

## Perubahan antropometri, kalsium darah, tekanan darah, dan kebugaran fisik akibat asupan susu kambing pada olahragawan

*Changes in anthropometry, blood calcium, blood pressure, and physical fitness due to goat's milk intake in athletes*

Yusni Yusni<sup>1</sup>, Amiruddin Amiruddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh

<sup>2</sup>Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh

### ABSTRACT

**Background:** The intake of healthy-balanced nutrition is needed by athletes. The complex nutritional content of goat milk such as protein, fat, carbohydrate, vitamin, and mineral acts as sports nutrition during and after training. **Objective:** This study aims to analyze the effects of goat milk on physical fitness, anthropometrics, blood calcium, and blood pressure in athletes. **Methods:** A clinical trial was conducted using healthy human subjects. Subjects were runners ( $n=10$  people) as the control group and gymnasts ( $n=19$  people) as the treatment group, male, age 21-27 years, and healthy. Bodyweight (BW), Height, and Body Mass Index (BMI), blood calcium, Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP), and physical fitness were examined two times, before and after consuming goat milk. Intervention: fresh goat milk, 250 mg/day (after dinner), and given for 90 days. Data were analyzed using a paired sample *t*-test. **Results:** There was no difference between BW ( $p = 0.07$ ), BMI ( $p = 0.08$ ), and DBP (0.24), but instead there was a significant difference in SBP ( $p=0.00$ ) before and after goat milk intervention in the experimental group. Blood calcium was significantly increased ( $p=0.00$ ) in the intervention group, whereas reverse decreased significantly ( $p=0.02$ ) in controls. A significant difference before and after therapy was found in speed ( $p=0.00$ ), arm muscle endurance ( $p=0.01$ ), anaerobic endurance ( $p=0.00$ ), agility ( $p=0.02$ ), however, there was no significant difference between leg muscle power ( $p=0.13$ ), flexibility ( $p=0.23$ ), an endurance of abdominal muscles ( $p=0.26$ ),  $VO_2$  max ( $p=1.15$ ) in the intervention group. **Conclusions:** Regular consumption of goat milk can reduce SBP, increase blood calcium levels, and improve physical fitness (speed, arm muscle endurance, anaerobic endurance, and agility) in athletes. Goat milk is an essential role in sports nutrition for physical fitness and athlete's health.

**KEYWORDS:** anthropometry; blood pressure; goat's milk; physical fitness

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Asupan gizi yang sehat dan seimbang sangat dibutuhkan olahragawan. Kandungan gizi yang kompleks dari susu kambing seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral berperan untuk memenuhi kebutuhan gizi olahraga selama dan setelah melakukan latihan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan menganalisis efek intervensi susu kambing terhadap kebugaran fisik, antropometri, kalsium darah, dan tekanan darah pada olahragawan. **Metode:** Penelitian uji klinis dilakukan dengan menggunakan subjek manusia sehat. Subjek adalah atlet lari ( $n=10$  orang) sebagai kelompok kontrol dan pesenam ( $n=19$  orang) sebagai kelompok perlakuan, laki-laki, usia 21-27 tahun, dan sehat. Berat badan (BB), tinggi badan (TB), dan indeks massa tubuh (IMT), kalsium darah, tekanan darah sistolik (TDS), tekanan darah diastolik (TDD), dan kebugaran fisik diperiksa 2 kali, yaitu sebelum dan setelah konsumsi susu kambing. Intervensi susu kambing segar 250 mg/hari (setelah makan malam) yang diberikan selama 90 hari. Analisis data menggunakan *paired sample t*-test. **Hasil:** Tidak terdapat perbedaan antara BB ( $p=0,07$ ); IMT ( $p=0,08$ ); dan TDD ( $p=0,24$ ), tetapi terdapat perbedaan yang signifikan terhadap TDS ( $p=0,00$ ) sebelum dan setelah intervensi. Kalsium darah meningkat signifikan ( $p=0,00$ ) pada kelompok perlakuan, tetapi sebaliknya menurun signifikan ( $p=0,02$ ) pada kelompok kontrol. Adanya perbedaan yang signifikan antra sebelum dan setelah intervensi terhadap kecepatan ( $p=0,00$ ); daya tahan otot lengan ( $p=0,01$ ); daya tahan anaerobik ( $p=0,00$ ); dan waktu tempuh ( $p=0,02$ ), tetapi tidak demikian dengan power otot tungkai ( $p=0,13$ );

**Korespondensi:** Yusni, Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia. Telp. 0651-7555593, e-mail: [yusni@unsyiah.ac.id](mailto:yusni@unsyiah.ac.id)

**Cara sitasi:** Yusni Y, Amiruddin A. Perubahan antropometri, kalsium darah, tekanan darah, dan kebugaran fisik akibat asupan susu kambing pada olahragawan. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2021;17(3):133-146. doi: 10.22146/ijcn.53967

kelentukan ( $p=0,23$ ); daya tahan otot perut ( $p=0,26$ ); dan  $VO_{2max}$  ( $p=1,15$ ) pada kelompok intervensi. **Simpulan:** Pemberian susu kambing menurunkan TDS, meningkatkan kadar kalsium darah, dan meningkatkan sebagian komponen kebugaran fisik diantaranya kecepatan, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan waktu tempuh pada olahragawan. Susu kambing berperan esensial sebagai nutrisi olahraga untuk kebugaran fisik dan kesehatan atlet.

**KATA KUNCI:** antropometri; tekanan darah; susu kambing; kebugaran; olahragawan

## PENDAHULUAN

Zat gizi olahraga yang direkomendasikan untuk atlet atau olahragawan adalah sangat kompleks yang mencakup makronutrien, mikronutrien, dan hidrasi sehingga menjadi perhatian para ahli (1). Semua zat tersebut merupakan kebutuhan utama bagi atlet untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan saat berolahraga (1,2). Keseimbangan antara pemasukan dan pengeluaran energi pada saat latihan, pemulihan, dan kinerja menjadi sangat penting bagi atlet (3). Konsumsi minuman yang mengandung karbohidrat dan elektrolit selama berolahraga akan menjamin kesediaan energi otot, menjaga keseimbangan glukosa darah, mencegah dehidrasi, dan hiponatremia (1,2,4). Asupan gizi yang baik dan cukup kalsium berperan untuk mengurangi tingkat kelelahan, menurunkan risiko cedera olahraga, dan meningkatkan kesehatan olahragawan (1-3). Kebugaran fisik olahragawan dipengaruhi oleh faktor genetik sekitar 40% sedangkan sisanya 60% dipengaruhi oleh latihan fisik teratur dan konsumsi gizi yang sehat dan seimbang (4-6). Penelitian mengenai pengaruh konsumsi susu terhadap performa atlet masih terbatas. Namun, studi sistematik review menyatakan bahwa kandungan protein, karbohidrat, kalsium, dan unsur gizi lainnya menyebabkan kadar asam amino serum meningkat sehingga membantu proses pemulihan otot akibat olahraga sehingga susu sapi dapat meningkatkan performa atlet (7). Kandungan zat gizi susu sapi dengan susu kambing hampir sama sehingga konsumsi susu kambing teratur juga dapat meningkatkan performa olahragawan.

Susu kambing mengandung zat gizi kompleks yang sesuai untuk kesehatan olahragawan, seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral (8-10). Protein dari susu kambing berguna untuk meningkatkan pertumbuhan, pembentukan jaringan otot, serta regenerasi sel dan jaringan yang rusak akibat berolahraga pada olahragawan (8,11). Kandungan protein pada susu

kambing (3,71%) lebih tinggi dari susu sapi (3,50%) dan susu unta (3,30%) (12). Susu kambing mengandung protein sebesar 3,6 g/100 g sedangkan susu sapi sekitar 3,4 g/100g (13,14). Konsumsi sekitar 244 g atau setara dengan satu gelas susu kambing mengandung sekitar 8,7 g protein (9,10). Susu kambing mengandung 20-30% whey ( $\beta$ -lacto-globulin and  $\alpha$ -lactalbumin) dan 80% kasein ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ , and  $\kappa$ -caseins). Kedua protein tersebut berfungsi untuk pertumbuhan dan pembentukan otot serta regenerasi sel dan jaringan yang rusak (9,13,15). Kandungan whey dan kasein protein pada susu kambing inilah yang kemungkinan berperan dalam meningkatkan komponen fisik sehingga berpengaruh terhadap performa atau kebugaran fisik atlet.

Protein susu kambing memiliki 22 asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh termasuk diantaranya adalah 8 asam amino esensial, seperti: isoleusin, leusin, dan fenilalanin. Asam amino esensial merupakan senyawa penting yang dibutuhkan tubuh untuk sintesis hormon dan jaringan (9). *Free amino acids* (FAA) merupakan asam amino yang terdapat pada susu kambing dan asam amino ini mudah dicerna dan diserap sehingga sangat membantu penyediaan energi saat berolahraga. Susu kambing mengandung energi yang lebih tinggi yaitu sekitar 580-740 kkal/kg jika dibandingkan dengan susu sapi sekitar 590-701 kkal/kg (13,16).

Susu kambing juga mengandung sejumlah mineral dan vitamin, seperti kalium, fosfor, kalsium, zinc, dan riboflavin (vitamin B2) (9,10). Mengonsumsi sekitar segelas susu kambing diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan harian kalsium sekitar 32,6% dan fosfor 27,0% (9,17). Susu kambing mengandung kalsium sekitar 90-199 mg/100g dan 13% lebih tinggi dari susu sapi (91-184 mg/100g) (8,13). Kalsium berperan dalam menjaga kebugaran fisik dan kesehatan atlet (2). Olahraga kronis tanpa disertai dengan asupan kalsium yang cukup pada atlet mengakibatkan terjadinya hipokalsemia sehingga meningkatkan pengambilan kalsium dari dalam tulang dan memicu terjadinya hipokalsemia kronis (18,19).

Hipokalsemia kronis dapat mengakibatkan mudah lelah dan menurunkan kepadatan tulang sehingga berisiko tinggi untuk terjadinya fraktur atau cedera (19). Peningkatan tingkat kelelahan berdampak terhadap penurunan komponen fisik dan performa atlet yang pada akhirnya akan menurunkan prestasi atlet.

Selain kalsium, fosfor juga merupakan mineral yang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tulang, otot, dan fungsi saraf serta berperan dalam meningkatkan produksi energi dengan cara meningkatkan metabolisme (11). Zink juga bekerja dalam meningkatkan aktivitas beberapa enzim, meningkatkan transport karbondioksida, meningkatkan metabolisme protein, dan mengatur metabolisme karbohidrat (11). Hal inilah yang merupakan salah satu faktor yang mendukung pengaruh konsumsi susu kambing dalam peningkatan kebugaran pada olahragawan.

Asupan susu kambing teratur dapat memenuhi kebutuhan kalsium harian bagi olahragawan. Susu kambing berperan untuk penyediaan energi pada waktu berolahraga karena dapat meningkatkan lipolisis (11,17). Hasil penelitian menyebutkan bahwa susu kambing meningkatkan pembakaran lemak 20 kali lebih cepat (17). Susu kambing juga mengandung vitamin B diantaranya riboflavin yang berfungsi sebagai pembangkit energi di otot (11). Susu kambing berperan dalam kontrol tekanan darah karena adanya kandungan *angiotensin converting enzyme* (ACE) dan juga tingginya kadar kalium sehingga konsumsi susu kambing dapat menurunkan tekanan darah dan memperbaiki fungsi jantung (6,11,17). Susu kambing mengandung sekitar 181 mg/100g yang lebih tinggi dari kandungan kalium pada susu sapi yaitu sebesar 152 mg/100g (20). Konsumsi susu kambing juga dikaitkan dengan peningkatan berat badan pada non-olahragawan, tetapi belum ada bukti ilmiah pengaruhnya terhadap berat badan dan indeks massa tubuh (IMT) pada olahragawan. Studi terdahulu menyebutkan bahwa konsumsi susu kambing secara teratur meningkatkan berat badan (10).

Hingga saat ini, belum ditemukan bukti ilmiah mengenai penggunaan susu kambing dalam meningkatkan kadar kalsium darah, antropometri, tekanan darah, dan komponen fisik (kebugaran) pada olahragawan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek pemberian susu kambing terhadap kalsium darah,

antropometri, tekanan darah, dan kebugaran fisik pada olahragawan agar dapat memperluas penggunaan serta pengembangannya di bidang ilmu gizi olahraga khususnya susu kambing sebagai nutrisi bagi olahragawan atau atlet. Kebugaran fisik pada studi ini diketahui dengan melakukan pemeriksaan komponen fisik yang meliputi kecepatan, power otot tungkai, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, waktu tempuh, kelentukan, daya tahan otot perut, dan daya tahan jantung paru (VO<sub>2</sub>maks).

## BAHAN DAN METODE

### Desain dan subjek

Desain penelitian adalah uji klinis dengan menggunakan subjek orang sehat dan bersifat *open trial*. Rancangan penelitian adalah dengan cara mengumpulkan data sebelum dan sesudah penelitian. Tempat penelitian di Laboratorium Fisiologi, Universitas Syiah Kuala (Unsyiah) untuk melakukan pemeriksaan antropometri dan tekanan darah sedangkan pemeriksaan komponen fisik dilakukan di Lapangan Stadion Harapan Bangsa Banda Aceh. Pemeriksaan kadar kalsium darah dilakukan di Laboratorium Prodia, Banda Aceh. Waktu penelitian dimulai dari bulan Mei - Desember 2016. Pemberian perlakuan dilakukan selama 90 hari, yaitu dari tanggal 24 Mei - 23 Agustus 2016. Penelitian ini dilaksanakan setelah mendapatkan izin dari Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Unsyiah dengan nomor: 504/KE/FK/2016. Pada saat rekrutmen subjek penelitian, subjek terlebih dahulu diberikan penjelasan sesuai dengan pedoman dan subjek yang bersedia secara sukarela diminta menandatangani *informed consent*. Semua hasil pemeriksaan terhadap subjek dirahasiakan dan publikasi dilakukan tanpa mencantumkan nama.

Subjek penelitian adalah olahragawan, yaitu orang yang melakukan olahraga senam aerobik secara teratur (frekuensi lebih dari 3 kali/minggu, durasi 60 menit/latihan) dan atlet lari. Kriteria inklusi meliputi jenis kelamin laki-laki, usia 21-27 tahun, sehat, dan bersedia menjadi subjek penelitian. Sementara kriteria eksklusi adalah subjek penelitian yang tidak mengikuti sepenuhnya prosedur penelitian, mengalami cedera olahraga, mengonsumsi obat-obatan atau suplemen yang mengandung tinggi kalsium, dan atau sedang

menjalani terapi hormonal. Sampel penelitian terdiri dari dua kelompok, yaitu pesenam sebagai kelompok intervensi dan atlet lari sebagai kelompok kontrol. Kelompok kontrol adalah kelompok atlet lari yang hanya melakukan latihan olahraga secara teratur dan tanpa intervensi sedangkan kelompok intervensi adalah kelompok pesenam yang melakukan latihan secara teratur dan diberikan intervensi berupa susu kambing segar. Penelitian ini menggunakan subjek yang berbeda untuk kedua kelompok tetapi karakteristik olahraga yang dilakukan oleh kedua kelompok adalah sejenis yaitu olahraga intensitas sedang.

Pengambilan sampel secara random menggunakan *simple random sampling* dengan teknik undian. Jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus perhitungan sampel untuk penelitian eksperimental ( $\alpha=0,05$  dan  $power=0,90$ ). Berdasarkan hasil perhitungan sampel didapatkan jumlah sampel minimal untuk masing-masing kelompok kontrol dan perlakuan adalah sebanyak 8 orang. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan subjek sebanyak 10 orang sebagai kelompok kontrol dan 19 orang sebagai kelompok perlakuan. Total subjek untuk kelompok kontrol adalah sebanyak 15 orang atlet lari, kemudian dirandom diambil 10 orang sedangkan untuk total subjek pada kelompok perlakuan adalah sebanyak 27 orang pesenam yang kemudian diundi dan dipilih sebanyak 19 orang sebagai subjek. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya subjek yang *drop out* melebihi 50% dari jumlah sampel minimal terutama pada kelompok perlakuan dengan jumlah sampel hampir dua kali lipat karena perlakuan membutuhkan waktu selama 90 hari. Berdasarkan pengalaman pada penelitian sebelumnya bahwa sebanyak 40% subjek mengundurkan diri pada minggu ketiga dengan berbagai alasan.

### **Pengumpulan dan pengukuran data**

Alat yang digunakan meliputi formulir *informed consent*, formulir pemeriksaan, timbangan berat badan, alat pengukur tinggi badan, tensimeter air raksa, stetoskop untuk mendengar denyut jantung dan membandingkan dengan nadi tangan, *stopwatch*, *Back and Leg dynamometer*, *hand grip*, bangku Astran, dan *sit and reach test*. Bahan penelitian yaitu susu kambing

segar, serum darah vena, kapas alkohol 70%, dan reagen kalsium merk Diasys.

*Pemeriksaan komponen fisik.* Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kebugaran fisik olahragawan. Pemeriksaan komponen fisik dilakukan oleh tenaga ahli yang bukan merupakan tim peneliti yaitu dosen Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi dari Universitas Syiah Kuala (Unsyiah) Banda Aceh. Komponen fisik yang diukur, terdiri dari kecepatan, power otot tungkai, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, waktu tempuh, kelentukan, daya tahan otot perut, dan daya tahan jantung paru ( $VO_{2max}$ ). Pengukuran kecepatan dilakukan dengan lari sprint 20 meter. Kategori sempurna untuk atlet laki-laki adalah 2,6-2,7 detik. Power otot tungkai diperiksa menggunakan *vertical jump*, dalam satuan sentimeter (cm) dengan kategori sempurna jika mencapai lebih dari atau sama dengan 90 cm (untuk atlet laki-laki). Pemeriksaan daya tahan otot lengan dilakukan dengan *push up* dalam satuan kali. Kategori sempurna untuk atlet laki-laki adalah lebih dari 30 kali. Daya tahan anaerobik diukur dengan sprint 300 meter dengan kategori sempurna jika kurang dari 37 detik. Waktu tempuh dihitung dengan menggunakan *shuttle run* 8x5 meter. Waktu tempuh adalah waktu tercepat yang dapat ditempuh pada saat latihan atau pertandingan yang diukur dalam satuan detik. Pengukuran kelentukan dilakukan dengan menggunakan *sit and reach* dengan kategori sempurna jika lebih dari 40 cm. Pemeriksaan daya tahan otot perut dilakukan dengan *sit up* selama 2 menit dan kategori sempurna jika mencapai lebih dari 106 kali. Daya tahan jantung paru yang diperiksa adalah  $VO_{2max}$  dengan menggunakan metode *harvard step test* dan termasuk kategori sempurna jika lebih dari 55 mL/kg/mnt.

*Pengukuran antropometri.* Antropometri diukur oleh tenaga ahli yang bukan dari tim peneliti yaitu oleh dokter dari Fakultas Kedokteran Unsyiah. Pengukuran antropometri meliputi berat badan, tinggi badan, dan IMT. Pemeriksaan berat dilakukan dengan menggunakan timbangan injak merek GEA ZT-120. Tinggi badan diukur menggunakan alat pengukur tinggi badan atau *microtoise*. Indeks masa tubuh (IMT) dihitung dengan menggunakan rumus konversi dari berat badan dibagi dengan kuadrat tinggi badan.



**Tekanan darah.** Tekanan darah diukur oleh dokter dengan menggunakan sphygmomanometer air raksa dan stetoskop. Pengambilan data sebelum perlakuan (*pretest*) adalah sebagai berikut: pemeriksaan antropometri dilakukan pagi hari antara jam 8.00-10.00 WIB pada tanggal 21 Mei 2016 di Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Unsyiah. Pemeriksaan komponen fisik dilakukan pagi hari pukul 08.00-12.00 WIB pada tanggal 22 Mei 2016 di stadion mini Unsyiah dan pada tanggal 23 Mei 2016 dilakukan pengambilan sampel darah di pagi hari antara jam 08.00-10.00 WIB di Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Unsyiah. Pengambilan data setelah perlakuan (*posttest*) dilakukan dengan urutan yang sama dengan data *pretest*, yaitu pada tanggal 24-26 Agustus 2016.

**Kadar kalsium darah.** Sampel darah yang diambil adalah sampel darah puasa dan subjek diminta untuk melakukan puasa selama 10-12 jam yaitu dari jam 20.00-08.00 WIB. Waktu pengambilan sampel adalah pagi hari antara jam 08.00-10.00 WIB. Jumlah sampel darah yang diambil adalah sebanyak 2,5 ml. Tempat pengambilan sampel darah adalah di daerah vena mediana kubiti oleh tenaga laboratorium dari Laboratorium Klinik Prodia Banda Aceh. Pemeriksaan kalsium dilakukan dengan metode *O-cresolphthalein complexone*. Kadar kalsium darah normal adalah 8,3 -10,6 mg/dl.

**Prosedur pemberian intervensi.** Intervensi yang diberikan adalah susu kambing segar yang dipasteurisasi. Sebelum susu kambing diberikan kepada subjek penelitian, terlebih dahulu dilakukan uji laboratorium untuk memastikan tingkat keamanan konsumsi susu kambing. Uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Peternakan, Fakultas Pertanian Unsyiah. Hasil uji tersebut menunjukkan susu aman untuk dikonsumsi dan tanpa cemaran bakteri. Susu kambing dibeli pada peternak kambing di jalan Linkar Kampus Unsyiah sekitar 200 meter dari Fakultas Kedokteran Unsyiah. Dosis susu kambing yang diberikan adalah 250 ml per hari selama 90 hari yang diberikan setelah makan malam, yaitu antara jam 18.00-19.00 WIB. Pemilihan dosis ini adalah berdasarkan kebutuhan harian untuk konsumsi susu pada orang dewasa dan juga penelitian pendahuluan yang telah dilakukan pada wanita sedenter (21).

## Analisis data

Analisis data dengan uji-t untuk data berpasangan ( $p < 0,05$ ) untuk mengetahui pengaruh pemberian susu kambing terhadap komponen fisik, nilai antropometri, tekanan darah, dan kadar kalsium darah pada olahragawan. *Independent sample t-test* untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian intervensi terhadap variabel dengan membandingkan data *pretest* (data sebelum perlakuan) dan *posttest* (data setelah perlakuan) antara kelompok kontrol dan intervensi. Analisis data menggunakan *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versi 21.

## HASIL

Karakteristik subjek pada **Tabel 1** menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ) pada usia, BB, TB, IMT, tekanan darah, dan kalsium darah sebelum perlakuan antara kelompok kontrol dan intervensi. Usia subjek yang termuda adalah 21 tahun pada kelompok kontrol dan tertua adalah usia 27 tahun pada kelompok perlakuan. Hasil analisis *independent sample t-test* ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki karakteristik yang sama sehingga karakteristik kelompok kontrol dan intervensi

**Tabel 1. Karakteristik awal subjek antara kelompok kontrol (n=10) dan intervensi (n=19) sebelum perlakuan**

Variabel	Kelompok	Rerata±SD	p
Usia (tahun)	Kontrol	22,50±1,43	0,27
	Intervensi	24,05±1,27	
BB (kg)	Kontrol	60,10±4,33	0,82
	Intervensi	59,53±7,41	
TB (cm)	Kontrol	169,80±5,22	0,07
	Intervensi	165,58±6,09	
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	Kontrol	20,87±1,72	0,34
	Intervensi	21,69±2,32	
TDS (mmHg)	Kontrol	119,50±7,62	0,38
	Intervensi	122,11±7,51	
TDD (mmHg)	Kontrol	78,50±3,37	0,33
	Intervensi	80,42±5,53	
Kalsium (mg/dl)	Kontrol	9,74±0,42	0,22
	Intervensi	9,57±0,27	

\**Independent sample t-test*, signifikan ( $p < 0,05$ ); BB = berat badan; TB = tinggi badan; IMT = indeks massa tubuh; TDS = tekanan darah sistolik; TDD = tekanan darah diastolik

sebelum intervensi adalah homogen. Lebih lanjut, hasil analisis *independent sample t-test* ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ) antara kecepatan, power otot tungkai, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan kelentukan sebelum pemberian susu kambing antara kelompok kontrol dan intervensi. Sebaliknya, terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) pada beberapa komponen dari kebugaran fisik seperti waktu tempuh, daya tahan otot perut, dan VO<sub>2</sub>maks sebelum perlakuan antara kelompok kontrol dan intervensi (**Tabel 2**).

**Tabel 2. Komponen fisik antara kelompok kontrol (n=10) dan intervensi (n=19) sebelum perlakuan**

Variabel	Intervensi	Rerata±SD	p
Kecepatan (detik)	Kontrol	3,38±0,21	0,05
	Intervensi	3,67±0,38	
Power otot tungkai (cm)	Kontrol	73,40±9,32	0,30
	Intervensi	68,37±12,72	
Daya tahan otot lengan (kali)	Kontrol	42,40±10,80	0,43
	Intervensi	24,63±10,13	
Daya tahan anaerobik(detik)	Kontrol	49,46±5,09	0,74
	Intervensi	50,57±4,55	
Waktu tempuh (detik)	Kontrol	13,47±0,80	0,02*
	Intervensi	13,51±1,57	
Kelentukan (cm)	Kontrol	34,98±21,58	0,50
	Intervensi	21,58±7,59	
Daya tahan otot perut (kali)	Kontrol	58,20±24,68	0,02*
	Intervensi	31,26±10,41	
VO <sub>2</sub> maks (mL/kg/mnt)	Kontrol	30,90±5,91	0,03*
	Intervensi	33,89±3,84	

\**Independent sample t-test*, signifikan ( $p < 0,05$ );

**Tabel 3. Pengaruh intervensi susu kambing terhadap antropometri, tekanan darah, dan kalsium darah pada kelompok kontrol (n=10)**

Variabel	Intervensi	Rerata±SD	p
BB (kg)	Sebelum	60,10±4,33	0,66
	Sesudah	60,30±4,22	
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	Sebelum	20,87±1,72	0,63
	Sesudah	20,95±1,79	
TDS (mmHg)	Sebelum	119,50±7,62	0,47
	Sesudah	118,00±4,83	
TDD (mmHg)	Sebelum	78,50±3,37	0,34
	Sesudah	77,00±4,83	
Kalsium (mg/dl)	Sebelum	9,74±0,42	0,02*
	Sesudah	9,37±0,38	

\**Paired sample t-test*, signifikan ( $p < 0,05$ ); BB = berat badan; TB = tinggi badan; IMT = indeks massa tubuh; TDS = tekanan darah sistolik; TDD = tekanan darah diastolik

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan antara BB ( $p = 0,66$ ), IMT ( $p = 0,63$ ), TDS ( $p = 0,47$ ), dan TDD ( $p = 0,34$ ) sebelum dan setelah pemberian intervensi susu kambing. Sebaliknya, kadar kalsium darah mengalami penurunan signifikan setelah perlakuan pada kelompok kontrol (**Tabel 3**). Sementara pada kelompok intervensi menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap TDS ( $p = 0,00$ ) dan kadar kalsium darah ( $p = 0,00$ ) sebelum dan setelah intervensi susu kambing (**Tabel 4**). Kadar kalsium semua subjek pada kedua kelompok adalah normal dan nilai kalsium terendah sebesar 8,8 mg/dl dan tertinggi 10,4 mg/dl.

Lebih lanjut, hasil analisis *independent sample t-test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan ( $p > 0,05$ ) nilai antropometri dan TDD sebelum dan setelah diberikan perlakuan antara kelompok kontrol dan intervensi. Namun, terdapat perbedaan signifikan pada TDS dan kalsium *posttest* (setelah perlakuan) antara kelompok kontrol dan intervensi ( $p < 0,05$ ) (**Tabel 5**). Hasil ini mengindikasikan bahwa konsumsi susu kambing teratur dapat menurunkan TDS dan meningkatkan kalsium darah pada olahragawan.

Hasil pemeriksaan kebugaran fisik pada kelompok kontrol (**Tabel 6**) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara kecepatan ( $p = 0,13$ ); *power* otot tungkai ( $p = 0,23$ ); daya tahan anaerobik ( $p = 0,05$ ); waktu tempuh ( $p = 0,09$ ); kelentukan ( $p = 0,08$ ); daya tahan otot perut ( $p = 0,11$ ); dan VO<sub>2</sub>maks ( $p = 0,17$ ) sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok kontrol. Namun, hanya daya tahan otot lengan ( $p = 0,00$ ) yang

**Tabel 4. Pengaruh intervensi susu kambing terhadap antropometri, tekanan darah, dan kalsium darah pada kelompok intervensi (n=19)**

Variabel	Intervensi	Rerata±SD	p
BB (kg)	Sebelum	59,53±7,41	0,07
	Sesudah	61,58±10,12	
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	Sebelum	21,69±2,31	0,08
	Sesudah	22,39±2,97	
TDS (mmHg)	Sebelum	122,11±7,51	0,00*
	Sesudah	115,00±10,54	
TDD (mmHg)	Sebelum	80,42±5,53	0,24
	Sesudah	78,42±7,08	
Kalsium (mg/dl)	Sebelum	9,57±0,27	0,00*
	Sesudah	9,87±0,33	

\**Paired sample t-test*, signifikan ( $p < 0,05$ );

menunjukkan perbedaan signifikan antara sebelum dan setelah perlakuan. Sementara itu, **Tabel 7** menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kecepatan ( $p=0,00$ ); daya tahan otot lengan ( $p=0,01$ ); daya tahan anaerobik ( $p=0,00$ ); waktu tempuh ( $p=0,02$ ) sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok intervensi. Sebaliknya, tidak ditemukan perbedaan signifikan antara *power* otot tungkai ( $p=0,13$ ); kelentukan ( $p=0,23$ ); daya tahan otot perut ( $p=0,26$ ); dan  $VO_2$  maks ( $p=1,15$ ). Penurunan nilai kecepatan artinya setelah mengonsumsi susu kambing, olahragawan dapat berlari lebih cepat karena waktu yang diperlukan semakin pendek dari sebelum mengonsumsi susu kambing. Hal ini menunjukkan bahwa susu kambing dapat meningkatkan kecepatan olahragawan. Demikian juga dengan waktu tempuh, semakin singkat waktu yang ditempuh maka akan semakin mempercepat waktu yang ditempuh sehingga menggambarkan tingkat kebugaran yang semakin tinggi.

**Tabel 5. Perbedaan nilai antropometri, tekanan darah, dan kalsium darah sebelum dan setelah perlakuan antara kelompok kontrol (n=10) dan intervensi (n=19)**

Variabel	Data	Kelompok	Rerata±SD	p
BB (kg)	Pretest	Kontrol	60,10±4,33	0,83
		Intervensi	59,53±7,41	
	Posttest	Kontrol	60,30±4,22	0,71
		Intervensi	61,58±10,12	
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	Pretest	Kontrol	20,87±1,72	0,34
		Intervensi	21,69±2,31	
	Posttest	Kontrol	20,95±1,79	0,17
		Intervensi	22,39±2,97	
TDS (mmHg)	Pretest	Kontrol	119,50±7,62	0,38
		Intervensi	122,11±7,51	
	Posttest	Kontrol	118,00±4,83	0,00*
		Intervensi	115,00±10,54	
TDD (mmHg)	Pretest	Kontrol	78,50±3,37	0,32
		Intervensi	80,42±5,53	
	Posttest	Kontrol	77,00±4,83	0,57
		Intervensi	78,42±7,08	
Kalsium (mg/dl)	Pretest	Kontrol	9,74±0,42	0,22
		Intervensi	9,57±0,27	
	Posttest	Kontrol	9,37±0,38	0,00*
		Intervensi	9,87±0,33	

\*Independent sample t-test, signifikan ( $p<0,05$ ); BB = berat badan; TB = tinggi badan;

IMT = indeks massa tubuh; TDS = tekanan darah sistolik; TDD = tekanan darah diastolik

Hasil analisis *independent sample t-test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kecepatan *pretest*, *power* otot tungkai *pretest* dan *posttest*, daya tahan otot lengan *posttest*, daya tahan anaerobik *pretest*, waktu tempuh *pretest*, dan  $VO_2$  maks *pretest* antara kelompok kontrol dan intervensi ( $p>0,05$ ). Namun, terdapat perbedaan signifikan antara

**Tabel 6. Perbedaan nilai komponen fisik sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok kontrol (n=10)**

Variabel	Intervensi	Rerata±SD	p
Kecepatan (detik)	Sebelum	3,38±0,21	0,13
	Sesudah	3,45±0,22	
Power otot tungkai (cm)	Sebelum	75,40±9,84	0,23
	Sesudah	73,40±9,32	
Daya tahan otot lengan (kali)	Sebelum	42,43±10,80	0,00*
	Sesudah	37,60±8,11	
Daya tahan anaerobik(detik)	Sebelum	47,27±4,46	0,05
	Sesudah	49,46±5,09	
Waktu tempuh (detik)	Sebelum	13,46±0,80	0,09
	Sesudah	13,28±0,92	
Kelentukan (cm)	Sebelum	34,98±9,77	0,08
	Sesudah	33,10±8,91	
Daya tahan otot perut (kali)	Sebelum	58,20±24,68	0,11
	Sesudah	56,40±24,67	
$VO_2$ maks (mL/kg/mnt)	Sebelum	30,90±5,91	0,17
	Sesudah	29,30±2,27	

\*Paired sample t-test, signifikan ( $p<0,05$ )

**Tabel 7. Perbedaan nilai komponen fisik sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok intervensi (n=19)**

Variabel	Intervensi	Rerata±SD	p
Kecepatan (detik)	Sebelum	3,67±0,37	0,00*
	Sesudah	3,07±0,25	
Power otot tungkai (cm)	Sebelum	68,36±12,72	0,13
	Sesudah	74,73±12,58	
Daya tahan otot lengan (kali)	Sebelum	24,63±10,13	0,01*
	Sesudah	32,57±8,36	
Daya tahan anaerobik(detik)	Sebelum	50,56±4,55	0,00*
	Sesudah	39,56±7,54	
Waktu tempuh (detik)	Sebelum	13,51±1,57	0,02*
	Sesudah	12,32±1,65	
Kelentukan (cm)	Sebelum	21,58±7,59	0,23
	Sesudah	24,73±8,49	
Daya tahan otot perut (kali)	Sebelum	31,26±10,40	0,26
	Sesudah	35,05±10,40	
$VO_2$ maks (mL/kg/mnt)	Sebelum	33,89±3,84	0,15
	Sesudah	37,36±9,49	

\*Paired sample t-test, signifikan ( $p<0,05$ )

**Tabel 8. Perbedaan nilai komponen fisik sebelum dan setelah perlakuan antara kelompok kontrol (n=10) dan intervensi (n=19)**

Variabel	Data	Kelompok	Rerata±SD	p	
Kecepatan (detik)	Pretest	Kontrol	3,38±0,21	0,05	
		Intervensi	3,67±0,37		
	Posttest	Kontrol	3,45±0,22		0,00*
		Intervensi	3,07±0,25		
Power otot tungkai (cm)	Pretest	Kontrol	75,40±9,84	0,30	
		Intervensi	68,36±12,72		
	Posttest	Kontrol	73,40±9,32		0,27
		Intervensi	74,73±12,58		
Daya tahan otot lengan (kali)	Pretest	Kontrol	42,43±10,80	0,00*	
		Intervensi	24,63±10,13		
	Posttest	Kontrol	37,60±8,11		0,98
		Intervensi	32,57±8,36		
Daya tahan anaerobik (detik)	Pretest	Kontrol	47,27±4,46	0,74	
		Intervensi	50,56±4,55		
	Posttest	Kontrol	49,46±5,09		0,02*
		Intervensi	39,56±7,54		
Waktu tempuh (detik)	Pretest	Kontrol	13,46±0,80	0,93	
		Intervensi	13,51±1,57		
	Posttest	Kontrol	13,28±0,92		0,01*
		Intervensi	12,32±1,65		
Kelentukan (cm)	Pretest	Kontrol	34,98±9,77	0,002*	
		Intervensi	21,58±7,59		
	Posttest	Kontrol	33,10±8,91		0,02*
		Intervensi	24,73±8,49		
Daya tahan otot perut (kali)	Pretest	Kontrol	58,20±24,68	0,002*	
		Intervensi	31,26±10,40		
	Posttest	Kontrol	56,40±24,67		0,004*
		Intervensi	35,05±10,40		
VO2maks (mL/kg/mnt)	Pretest	Kontrol	30,90±5,91	0,40	
		Intervensi	33,89±3,84		
	Posttest	Kontrol	29,30±2,27		0,02*
		Intervensi	37,36±9,49		

\*Independent sample t-test, signifikan (p<0,05)

kecepatan *posttest*, daya tahan otot lengan *pretest*, daya tahan anaerobik *posttest*, waktu tempuh *posttest*, kelentukan *pretest* dan *posttest*, daya tahan otot perut *pretest* dan *posttest*, dan VO2maks *posttest* antara kelompok kontrol dan intervensi (p<0,05) (Tabel 8).

## BAHASAN

Konsumsi susu kambing tidak berpengaruh terhadap nilai antropometri pada olahragawan. Pengaruh susu kambing terhadap BB dan IMT masih menjadi

kontroversi. Hasil penelitian ini menemukan bahwa terjadi sedikit peningkatan berat badan dan IMT pada pesenam, tetapi peningkatan ini tidak signifikan (p>0,05). Hasil ini memberikan gambaran bahwa konsumsi susu kambing dapat memelihara berat badan pada pesenam. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa konsumsi susu teratur dapat membantu menjaga berat badan dan mencegah terjadinya obesitas (22). Namun, studi lain menyebutkan bahwa konsumsi susu kambing dapat meningkatkan BB, menambah TB, dan meningkatkan kadar kalsium darah, tiamin, hemoglobin, vitamin A, dan riboflavin (23). Susu kambing berperan dalam mengatur BB dengan cara mengatur nafsu makan (24). Konsumsi susu kambing menghambat nafsu makan karena adanya perubahan glucagon like peptide-1 (GLP-1) dan trigliserida serta meningkatkan lipolisis sehingga dapat memelihara keseimbangan berat badan (24,25).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian susu kambing dapat menurunkan TDS, tetapi tidak dengan TDD pada pesenam dan hasil penelitian ini sama dengan penelitian kami sebelumnya pada subjek non-olahragawan (21). Susu kambing mengandung enzim *angiotensin converting enzyme* (ACE) yang merupakan suatu peptide yang berfungsi untuk menghambat pembentukan angiotensin II (18). *Angiotensin converting enzyme* adalah regulator utama tekanan darah di dalam *sistem renin-angiotensin system* (RAS) (26). Angiotensin II adalah suatu vasokonstriktor kuat yang berperan dalam peningkatan tekanan darah (27,28). Konsumsi susu kambing teratur dapat merangsang sekresi nitrit oksida (NO) (11). Nitrit oksida adalah mediator biologis yang mempunyai peran dalam sejumlah proses fisiologis termasuk mengatur tekanan darah (29-31). Nitrit oksida merupakan vasodilator potent dan sebagai antihipertensi (30,32,33). Sekresi NO dan juga ACE inhibitor berhubungan dengan tekanan darah sistolik. Oleh karena itu, penurunan tekanan darah sistolik berhubungan dengan kandungan ACE inhibitor dan NO yang ada pada susu kambing (29-31). Namun, hal ini masih perlu dilakukan penelitian. Penurunan tekanan darah sistolik juga berkaitan dengan angiotensin II, hal ini sejalan dengan studi sebelumnya bahwa konsumsi susu kambing dapat menurunkan tekanan darah dan kadar angiotensin II (26).



Susu dan juga produk susu mengandung sejumlah antioksidan (asam amino sistein, vitamins A, E, karotenoid, sistem enzim, superoxide-dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase) yang berfungsi untuk mencegah terjadinya penyakit kardiovaskular (34). Selain itu, susu kambing juga merupakan sumber vitamin K. Vitamin K berfungsi sebagai regulator tekanan darah dan fungsi jantung sehingga dapat mencegah terjadinya hipertensi dan aterosklerosis. Secangkir susu kambing mengandung sekitar 498,7 mg vitamin K dan 121,5 mg natrium (8,10). Konsumsi susu dapat menurunkan tekanan darah sebanyak 50% (22). Kandungan kalsium dan juga sejumlah zat bioaktif yang ada pada susu berperan dalam memodulasi tekanan darah (35-38).

Kebugaran fisik atlet dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya diet dan pelatihan fisik yang baik dan teratur (5,31-33). Hasil studi ini menemukan bahwa intervensi susu kambing dapat meningkatkan beberapa indikator kebugaran fisik pada pesenam, yaitu kecepatan, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan waktu tempuh. Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa konsumsi susu kambing teratur dapat meningkatkan beberapa komponen kebugaran fisik pada olahragawan. Beberapa komponen yang tidak mengalami perubahan secara signifikan kemungkinan karena dosis susu kambing yang diberikan kurang cukup untuk kebutuhan harian olahragawan. Oleh karena itu, peneliti menyarankan untuk dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan dosis yang lebih besar dan dilakukan perhitungan dosis yang tepat untuk atlet. Dosis yang diberikan pada studi ini disesuaikan dengan kebutuhan konsumsi susu harian untuk orang normal (bukan atlet).

Kebugaran fisik (*physical fitness*) adalah sejumlah komponen atau atribut fisik yang dicapai atau dimiliki seseorang yang berhubungan dengan kemampuan orang untuk melakukan aktivitas fisik tanpa kelelahan dan aman (6). Konsumsi susu kambing meningkatkan kecepatan pada pesenam karena kandungan energi pada susu kambing (70 kcal) lebih tinggi dari susu sapi (69 kcal) (39). Ketersediaan energi yang cukup akan meningkatkan kecepatan atlet pada saat berolahraga (1,3,40). *Power* otot tungkai mengalami sedikit peningkatan setelah mengonsumsi susu kambing pada kelompok intervensi,

tetapi peningkatan ini tidak bermakna secara statistik. Hasil ini mengindikasikan bahwa susu kambing berpotensi untuk meningkatkan *power* otot tungkai (41), tetapi perlu dilanjutkan dengan menggunakan dosis susu yang lebih besar dan diberikan dua kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Kekuatan atau *power* otot tungkai adalah kemampuan otot tungkai untuk meningkatkan kekuatan selama berkontraksi volunteer (6). Kekuatan otot dapat ditingkatkan dengan melakukan teknik pelatihan yang baik dan diet yang sehat-seimbang untuk olahragawan termasuk dengan mengonsumsi susu (6,7).

Daya tahan otot adalah kemampuan dari sekelompok otot untuk berkontraksi secara berulang dalam periode waktu tertentu dengan melawan resistensi submaksimal, sebagai contoh mengangkat beban berulang. Daya tahan otot diperiksa dengan melakukan *push-up* dan *sit-up* yang dihitung jumlah maksimal yang dapat dilakukan tanpa waktu istirahat (6,42). Kebutuhan energi pada saat berolahraga diperoleh melalui dua jalur yaitu dengan menggunakan oksigen (aerobik) dan tanpa oksigen (anaerobik). Aktivitas fisik tinggi menggunakan energi anaerobik sedangkan untuk aktivitas fisik ringan-sedang seperti senam dan lari mendapatkan energi melalui jalur aerobik (6). Kedua olahraga ini juga termasuk ke dalam olahraga aerobik. Proses penggunaan oksigen untuk menghasilkan energi disebut dengan metabolisme aerobik, sebaliknya tubuh menghasilkan energi dengan tidak menggunakan oksigen disebut metabolisme anaerobik (38,43). Daya tahan anaerobik merupakan kemampuan tubuh untuk menyediakan energi yang dibutuhkan pada saat melakukan aktivitas fisik dengan tidak bergantung pada oksigen (6). Kebutuhan energi diperoleh dari simpanan adenosine trifosfat dan fosfokreatin intramuskular untuk menghasilkan energi melalui jalur glikolitik.

Konsumsi makanan sehat seperti susu kambing akan meningkatkan kebugaran pada olahragawan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa susu kambing dapat dijadikan sebagai nutrisi tambahan bagi olahragawan. Susu kambing mudah dicerna dan hanya membutuhkan waktu sekitar 20 menit sementara susu sapi membutuhkan waktu antara 2-3 jam (8). Hal inilah yang mendasari bahwa susu kambing dapat menyediakan energi yang lebih cepat sehingga pada olahragawan yang mengonsumsi susu

kambing memiliki beberapa komponen kebugaran fisik yang lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Hasil studi ini juga menunjukkan bahwa tidak semua komponen fisik, seperti power otot tungkai, daya tahan anaerobik, kelentukan, dan VO<sub>2</sub> maks mengalami perubahan signifikan setelah konsumsi susu kambing. Hal ini kemungkinan karena dosis susu yang diberikan masih kurang untuk memenuhi kebutuhan atlet atau adanya faktor lain yang tidak dapat dikontrol pada penelitian ini. Penelitian terhadap atlet wanita menemukan bahwa konsumsi susu sapi sebanyak 500 ml setelah *sprint* dan *jumping* berulang menunjukkan efek positif terhadap kelelahan otot dan meningkatkan pemulihan pasca olahraga (44). Namun, peneliti belum menemukan dosis susu kambing yang tepat untuk meningkatkan kebugaran pada atlet. Oleh karena itu, dosis yang digunakan pada penelitian tersebut dapat menjadi referensi untuk peningkatan dosis pada penelitian lanjutan.

Konsumsi susu kambing dan olahraga teratur tidak meningkatkan kelentukan atau fleksibilitas pada olahragawan. Kelentukan merupakan komponen kebugaran yang dibutuhkan atlet untuk kekuatan otot dan sendi pada saat melakukan aktivitas olahraga (45). Melatih fleksibilitas membutuhkan waktu yang lebih lama dan kelentukan yang baik dipengaruhi oleh diet dan pelatihan (6,45). Kelentukan yang buruk akan meningkatkan risiko cedera olahraga (45). Pelatihan fisik akan menyesuaikan tubuh untuk mengembangkan dan meningkatkan fleksibilitas sedangkan asupan gizi bertujuan untuk memenuhi persediaan simpanan substrat untuk menghasilkan energi. Ketersediaan energi akan membantu dalam meningkatkan kelentukan dan kebugaran fisik olahragawan (36,46).

Demikian juga dengan VO<sub>2</sub> maks, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan VO<sub>2</sub> maks yang tidak signifikan setelah mengonsumsi susu kambing pada kelompok intervensi. Namun, terdapat perbedaan kadar VO<sub>2</sub> maks sebelum dan setelah intervensi antar kelompok kontrol dan perlakuan. Hal ini memberikan gambaran bahwa susu kambing dapat meningkatkan VO<sub>2</sub> maks pada olahragawan. VO<sub>2</sub> maks adalah kapasitas maksimal seseorang untuk menghirup oksigen yang menggambarkan daya tahan kardiorespiratori. Semakin tinggi nilai VO<sub>2</sub> maks, maka semakin tinggi

pula ketahanan tubuh seseorang saat berolahraga dan semakin rendah tingkat kelelahan yang dimiliki (6,47). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa konsumsi susu kambing dapat meningkatkan daya tahan jantung paru pada olahragawan.

Lebih lanjut, studi ini menemukan bahwa konsumsi susu kambing teratur dapat meningkatkan kadar kalsium darah pada olahragawan dan sebaliknya pada kelompok kontrol yang mengalami penurunan kadar kalsium darah. Hal ini kemungkinan karena selama masa pelaksanaan penelitian, kedua kelompok subjek tetap melakukan latihan secara teratur, yaitu 3-5 kali perminggu dengan durasi 60-120 menit setiap sesi latihan. Latihan fisik meningkatkan kebutuhan akan kalsium, tetapi apabila asupan kalsium tidak terpenuhi maka akan berdampak terhadap penurunan kadar kalsium dalam tubuh. Ketersediaan kalsium di dalam tubuh dipengaruhi oleh asupan kalsium dari makanan (48). Susu kambing mengandung sejumlah mineral seperti fosfor, zink, selenium, tembaga, kalium, klorida, dan kalsium (20,49). Kandungan kalsium dan zink pada susu kambing memberikan peranan penting dalam meningkatkan kecepatan, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan waktu tempuh pada olahragawan (pesenam). Kalsium adalah mineral utama yang terbanyak di dalam tubuh, yaitu sekitar 98% dan sekitar 46% berada di dalam tulang dan gigi. Kalsium dan protein merupakan zat gizi yang menjadi prioritas untuk pengaturan asupan makanan bagi para atlet.

Kalsium berfungsi untuk kontraksi otot, aktivitas enzim, respon imun, aktivitas saraf, diferensiasi sel, dan kematian sel. Kalsium berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tulang dan membantu kontraksi otot pada saat berolahraga (2). Kadar kalsium yang terdapat dalam darah dan cairan ekstrasel umumnya sekitar 1-2 mmol/L, sementara kadar kalsium intrasel sekitar  $\leq 100$  nmol/L oleh kalsium ATPase dan pertukaran antara membran plasma dan retikulum endoplasma (50,51). Ketersediaan kalsium di dalam tubuh diatur oleh kelenjar tiroid melalui *calcium sensing reseptor* (CaSR), absorpsi usus untuk kalsium eksternal, reabsorpsi ginjal, dan resorpsi atau pembentukan oleh tulang (50). Gangguan pada sistem ini akan berdampak terhadap homeostasis kalsium dan memicu berbagai penyakit (51,52). Usus bertanggung

jawab dalam pengambilan kalsium dan makanan adalah sumber utama untuk pengambilan kalsium (*calcium uptake*) (50). Kebutuhan kalsium harian dapat diperoleh dari asupan makanan kaya kalsium, diantaranya susu dan produknya (2).

Susu adalah salah satu makanan yang kaya kalsium (50). Susu kambing merupakan sumber kalsium alami (22). Susu kambing mempunyai banyak manfaat bagi kesehatan karena susu kambing dapat mencegah demineralisasi tulang (20). Susu kambing mengandung lebih tinggi kalsium jika dibandingkan dengan susu sapi, yaitu dalam 100 gramnya masing-masing mengandung 133 mg dan 100 mg kalsium. Konsumsi segelas susu kambing (200 ml) dapat memenuhi sekitar 29 persen kebutuhan kalsium untuk orang dewasa (22). Kandungan kalsium yang tinggi pada susu kambing inilah yang memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar kalsium pada pesenam. Asupan kalsium yang rendah mengakibatkan defisiensi kalsium yang memicu munculnya kelelahan pada olahragawan dan juga berbagai penyakit (50,52).

Susu kambing memiliki kandungan 3,8% lemak; 4,1% laktosa; 3,4% protein; dan 87% air. Kandungan protein dalam satu gelas susu kambing dapat memenuhi sekitar 17,4 persen kebutuhan tubuh akan protein setiap hari (53). Konsumsi sebanyak dua gelas atau setara 500 ml susu kambing sehari dapat memenuhi sekitar 94% asam amino esensial, 83% kalsium, dan 78% riboflavin dari asupan makanan harian orang dewasa yang direkomendasikan (39). Protein pada saat olahraga berfungsi untuk pemeliharaan jaringan dan untuk aktivitas pergantian sel otot yang rusak akibat berolahraga (2). Aktivitas olahraga mengakibatkan terjadi *muscle breakdown* atau perusakan otot yang apabila jumlah protein di dalam tubuh tidak mencukupi maka risiko terjadinya *muscle tears* atau perobekan otot cenderung lebih besar. Susu kambing juga dapat mempercepat pembakaran lemak. Asupan kalsium dari susu kambing menghasilkan pembakaran lemak 20 kali lebih cepat. Susu kambing adalah sumber vitamin E, D, niasin, tiamin, dan riboflavin (20). Vitamin D juga dibutuhkan untuk kesehatan tulang yang berperan dalam penyerapan dan regulasi kalsium (2,20). Riboflavin adalah vitamin B2 yang berperan sebagai pembangkit

energi otot. Oleh karena itu, konsumsi susu kambing dapat memenuhi ketersediaan energi pada saat olahraga sehingga akan meningkatkan performa dan menurunkan tingkat kelelahan (20).

Protein pada susu kambing sekitar 82% yang terdiri dari kasein dan sisanya lactalbumin dan lactoglobulin (16,20). Protein dalam susu kambing juga mengandung sejumlah senyawa asam amino esensial dan unsur lainnya yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia (16). Kandungan protein yang tinggi pada susu inilah yang membantu dalam meningkatkan kebugaran pada olahragawan. Selain itu, kandungan energi pada susu kambing (70 kkal) juga lebih tinggi dibandingkan susu sapi (61 kkal) (20). Hal inilah yang menjadi dasar bahwa susu kambing dapat meningkatkan sebagian komponen fisik atau kebugaran (kecepatan, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan waktu tempuh) pada olahragawan. Walaupun tidak semua komponen fisik mengalami perbaikan yang signifikan, tetapi kedelapan komponen fisik mengalami perubahan ke arah yang lebih baik setelah konsumsi susu kambing, meskipun tidak bermakna secara statistik.

Performa latihan pada atlet sangat dipengaruhi oleh asupan gizi yang terkontrol, baik asupan sebelum, selama, dan setelah latihan. Asupan nutrisi yang terkontrol dengan baik pada atlet diperlukan untuk menjaga persediaan gizi atau energi otot pada saat berolahraga dan memperpendek masa pemulihan otot setelah berolahraga. Protein sangat dibutuhkan oleh atlet untuk memperbaiki kerusakan otot, memfasilitasi pemulihan fungsi otot pasca olahraga seperti kekuatan otot, daya tahan otot, dan power otot. Sintesis protein yang lebih tinggi dari pemecahan otot diperlukan untuk proses hipertrofi dan pemulihan akibat olahraga. Asupan susu kambing yang mengandung asam amino esensial yang tinggi membantu proses pertumbuhan otot dan regenerasi sel yang rusak akibat olahraga. Asam amino berperan dalam sintesis protein otot (7).

Susu kambing juga mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral (kalsium, natrium, dan kalium) (7,20). Kalsium, kalium, dan natrium dapat membantu rehidrasi sehingga dapat membantu pemulihan otot rangka setelah berolahraga (7). Hal ini mendukung hasil studi ini bahwa konsumsi susu kambing dapat mempersingkat waktu tempuh dan daya tahan

anaerobik. Kandungan air pada susu kambing adalah sekitar 87% (53) yang dapat membantu rehidrasi dan mencegah dehidrasi pasca olahraga. Karbohidrat utama yang terkandung dalam susu kambing adalah laktosa (20). Laktosa berperan dalam meningkatkan absorpsi kalsium, vitamin D, fosfor, dan magnesium di usus (8,20). Dengan demikian, asupan susu kambing pada olahragawan dapat meningkatkan kadar kalsium secara signifikan pada pesenam. Susu kambing juga kaya akan karbohidrat lain seperti oligosakarida, glikopeptida, glikoprotein, dan nukleotida. Oligosakarida ini berfungsi sebagai prebiotik dan anti-infeksi (20).

Di samping itu, susu kambing mengandung lemak seperti asam lemak bebas yang lebih tinggi dibandingkan susu sapi (20). Asam lemak seperti C8 (*caprylic*), C10 (*capric acid*), dan C12 (*lauric*) dua kali lipat lebih tinggi pada susu kambing (8,20,39). *Medium chain triglycerides* (MCTs) yang terkandung dalam susu kambing dapat meningkatkan produksi energi saat olahraga tanpa meningkatkan simpanan lemak di jaringan adiposa. Oleh karena itu, konsumsi susu kambing bermanfaat juga untuk menurunkan sintesis kolesterol endogen dan menurunkan kadar kolesterol di dalam tubuh (10,20,39). MCTs berperan dalam menurunkan deposit lemak di pembuluh darah sehingga dapat mencegah terjadinya aterosklerosis (8,22). MCTs dapat langsung masuk ke dalam mitokondria sehingga dapat digunakan sebagai energi melalui jalur beta-oksidasi (1). Lemak pada susu kambing memiliki ukuran globule yang lebih kecil sehingga lebih mudah dicerna dan lebih cepat menghasilkan energi (20). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak pada susu kambing dapat meningkatkan kebugaran khususnya kekuatan dan power otot pada pesenam.

Hasil penelitian menunjukkan perubahan yang tidak signifikan pada beberapa komponen karena kemungkinan dosis intervensi yang diberikan masih kurang sesuai dengan kebutuhan olahragawan. Pemilihan dosis ini disesuaikan dengan kebutuhan harian susu untuk orang dewasa (non-atlet) berdasarkan hasil studi sebelumnya. Penelitian sejenis dengan intervensi susu sapi menggunakan dosis sebanyak 500 ml per hari dapat menjadi acuan untuk melanjutkan penelitian

dengan menggunakan dosis yang lebih besar. Selain itu, perbedaan jenis olahraga pada kelompok kontrol dan kelompok intervensi kemungkinan juga berpengaruh terhadap hasil penelitian. Dengan demikian, dibutuhkan penelitian lanjutan dengan menggunakan subjek dari satu jenis olahraga. Faktor asupan makanan yang tidak dapat dikontrol oleh penelitian ini juga kemungkinan berpengaruh pada hasil penelitian.

## SIMPULAN DAN SARAN

Asupan susu kambing dapat menurunkan tekanan darah sistolik, meningkatkan kadar kalsium, dan meningkatkan sebagian komponen kebugaran fisik (kecepatan, daya tahan otot lengan, daya tahan anaerobik, dan waktu tempuh) pada olahragawan. Susu kambing dapat dijadikan sebagai asupan gizi tambahan untuk meningkatkan kebugaran dan kesehatan atlet. Perlu penelitian lanjutan dengan menggunakan dosis intervensi yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan atlet.

### *Pernyataan konflik kepentingan*

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

## RUJUKAN

1. Vitale K, Getzin A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: review and recommendations. *Nutrients*. 2019;11(6):1289. doi: 10.3390/nu11061289
2. Purcell LK. Sport nutrition for young athletes. *Paediatr Child Health*. 2013;18(4):200–2. doi: 10.1093/pch/18.4.200
3. Smith JW, Holmes ME, Mcallister MJ. Nutritional considerations for performance in young athletes. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*. 2015;2015:734649. doi: 10.1155/2015/734649
4. American College of Sports Medicine, Assotiation American Dietetic, Dietitians of Canada. Joint Position Statement: nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sport Exerc*. 2000;32(12):2130–45. doi: 10.1097/00005768-200012000-00025
5. Sepriadi S, Hardiansyah S, Syampurma H. Perbedaan tingkat kesegaran jasmani berdasarkan status gizi. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 2017;7(1):24–34.



6. Kokkinos P. Physical fitness evaluation. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2015;9(4):308-17. doi: 10.1177/1559827613520128
7. Alcantara JMA, Sanchez-delgado G, Martinez-tellez B, Labayen I, Ruiz JR. Impact of cow's milk intake on exercise performance and recovery of muscle function: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019;16(22):1-11. doi: 10.1186/s12970-019-0288-5
8. Getaneh G, Mebrat A, Wubie A, Kendie H. Review on goat milk composition and its nutritive value. *J Nutr Health Sci*. 2016;3(4):401. doi: 10.15744/2393-9060.3.401
9. Ranadheera CS, Evans CA, Baines SK, Balthazar CF, Cruz AG, Esmerino EA, et al. Probiotics in goat milk products: delivery capacity and ability to improve sensory attributes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019;18:867-82. doi: 10.1111/1541-4337.12447
10. Vaquil, Rathee R. A review on health promoting aspects of goat milk. *Pharma Innov J*. 2017;6(12):5-8.
11. Zenebe T, Ahmed N, Kabeta T, Kebede G, Medicine V, Box PO. Review on medicinal and nutritional values of goat milk. *Acad J Nutr*. 2014;3(3):30-9.
12. Clark S, Garcia MBM. A 100-year review: advances in goat milk research. *J Dairy Sci*. 2017;100(12):10026-44. doi: 10.3168/jds.2017-13287
13. Alichanidis E, Moatsou G, Polychroniadou A. Composition and properties of non-cow milk and products. non-bovine milk and milk products. [series online] 2016 [cited 15 Oktober 2017]. Available from: URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803361-6.00005-3>
14. Balthazar CF, Pimentel TC, Ferrao LL, Almada CN, Santillo A, Albenzio M, et al. Sheep milk: physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2017;16:247-62. doi: 10.1111/1541-4337.12250
15. Selvaggi M, Laudadio V, Dario C. Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Mol Biol Rep*. 2014;41(2):1035-48. doi: 10.1007/s11033-013-2949-9
16. Abay BT, Kebede eklit B. Physicochemical properties and comparisons of goat and cow milk. Review. *Int J Eng Dev Res*. 2018;6(3):416-9.
17. Ulusoy BH. Nutritional and health aspects of goat milk consumption. *Akad Gida*. 2015;13(1):56-60.
18. Yusni, Amiruddin, Purba A, Tarigan B. Essential role of serum calcium for muscle strength in football athletes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. doi: 10.1088/1757-899X/180/1/012186
19. Guyton, Arthur C, Hall JE. *Textbook of medical physiology*. 13th ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2016.
20. Lad SS, Aparnathi KD, Mehta B, Velpula S. Goat milk in human nutrition and health-a review. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2017;6(5):1781-92. doi: 10.20546/ijcmas.2017.605.194
21. Yusni. Dietary goat milk potential in prevention of hypertension in sedentary women. *Advances in Health Sciences Research*. 2016;91-5. doi: 10.2991/phico-16.2017.76
22. Harden CJ, Hepburn NJ. The benefits of consuming goat's milk. [series online] 2011 [cited 15 Oktober 2015]. Available from: URL: <https://www.sthelensfarm.co.uk/images/research.pdf>
23. Noraini S, Said SN, Nurlaily A, Salleh N, Shamaan NA, Aripin KNN, et al. Goat milk fatty acids on brain growth and functions: a systematic review. *Acta Sci Med Sci*. 2019;3(3):36-45.
24. Rubio-Martín E, García-Escobar E, Ruiz de Adana M-S, Lima-Rubio F, Peláez L, et al. Comparison of the effects of goat dairy and cow dairy based breakfasts on satiety, appetite hormones, and metabolic profile. *Nutrients*. 2017;9(8):877. doi: 10.3390/nu9080877
25. Rodrigues R, Soares J, Garcia H, Nascimento C, Medeiros M, Bomfim M, et al. Goat milk fat naturally enriched with conjugated linoleic acid increased lipoproteins and reduced triacylglycerol in rats. *Molecules*. 2014;19(3):3820-31. doi: 10.3390/molecules19033820
26. Chiu TLH, Han YLY, Kamesh YS, Oksana V, Wang C, et al. Efficacy of fermented goat milk on blood pressure in prehypertensive adults: a randomized, placebo-controlled, clinical trial. *J Food Biochem*. 2018;42:e12474. doi: 10.1111/jfbc.12474
27. Arora PK, Lifesciences N, Chauhan A. ACE inhibitors: a comprehensive review. *Int J Pharm Sci Res*. 2013;4(2):532-49.
28. Messerli FH, Mha SB, Mph CB, Rimoldi SF. Angiotensin-converting enzyme inhibitors in hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(13):1474-82. doi: 10.1016/j.jacc.2018.01.058
29. Khazan M, Hidayati M. The role of nitric oxide in health and diseases. *Scimetr*. 2015;3(1):1-10.
30. Ahmad A, Dempsey SK, Daneva Z, Azam M, Li N, Li P, et al. Role of nitric oxide in the cardiovascular and renal systems. *Int J Mol Sci*. 2018;19(9):2605. doi: 10.3390/ijms19092605
31. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E, Ogino K. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. *J Clin Biochem Nutr*. 2017;60(3):180-6. doi: 10.3164/jcbn.16-108
32. Hong YH, Betik AC, Mcconell GK. Role of nitric oxide in skeletal muscle glucose uptake during exercise. *Exp Physiol*. 2014;99(12):1569-73. doi: 10.1113/expphysiol.2014.079202

33. Habib S, Ali A. Biochemistry of nitric oxide. *Ind J Clin Biochem.* 2011;26(1):3–17. doi: 10.1007/s12291-011-0108-4
34. Khan IT, Nadeem M, Imran M, Ullah R, Ajmal M, Jaspal MH. Antioxidant properties of milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis.* 2019;18(41):1–13. doi: 10.1186/s12944-019-0969-8
35. Kalyankar SD, Khedkar CD, Patil AM. Goat: milk. *Encyclopedia of Food and Health.* 2016;256–60. doi: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00358-5
36. Pietrzak-Fiecko R, Kamelska-Sadowska AM. The comparison of nutritional value of human milk with other mammals' milk. *Nutrients.* 2020;12(5):1404. doi: 10.3390/nu12051404
37. Stergiadis S, Nørskov NP, Purup S, Givens I, Lee MRF. Comparative nutrient profiling of retail goat and cow milk. *Nutrients.* 2019;11(10):2282. doi: 10.3390/nu11102282
38. Villa-etchegoyen C, Lombarte M, Matamoros N, Beliz M. Mechanisms involved in the relationship between low calcium intake and high blood pressure. *Nutrients.* 2019;11(5):1112. doi: 10.3390/nu11051112
39. João M, Lima R, Teixeira-lemos E, Oliveira J. Nutritional and health profile of goat products: focus on health benefits of goat milk. [series online] 2017 [cited 15 Oktober 2018]. Available from: URL: <https://www.intechopen.com/books/goat-science/nutritional-and-health-profile-of-goat-products-focus-on-health-benefits-of-goat-milk>
40. Indoria A, Singh N. Role of nutrition in sports: a review. *Indian J Nutr.* 2016;3(2):1–6.
41. Koehler K, Drenowatz C. Integrated role of nutrition and physical activity for lifelong health. *Nutrients.* 2019;11(7):1437. doi: 10.3390/nu11071437
42. Durandt J, Tee JC, Prim SK, Lambert MI. Physical fitness components associated with performance in a multiple-sprint. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1(2):150–60. doi: 10.1123/ijsp.1.2.150
43. Saura RA, Rentero MPZ, Hernández, Marhuenda J. Sports nutrition and performance. *Nutrition in Health and Disease.* [series online] 2019 [cited 25 Oktober 2019]. Available from: URL: <https://www.intechopen.com/books/nutrition-in-health-and-disease-our-challenges-now-and-forthcoming-time/sports-nutrition-and-performance>
44. Paula R, Landy A, Stevenson E, Cockburn E. Milk: an effective recovery drink for female athletes. *Nutrients.* 2018;10(2):228. doi: 10.3390/nu10020228
45. Deuster PA, Silverman MN. Physical fitness: a pathway to health and resilience. *Army Med Dep J.* 2013;24–35.
46. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501–28. doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006
47. Bryantara OF. Factors that are associated to physical fitness (VO2 max) of football athletes. *Jurnal Berkala Epidemiologi.* 2016;4(2):237–49. doi: 10.20473/jbe.V4I22016.237-249
48. Sherk VD, Wherry SJ, Barry DW, Shea KL, Wolfe P, Kohrt WM. Calcium supplementation attenuates disruptions in calcium homeostasis during exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 2017;49(7):1437–42. doi: 10.1249/MSS.0000000000001239
49. Meschy F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livest Prod Sci.* 2000;64(1):9–14. doi: 10.1016/S0301-6226(00)00171-8
50. Pu F, Chen N, Xue S. Calcium intake, calcium homeostasis and health. *Food Sci Hum Wellness.* 2016;5(1):8–16. doi: 10.1016/j.fshw.2016.01.001
51. Jafari-Giv Z, Avan A, Hamidi F, Tayefi M, Ghazizadeh H, Ghasemi F, et al. Association of body mass index with serum calcium and phosphate levels. *Diabetes Metab Syndr.* 2019;13(2):975–80. doi: 10.1016/j.dsx.2018.12.017
52. Haakonssen EC, Ross ML, Knight EJ, Cato LE, Nana A, Wluka AE, et al. The effects of a calcium-rich pre-exercise meal on biomarkers of calcium homeostasis in competitive female cyclists: a randomised crossover trial. *PLoS One.* 2015;10(5):e0123302. doi: 10.1371/journal.pone.0123302
53. Bhattarai RR. Importance of goat milk. *J Food Sci Technol Nepal.* 2014;7:107–11. doi: 10.3126/jfstn.v7i0.11209