

PENGARUH MINUMAN BERENERGI TERHADAP DAYA TAHAN OTOT SAAT MELAKUKAN GERAKAN SQUAT PADA SUBJEK RUTIN DAN TIDAK RUTIN BEROLAHRAGA

The Effects of Energy Drinks on Muscle Endurance During Squat Movements in Regularly and Irregularly Exercising Subjects

Adelia Putri Adnyana¹, Decky Gunawan², July Ivone^{3*}

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha Bandung

²Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha Bandung

³Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha Bandung

* Corresponding author

E-mail: julyivone@gmail.com

Abstrak

Minuman berenergi merupakan kombinasi dari kandungan zat aktif, gula, dan kafein dan dikenal dengan efek ergogenik yang diberikannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh minuman berenergi terhadap daya tahan otot ekstremitas bawah melalui gerakan *squat*. Selain itu, melihat apakah ada perbedaan efek minuman berenergi terhadap subjek berusia 20-22 tahun yang rutin dan tidak rutin berolahraga. Terdapat 30 subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi. Penelitian dilakukan secara eksperimental analitik *single blind control*. Daya tahan otot diuji menggunakan metode *squat till failure*. Metode perlakuan diberikan secara *cross-over* antara minuman berenergi dan plasebo dengan periode *wash out* selama 1 minggu. Data diuji secara statistik dengan uji *t-test* berpasangan. Hasilnya menunjukkan pengaruh minuman berenergi yang signifikan dengan nilai $p = 0,0245$ pada kelompok yang rutin berolahraga dan pengaruh minuman berenergi yang sangat signifikan dengan nilai $p = 0,001$ pada kelompok yang tidak rutin berolahraga. Perbandingan antara jumlah *squat* kedua kelompok sesudah konsumsi minuman berenergi yang diuji menggunakan *t-test* tidak berpasangan menunjukkan hasil yang tidak signifikan dengan nilai $p = 0,3385$. Dapat disimpulkan bahwa konsumsi minuman berenergi berpengaruh terhadap peningkatan daya tahan otot ekstremitas bawah pada individu yang rutin maupun tidak rutin berolahraga. Meskipun peningkatan yang signifikan ditemukan pada kedua kelompok, status kebiasaan berolahraga tidak memengaruhi besarnya respons terhadap konsumsi minuman berenergi.

Kata Kunci: Daya Tahan Otot; Minuman Berenergi; Olahraga; *Squat*

Abstract

Energy drinks are beverages that contain a combination of active ingredients, sugar, and caffeine. These drinks are known for their ergogenic effects, which may enhance physical performance. This study aimed to determine the effect of energy drink consumption on lower-extremity muscular endurance assessed through squat exercises. In addition, the study examined whether the effects of energy drinks differed between individuals who exercised regularly and those who did not, aged 20–22 years. A total of 30 participants who met the inclusion criteria were enrolled in this study. An experimental analytic study with a single-blind controlled design was conducted. Muscular endurance was assessed using the squat till failure method. Treatments were administered in a crossover manner

© 2026 Sound of Health Journal. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



between an energy drink and a placebo, with a one-week washout period. Data were analyzed statistically using an independent t-test. The results showed that energy drink consumption had a significant effect on muscular endurance in the regular exercise group ($p = 0.0245$) and a highly significant effect in the non-regular exercise group ($p = 0.001$). However, comparison of the differences in the number of squats performed after energy drink consumption between the two groups using an independent t-test revealed no statistically significant difference ($p = 0.3385$). It can be concluded that energy drink consumption improves lower-extremity muscular endurance in both regularly and non-regularly exercising individuals. Although significant improvements were observed in both groups, exercise habits did not influence the magnitude of the response to energy drink consumption.

Keywords: Muscle Endurance; Energy Drinks; Exercise; Squat

PENDAHULUAN

Olahraga merupakan suatu bentuk aktivitas fisik dengan tujuan untuk melatih tubuh menjadi bugar dan kuat. Komponen yang dapat dilatih saat berolahraga beragam, antara lain daya tahan otot, kekuatan, keseimbangan, dan fleksibilitas.¹ Olahraga penting dilakukan untuk meningkatkan kesehatan tubuh, menjauhkan dari beragam penyakit, memperkuat tulang dan otot, serta meningkatkan kemampuan seseorang untuk melakukan aktivitas sehari-hari.¹

Daya tahan otot dapat dilatih dengan *strength training* atau latihan kekuatan otot.² Arthur Jones, seorang pendiri dan pemimpin dari suatu perusahaan bidang olahraga yang ternama, di tahun 1970 memublikasikan cara melatih kekuatan otot yang hingga saat ini telah digunakan secara luas dan dikutip oleh ratusan artikel. Latihan kekuatan otot ini secara optimal dipraktekkan dengan cara melakukan satu set dari setiap bentuk latihan otot yang diinginkan hingga *muscle failure* atau hingga batas maksimal seorang individu.²

Salah satu bentuk latihan otot yang dianjurkan untuk melatih ekstremitas bawah adalah *squat*.³ Gerakan ini dilakukan dengan menggerakkan bagian tubuh ke atas dan bawah dengan mendorong bagian bokong dan panggul ke belakang seiring pergerakannya. *Squat* meningkatkan hipertrofi otot *quadriceps femoris* dan *gluteus*, sejalan dengan meningkatnya kekuatan dan daya tahan otot. Maka dari itu, *squat* digunakan secara luas oleh pelatih dan binaragawan, serta cocok untuk dijadikan parameter pengukuran daya tahan otot.³

Variasi tingkat kebugaran di masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah tingkat aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin. Namun, tingkat kesadaran masyarakat mengenai pentingnya aktivitas fisik masih relatif rendah. Sebuah studi di Finlandia menunjukkan bahwa hanya 40% laki-laki dewasa muda yang memiliki pengetahuan yang memadai mengenai rekomendasi aktivitas fisik berdasarkan *Physical Activity Guidelines for Americans*.⁴ Rendahnya kesadaran ini dapat berdampak pada rendahnya partisipasi dalam aktivitas fisik dan pada akhirnya memengaruhi tingkat kebugaran seseorang. Penelitian tersebut juga menunjukkan adanya hubungan linier antara kesadaran individu terhadap aktivitas fisik dengan tingkat kebugarannya. Oleh karena itu, peningkatan kesadaran mengenai aktivitas fisik merupakan salah satu langkah penting dalam upaya meningkatkan kebugaran masyarakat. Dalam praktiknya, perbedaan tingkat aktivitas fisik dan kebugaran individu sering kali tercermin dari rutinitas olahraga yang dilakukan. Berdasarkan kebiasaan tersebut, seseorang dapat dikategorikan sebagai individu yang rutin atau tidak rutin berolahraga. Status rutinitas olahraga dapat diidentifikasi melalui pertanyaan sederhana mengenai frekuensi dan keteraturan aktivitas fisik yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.⁵

Tingkatan aktivitas fisik berpengaruh terhadap kemampuan toleransi dalam berolahraga, kesehatan kardiovaskular, dan kebugaran tubuh secara umum. Suatu penelitian menjelaskan bahwa seiring peningkatan frekuensi dalam latihan fisik, kadar stres oksidatif dalam pembuluh darah dapat berkurang. Stres oksidatif yang tinggi dapat meningkatkan respons inflamasi yang pada akhirnya mempermudah kekakuan pembuluh darah.⁶

Di jaman modern ini, tidak sedikit orang yang tertarik dengan hal yang dapat meningkatkan performa saat berolahraga. Minuman *pre-workout* tentu sudah tidak asing lagi di telinga masyarakat. Minuman ini dikonsumsi sebelum melakukan aktivitas fisik dengan harapan dapat meningkatkan fokus, stamina, kekuatan otot, dan menunda kelelahan. Kandungan dan jenisnya pun cukup bervariasi, bergantung pada kebutuhan penggunaannya. Terdapat dua jenis minuman *pre-workout* yang dipergunakan secara luas yaitu tipe dengan kandungan tunggal, contohnya kreatin yang difokuskan untuk meningkatkan kekuatan otot, serta tipe dengan kandungan *multiple* yang umumnya terdiri dari beragam kombinasi lain di antaranya; kafein, kreatin, kobalamin, piridoksin, L-arginin, taurin, beta-alanin, dan sebagainya.⁷ Minuman *pre-workout* tipe kandungan *multiple* ini dapat ditemukan di pasaran dengan label minuman berenergi.

Selain dikonsumsi untuk memperoleh efek ergogenik, minuman berenergi juga banyak digunakan oleh remaja dan dewasa muda dengan tujuan meningkatkan kewaspadaan, konsentrasi, dan suasana hati, serta menurunkan persepsi kelelahan. Prevalensi pengguna minuman berenergi terutama pada remaja dan dewasa muda mengalami peningkatan yang pesat dalam beberapa tahun belakangan ini.⁸ Angka ini mencapai 54,7% total pengguna di seluruh dunia. Di antaranya terdapat pula 8,82% yang mengonsumsi minuman berenergi secara rutin setiap harinya. Diketahui pula 68% dari total pengguna tersebut merupakan remaja dengan usia 10-18 tahun, 30% dewasa usia 18-65 tahun, dan 18% merupakan anak dengan usia 3-10 tahun.⁸

Kandungan minuman berenergi yang kerap dijumpai antara lain adalah kafein, taurin, dan vitamin B. Kafein merupakan stimulan sistem saraf pusat ringan yang dapat ditemui di minuman, kopi, teh, coklat, dan beragam jenis obat. Kafein bekerja dengan menghambat reseptor adenosin. Reseptor ini merupakan suatu neuromodulator yang memiliki efek sedatif ringan. Mengonsumsi kafein dapat menghambat rasa kantuk dan meningkatkan kesiagaan.⁹ Efek ergogenik kafein telah dibuktikan oleh banyak riset, salah satunya oleh *meta-analysis* yang meneliti mengenai efek akut kafein terhadap kekuatan dan daya tahan otot pada wanita.¹⁰ Penelitian ini menggabungkan hasil dari delapan riset terkait, yang menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan performa daya tahan otot dan konsumsi kafein.

Di sisi lain, taurin merupakan suatu asam amino sulfonik yang dihasilkan oleh tubuh dan kerap ditemukan di otak, otot, hati, dan mata. Suatu penelitian di Brazil menunjukkan bahwa taurin dapat mengurangi stres oksidatif saat berolahraga pada subjek atlet triathlon.¹¹ Selain itu, studi di China menemukan bahwa konsumsi taurin dalam dosis rendah (0,05 mg) dapat meningkatkan kadar enzim antioksidan dan pada akhirnya menghambat kelelahan otot.¹² Sementara, vitamin B berperan besar dalam keberlangsungan tubuh. Vitamin ini berperan dalam mempertahankan selubung mielin pada akson, pembentukan sel darah merah, katabolisme asam lemak dan asam amino dalam pembentukan energi, dan lainnya. Dalam aktivitas fisik, vitamin B berperan untuk menghasilkan energi yang pada akhirnya dapat menunda kelelahan.¹³

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh minuman berenergi yang dikonsumsi secara singkat, ditemukan bahwa minuman berenergi menghasilkan efek ergogenik yang bermakna. Selama enam hari wanita dan pria usia 18-40 tahun yang aktif melakukan latihan resistensi selama minimal enam

bulan terakhir mengonsumsi minuman berenergi dan hasil menunjukkan terdapat peningkatan performa pada latihan resistensi dan pemulihan pascalatihan.¹⁴

Namun, selain kandungan di atas, minuman berenergi juga memiliki kandungan neurostimulan. Kandungan tersebut memiliki potensi untuk meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan neurovegetatif.¹⁵ Oleh karena itu, minuman ini tidak sepenuhnya aman untuk dikonsumsi secara rutin. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian untuk membuktikan apakah pengaruh ergogenik minuman berenergi signifikan dan apakah hasil yang didapatkan menghasilkan manfaat yang lebih besar daripada risiko yang ada.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengetahui lebih lanjut apakah tingkat kebugaran dapat mempengaruhi efektivitas minuman berenergi saat berolahraga. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menilai apakah minuman berenergi dapat meningkatkan performa aktivitas fisik seseorang secara signifikan sehingga masyarakat dapat mengambil keputusan yang bijak dalam mengonsumsi minuman berenergi. Sebagai tambahan, penelitian ini juga menganalisis adanya perbedaan yang signifikan antara respons tubuh individu yang beraktivitas fisik secara rutin maupun tidak rutin.

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah *single blind control* dengan *pre-test* dan *post-test*. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Universitas Kristen Maranatha dengan nomor 102/KEP/VII/2024.

Subjek Uji

Sebanyak 30 subjek dipilih secara *consecutive sampling*. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah laki-laki usia 18–40 tahun yang sehat, tidur cukup (≥ 7 jam), bersedia mengikuti penelitian secara sukarela, dan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi adalah mengonsumsi zat yang memengaruhi sistem saraf pusat dalam 24 jam terakhir, memiliki alergi terhadap komponen penelitian, melakukan aktivitas fisik berat sehari sebelum percobaan, memiliki gangguan pencernaan, atau menderita komorbid yang dapat memengaruhi hasil penelitian (misalnya aritmia, takikardia, atau hipertensi). Besar sampel ditentukan melalui uji hipotesis beda dua rerata berpasangan dengan rumus *Lemeshow* untuk menguji adanya perbedaan antara kelompok kontrol dan perlakuan (minuman berenergi). Kemudian rumus perhitungan beda dua rerata tidak berpasangan digunakan untuk menguji adanya perbedaan antar kelompok rutin berolahraga dan tidak rutin berolahraga. Hasilnya, didapatkan minimal sampel sebanyak 24 subjek. Subjek dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu rutin (R) dan tidak rutin (TR) berolahraga, yang dibagi lagi menjadi kelompok rutin berolahraga A (RA), kelompok rutin berolahraga B (RB), kelompok tidak rutin berolahraga A (TRA), dan kelompok tidak rutin berolahraga B (TRB). Masing-masing kelompok R dan TR terdiri dari 15 subjek.

Pemberian sampel uji

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah minuman berenergi merk “X” yang mengandung 500 mg taurin dan 50 mg kafein sebanyak 200 ml. Sebagai plasebo diberikan minuman berwarna kuning dan berperisa yang tidak mengandung kandungan minuman berenergi sebanyak 200 ml.

Pengambilan data

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Fisiologi dan lapangan Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha sejak Januari hingga Desember 2024. Subjek yang lolos kriteria inklusi dibagi menjadi kelompok R dan TR menggunakan dua pertanyaan sederhana berupa; “Apakah kamu berpartisipasi dalam program olahraga rutin apapun (angkat beban, jalan, lari, renang, dan lain lain) dalam satu bulan belakangan ini?” dan “Apakah kamu tergabung dalam kelompok olahraga atau yang secara fisik aktif dalam satu bulan belakangan ini?”.⁵ Hasil ukur perbedaan status rutinitas berdasarkan dua pertanyaan sederhana dikategorikan menjadi “Rutin berolahraga” (R) (apabila peserta menjawab “Iya” pada pertanyaan pertama atau pertanyaan kedua, ataupun keduanya) dan “Tidak rutin berolahraga” (TR) (apabila peserta menjawab “Tidak” untuk pertanyaan pertama dan pertanyaan kedua). Setelah itu, peneliti membagi subjek ke dalam 4 kelompok; RA, RB, TRA dan TRB.

Subjek uji dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu subjek yang mendapat minuman berenergi dan subjek yang mendapat minuman plasebo. Perlakuan diberikan secara *cross over*. Pada pertemuan pertama, kelompok RA dan TRA mendapat perlakuan minuman berenergi, sebaliknya kelompok RB dan TRB mendapat perlakuan plasebo. Pertemuan diawali dengan pemeriksaan tanda-tanda vital, dilanjutkan dengan pemberian sampel dan pemanasan. Sepuluh menit pascaperlakuan, peserta melakukan *squat till failure* dan diakhiri dengan pendinginan. Pada pertemuan kedua, kedua kelompok ditukar, sehingga RA dan TRA mendapat perlakuan plasebo, dan RB serta TRB mendapat perlakuan minuman berenergi. Proses pengambilan data pada pertemuan kedua serupa dengan pertemuan pertama.

Analisis Data

Perbedaan antara jumlah *squat* masing-masing kelompok sesudah minum plasebo atau minuman berenergi dianalisis menggunakan uji t berpasangan dengan $\alpha = 0,05$. Analisis perbedaan jumlah *squat* antara kelompok yang rutin dan tidak rutin berolahraga dilakukan menggunakan uji *Mann Whitney*. Nilai $p < 0,05$ menyatakan signifikansi dalam penelitian ini.

HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1 menunjukkan rerata jumlah *squat* pada subjek yang rutin dan tidak rutin berolahraga setelah mengonsumsi plasebo atau minuman berenergi. Berdasarkan data hasil penelitian ini, ditemukan bahwa pada subjek yang rutin berolahraga diperoleh rata-rata jumlah *squat* pada pengukuran pertama (setelah konsumsi minuman berenergi) sebanyak $110,07 \pm 13,285$. Pada pengukuran kedua (setelah konsumsi minuman plasebo) didapatkan rata-rata jumlah *squat* $102,27 \pm 17,236$. Hasil uji statistik dengan uji t berpasangan didapatkan nilai $p = 0,0245$, sehingga disimpulkan ada perbedaan yang signifikan antara jumlah *squat* pengukuran pertama dan kedua.

Tabel 1. Analisis perbandingan rerata jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi atau plasebo

Subjek Uji	Variabel (Jumlah <i>Squat</i>)	Rerata	SD	Nilai p	n
Rutin berolahraga	Minuman berenergi	110,07	13,285	0,0245	15
	Plasebo	102,27	17,236		
Tidak rutin berolahraga	Minuman berenergi	66,20	13,749	<0,001	15
	Plasebo	54,13	9,365		

Sementara pada subjek yang tidak rutin berolahraga diperoleh rata-rata jumlah *squat* pada pengukuran pertama (setelah konsumsi minuman berenergi) sebanyak $66,20 \pm 13,749$ (Tabel 1). Pada pengukuran kedua (setelah konsumsi minuman plasebo) didapat rata-rata jumlah *squat* $54,13 \pm 9,365$.

Hasil uji statistik dengan uji t berpasangan didapatkan nilai $p < 0,001$, sehingga dapat disimpulkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara jumlah *squat* pengukuran pertama dan kedua. Peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi disebabkan karena adanya efek ergogenic pada minuman berenergi, terutama dalam aspek daya tahan otot.^{10,11}

Analisis statistik perbedaan median peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi pada subjek yang rutin dan tidak rutin berolahraga dilakukan menggunakan metode *Mann Whitney*. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan peningkatan jumlah *squat* pada kelompok yang rutin berolahraga setelah konsumsi minuman berenergi adalah 12 dengan nilai minimum -25 dan nilai maksimum 26, sedangkan untuk kelompok yang tidak rutin berolahraga, median peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi adalah 13 dengan nilai minimum -6 dan nilai maksimum 31. Uji statistik memberikan nilai $p = 0,3385$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari median peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi antara kelompok yang rutin berolahraga dan tidak rutin berolahraga.

Tabel 2. Analisis perbedaan median peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi

Olahraga	Median	Min	Max	Nilai p
Rutin	12	-25	26	0,3385
Tidak Rutin	13	-6	31	

Minuman berenergi bekerja menunda kelelahan otot dengan meningkatkan kemampuan otot dalam metabolisme oksidatif. Individu yang rutin berolahraga cenderung memiliki serabut otot yang lebih kaya akan suplai darah dan mitokondria. Daya tahan otot dipengaruhi oleh jenis serat otot yang dimiliki suatu individu. Pada individu yang rutin berolahraga, latihan resistensi kekuatan otot secara spesifik dapat membuat transformasi serabut otot glikolitik cepat (*fast glycolytic*; FG) menjadi serabut otot oksidatif glikolitik (*fast oxidative glycolytic*; FOG). Perubahannya meliputi peningkatan ukuran diameter, mitokondria, suplai darah, serta kekuatan otot, yang secara umum disebut dengan hipertrofi otot.¹⁶ Dengan demikian, nutrisi yang dimiliki minuman berenergi yaitu, vitamin B1, taurin, kafein, *royal jelly*, dan ginseng dapat bekerja secara optimal dalam menghasilkan energi melalui metabolisme oksidatif pada mitokondria otot dan pada akhirnya menunda kelelahan.^{17,18}

Namun pada penelitian ini, hasil menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok yang rutin dan tidak rutin berolahraga dalam peningkatan jumlah *squat* setelah konsumsi minuman berenergi. Meskipun demikian, apabila dibandingkan mediannya, kelompok yang tidak rutin berolahraga mendapatkan peningkatan jumlah *squat* yang lebih unggul daripada kelompok yang rutin berolahraga. Hal ini bertolak belakang dengan teori yang menyatakan minuman berenergi akan lebih optimal pada kelompok yang rutin berolahraga dikarenakan kandungan serabut otot oksidatif glikolitik (FOG) yang lebih banyak.¹⁹ Hal ini diperkirakan disebabkan karena kandungan zat yang tidak mencapai dosis efektif minimal. Penelitian ini menggunakan minuman berenergi merk X yang mengandung 500 mg taurin. Sebuah *meta-analysis* menunjukkan bahwa dosis efektif minimal taurin yang dipergunakan untuk mencapai efek ergogenik berupa peningkatan daya tahan otot ekstremitas bawah adalah sebanyak 1 g.²⁰ Kelemahan dari minuman berenergi merk X pada penelitian ini ada pada komponen taurin yang tidak memenuhi dosis efektif minimal untuk menghasilkan peningkatan daya tahan otot dan efek ergogenik. Taurin pada minuman berenergi berfungsi sebagai agen untuk mengurangi stres oksidatif.¹¹ Stres oksidatif dapat menghambat metabolisme oksidatif yang dilakukan otot untuk menghasilkan ATP.¹⁶

Sementara kelompok yang tidak rutin berolahraga menunjukkan peningkatan jumlah *squat* yang sangat signifikan dikarenakan serabut otot yang mendominasi adalah tipe glikolitik cepat (FG). Tipe

serabut ini memiliki mioglobin, kapiler, dan mitokondria yang rendah. Produksi ATP serabut FG utamanya melalui glikolisis. Glikolisis dapat menghasilkan energi hanya selama 1-2 menit.²¹ Kombinasi hal tersebut menghasilkan serabut otot yang cepat lelah. Pemberian minuman berenergi diduga dapat lebih berefek pada kelompok yang tidak rutin berolahraga karena adanya kandungan kafein yang dapat meningkatkan aliran darah pada otot, ditambah kandungan bahan aktif seperti taurin, vitamin B, *royal jelly*, serta ginseng yang dapat meningkatkan kemampuan oksidatif dengan cara mengurangi stres oksidatif pada serabut FG.¹⁰

Secara teoritis, kelompok rutin berolahraga memiliki serabut FOG yang lebih banyak dibandingkan kelompok yang tidak rutin berolahraga.¹⁶ Tipe serabut ini memiliki aliran darah yang lebih baik serta mitokondria yang lebih banyak. Namun, diduga kadar taurin pada minuman berenergi X tidak cukup untuk mencegah stres oksidatif yang berlebih pada kelompok yang rutin berolahraga. Di sisi lain, kelompok tidak rutin berolahraga memiliki serabut tipe FG yang memiliki mioglobin, kapiler, dan kandungan mitokondria yang rendah.¹⁶ Kelemahan serabut FG dapat ditunjang oleh kemampuan koreksi minuman berenergi. Dengan demikian, hasil yang sangat signifikan didapatkan pada kelompok yang tidak rutin berolahraga.

Keterbatasan penelitian ini berada pada kandungan minuman berenergi yang tidak bisa dimodifikasi dan disesuaikan dengan dosis optimal masing-masing komponen. Selain taurin, minuman berenergi merk X memiliki kandungan kafein sebanyak 50 mg. Berdasarkan penelitian Grgic & Del Coso (2021), dosis efektif kafein untuk meningkatkan kekuatan otot pada gerakan *squat* adalah 3mg/kgBB.¹⁰ Oleh karena itu, diperkirakan kadar taurin dan kafein dalam minuman berenergi merk X tidak memenuhi dosis efektif untuk menghasilkan peningkatan daya tahan otot dan efek ergogenik yang optimal.²² Namun demikian, berdasarkan hasil perbandingan jumlah *squat* antara kelompok yang rutin dan tidak rutin berolahraga setelah mengonsumsi minuman berenergi, tidak terdapat perbedaan yang signifikan setelah dianalisis dengan uji *Mann Whitney* ($p = 0,3385$).

KESIMPULAN

Minuman berenergi terbukti meningkatkan daya tahan otot ekstremitas bawah pada dewasa muda usia 20-22 tahun. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan jumlah *squat* yang signifikan pada subjek yang rutin dan tidak rutin berolahraga setelah mengonsumsi minuman berenergi. Namun tidak ditemukan perbedaan respons yang bermakna antara kedua kelompok.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan pada penulisan karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rodgers AB. Your everyday guide from the national institute on aging exercise & physical activity. Washington DC; 2009 Jan.
2. Bruce-Low S. Strength training methods and the work of Arthur Jones [Internet]. 2014. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/38145371>.
3. Ribeiro AS, Santos ED, Nunes JP, Nascimento MA, Graça Á, Bezerra ES, *et al*. A brief review on the effects of the squat exercise on lower-limb muscle hypertrophy. *Strength Cond J*. 2023; 45:58–66.
4. Vaara JP, Vasankari T, Koski HJ, Kyröläinen H. Awareness and knowledge of physical activity recommendations in young adult men. *Front Public Health*. 2019;7:310.
5. Wang F, Boros S. The effect of daily walking exercise on sleep quality in healthy young adults. *Sport Sci Health*. 2021; 17(2):393-401.

6. El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañas L. Effect of physical activity/exercise on oxidative stress and inflammation in muscle and vascular aging. *Int Mol Sci.* 2022; 23(15):8713.
7. Snarr R, Gallagher C, Childers R, Parten A, Eisenman M. Pre-workout supplementation- the good, the bad, and the ugly [Internet]; 2021 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://www.nsca.com/education/articles/ptq/pre-workout-supplementation>.
8. Aonso-Diego G, Krotter A, García-Pérez Á. Prevalence of energy drink consumption world-wide: A systematic review and meta-analysis. *Addiction.* 2023; 119(3):438-63.
9. Brunton LL, Hilal-Dandan R, Knollmann BC. Drug toxicity and poisoning. In: Goodman & Gilman's. The pharmacological basis of therapeutics. New York: McGraw-Hill; 2017. p. 131-55.
10. Grgic J, Del Coso J. Ergogenic effects of acute caffeine intake on muscular endurance and muscular strength in women: A meta-analysis. *Int J Environm Res Public Health.* 2021; 18(11):5773.
11. De Carvalho FG, Galan BS, Santos PC, Pritchett K, Pfrimer K, Ferriolli E, Papoti M, Marchini JS, de Freitas EC. Taurine: a potential ergogenic aid for preventing muscle damage and protein catabolism and decreasing oxidative stress produced by endurance exercise. *Front Physiology.* 2017; 8:710.
12. Chen Q, Li Z, Pinho RA, Gupta RC, Ugbohue UC, Thirupathi A, Gu Y. The dose response of taurine on aerobic and strength exercises: a systematic review. *Front Physiology.* 2021; 12:700352.
13. Lee MC, Hsu YJ, Shen SY, Ho CS, Huang CC. A functional evaluation of anti-fatigue and exercise performance improvement following vitamin B complex supplementation in healthy humans, a randomized double-blind trial. *Int J Med Sci.* 2023; 20(10):1272.
14. Collins PB, Earnest CP, Dalton RL, Sowinski RJ, Grubic TJ, Favot CJ, Coletta AM, Rasmussen C, Greenwood M, Kreider RB. Short-term effects of a ready-to-drink pre-workout beverage on exercise performance and recovery. *Nutrients.* 2017; 9(8):823.
15. Costantino A, Maiese A, Lazzari J, Casula C, Turillazzi E, Frati P, Fineschi V. The dark side of energy drinks: a comprehensive review of their impact on the human body. *Nutrients.* 2023; 15(18):3922.
16. Tortora GJ, Derrickson BH. Principles of anatomy and physiology. John Wiley & sons; 2018.
17. Lim WC, Shin EJ, Lim TG, Choi JW, Song NE, Hong HD, Cho CW, Rhee YK. Ginsenoside Rf enhances exercise endurance by stimulating myoblast differentiation and mitochondrial biogenesis in C2C12 myotubes and ICR mice. *Foods.* 2022; 11(12):1709.
18. Takahashi Y, Hijikata K, Seike K, Nakano S, Banjo M, Sato Y, Takahashi K, Hatta H. Effects of royal jelly administration on endurance training-induced mitochondrial adaptations in skeletal muscle. *Nutrients.* 2018; 10(11):1735.
19. Jagim AR, Harty PS, Tinsley GM, Kersick CM, Gonzalez AM, Kreider RB, Arent SM, Jager R, Smith-Ryan AE, Stout JR, Campbell BI. International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots. *J Int Soc Sports Nutrition.* 2023; 20(1):2171314.
20. Waldron M, Patterson SD, Tallent J, Jeffries O. The effects of an oral taurine dose and supplementation period on endurance exercise performance in humans: a meta-analysis. *Sports Med.* 2018; 48(5):1247-53.
21. Hall JE. Guyton and hall textbook of medical physiology, Jordanian Edition E-Book. Elsevier Health Sciences; 2016.
22. Magrini MA, Colquhoun RJ, Dawes JJ, Smith DB. Effects of a pre-workout energy drink supplement on upper body muscular endurance performance. *Int J Exerc Sci.* 2016; 9(5):667-76.