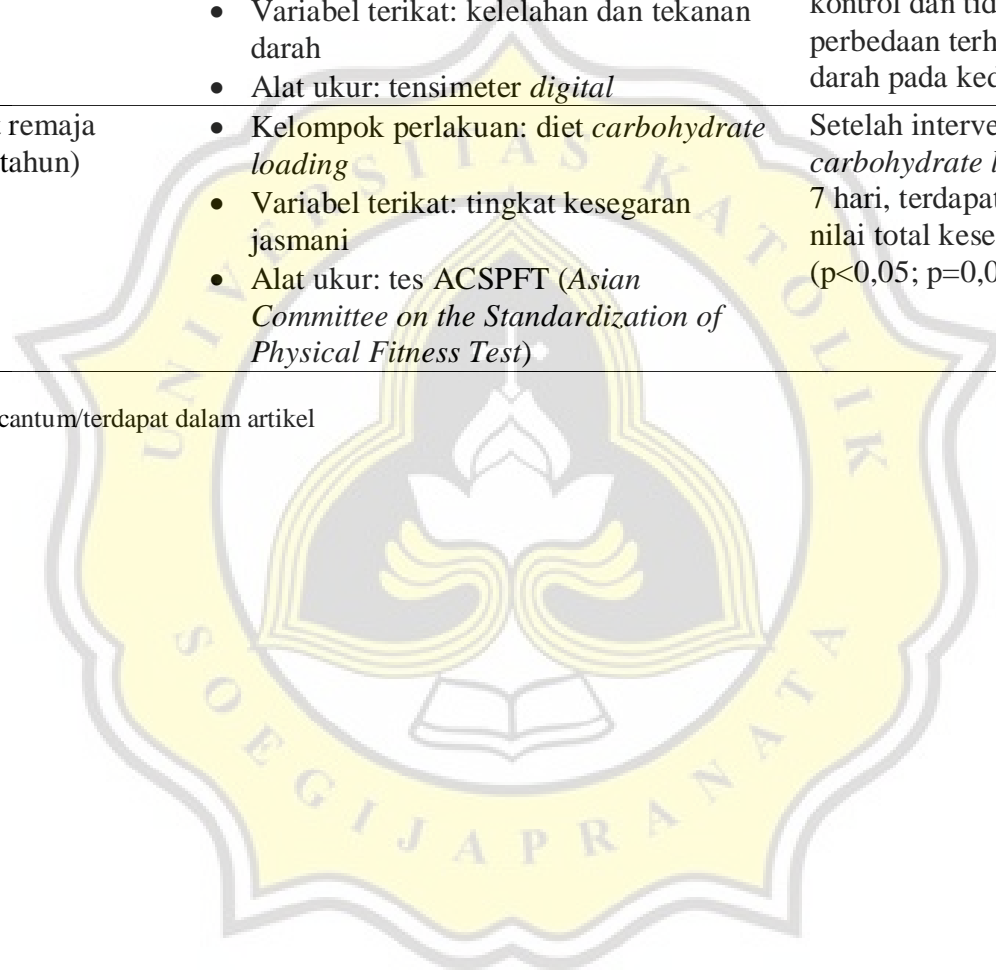
Tabel 4. Pengaruh Konsumsi Makanan Berkarbohidrat pada Atlet Sepak bola Indonesia

Sumber, tahun	Subjek Penelitian	Metodologi	Hasil	Kualitas Jurnal
Lestari et al, 2021	14 atlet sekolah Laki-laki (14-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Kelompok perlakuan: diet indeks glikemik tinggi dan beban glikemik tinggi, diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik tinggi, diet indeks glikemik tinggi dan beban glikemik rendah, diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah• Variabel terikat: kadar glukosa darah• Alat ukur: <i>glucose meter</i>	Tidak ada perbedaan pada keempat kelompok intervensi diet beban glikemik pada kadar glukosa darah	S2
Siwi et al, 2017	21 atlet remaja profesional Laki-laki (14-18 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Kelompok perlakuan: diet indeks glikemik tinggi dan beban glikemik tinggi, diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik tinggi, diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah• Variabel terikat: kadar glukosa darah• Alat ukur: -	Pada kelompok indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah ada peningkatan kadar glukosa darah secara signifikan ($p < 0,05$)	S2
Muthmainnah et al, 2019	30 atlet remaja Laki-laki (13-16 tahun)	<ul style="list-style-type: none">• Variabel terikat: nilai VO_2 maks• Alat ukur: formulir food recall 2 x 24 jam dan <i>YYIR Test Level 1</i>	Terdapat hubungan signifikan antara usia, asupan energi, asupan protein, dan asupan karbohidrat dg VO_2 maks	Tidak terdaftar

Ustafia et al, 2017	14 atlet universitas (15-22 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok kontrol: pisang • Kelompok perlakuan: <i>milkshake</i> pisang • Variabel terikat: kelelahan dan tekanan darah • Alat ukur: tensimeter <i>digital</i> 	Ada penurunan tingkat kelelahan pada kelompok kontrol dan tidak ada perbedaan terhadap tekanan darah pada kedua kelompok	S4
Utoro & Dieny, 2016	23 atlet remaja (14-20 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok perlakuan: diet <i>carbohydrate loading</i> • Variabel terikat: tingkat kesegaran jasmani • Alat ukur: tes ACSPFT (<i>Asian Committee on the Standardization of Physical Fitness Test</i>) 	Setelah intervensi diet <i>carbohydrate loading</i> selama 7 hari, terdapat peningkatan nilai total kesegaran jasmani ($p < 0,05$; $p = 0,005$)	S2

Keterangan:

- : informasi tidak tercantum/terdapat dalam artikel



Pada Tabel 4., diketahui bahwa terdapat 5 penelitian yang mencakup 1 penelitian observasional mengenai pengaruh pemberian makanan berkarbohidrat terhadap performa dan pemulihan fisik atlet sepak bola di Indonesia. Hasil penelitian cenderung mengkaji pengaruh intervensi terhadap performa atlet. Adapun metode pengukuran yang dilakukan masing-masing penelitian menggunakan tes kadar glukosa darah, *food recall* 2 x 24 jam, *YYIR Test Level 1*, tekanan darah, *Harvard step test*, dan Tes ACSPT.

Penelitian oleh Lestari et al. (2021), menunjukkan bahwa beragam variasi intervensi diet beban glikemik tidak memiliki pengaruh terhadap kadar gula darah atlet. Asupan karbohidrat perlu mempertimbangkan waktu konsumsi, jumlah, dan jenis karbohidrat yang tepat untuk mempertahankan kadar gula darah dan menyediakan simpanan glikogen yang berfungsi sebagai substrat ATP (Russell & Kingsley, 2014). Penurunan kadar glukosa darah dapat terjadi selama pertandingan, yang menyebabkan penurunan performa dan meningkatnya kelelahan atlet (Burke et al., 2017). Karbohidrat merupakan sumber energi utama untuk otot dapat berkontraksi. Setelah mengkonsumsi karbohidrat maka tubuh akan memberikan respon glikemik berupa peningkatan kadar gula darah. Indeks glikemik memiliki kontroversi terkait efektivitasnya, sehingga beban glikemik digunakan untuk menggambarkan respon glikemik lebih akurat karena memperhitungkan jenis dan jumlah karbohidrat. Makanan dengan indeks glikemik yang tinggi dalam jumlah konsumsi yang sedikit dikategorikan dalam makanan dengan beban glikemik rendah, dan sebaliknya. Makanan dengan indeks glikemik rendah yang dikonsumsi dalam jumlah banyak akan menghasilkan respon glikemik yang sama dengan konsumsi makanan indeks glikemik tinggi dalam porsi umum (Lazarim et al., 2009). Pengaruh tidak signifikan pada kadar gula darah dari beragam intervensi dapat disebabkan oleh variasi respon glikemik berupa serat pangan. Serat merupakan kelompok karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh enzim dan akan difermentasi pada usus besar oleh bakteri dan menghasilkan asam lemak rantai pendek. Asam lemak dapat terserap ke dalam aliran darah dan menghambat proses metabolisme glukosa. Dalam penelitian

sebelumnya oleh Siwi et al. (2017), diketahui bahwa kelompok yang mendapatkan intervensi diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah menghasilkan peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan pada 1 jam dan 2 jam setelah intervensi dibanding dengan variasi diet yang lain. Peningkatan kadar darah pada diet indeks glikemik rendah dan beban glikemik rendah terjadi perlahan dan stabil. Makanan/minuman dengan beban glikemik yang rendah yang dicerna dalam tubuh maka menghasilkan respon insulin yang lebih rendah dibandingkan dengan beban glikemik tinggi. Respon insulin yang cenderung lambat dapat meningkatkan kadar glukosa darah secara signifikan.

Dalam penelitian oleh Muthmainnah et al. (2019), Ustafia et al. (2017), dan Utoro et al. (2016), menggunakan nilai VO_2 maks untuk indikator kebugaran atau performa atlet. VO_2 maks merupakan volume oksigen maksimal yang dapat digunakan oleh tubuh ketika berolahraga. Metode seperti *Harvard step test* dan *YYIR Test Level 1* digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata VO_2 maks. Metode pengukuran nilai VO_2 maks dilakukan sebelum dan sesudah latihan. Tujuan pengukuran sebelum dan sesudah latihan adalah mengetahui penggunaan oksigen selama atlet melakukan latihan. Jika VO_2 maks yang didapatkan atlet bernilai tinggi maka penggunaan oksigen dalam tubuh semakin efektif (Rachman, 2021).

Menurut Muthmainnah et al. (2019), terdapat hubungan antara VO_2 maks dengan asupan energi, asupan protein, serta asupan karbohidrat. Melalui penelitian observasional yang dilakukan, diketahui apabila semakin besar asupan energi maka VO_2 maks meningkat. Atlet memerlukan asupan energi yang lebih banyak dibandingkan orang yang normal, yang diperlukan untuk melakukan pelatihan atau pertandingan. Asupan energi rata-rata yang didapatkan selama penelitian adalah 2210,757 kkal. Asupan energi yang biasanya dikonsumsi oleh atlet pada hari pertandingan berkisar sebanyak 3789 ± 532 kkal/hari, dan ketika hari pelatihan berkisar sebanyak 2956 ± 374 kkal/hari (Anderson et al., 2017). Asupan protein pada atlet umumnya berbeda dibandingkan orang pada umumnya. Aktivitas yang berat selama permainan atau latihan memerlukan protein yang lebih besar untuk

perbaikan otot yang rusak serta membantu proses adaptasi latihan. Asupan karbohidrat memiliki hubungan dengan VO_2 maks, dimana atlet yang dikategorikan kedalam kelompok dengan TKK (tingkat kecukupan karbohidrat) yang tinggi akan memiliki VO_2 maks yang tinggi. Karbohidrat akan di metabolisme dalam tubuh menjadi energi dan menjadi simpanan glikogen dalam hati dan otot. Apabila simpanan glikogen menurun maka daya tahan dan performa atlet juga terdampak.

Penelitian oleh Ustafia et al. (2017) tentang intervensi *milkshake* pisang pada kelelahan dan tekanan darah atlet tidak memberi pengaruh yang signifikan. Dalam penelitian diketahui bahwa VO_2 maks memiliki hubungan positif yang signifikan dengan asupan. Apabila asupan semakin tinggi maka VO_2 maks juga akan semakin tinggi dan kelelahan atlet akan menurun. Pada kelompok yang diberi intervensi berupa buah pisang mengalami penurunan tingkat kelelahan meski tidak signifikan. Pisang adalah buah yang mengandung karbohidrat dan mineral yaitu kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium. Karbohidrat dapat mempertahankan level gula darah. Kandungan lain dalam pisang juga memiliki manfaat seperti membantu peredaran oksigen dalam tubuh yang dijumpai pada zat besi.

Menurut Utoro et al. (2016), setelah diberikan intervensi berupa *carbohydrate loading* maka nilai total kebugaran jasmani mengalami perbaikan yang signifikan, komponen seperti kecepatan dan daya tahan kardioresporasi (VO_2 maks) juga mengalami peningkatan yang signifikan. *Carbohydrate loading* adalah metode untuk meningkatkan simpanan glikogen dengan tujuan menunda kelelahan atlet dan hipoglikemia. Atlet yang memiliki simpanan glikogen dalam jumlah yang sedikit memiliki performa yang kurang baik seperti kemampuan jarak tempuh lebih pendek maupun kemampuan sprint yang lambat dibandingkan atlet dengan simpanan glikogen dalam jumlah yang normal. *Carbohydrate loading* dilakukan dengan menerapkan fase latihan yang berat dan pembatasan asupan karbohidrat pada masa awal. Modifikasi metode *carbohydrate loading* dilakukan untuk

memperkecil peluang efek samping negatif seperti mual, berat badan menurun, pengeluaran cairan tubuh yang berlebih dan lainnya. Perlakuan program dapat meningkatkan kadar glikogen pada otot sebanyak 130-205 mmol/kg BB atlet. Peningkatan asupan karbohidrat dapat meningkatkan waktu tempuh sebesar 26% (Sherman et al., 1993).

