

RESEARCH STUDY

Versi Bahasa

OPEN ACCESS

Pengaruh Konsumsi Susu Coklat terhadap Daya Tahan Kardiorespirasi Atlet Cabang Olahraga Permainan BPPLP Jawa Tengah

Effect of Chocolate Milk Consumption on Cardiorespiratory Endurance of Central Java BPPLP Games Athletes

Vitta Maitri Budhi Jayaputra^{1*}, Natalia Desy Putriningtyas¹¹Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 07-08-2023

Accepted: 26-02-2024

Published online: 07-06-2024

***Koresponden:**

Vitta Maitri Budhi Jayaputra

vittamaitribj@students.unnes.ac.id

DOI:

10.20473/amnt.v8i2.2024.295-304

Tersedia secara online:[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)**Kata Kunci:**

Daya Tahan Kardiorespirasi, Carbohydrate Loading, Susu Coklat

ABSTRAK

Latar Belakang: Cabang olahraga permainan dengan sistem energi aerobik dan anaerobik membutuhkan daya tahan otot dan kardiovaskular, serta asupan makan yang tinggi. *Carbohydrate loading* sebelum latihan dapat memaksimalkan penyimpanan glikogen dan oksidasi karbohidrat, sehingga dapat meningkatkan performa. Susu coklat bubuk sebanyak 45 g mengandung 55 g karbohidrat berkontribusi 6-8% total kebutuhan karbohidrat.

Tujuan: Menganalisis pengaruh konsumsi susu coklat terhadap daya tahan otot dan kapasitas volume oksigen maksimal (VO₂ Maks) atlet cabang olahraga permainan Balai Pemusatan Pendidikan dan Latihan Olahraga Pelajar (BPPLP) Jawa Tengah.

Metode: Penelitian dengan rancangan *pretest posttest control design with same sample* dengan *washout period*. Sampel sebanyak 47 atlet diambil dengan teknik *total sampling* yang seluruhnya dijadikan kelompok kontrol dan perlakuan selama 6 hari sebanyak 200 ml dalam 2 jam sebelum latihan. Pengukuran daya tahan menggunakan *multistage fitness test*. Uji beda pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan *Paired Sampel T-Test*, sementara uji beda kelompok kontrol dan perlakuan menggunakan Mann Whitney.

Hasil: Terdapat pengaruh yang signifikan antara sebelum dan sesudah konsumsi susu coklat terhadap peningkatan daya tahan otot sebesar 2150,64±420,72 menjadi 2314,47±400,14 m dan kapasitas VO₂ Maks sebesar 53,95±5,96 menjadi 56,30±5,62 ml/kg/menit dengan nilai p=0,00. Terdapat perbedaan signifikan antara konsumsi placebo dan susu coklat dalam meningkatkan daya tahan otot sebesar 163,83 m dan kapasitas VO₂ Maks sebesar 2,34 ml/kg/menit dengan nilai p=0,00.

Kesimpulan: *Carbohydrate loading* dengan konsumsi susu coklat sebanyak 45 g dalam 200 ml yang mengandung 55 g karbohidrat sebelum latihan selama 6 hari dapat terhadap berpengaruh dalam meningkatkan daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks atlet cabang olahraga permainan.

PENDAHULUAN

Kondisi fisik dalam dunia olahraga merupakan fondasi dalam pencapaian performa dan prestasi yang optimal¹. Daya tahan (*endurance*), baik daya tahan otot maupun daya tahan kardiovaskular merupakan kondisi fisik sangat dibutuhkan pada cabang olahraga permainan^{2,3}. Sepak bola, sepak takraw, dan bola basket merupakan cabang olahraga permainan dengan intensitas yang berubah-ubah, bentuk pertandingan berselang, pengulangan gerakan eksplosif, dan pola permainan yang sering berganti tempat⁴⁻⁶. Kondisi ini membutuhkan daya tahan otot sebagai kapasitas anaerobik yang merupakan kemampuan otot untuk bekerja secara terus menerus dalam jangka waktu yang

lama dan beban tertentu⁷. Daya tahan otot dapat terjadi dengan menggunakan sistem energi anaerobik.

Sistem energi aerobik mendominasi cabang olahraga permainan akibat durasi pertandingan yang cukup lama. Kondisi ini membutuhkan daya tahan kardiovaskular, yakni kemampuan mengumpulkan oksigen yang akan disalurkan ke otot melalui peredaran darah untuk digunakan dalam metabolisme aerobik sebagai bahan bakar energi⁷. Daya tahan kardiovaskular sebagai kapasitas aerobik diukur dengan kapasitas volume oksigen maksimal (VO₂ Maks). VO₂ Maks adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens hingga kelelahan⁸.

Multistage fitness test atau MFT merupakan salah satu tes untuk mengukur daya tahan dengan berlari dalam jarak 20 m bolak balik⁹. Efisiensi fungsi jantung dan paru-paru, serta ketahanan otot untuk terus berkontraksi yang diharapkan dalam MFT akan menghasilkan total level dan balikan. Hasil total level dan balikan ini akan dikonversi menjadi kapasitas VO₂ Maks sebagai indikator daya tahan kardiovaskular dan total jarak tempuh berlari bolak balik dalam lintasan 20 m merupakan akibat dari ketahanan otot untuk terus berkontraksi yang merupakan indikator daya tahan otot^{1,10}.

Studi pra penelitian dilakukan dengan menganalisis daya tahan atlet cabang olahraga permainan Balai Pemusatan Pendidikan dan Latihan Olahraga Pelajar (BPPLP) Jawa Tengah menggunakan metode MFT. Berdasarkan hasil analisis, rata-rata nilai VO₂ Maks (ml/kg/menit) dan jarak tempuh (m) secara berturut-turut adalah atlet sepak bola 53,7 dan 2290, atlet sepak takraw 50,5 dan 1911, serta atlet bola basket 50,2 dan 1886. Nilai rata-rata dibandingkan dengan standar VO₂ Maks yang ditetapkan oleh pelatih fisik masing-masing cabang olahraga permainan mengindikasikan kategori baik untuk atlet sepak bola (53,4-62,7) dan sepak takraw (47,1-53,7), sementara atlet basket tergolong cukup (48,7-53,1). Kondisi ini dapat dipertahankan dan ditingkatkan melalui salah satu faktor yang mempengaruhi daya tahan atlet, yakni asupan makan.

Atlet *endurance* membutuhkan asupan makan yang lebih tinggi untuk membantu memenuhi kebutuhan energi dan zat gizi selama latihan atau kompetisi dengan menekankan ketersediaan cadangan energi tubuh terutama cadangan glikogen untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama¹¹. Terlebih, atlet remaja membutuhkan asupan zat gizi yang sesuai dengan kebutuhan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangannya. Namun, sering kali pengaturan dan pemantauan asupan zat gizi belum terlaksana secara optimal, sehingga terjadi pemenuhan asupan zat gizi yang tidak tepat¹². Hal ini didukung dengan penelitian terdahulu pada tahun 2019¹³ dan telah diobservasi oleh peneliti dalam pra penelitian, dimana belum terdapat pengaturan makan berdasarkan periodisasi latihan atlet di BPPLP Jawa Tengah.

Pemenuhan karbohidrat atau *carbohydrate loading* sebelum latihan atau pertandingan dapat memaksimalkan penyimpanan glikogen hati dan otot¹⁴, sehingga mampu meningkatkan daya tahan^{15,16}. Karbohidrat memiliki efisiensi energi yang tinggi dan dapat dimetabolisme baik secara aerobik maupun anaerobik¹⁷. Kondisi ini akan menghambat kelelahan sekitar 20% dan meningkatkan performa 2–3%¹⁷⁻¹⁹. Berdasarkan studi literatur, dalam 1-2 jam sebelum latihan atau bertanding, atlet dapat mengonsumsi makanan atau minuman dengan kandungan karbohidrat 6-8%^{20,21}. Atlet dapat mempertimbangkan pemilihan *carbohydrate loading* yang dikonsumsi dengan komposisi karbohidrat kompleks, karbohidrat dan protein, serta cairan²². Susu mengandung karbohidrat dengan protein dalam bentuk cair yang mudah diserap tubuh.

Susu coklat merupakan salah satu produk pangan *carbohydrate loading* dengan kandungan gizi yang dinilai lebih baik daripada minuman olahraga komersial²². Susu coklat mengandung karbohidrat dalam bentuk laktosa sebagai karbohidrat utama dalam susu dan sukrosa. Laktosa merupakan disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa, sementara sukrosa terdiri dari glukosa dan fruktosa. Laktosa akan dimetabolisme dengan enzim laktase dan sukrosa akan dimetabolisme oleh enzim sukrase di usus halus. Glukosa hasil metabolisme laktosa dan sukrosa akan langsung dilepaskan ke seluruh tubuh, sementara galaktosa dan fruktosa akan dialirkan menuju hati. Di hati, gula sederhana selain glukosa akan diubah menjadi glukosa. Glukosa kemudian dapat disimpan sebagai glikogen di hati atau dilepaskan ke aliran darah²².

Susu coklat mengandung protein yang mencakup sebagian besar asam amino rantai cabang (*branched-chain amino acids/BCAA*), yakni kasein dan *whey* dengan peran pentingnya dalam sintesis protein dan metabolisme otot²³. Penelitian menunjukkan bahwa asupan protein yang dikombinasikan dengan karbohidrat sebelum latihan, dapat meningkatkan keseimbangan protein dan menstimulasi sintesis protein saat fase latihan atau pemulihan^{16,24}. Sintesis protein pada fase latihan berperan untuk menambah massa otot yang akan berdampak pada peningkatan kekuatan dan daya tahan otot, sementara pada fase pemulihan akan berdampak pada proses perbaikan otot^{16,25}. Asupan protein dapat meningkatkan ketersediaan asam amino, mengurangi katabolisme protein akibat olahraga, dan meminimalkan kerusakan otot.

Susu coklat bubuk sebanyak 45 g yang dilarutkan dalam 200 ml air mengandung 55 g karbohidrat dan 7 g protein. Kandungan susu coklat tersebut memberikan kontribusi 6-8% dari total kebutuhan karbohidrat atlet cabang olahraga permainan BPPLP Jawa Tengah. Penelitian tahun 2015 pada atlet sepak bola menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai VO₂ Maks dan jarak tempuh lari yang lebih baik pada kelompok susu coklat dibandingkan minuman olahraga komersial²³. Penelitian lain dilakukan tahun 2022 kepada atlet cabang olahraga bulutangkis menemukan bahwa susu coklat dapat meningkatkan *time to exhaustion* (TTE) sebesar 24%, meningkatkan VO₂ maks, dan menurunkan *delayed onset muscle soreness* (DOMS) pada eksrimitas bawah²⁶. Di samping kandungan gizi yang dinilai lebih baik, susu coklat merupakan produk yang mudah didapat dengan biaya terjangkau, sehingga dapat diimplementasikan pada tingkat populasi atlet remaja²⁷. Hal ini didasari oleh hasil wawancara studi pra penelitian dengan atlet cabang olahraga permainan BPPLP Jawa Tengah yang menyatakan bahwa semua atlet tidak memiliki alergi terhadap susu dan menyukai susu coklat.

Berdasarkan analisis tersebut, kandungan karbohidrat yang tinggi pada susu coklat dapat meningkatkan daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks atlet. Akan tetapi, keberagaman penelitian masih sangat terbatas dan perlu pengujian lebih lanjut. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh konsumsi susu coklat terhadap daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks atlet cabang olahraga permainan BPPLP Jawa Tengah. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat menambah literatur dan menjadi bahan referensi dalam lingkup ilmu gizi olahraga, khususnya terkait pengaruh konsumsi susu coklat terhadap daya tahan otot dan kapasitas VO_2 Maks atlet cabang olahraga permainan.

METODE

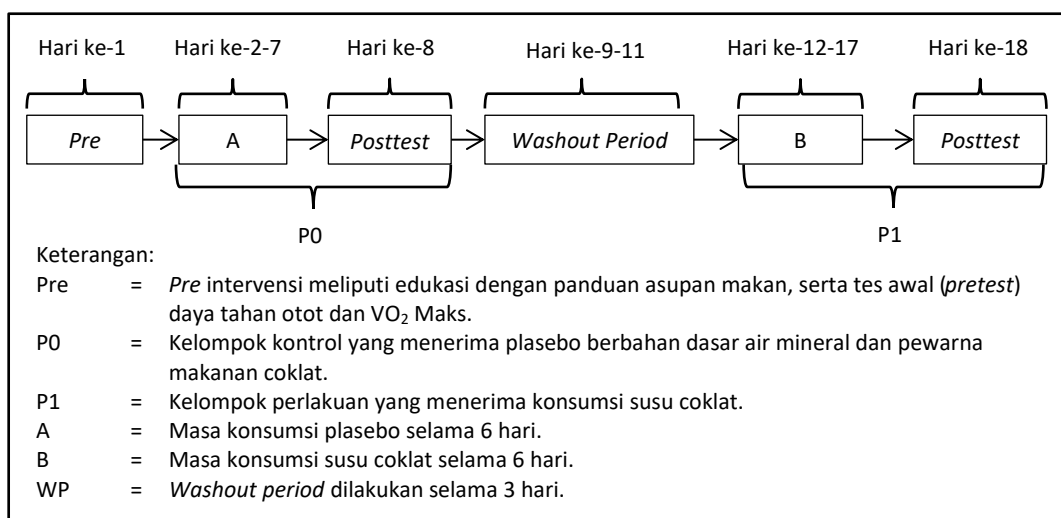
Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode *quasi experimental* dengan rancangan *pretest posttest control group design with same subject* dan *washout period* selama tiga hari. Rancangan penelitian ini merupakan rancangan untuk menganalisis pengaruh terhadap subjek penelitian, dimana setiap subjek mendapatkan lebih dari satu perlakuan dalam percobaan yang sama²⁸. Periode *washout* diartikan sebagai masa istirahat antara dua periode intervensi yang ditujukan untuk menghilangkan pengaruh dari intervensi sebelumnya²⁹.

Penelitian dilakukan di Balai Pemusatan Pendidikan dan Latihan Olahraga Pelajar (BPLOP) Jawa Tengah kepada atlet cabang olahraga permainan yang terdiri dari sepak bola, sepak takraw, dan bola basket. Pengambilan sampel menggunakan teknik *total sampling* dengan kriteria atlet yang bersedia menjadi subjek penelitian setelah diberikan arahan tentang serangkaian tahap pelaksanaan penelitian dan telah menandatangani *informed consent*. Total sampel dalam penelitian ini sebanyak 47 atlet yang terdiri dari 18 atlet sepak bola, 13 atlet sepak takraw, dan 12 atlet bola basket. Adapun kriteria *drop out* dalam penelitian ini yang bertujuan membatalakan subjek sebagai sampel dalam populasi yang terpilih adalah apabila subjek tidak mengikuti setiap tahapan penelitian dan subjek mengalami sakit atau cedera pada saat penelitian berlangsung.

Kelompok perlakuan diberikan intervensi berupa konsumsi susu coklat. Susu coklat yang digunakan berbentuk bubuk sebanyak 45 g yang dilarutkan dalam 200 ml air. Kandungan yang terdapat dalam susu coklat yakni energi sebesar 180 kkal, 7 g protein, 3 g lemak

total dan 2 g lemak jenuh, 32 g karbohidrat total, serta 23 g gula total yang terdiri dari 10 g sukrosa dan 12 g laktosa. Kelompok kontrol dalam penelitian ini mengonsumsi plasebo berupa air mineral sebanyak 200 ml yang diberikan pewarna makanan berwarna coklat tanpa rasa sebagai pewarna untuk menghasilkan warna yang serupa dengan susu coklat.

Penelitian ini terdiri dari dua masa intervensi yakni perlakuan dan kontrol yang diberikan pada pukul 13.00 WIB atau 2 jam sebelum latihan selama 6 hari berturut-turut. Perbedaan masa intervensi dipisahkan dengan *washout period* selama 3 hari, sehingga total pelaksanaan penelitian dilakukan selama 18 hari kepada kelompok kontrol dan perlakuan. Hari pertama dilakukan asesmen atlet melalui pengambilan data karakteristik antropometri yang meliputi pengukuran berat badan, tinggi badan, serta status gizi berdasarkan indeks massa tubuh menurut usia (IMT/U). Asesmen untuk melihat karakteristik asupan makan atlet pada hari latihan dilakukan menggunakan formulir *food recall* 1x24 jam. Pemilihan hari latihan berkaitan dengan manfaat *carbohydrate loading* sebelum latihan/bertanding untuk meningkatkan sitensis glikogen. Asesmen untuk mengukur total kebutuhan energi dilakukan dengan rumus Harris Benedict ditambah dengan energi aktivitas olahraga menggunakan rumus *Metabolic Equivalent*. Aktivitas olahraga diketahui melalui data sekunder program latihan yang didapatkan dari pelatih setiap cabang olahraga. Kemudian, peneliti melakukan wawancara kepada atlet menggunakan formulir aktivitas olahraga guna mengetahui kesesuaian program latihan pada saat waktu latihan dan durasi latihan. Selanjutnya, dilakukan *pretest* daya tahan menggunakan *multistage fitness test* (MFT). Hasil level dan balikan dari tes lari dalam jarak 20 m bolak balik akan diakumulasikan dan kemudian dikonversi menjadi jarak tempuh yang merupakan indikator daya tahan otot, serta dikonversi menjadi kapasitas VO_2 Maks sebagai indikator daya tahan kardiovaskular.



Gambar 1. Rancangan penelitian *pretest posttest control group design with same subject*

Konsumsi susu coklat merupakan variabel bebas, sementara daya tahan otot dan kapasitas VO_2 Maks atlet merupakan variabel terikat. Penelitian ini memiliki

variabel perancu yaitu asupan makan dan jenis kelamin. Asupan makan dikendalikan dengan panduan asupan makan guna memberikan acuan dalam memenuhi

asupan zat gizi, serta melakukan perhitungan dan menganalisis data asupan makan dengan *food recall* 24 jam. Panduan makan diberikan dengan metode edukasi pada seluruh populasi sebelum perlakuan dilakukan. Jenis kelamin dikendalikan dengan pemilihan subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin yang secara spesifik memilih atlet laki-laki cabang olahraga permainan sebagai subjek penelitian.

Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik dari masing-masing variabel penelitian. Analisis ini akan menghasilkan distribusi frekuensi dan persentase dari setiap variabel. Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diyakini berhubungan atau berkorelasi. Analisis bivariat diawali dengan uji normalitas dan uji homogenitas untuk menentukan uji statistik yang harus digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui apakah data penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal³⁰. Uji homogenitas dengan uji *Levene* digunakan untuk mengetahui apakah data penelitian ini memiliki varian populasi yang homogen^{31,32}. Uji homogenitas dilakukan terhadap karakteristik subjek serta variabel perancu asupan makan.

Analisis untuk mengetahui pengaruh konsumsi susu coklat terhadap daya tahan otot dan kapasitas VO_2 Maks antara sebelum dan sesudah perlakuan pada penelitian ini menggunakan uji parametrik yaitu *Paired Sampel T-Test*. Sementara itu, uji analisis untuk mengetahui perbedaan pengaruh konsumsi susu coklat antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dengan data yang terdistribusi normal akan dilakukan dengan uji nonparametrik yaitu *Mann Whitney*. Penelitian ini dapat terserlenggara dengan mendapatkan persetujuan dengan *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Negeri Semarang No 242/KEPK/EC/2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek dalam penelitian ini adalah atlet sepak bola, sepak takraw, dan bola basket di Balai Pemusatan Pendidikan Latihan Olahraga Pelajar Jawa Tengah dengan total 47 atlet. Beberapa karakteristik yang digunakan untuk mendeskripsikan subjek penelitian ini meliputi usia, berat badan, tinggi badan, status gizi berdasarkan IMT/U, TEE, serta asupan makan sebelum intervensi menggunakan *food recall* 1x24 jam yang terdiri dari energi, protein, lemak, dan karbohidrat. Karakteristik subjek penelitian selengkapnya disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Rerata±SD (n=47)	Min	Maks	p [#]
Usia (tahun)	16,28±1,05	14	18	0,227*
Berat badan (kg)	64,13±8,03	45	83	0,171*
Tinggi badan (cm)	173,22±7,53	154,8	188	0,735*
IMT/U (z-score)	0,10±0,71	-1,89	1,23	0,254*
TEE (kkal)	3532±323	2732	4289	0,702*
Energi (kkal)	3090±773	1610	5971	0,004
Protein (g)	103,84±29,47	55,3	233,9	0,132*
Lemak (g)	100,2±37,63	44	277,5	0,102*
Karbohidrat (g)	440,5±114,5	137,38	767,5	0,001

Keterangan:

IMT/U: indeks massa tubuh menurut umur

TEE: total *energy expenditure*

SD: standar deviasi

#Uji homogenitas dengan uji *Levene*

*Nilai signifikansi pada taraf $p>0,05$

Seluruh subjek dalam penelitian berada dalam rentang usia subjek antara 14-18 tahun dengan rata-rata 16,25±1,05 tahun. Berat badan subjek berada dalam rentang minimal 45 kg dan maksimal 83 kg dengan rata-rata 64,13±8,03 kg. Rata-rata tinggi badan subjek 173,22±7,53 cm dengan minimal 154,8 cm dan maksimal 188 cm. Rata-rata status gizi menurut IMT/U 0,10±0,71 SD (standar deviasi) dengan nilai minimal -1,89 SD dan 1,23 SD. Rata-rata total kebutuhan energi subjek sebesar 3532±323 kkal dengan total kebutuhan energi minimal sebesar 2732 kkal, serta total kebutuhan energi maksimal sebesar 4289 kkal.

Karakteristik asupan makan atlet dengan *food recall* 1x24 jam yang dilakukan sebelum intervensi, didapatkan bahwa rerata asupan energi yang dikonsumsi subjek sebesar 3090±773 kkal dengan total asupan energi minimal sebesar 1610 kkal dan maksimal sebesar 5971 kkal. Hasil rata-rata 103,84±29,47 g

dengan minimal asupan 55,3 g dan asupan maksimal 233,9 g. Asupan minimal lemak subjek sebesar 44 g dan asupan maksimal sebesar 277,5 g dengan rata-rata asupan 100,2±37,63 g. Rata-rata asupan karbohidrat subjek sebesar 440,5±114,5 g dengan asupan minimal 137,38 g dan asupan maksimal 767,5 g. Berdasarkan uji homogenitas karakteristik asupan makan subjek sebelum intervensi, asupan protein dan lemak menunjukkan homogenitas dengan nilai $p=0,132$ dan $p=0,102$ ($p>0,05$), sementara asupan energi dan karbohidrat tidak menunjukkan homogenitas. Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa atlet sering kali gagal memenuhi jumlah energi dan karbohidrat yang disarankan, sehingga strategi untuk mengisi kembali simpanan karbohidrat mungkin diprioritaskan untuk mempersiapkan performa maksimal dalam pertandingan berikutnya³³.

Selama penelitian berlangsung, karakteristik subjek berdasarkan asupan makan subjek dengan metode *food recall* 3x24 jam tidak berturut-turut pada setiap kelompok perlakuan. Rata-rata asupan energi pada kelompok kontrol sebesar 3249±1016 kkal dan kelompok perlakuan sebesar 3485±952 kkal. Hasil rata-rata asupan protein kelompok kontrol sebesar 103,46±34,03 g, sementara kelompok perlakuan sebesar

114,45±35,03 g. Rata-rata asupan lemak subjek kelompok kontrol sebesar 89,76±34,39 g dan kelompok perlakuan sebesar 109,31±40,32 g. Rata-rata asupan karbohidrat subjek kelompok kontrol sebesar 489,33±170,05 g, sedangkan pada subjek kelompok perlakuan sebesar 500,97±157,31 g. Karakteristik asupan makan subjek selama penelitian secara lebih lengkap yang disajikan dalam tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik subjek penelitian berdasarkan asupan makan selama penelitian

Kelompok	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Kontrol	3249±1016	103,46±34,03	89,76±34,39	489,33±170,05
Perlakuan	3485±952	114,45±35,03	109,31±40,32	500,97±157,31

Perbedaan jumlah asupan konsumsi ini menunjukkan peningkatan asupan energi dan zat gizi pada kelompok perlakuan. Susu coklat dapat meningkatkan asupan karbohidrat, meskipun dalam penelitian ini tidak terjadi peningkatan 6-8% apabila dilihat dari total asupan makan. Kondisi ini dapat disebabkan perbedaan menu makanan yang dikonsumsi subjek penelitian menjadi kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Hal ini menyebabkan perbedaan preferensi makanan, di mana atlet dimungkinkan lebih menyukai siklus menu pada saat masa penelitian kelompok kontrol dibandingkan pada masa penelitian kelompok perlakuan yang berpengaruh pada jumlah makanan yang dikonsumsi. Namun, kelompok perlakuan dengan konsumsi susu coklat sebelum latihan tetap mengalami peningkatan asupan karbohidrat yang bertujuan sebagai *carbohydrate loading* guna

mempertahankan simpanan glikogen otot dan hati dalam jumlah yang cukup.

Analisis uji statistik untuk mengetahui peningkatan dan perbedaan daya tahan otot antara sebelum dan sesudah diberikan intervensi tersaji dalam tabel 3. Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan daya tahan otot dinilai dari peningkatan rata-rata jarak tempuh antara sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok perlakuan dengan konsumsi susu coklat dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$). Berdasarkan perlakuan ini dapat diketahui bahwa konsumsi susu coklat berpengaruh dalam meningkatkan daya tahan otot sebesar 163,83 m. Peningkatan ini terjadi dimana sebelum perlakuan daya tahan otot atlet 2150,64±420,72 m dan setelah perlakuan 2314,47±400,14 m.

Tabel 3. Pengaruh dan perbedaan daya tahan otot subjek sebelum dan sesudah diberikan intervensi

Kelompok	Pretest (Mean±SD)	Posttest (Mean±SD)	Δ Posttest-Pretest (Mean±SD)	p [#]	p [^]
Kontrol	2150,64±420,72	2182,98±434,75	32,34±119,45	0,070	
Perlakuan	2150,64±420,72	2314,47±400,14	163,82±141,21	0,000*	0,000*

Keterangan:

SD: standar deviasi

#Uji parametrik dengan *Paired T Test*

[^]Uji non parametrik perbandingan Δ *posttest-pretest* dengan *Mann Whitney*

*Nilai signifikansi pada nilai $p<0,05$

Peningkatan daya tahan otot ditinjau dari jarak tempuh lari ini juga dilakukan dalam penelitian tahun 2015²³ pada atlet remaja cabang olahraga sepak bola yang menyatakan bahwa nilai jarak tempuh atlet lebih tinggi pada perlakuan dengan konsumsi susu rendah lemak dibandingkan minuman olahraga komersial. Peningkatan jarak tempuh yang disebabkan oleh *carbohydrate loading* selaras dalam kutipan penelitian tahun 2016. Peningkatan asupan karbohidrat terbukti dapat meningkatkan jarak tempuh lari pada atlet sepak bola Perserikatan Sepak Bola Sleman (PSS) Yogyakarta sebesar 26%³⁴.

Peningkatan daya tahan otot yang terjadi akibat konsumsi susu coklat dapat disebabkan oleh kandungan zat gizi dalam susu coklat, khususnya karbohidrat. Karbohidrat dalam susu coklat terdiri dari laktosa, sukrosa, dan gula tambahan komersial seperti sirup glukosa-fruktosa³⁵. Karbohidrat tersebut diubah menjadi glukosa di hati dan kemudian menjadi sumber energi dalam tubuh. Glukosa masuk tubuh manusia berfungsi sebagai bahan bakar untuk proses metabolisme dan

salah satu sumber energi utama. Otot mengkonsumsi glukosa sebagai bahan bakar dan menyimpan glikogen yang berfungsi sebagai sumber energi untuk kontraksi otot^{15,36}. Asupan karbohidrat pada 3-4 jam sebelum latihan meningkatkan simpanan glikogen endogen sekaligus membantu menjaga kadar glukosa darah untuk mencegah hipoglikemia^{18,33}. Selain itu, konsumsi karbohidrat sebelum latihan telah terbukti memperpanjang waktu siklus hingga kelelahan hingga 20% dan meningkatkan performa olahraga hingga 2-3%^{18,37}.

Ketika tubuh dalam kondisi kekurangan simpanan karbohidrat selama latihan, tubuh akan mencari sumber karbohidrat lain, seperti mengubah protein menjadi karbohidrat atau glukoneogenesis. Selama glukoneogenesis, protein di otot dipecah menjadi asam amino dan diubah menjadi glukosa di hati untuk kemudian digunakan sebagai sumber energi. Inilah salah satu alasan mengapa asupan karbohidrat sangat penting bagi atlet. Jika asupan karbohidrat cukup untuk memenuhi kebutuhan energi, maka protein tidak

perlu diubah menjadi karbohidrat, dan protein otot terhindar dari katabolisme. Dengan kata lain, asupan karbohidrat yang cukup dalam diet akan mengurangi katabolisme protein otot²².

Asupan protein dapat meningkatkan ketersediaan asam amino, mengurangi katabolisme protein akibat olahraga, dan meminimalkan kerusakan otot. Kombinasi konsumsi protein dalam jumlah kecil dengan karbohidrat sebelum latihan dapat meningkatkan keseimbangan protein dan merangsang sintesis protein selama fase pelatihan atau pemulihan. Sintesis protein pada fase latihan berperan dalam peningkatan massa otot yang akan berdampak pada peningkatan kekuatan dan daya tahan otot, sedangkan pada fase pemulihan akan berdampak pada proses perbaikan otot^{16,25}.

Hasil analisis uji statistik terhadap daya tahan otot setelah diberikan intervensi yang tersaji dalam tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan dengan nilai $p=0,000$. Nilai daya tahan otot kelompok perlakuan memiliki nilai jarak tempuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kelompok perlakuan dengan konsumsi susu coklat berpengaruh dalam meningkatkan daya tahan otot sebesar 163,83 m.

Konsumsi karbohidrat sebelum olahraga dengan intensitas dan durasi tertentu dapat meningkatkan performa atlet. Sebaliknya, asupan yang tidak adekuat dapat mengganggu performa dan adaptasi fisiologis yang berkaitan dengan latihan intensitas tinggi, seperti peningkatan oksidasi karbohidrat³⁸. Dengan demikian, daya tahan otot erat kaitannya dengan zat gizi yang dikonsumsi oleh atlet. Semakin banyak jumlah glikogen yang tersimpan dalam otot, maka semakin lama pula daya tahan yang diberikan. Semakin tinggi konsumsi

karbohidrat, maka penyimpanan glikogen otot akan semakin tinggi. Penelitian lain menyebutkan bahwa atlet lari maraton yang menjalani diet tinggi karbohidrat memiliki daya tahan otot dalam berlari selama 240 menit, atlet dengan diet normal selama 120 menit, dan atlet dengan diet tinggi lemak selama 85 menit³⁹.

Peningkatan daya tahan otot ini dapat terjadi dengan dukungan oksidasi lemak sebagai penyuplai energi³⁸. Latihan dalam waktu yang lama dengan periode jangka panjang yang dilakukan oleh atlet dapat meningkatkan kapasitas otot dalam menggunakan lemak untuk melindungi pemakaian glikogen dan memperbaiki kapasitas ketahanan fisik²³. Latihan yang baik membentuk kualitas dan jumlah mitokondria yang baik. Hal ini dapat terjadi karena aktivitas yang bersifat aerobik dapat membantu meningkatkan biogenesis atau pembentukan mitokondria. Mitokondria yang baik diperlukan dalam proses *adenosine triphosphate recycling (ATP recycling)* yang merupakan proses pelepasan energi dari zat gizi untuk membentuk ATP. Latihan fisik juga mampu meningkatkan lipatan membran (*cristae*) dalam mitokondria yang berfungsi sebagai tempat proses pembentukan ATP dari ADP dan gugus fosfat terjadi. Koneksi antara mitokondria dengan latihan penting sebagai proses adaptasi terhadap kebutuhan dan ketersediaan energi. Mitokondria diketahui meningkatkan jumlah ATP melalui proses *ATP recycling* yang dihasilkan dari fosforilasi oksidatif dan beta oksidasi asam lemak³⁷. Susu coklat berkontribusi dalam asupan lemak dengan kandungan 5 g lemak yang terdiri dari 3 g lemak total dan 2 g lemak jenuh. Kondisi ini menyebabkan terjadinya peningkatan rata-rata asupan lemak pada kelompok perlakuan menjadi 109,31±40,32 g dibandingkan dengan kelompok kontrol sebesar 89,76±34,39 g.

Tabel 4. Pengaruh dan perbedaan Kapasitas Volume Oksigen Maksimal (VO₂ Maks) subjek sebelum dan sesudah diberikan intervensi

Kelompok	Pretest (Mean±SD)	Posttest (Mean±SD)	Δ Posttest-Pretest (Mean±SD)	p [#]	p [^]
Kontrol	53,95±5,96	54,40±6,21	0,44±1,76	0,089	
Perlakuan	53,95±5,96	56,30±5,62	2,34±2,05	0,000*	0,000*

Keterangan:

SD: standar deviasi

[#]Uji parametrik dengan *Paired T Test*

[^]Uji non parametrik Δ *posttest-pretest* dengan *Mann Whitney*

*Nilai signifikansi pada nilai $p<0,05$

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada rata-rata kapasitas VO₂ Maks antara sebelum dan sesudah diberikan intervensi dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$). Dalam penelitian ini, diketahui konsumsi susu coklat berpengaruh dalam meningkatkan kapasitas VO₂ Maks sebesar 2,34 ml/kg/menit. Peningkatan ini terjadi dimana sebelum perlakuan daya tahan otot atlet 53,95±5,96 ml/kg/menit dan setelah perlakuan 56,30±5,62 ml/kg/menit. Peningkatan kapasitas VO₂ Maks ini terjadi dalam penelitian pada atlet remaja cabang olahraga sepak bola tahun 2015 yang menyatakan bahwa nilai kapasitas VO₂ Maks atlet lebih tinggi pada perlakuan dengan konsumsi susu coklat rendah lemak dibandingkan minuman olahraga komersial dengan nilai rata-rata secara

berurut-urut 58,57±4,39 dan 55,82±4,33 ml/kg/menit²³. Peningkatan kapasitas VO₂ Maks juga terjadi dalam penelitian tahun 2022 pada atlet bulutangkis. Terjadi peningkatan yang signifikan antara *pretest* dengan *posttest* pada kelompok perlakuan konsumsi susu coklat rendah lemak yang masing-masing sebesar 38,6±0,32 dan 39,1±0,56 ml/kg/menit²⁶.

Peningkatan kapasitas VO₂ Maks yang terjadi setelah perlakuan konsumsi susu coklat selama 6 hari dapat menyebabkan peningkatan ketersediaan glukosa dan glikogen dalam tubuh. Mengonsumsi karbohidrat sebelum olahraga dapat meningkatkan oksidasi karbohidrat dalam tubuh. Karbohidrat yang teroksidasi akan meningkatkan saturasi O₂ dalam darah sehingga peningkatan konsumsi O₂ didistribusikan ke jaringan.

Ketersediaan O₂ dalam tubuh dapat meningkatkan kerja otot yang akan menyebabkan peningkatan performa atlet²³. Kondisi ini dapat dihasilkan dari perubahan sistem kardiovaskular terhadap jumlah konsumsi oksigen yang akan berkorelasi pada peningkatan fungsi otot rangka melalui transfer dan pemanfaatan oksigen²⁶. Asupan energi total yang tepat sebelum latihan, seperti dari konsumsi susu coklat, akan memastikan bahwa protein tidak digunakan sebagai sumber energi selama latihan. Asupan karbohidrat yang cukup akan menurunkan oksidasi asam amino serta menghindari katabolisme protein otot yang akan mengarah pada peningkatan performa atlet²².

Kandungan susu coklat pada penelitian ini dapat berperan sebagai komponen *bioactive* seperti *growth factor*, imunoglobulin (Ig), *lactoperoxidase*, *lysozyme*, *lactoferrin*, *cytokines*, *nucleosides*, vitamin, *peptide* dan *oligosaccharide*. Kandungan imunoglobulin dalam 30 g/L protein susu sapi mencapai 1 g/L. Kandungan imunoglobulin G (IgG) pada susu sapi mampu berkontribusi dalam mencegah infeksi saluran pencernaan dan saluran pernafasan pada manusia melalui proses *proteolytic* dan meningkatkan kapasitas aktif dalam mengikat reseptor. Reseptor yang berperan dalam imunitas adalah *Fc receptors* (FcRs). FcRs memiliki fungsi imunologi penting termasuk fagositosis, degranulasi, *antibody-dependent cellular cytotoxicity* (ADCC), pembentukan *cytokine*, lipid mediator, dan produksi superoksida⁴⁰.

Kandungan protein dalam susu coklat dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya peningkatan kapasitas VO₂ Maks. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu²³ yang mengatakan bahwa pemberian minuman protein 1-3 jam sebelum latihan dapat meningkatkan kadar VO₂ Maks atlet jika dibandingkan dengan hanya mengonsumsi air putih. Susu sapi memiliki kualitas gizi baik dikarenakan memiliki susunan asam amino esensial yakni fraksi protein yang disebut *whey* protein dan kasein. *Whey* protein memiliki karakteristik sebagai protein yang memiliki daya cerna dan absorpsi tinggi atau sering disebut sebagai *fast* protein. *Whey* protein juga memiliki kandungan asam amino rantai cabang (BCAA) lebih tinggi serta memiliki nilai biologis tinggi yang terdiri dari *β-lactoglobulin*, *α-lactalbumin*, *glycomacropeptide* dengan kandungan utamanya adalah *leucine*. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi *whey* protein dan kasein yang terkandung pada susu sapi mampu meningkatkan sintesis protein otot dan pertumbuhan otot setelah melakukan *resistance exercise*. *Whey* protein dalam hal ini mengambil peran dalam menstimulasi sintesis protein otot sedangkan kasein mengambil peran dalam memperpanjang pengaruh sintesis protein⁴¹. Proporsi tertinggi pada kasein yang terdapat pada protein susu adalah α_1 , α_2 , β , and κ -*casein*. Kasein dapat memicu penurunan pengosongan lambung sehingga kasein dicerna lebih lambat dibandingkan *whey* protein dan membantu dalam menunda penggunaan cadangan asam amino di darah pada saat periode setelah makan. Penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian susu 2x15 g selama 24 minggu dengan disertai *progressive resistance-type exercise training* (2 sesi/minggu) mampu meningkatkan pertumbuhan *lean body mass* pada anak

muda. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian susu yang disertai dengan *resistance exercise* mampu memberikan pengaruh terhadap *hypertrophy* serat otot sekaligus meningkatkan massa otot dan kekuatan otot dibandingkan konsumsi karbohidrat dan *isoenergetic* kedelai⁴². Susu coklat dalam penelitian ini telah berkontribusi dalam asupan protein sebesar 7 g sehingga terjadi peningkatan rata-rata asupan protein pada kelompok perlakuan menjadi 114,45±35,03 g dibandingkan dengan kelompok kontrol sebesar 103,46±34,03 g.

Hasil analisis uji statistik terhadap kapasitas VO₂ Maks setelah diberikan intervensi yang tersaji dalam tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan dengan nilai p=0,000. Kondisi ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan. Kapasitas VO₂ Maks kelompok perlakuan memiliki nilai VO₂ Maks yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa kelompok perlakuan dengan konsumsi susu coklat berpengaruh dalam meningkatkan kapasitas VO₂ Maks sebesar 2,34 ml/kg/menit. Kondisi ini dapat terjadi karena kapasitas VO₂ Maks dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, latihan, aktivitas harian, waktu istirahat dan pemulihan, serta faktor psikologis saat pengujian dilaksanakan²³. Berdasarkan faktor tersebut, kelompok kontrol tanpa konsumsi susu coklat tetap mempengaruhi peningkatan kapasitas VO₂ Maks. Latihan fisik mengakibatkan beberapa perubahan pada sistem kardiorespirasi yang berkorelasi terhadap peningkatan kapasitas VO₂ Maks. Perubahan tersebut antara lain 1) peningkatan volume darah yang dipompa oleh jantung akibat hipertrofi otot jantung dan peningkatan kemampuan kontraksi otot jantung, 2) peningkatan kapasitas paru total, dan 3) peningkatan volume darah dan hemoglobin sebagai faktor penting dalam sistem transportasi oksigen dan berkorelasi kuat dengan VO₂ Maks¹².

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian pada tahun yang melakukan perbandingan antara kelompok kontrol, kelompok perlakuan aktivitas fisik, serta kelompok perlakuan aktivitas fisik dengan konsumsi susu coklat²⁴. Kelompok perlakuan aktivitas fisik dapat diasumsikan seperti kelompok kontrol dalam penelitian ini. Rata-rata *pretest* kelompok kontrol, kelompok perlakuan aktivitas fisik, serta kelompok perlakuan aktivitas fisik dengan konsumsi susu coklat secara berurutan adalah 38,86, 38,80 dan 38,14, serta dengan nilai *posttest* masing-masing 38,07, 50,40 dan 53,93. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata VO₂ maks yang signifikan antara rata-rata *pretest* dan *posttest* yang disesuaikan pada setiap kelompok pada nilai p=0,05.

Aktivitas latihan dengan intensitas tinggi dan durasi yang lama akan menyebabkan terbentuknya *reactive oxygen species* atau ROS. ROS yang diproduksi akan beraksi dengan beberapa sinyal molekuler dan menginduksi perubahan molekuler. Salah satu efek positif dari produksi ROS adalah biogenesis mitokondria. Namun, produksi ROS yang berlebihan dan tidak dikendalikan akan menimbulkan peradangan yang berkepanjangan³⁷. ROS akan menimbulkan keluhan

seperti kerusakan otot, kelelahan, dan perlambatan pemulihan yang merugikan olahraga tersebut⁷. Atlet yang telah melakukan latihan jangka panjang mampu meningkatkan adaptasi tubuh terhadap ROS karena mampu memproduksi enzim antioksidan yang dapat menekan pembentukan ROS berlebih, seperti *superoxide dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GPX). Selain itu, mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan dapat dilakukan untuk membantu mengendalikan produksi ROS³⁷.

Secara spesifik, konsumsi susu coklat yang mengandung bubuk coklat memiliki manfaat sebagai antioksidan. Strategi nutrasetikal ini telah semakin diusulkan sebagai alat potensial yang cocok untuk mengendalikan ROS dan peradangan terkait selama latihan fisik intensif. Coklat merupakan sumber polifenol antioksidan yang telah terbukti memiliki efek meningkatkan kesehatan melalui sifat antioksidan, anti-inflamasi dan metaboliknya⁴³. Manfaat polifenol coklat sebagai antioksidan dibuktikan pada penelitian terdahulu dengan konsumsi *dark chocolate* yang mengandung polifenol 200 mg pada atlet sepeda selama dua minggu 2 jam sebelum latihan bersepeda selama 1,5 jam. Penelitian tersebut menemukan peningkatan yang signifikan dalam kapasitas aktivitas antioksidan total, meskipun tidak terdapat peningkatan performa atlet⁴³. Sementara itu, penelitian tentang manfaat polifenol coklat guna meningkatkan performa atlet sepak bola, menyatakan perbaikan yang signifikan dalam pertahanan antioksidan dan performa latihan setelah pemberian polifenol dengan dosis rendah sebanyak 68 mg selama dua minggu dan dosis tinggi sebanyak 1050 mg selama lima hari⁴³.

Susu coklat selain produk pangan dengan kandungan karbohidrat yang tinggi juga mengandung bubuk coklat di dalamnya. Dalam setiap sajian susu coklat sebanyak 45 g susu bubuk mengandung sekitar 2,27 g. Berdasarkan studi pustaka, bubuk coklat mengandung polifenol 12-18% dari berat kering⁴³. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa dari setiap sajian susu coklat terdapat 272,4-408,6 mg. Meski demikian, menurut para ahli menyatakan bubuk coklat yang terdapat dalam susu coklat telah melalui proses alkalisasi sehingga menurunkan potensi antioksidannya⁴⁴.

Di luar dari pengaturan tentang peningkatan daya tahan otot, kapasitas VO₂ maks, pemulihan otot, dan jumlah asupan karbohidrat yang sesuai, dalam waktu kapanpun konsumsi karbohidrat tidak terbukti berdampak negatif terhadap performa maupun pemulihan. Konsumsi karbohidrat pada waktu yang strategis dapat mempercepat resintesis glikogen otot dan memberikan respon hormonal yang menguntungkan. Namun, penelitian pada atlet profesional dengan intensitas latihan tinggi menunjukkan bahwa kadar glikogen maksimal dipulihkan dalam 24 jam jika atlet mencukupi asupan diet yang mengandung karbohidrat ≥ 8 g/kg/hari^{33,45}.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan selama pelaksanaan penelitian. Total asupan makan atlet dalam sehari di luar dari intervensi susu coklat yang mempengaruhi daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks belum dapat dikontrol dengan baik. Hal ini berkaitan

dengan kemungkinan atlet tidak mematuhi panduan asupan makan yang diberikan peneliti sebagai bentuk kontrol dari asupan makan, sementara peneliti tidak bisa melakukan pengawasan asupan makan secara langsung pada setiap jam makan. Oleh karena itu, diperlukan instrumen dan metode yang lebih tepat untuk mengontrol asupan makan di luar dari intervensi yang diberikan untuk menilai pengaruh pemberian *carbohydrate loading* sebelum latihan/pertandingan terhadap daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks atlet cabang olahraga permainan.

Perbedaan program latihan dan periodisasi latihan yang ada pada setiap cabang olahraga permainan menyebabkan perbedaan program latihan. Hal ini dapat memungkinkan perbedaan jenis, komposisi, intensitas, volume, dan durasi latihan yang dapat meningkatkan daya tahan lebih besar antar cabang olahraga. Selain itu, pemilihan MFT sebagai metode pengukuran daya tahan otot dan VO₂ Maks dengan jumlah yang banyak dalam waktu singkat memberikan rasa bosan kepada atlet.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada konsumsi susu coklat dengan daya tahan otot dan kapasitas volume oksigen maksimal (VO₂ Maks) atlet cabang olahraga permainan BPPLOP Jawa Tengah antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, serta terdapat perbedaan yang signifikan pada daya tahan otot dan kapasitas volume oksigen maksimal (VO₂ Maks) atlet cabang olahraga permainan di BPPLOP Jawa Tengah antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Pengaruh ini juga didukung dari total asupan makan yang dikonsumsi oleh atlet di luar intervensi konsumsi susu coklat yang membantu meningkatkan kecukupan karbohidrat atlet, serta meningkatkan glikogen otot dan hati. Sementara itu, program latihan dari masing-masing cabang olahraga permainan yang mampu meningkatkan daya tahan otot dan kapasitas VO₂ Maks melalui pembentukan jumlah dan kualitas mitokondria yang baik, sehingga mampu meningkatkan ATP dari fosforilasi oksidatif dan beta oksidasi asam lemak.

Adapun saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya adalah pengukuran daya tahan otot dapat diganti dengan metode pengukuran lain dengan fokus daya tahan otot tertentu seperti *push up*, *sit up*, dan *squad jump*. Penggunaan metode pengukuran yang lebih menarik dapat dilakukan untuk mengukur kapasitas volume oksigen maksimal (VO₂ Maks), seperti pemilihan metode uji lari ataupun menggunakan sepeda statis atau *treadmill*.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada atlet sepak bola, sepak takraw, dan bola basket BPPLOP Jawa Tengah atas ketersediaan waktu dan tenaga selama proses penelitian. Selain itu, Penulis berterima kasih kepada pelatih, *official* dan ahli gizi BPPLOP Jawa Tengah atas izin dan dukungan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

Konflik Kepentingan dan Sumber Pendanaan

Penelitian ini tidak memiliki benturan kepentingan dengan pihak manapun dan menggunakan sumber pendanaan penulis selama penelitian ini berlangsung.

Kontribusi Penulis

VMBJ: bertanggung jawab atas semua isi ilmiah artikel, memformulasikan rumusan masalah, melakukan pengambilan, menganalisis, dan menginterpretasi data, menyiapkan *draft* manuskrip, melakukan revisi; NDP: melakukan supervisi dan pembimbingan dalam semua isi artikel ilmiah, memberikan kritik, masukan dan saran penulisan manuskrip, melakukan *revisi* pembahasan manuskrip.

REFERENSI

1. Hanif, A. S. *Kepelatihan Dasar Sepak Takraw*. (Rajawali Pers, 2017).
2. Mishra, M. K., Pandey, A. K. & Chaubey, D. A comparative study of VO₂ max among the basketball, football, volleyball and hockey male players. *Intern. ional J. Appl. Res.* **1**, 245–247 (2015).
3. Nugraheni, H., Marijo, M. & Indraswari, D. Perbedaan Nilai Vo₂Max Antara Atlet Cabang Olahraga Permainan Dan Bela Diri. *Diponegoro Med. J. (Jurnal Kedokt. Diponegoro)* **6**, 622–631 (2017).
4. Udomtaku, K. & Konharn, K. Energy Expenditure and Movement Activity Analysis of Sepaktakraw Players in the Thailand League. *J. Exerc. Sci. Fit.* **18**, 136–141 (2020).
5. M Syaifuddin, A. H. A. Profil Kondisi Fisik Atlet Sepak Takraw Putra Asian Games 2018 dan UKM Unesa. *J. Kesehat. Olahraga* **8**, 155–160 (2020).
6. Aslam, I., Ichani & Saharullah. Comparison Of Running-Based Anaerobic Sprint Test Sepaktakraw Athletes And Basketball Athletes In Pangkep Regency. *J. Il.* **13**, 30–36 (2022).
7. Ray, H. R. D. & Abdulrahman, M. N. The Effect of Consumption of Palm Sugar on Cardiovascular Endurance and Lactic Acid. in *Proceedings of the 2nd International Conference on Sports Science, Health and Physical Education (ICSSHPE)* 490–493 (2017). doi:10.5220/0007063804900493.
8. Dieny, F. F., Fitranti, D. Y., Panunggal, B. & Safitri, I. Pengaruh pemberian sari umbi bit (beta vulgaris) terhadap kadar hemoglobin dan performa atlet sepak bola. *J. Gizi Indones. (The Indones. J. Nutr.)* **5**, 119–126 (2017).
9. Koesyanto, H. & Suroto. *Kebugaran Jasmani*. (ATTHA, 2019).
10. Tih, F. *et al.* Efek Konsumsi Air Kelapa (Cocos Nucifera) terhadap Ketahanan Berolahraga Selama Latihan Lari pada Laki-laki Dewasa Bukan Atlet. *Glob. Med. Heal. Commun.* **5**, 33–38 (2017).
11. Fauzi, N. & Mardiana, M. The Effect of Sports Drink Gel Treatment from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.) on the VO₂ Max Capacity of Football and Futsal Players. *J. Gizi dan Pangan* **17**, 19–26 (2022).
12. Amin, N., Susanto, H. & Zen Rahfiluddin, M. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Dalam Minuman Elektrolit Terhadap Daya Tahan Jantung Paru Atlet Sepak Bola. *Gizi Indones.* **40**, 79–88 (2017).
13. Kusumawardhana, B. Analisis strategi pengelolaan gizi atlet PPLOP sepak takraw Jawa Tengah. *J. Power Sport.* **2**, 1–6 (2019).
14. Hearnis, M. A., Hammond, K. M., Fell, J. M. & Morton, J. P. Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: Implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients* **10**, 1–21 (2018).
15. Akkase, A. Relationship between Blood Glucose Levels and Endurance of Sepak Takraw Athletes. *J. Phys. Heal. Recreat.* **3**, 1–4 (2022).
16. Penggalih, M. H. S. T., Dewinta, M. C. N., Pratiwi, D., Solichah, K. M. & Niamilah, I. *Gizi Olahraga I : Sistem Energi, Antropometri, dan Asupan Makan Atlet*. (Gadjah Mada University Press, 2022).
17. König, D. *et al.* Carbohydrates in sports nutrition. *Ernaehrungs Umschau Int.* **66**, 228–235 (2019).
18. Beck, K., Thomson, J. S., Swift, R. J. & von Hurst, P. R. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access J. Sport. Med.* **6**, 259–267 (2015).
19. Park, H.-Y., Kim, J., Park, M., Chung, N. & Lim, K. The effect of additional carbohydrate supplements for 7 days after prolonged interval exercise on exercise performance and energy metabolism during submaximal exercise in team-sports athletes. *J. Exerc. Nutr. Biochem.* **22**, 29–34 (2018).
20. Hidayati, N. L. *Buku Ajar : Asuhan Gizi Olahraga*. (Rapha Publishing, 2015).
21. Penggalih, M. H. S. T. *et al.* *Pedoman Penatalaksanaan Gizi Atlet*. (Gadjah Mada University Press, 2022).
22. Hedrick, H. & Mikesky, A. E. *Practical Applications in Sports Nutrition*. (Jones & Bartlett Learning, 2015). doi:10.1016/j.jneb.2018.05.008.
23. Kameswara, I. P. . & Fitranti, D. Y. Perbedaan Nilai Vo₂Max Dan Jarak Tempuh Lari Antara Pemberian Susu Rendah Lemak Dan Minuman Olahraga Komersial Pada Atlet Sepak Bola. *J. Nutr. Coll.* **4**, 30–38 (2015).
24. Suman, S. R., Panbilnathan, A. & Singh, Y. W. B. Combined Effect Of Chocolate Milk With Physical Exercise On Selected Physiological Parameters Among College Male Students. *J. Xi'an Shiyou Univ. Nat. Sci. Ed.* **18**, 945–956 (2022).
25. Vitale, K. & Getzin, A. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients* **11**, 1–20 (2019).
26. Molaekhaletabadi, M. *et al.* Short-Term Effects of Low-Fat Chocolate Milk on Delayed Onset Muscle Soreness and Performance in Players on a Women's University Badminton Team. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **19**, 4–8 (2022).
27. Born, K. A. *et al.* Chocolate Milk versus carbohydrate supplements in adolescent athletes: A field based study. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **16**, 1–8 (2019).

28. Notoatmodjo, S. Metodologi Penelitian Kesehatan. 243 (2018).
29. Maulana, E., Wahyuningsih, S. & Putriningtyas, N. D. Pengaruh Pemberian Minuman Kombinasi Sari Kurma (*Phoenix dactylifera*) dan Garam NaCl terhadap Tekanan Darah dan Lama Periode Pemulihan Denyut Nadi pada Atlet Sepak Bola. *J. Gizi* **8**, 59–69 (2019).
30. Hita, I. P. A. D., Dewi, K. A. K., Pranata, D., Ariestika, E. & Indrawan, I. K. A. P. Status Gizi dan Lingkar Perut: Apakah Memiliki Pengaruh Terhadap Tekanan Darah? *J. Pendidik. Jasm. Univ. Tanjungputra* **1**, 1–14 (2022).
31. Sianturi, R. Uji homogenitas sebagai syarat pengujian analisis. *J. Pendidikan, Sains Sos. dan Agama* **8**, 386–397 (2022).
32. Usmadi, U. Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inov. Pendidik.* **7**, 50–62 (2020).
33. Kerksick, C. M. *et al.* International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **14**, (2017).
34. Utoro, B. F. & Dieny, F. F. Pengaruh penerapan carbohydrate loading modifikasi terhadap kesegaran jasmani atlet sepak bola. *J. Gizi Indones. (The Indones. J. Nutr.)* **4**, 107–119 (2016).
35. Wadey, C., Perkins, I. & Potter, J. Reviews Press Chocolate milk improves post-exercise recovery , in tennis players Reviews Press. *Rev. Press* **2**, 77–83 (2018).
36. Alawi, C. M. & Ray, H. R. D. Pengaruh Mengonsumsi Gula Aren (*Arenga Pinnata*) Sebelum Olahraga Terhadap Daya Tahan Otot. *J. Ilmu Faal Olahraga Indones.* **2**, 53–58 (2019).
37. Muhammad, H. F. L. *Aspek Molekuler Gizi Olahraga*. (Gadjah Mada University Press, 2023).
38. McLeman, L. A., Ratcliffe, K. & Clifford, T. Pre- and post-exercise nutritional practices of amateur runners in the UK: are they meeting the guidelines for optimal carbohydrate and protein intakes? *Sport Sci. Health* **15**, 511–517 (2019).
39. Penggalih, M. H. S. T., Sofro, Z. M., Solichah, K. M., Niamilah, I. & Nadia, A. *Gizi Olahraga II: Respons, Adaptasi Biokimia, dan Fisiologi Atlet*. (Gadjah Mada University Press, 2023).
40. Arenas, A. *et al.* Bovine Coronavirus Immune Milk Against COVID-19. *Front. Immunol.* **12**, 1–5 (2021).
41. Kanda, A. *et al.* Effects of whey, caseinate, or milk protein ingestion on muscle protein synthesis after exercise. *Nutrients* **8**, 1–13 (2016).
42. Master, P. B. Z. & Macedo, R. C. O. Effects of dietary supplementation in sport and exercise: a review of evidence on milk proteins and amino acids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **61**, 1225–1239 (2021).
43. Marika, M., Scoditti, E., Carluccio, M. A., Kaltsatou, A. & Cicchella, A. Effect of cocoa products and its polyphenolic constituents on exercise performance and exercise-induced muscle damage and inflammation: A review of clinical trials. *Nutrients* **11**, 1–15 (2019).
44. Hatchett, A. *et al.* A comparison between chocolate milk and a raw milk honey solution's influence on delayed onset of muscle soreness. *Sports* **4**, (2016).
45. Mahmud, M. A. Al *et al.* Nutrition for Athletes for Enhancement of their Performance. *ASAHPERD J.* **39**, 35–52 (2019).