

**PENGARUH PEMBERIAN MADU TERHADAP PENINGKATAN
STAMINA, DAYA TAHAN OTOT LENGAN, DAN KADAR ASAM
LAKTAT PADA ATLET BULUTANGKIS DI CLUB JAYA PRATAMA
BANDUNG**

Hilmi Najib Rijaldi¹, Reshandi Nugraha², Teten Hidayat³
Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3}
hilminajib.3107@upi.edu¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian madu terhadap peningkatan stamina, daya tahan otot lengan, dan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis Club Jaya Pratama Bandung. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group design*. Sampel penelitian terdiri atas 20 atlet yang dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masing-masing sebanyak 10 orang. Kelompok eksperimen diberikan madu sebanyak 70 gram yang dilarutkan dalam 250 ml air dan dikonsumsi 30–60 menit sebelum latihan selama 16 kali pertemuan, sedangkan kelompok kontrol menjalani latihan tanpa pemberian madu. Instrumen penelitian meliputi *Arm Curl Test* untuk mengukur daya tahan otot lengan, *Bleep Test* untuk mengukur $VO_2\text{Max}$ sebagai indikator stamina, dan *Accutrend Lactate* untuk mengukur kadar asam laktat. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, *Paired Samples t-Test*, dan *Independent Samples t-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan antara pre-test dan post-test pada seluruh variabel baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol ($p < 0,05$). Namun, hasil *Independent Samples t-Test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada daya tahan otot lengan kanan ($p = 0,063$), daya tahan otot lengan kiri ($p = 0,877$), $VO_2\text{Max}$ ($p = 0,718$), dan kadar asam laktat ($p = 0,905$). Dengan demikian, pemberian madu belum terbukti memberikan pengaruh yang lebih efektif dibandingkan latihan rutin terhadap peningkatan stamina, daya tahan otot lengan, dan penurunan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis.

Kata Kunci: Asam Laktat, Bulutangkis, Daya Tahan Otot Lengan, Madu, Stamina

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of honey administration on increasing stamina, arm muscle endurance, and lactic acid levels in badminton athletes from Club Jaya Pratama Bandung. The study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The study sample consisted of 20 athletes divided into an experimental group and a control group of 10 individuals each. The experimental group was given 70 grams of honey dissolved in 250 ml of water and consumed 30–60 minutes before training for 16 sessions, while the control group underwent training without honey. The research instruments included the Arm Curl Test to measure arm muscle endurance, the Bleep Test to measure $VO_2\text{Max}$ as an indicator of stamina, and Accutrend Lactate to measure lactic acid levels. Data

analysis was performed using the Shapiro-Wilk normality test, Levene's homogeneity test, Paired Samples t-test, and Independent Samples t-test. The results showed a significant increase between the pre-test and post-test in all variables in both the experimental and control groups ($p < 0.05$). However, the Independent Samples t-Test results showed no significant differences between the experimental and control groups in right arm muscle endurance ($p = 0.063$), left arm muscle endurance ($p = 0.877$), $VO_2\text{Max}$ ($p = 0.718$), and lactic acid levels ($p = 0.905$). Therefore, honey supplementation has not been proven to be more effective than regular exercise in increasing stamina, arm muscle endurance, and reducing lactic acid levels in badminton athletes.

Keywords: *Lactic Acid, Badminton, Arm Muscle Endurance, Honey, Stamina*

PENDAHULUAN

Olahraga merupakan aktivitas fisik yang berperan penting dalam meningkatkan kesehatan, kebugaran, serta kemampuan fungsional tubuh (Warburton & Bredin, 2017). Pada olahraga prestasi, kondisi fisik menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan atlet dalam mempertahankan performa selama latihan maupun pertandingan (Bompa & Buzzichelli, 2019). Cabang olahraga bulutangkis termasuk olahraga dengan karakteristik intermiten berintensitas tinggi yang menuntut kombinasi kemampuan aerobik, anaerobik, kecepatan, kelincahan, kekuatan, dan daya tahan otot (Phomsoupha & Laffaye, 2015). Oleh karena itu, atlet bulutangkis memerlukan kondisi fisik yang optimal agar mampu mempertahankan kualitas permainan sepanjang pertandingan (Erejuwa et al., 2012).

Selama pertandingan bulutangkis, atlet melakukan gerakan eksplosif secara berulang dengan waktu istirahat yang relatif singkat. Aktivitas tersebut menyebabkan peningkatan kebutuhan energi melalui metabolisme anaerob sehingga menghasilkan akumulasi laktat. Peningkatan kadar laktat yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan otot, menurunkan kemampuan kontraksi otot, serta mengurangi performa atlet apabila proses pemulihan berlangsung kurang optimal (Westerblad et al., 2010).

Kelelahan akibat aktivitas fisik yang berat menjadi salah satu tantangan utama dalam pembinaan atlet bulutangkis. Tingginya kadar laktat setelah latihan atau pertandingan dapat menghambat proses adaptasi latihan, memperpanjang waktu pemulihan, serta meningkatkan risiko cedera apabila terjadi secara terus-menerus. Oleh sebab itu, diperlukan strategi nutrisi yang mampu membantu mempercepat pemulihan sekaligus mempertahankan performa atlet selama menjalani program latihan intensif (Suryaningtias, 2024).

Berbagai metode pemulihan telah digunakan untuk mengurangi kelelahan atlet, seperti *active recovery*, *cryotherapy*, *massage*, *stretching*, maupun penggunaan suplemen ergogenik. Meskipun demikian, penggunaan suplemen sintetis dalam jangka panjang masih menimbulkan kekhawatiran terhadap efek samping maupun keamanan penggunaannya. Oleh karena itu, bahan pangan alami yang memiliki nilai gizi tinggi mulai banyak dikembangkan sebagai alternatif suplemen olahraga yang lebih aman.

Salah satu bahan alami yang banyak diteliti adalah madu. Madu mengandung karbohidrat sederhana berupa glukosa dan fruktosa yang mudah diserap tubuh sebagai sumber energi, disertai kandungan vitamin, mineral, flavonoid, dan antioksidan yang berpotensi mendukung performa olahraga. Selain sebagai sumber

energi, madu juga diketahui mampu membantu mempertahankan cadangan glikogen sehingga dapat memperlambat timbulnya kelelahan selama aktivitas fisik (Tarigan et al., 2025).

Hasil *systematic review* yang dilakukan oleh Hills et al. (2019) menunjukkan bahwa konsumsi madu sebelum aktivitas fisik berpotensi meningkatkan performa latihan melalui peningkatan ketersediaan energi serta mempertahankan kadar glukosa darah selama olahraga. Selain itu, madu juga dinilai sebagai alternatif karbohidrat alami yang efektif digunakan sebelum maupun sesudah latihan.

Selain berfungsi sebagai sumber energi, madu memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif akibat aktivitas fisik intensitas tinggi. Efek tersebut berpotensi mempercepat proses pemulihan otot dan membantu menurunkan kadar laktat setelah latihan sehingga atlet dapat kembali berlatih dengan kondisi fisiologis yang lebih baik (Yusof et al., 2018).

Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan bahwa konsumsi madu mampu meningkatkan daya tahan jantung paru, daya tahan otot, *power*, fungsi kognitif, serta membantu menurunkan kadar asam laktat pada berbagai cabang olahraga (Rizkyrullah et al., 2024; Tarigan et al., 2025). Namun demikian, penelitian yang mengkaji pengaruh pemberian madu terhadap tiga indikator sekaligus, yaitu stamina, daya tahan otot lengan, dan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis, masih sangat terbatas. Kesenjangan penelitian tersebut menjadi dasar penting dilakukannya penelitian ini, sekaligus menjadi titik kebaruan (*novelty*) yang membedakan penelitian ini dari penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada satu indikator fisiologis secara terpisah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian madu terhadap peningkatan stamina, daya tahan otot lengan, dan penurunan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis Club Jaya Pratama Bandung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi nutrisi olahraga berbasis bahan alami serta menjadi referensi ilmiah bagi pelatih, atlet, maupun praktisi olahraga dalam meningkatkan performa atlet secara optimal.

KAJIAN TEORI

Madu

Madu merupakan cairan alami yang dihasilkan oleh lebah dari nektar bunga dan didominasi oleh kandungan karbohidrat sederhana. Komponen utama madu terdiri atas fruktosa sekitar 38,5% dan glukosa sekitar 31%, sehingga mudah diserap oleh tubuh sebagai sumber energi. Selain mengandung karbohidrat, madu juga mengandung berbagai vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif yang berperan dalam menjaga kesehatan serta mendukung aktivitas fisik.

Pemanfaatan madu dalam bidang olahraga semakin banyak diteliti karena kandungan nutrisinya yang lengkap dan alami. Madu diketahui mengandung mineral penting seperti kalsium, fosfor, kalium, natrium, magnesium, besi, dan tembaga yang berperan dalam metabolisme tubuh. Kandungan tersebut menjadikan madu sebagai salah satu alternatif suplemen alami yang berpotensi membantu meningkatkan performa atlet tanpa menimbulkan efek samping sebagaimana beberapa suplemen sintesis (Daulay, 2022; Tarigan et al., 2025).

Daya Tahan Otot

Daya tahan otot merupakan kemampuan otot atau kelompok otot untuk melakukan kontraksi secara berulang dalam jangka waktu tertentu tanpa mengalami penurunan kemampuan secara signifikan. Komponen kondisi fisik ini berbeda dengan kekuatan otot yang lebih menekankan pada kemampuan menghasilkan gaya maksimum dalam satu kali kontraksi.

Dalam cabang olahraga bulutangkis, daya tahan otot memiliki peranan penting karena atlet harus melakukan berbagai gerakan berulang seperti pukulan, lompatan, dan perpindahan arah secara cepat selama pertandingan. Daya tahan otot yang baik memungkinkan atlet mempertahankan kualitas teknik dan mengurangi risiko kelelahan pada fase akhir pertandingan.

Stamina

Stamina merupakan kemampuan tubuh untuk mempertahankan aktivitas fisik dengan intensitas tinggi dalam jangka waktu tertentu tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan (Bassett & Howley, 2000). Kemampuan ini dipengaruhi oleh kerja sistem jantung, paru-paru, sistem saraf, dan otot rangka yang bekerja secara terpadu dalam menghasilkan energi selama aktivitas fisik (Ferretti et al., 2022).

Kandungan utama madu berupa fruktosa dan glukosa berperan sebagai sumber energi dalam pembentukan *adenosine triphosphate* (ATP). Ketersediaan ATP yang cukup membantu tubuh mempertahankan aktivitas fisik sehingga atlet mampu berlatih maupun bertanding dengan tingkat stamina yang lebih baik. Selain itu, vitamin, mineral, dan flavonoid dalam madu turut mendukung proses metabolisme energi selama aktivitas olahraga.

Asam Laktat

Asam laktat merupakan hasil akhir metabolisme anaerob yang terbentuk ketika tubuh melakukan aktivitas fisik berintensitas tinggi. Pembentukan asam laktat terjadi ketika kebutuhan energi meningkat lebih cepat dibandingkan kemampuan tubuh menyediakan oksigen sehingga proses glikolisis anaerob menjadi sumber utama pembentukan energi (Fitrianto & Maarif, 2020).

Akumulasi asam laktat yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan otot, penurunan kemampuan kontraksi, serta menurunkan performa atlet selama latihan maupun pertandingan. Oleh karena itu, berbagai strategi pemulihan terus dikembangkan untuk membantu mempercepat eliminasi asam laktat, termasuk melalui pemanfaatan suplemen alami seperti madu yang diduga mampu mendukung proses pemulihan energi (Rizkyrullah et al., 2024; Tarigan et al., 2025).

Bulutangkis

Bulutangkis merupakan cabang olahraga yang dimainkan secara tunggal maupun ganda menggunakan raket dan *shuttlecock*. Tujuan permainan adalah mengembalikan *shuttlecock* melewati net ke daerah lawan hingga lawan tidak mampu mengembalikannya. Bulutangkis menjadi salah satu cabang olahraga yang dipertandingkan pada tingkat nasional maupun internasional, termasuk Olimpiade dan Asian Games.

Permainan bulutangkis memiliki karakteristik aktivitas intermiten berintensitas tinggi yang menuntut kemampuan kecepatan, kelincahan, kekuatan, daya tahan, dan stamina secara bersamaan. Selama pertandingan, atlet dituntut mampu mempertahankan performa fisik dalam beberapa set permainan sehingga kondisi fisik menjadi salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan atlet (Faude et al., 2007).

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experimental* menggunakan desain *pretest-posttest control group design*. Seluruh subjek dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok menjalani *pretest* sebelum perlakuan. Kelompok eksperimen diberikan madu sebanyak 70 gram yang dilarutkan dalam 250 ml air dan dikonsumsi 30–60 menit sebelum latihan, sedangkan kelompok kontrol menjalani latihan tanpa pemberian madu. Setelah 16 kali pertemuan latihan, kedua kelompok menjalani *posttest* untuk mengetahui perubahan stamina, daya tahan otot lengan, dan kadar asam laktat (Hills et al., 2019). Partisipan penelitian adalah atlet bulutangkis Club Jaya Pratama Bandung. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan mempertimbangkan karakteristik subjek yang sesuai dengan tujuan penelitian. Atlet kemudian dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Instrumen Penelitian

Daya Tahan Otot Lengan

Arm Curl Test (tes tekuk lengan) adalah salah satu bentuk evaluasi kebugaran fisik yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan daya tahan otot tubuh bagian atas (*upper body strength*), khususnya otot bisep (*biceps brachii*). Tes ini merupakan bagian dari *Senior Fitness Test Manual* yang dirancang khusus untuk mengukur kebugaran fungsional lansia (usia 60 tahun ke atas). Namun, tes ini juga bisa digunakan untuk populasi umum yang sedang menjalani rehabilitasi atau penilaian kebugaran awal.

Stamina

Bleep test — atau yang sering dikenal sebagai *Multi-Stage Fitness Test* (MSFT) — adalah metode evaluasi standar yang digunakan untuk mengukur kapasitas aerobik maksimal ($VO_2\text{Max}$) serta daya tahan kardiorespirasi seseorang (Léger & Lambert, 1982). Tes ini dilakukan dengan cara berlari bolak-balik secara terus-menerus di antara dua garis yang berjarak 20 meter, mengikuti instruksi sinyal suara berupa bunyi “bip” (*bleep*) yang terekam. Seiring berjalannya waktu, durasi interval antar bunyi “bip” akan semakin pendek di setiap tingkatan (*level*), yang memaksa peserta untuk meningkatkan kecepatan larinya secara bertahap (Léger et al., 1988). Pengujian akan dihentikan secara otomatis apabila peserta sudah tidak mampu lagi mencapai garis batas sebanyak dua kali berturut-turut tepat saat sinyal suara berbunyi, dan tingkat kecepatan terakhir yang berhasil diselesaikan akan dicatat sebagai indikator tingkat kebugaran kardiovaskular individu tersebut.

Asam Laktat

Asam laktat adalah zat yang terbentuk dalam tubuh setelah aktivitas berintensitas tinggi akibat sistem energi anaerob (Fitrianto & Maarif, 2020). Accutrend Lactate adalah instrumen diagnostik portabel (*point-of-care testing/POCT*) yang dirancang untuk mengukur kadar asam laktat secara kuantitatif dalam darah kapiler segar menggunakan prinsip fotometri reflektansi (*reflectance photometry*).

HASIL PENELITIAN

Hasil uji normalitas data penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

Variabel	Shapiro-Wilk (Sig.)			
	Pre-test		Post-test	
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
Arm Curl R	0,168	0,100	0,519	0,766
Arm Curl L	0,414	0,806	0,765	0,920
VO ₂ Max	0,722	0,912	0,346	0,380
Asam Laktat	0,160	0,490	0,899	0,817

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal sebagai salah satu prasyarat dalam penggunaan uji statistik parametrik. Pengujian normalitas pada penelitian ini menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah sampel relatif kecil ($n < 50$). Dasar pengambilan keputusan adalah apabila nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$, maka data dinyatakan berdistribusi normal, sedangkan apabila nilai signifikansi (Sig.) $< 0,05$, maka data tidak berdistribusi normal.

Berdasarkan hasil uji Shapiro-Wilk pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, seluruh variabel penelitian baik pada pengukuran pre-test maupun post-test menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Pada variabel Arm Curl kanan, nilai signifikansi pre-test sebesar 0,168 pada kelompok eksperimen dan 0,100 pada kelompok kontrol, sedangkan pada post-test meningkat menjadi 0,519 dan 0,766.

Variabel Arm Curl kiri juga menunjukkan distribusi normal dengan nilai signifikansi pre-test masing-masing sebesar 0,414 dan 0,806, serta post-test sebesar 0,765 dan 0,920. Selanjutnya, variabel VO₂Max memperoleh nilai signifikansi pre-test sebesar 0,722 pada kelompok eksperimen dan 0,912 pada kelompok kontrol, sedangkan pada post-test sebesar 0,346 dan 0,380. Demikian pula pada variabel kadar asam laktat, nilai signifikansi pre-test sebesar 0,160 dan 0,490, serta post-test sebesar 0,899 dan 0,817 pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh data pada masing-masing variabel memenuhi asumsi normalitas karena seluruh nilai signifikansi berada di atas batas $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, data penelitian dapat dinyatakan berdistribusi normal sehingga memenuhi persyaratan untuk dianalisis menggunakan uji statistik parametrik. Oleh karena itu, analisis selanjutnya dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas sebagai prasyarat berikutnya, kemudian dilanjutkan menggunakan uji *paired sample t-test* dan *independent sample t-test* untuk menguji pengaruh pemberian madu terhadap stamina, daya tahan otot lengan, dan kadar asam laktat atlet bulutangkis.

Hasil uji homogenitas varians dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Levene Test	Pre-test		Post-test	
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
Based on Mean (Sig.)	0,077	0,274	0,957	0,236

Berdasarkan hasil uji homogenitas varians menggunakan Uji Levene (Based on Mean), diperoleh nilai signifikansi pada kelompok pre-test eksperimen sebesar

0,077, pre-test kontrol sebesar 0,274, post-test eksperimen sebesar 0,957, dan post-test kontrol sebesar 0,236. Seluruh nilai signifikansi tersebut lebih besar dari taraf signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Dengan demikian, H_0 diterima, yang menunjukkan bahwa varians data pada masing-masing kelompok adalah homogen.

Hasil ini mengindikasikan bahwa sebaran data antara kelompok yang dibandingkan memiliki varians yang relatif sama, sehingga asumsi homogenitas varians telah terpenuhi. Terpenuhinya asumsi homogenitas menjadi salah satu syarat penting dalam penggunaan uji statistik parametrik, seperti uji t atau ANOVA. Oleh karena itu, data pre-test dan post-test pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan teknik statistik parametrik sesuai dengan tujuan penelitian.

Hasil uji *Paired Samples t-Test* untuk seluruh variabel penelitian disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Paired Samples t-Test

Variabel	Sig. (2-tailed)	
	Eksperimen	Kontrol
Arm Curl R	0,000	0,000
Arm Curl L	0,000	0,000
VO ₂ Max	0,000	0,000
Asam Laktat	0,000	0,000

Berdasarkan hasil uji *Paired Samples t-Test*, diperoleh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 pada seluruh variabel, baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Variabel yang diuji meliputi *Arm Curl Right (R)*, *Arm Curl Left (L)*, VO₂Max, dan kadar asam laktat. Karena seluruh nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test pada seluruh variabel yang diukur, baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terjadi perubahan yang bermakna pada kekuatan otot lengan kanan, kekuatan otot lengan kiri, kapasitas aerobik (VO₂Max), dan kadar asam laktat setelah perlakuan atau periode intervensi yang diberikan.

Namun demikian, uji *paired t-test* hanya menunjukkan adanya perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan dalam masing-masing kelompok. Untuk mengetahui apakah perubahan yang terjadi pada kelompok eksperimen lebih besar dibandingkan kelompok kontrol, diperlukan analisis lanjutan menggunakan uji perbandingan antar kelompok, seperti *independent samples t-test* terhadap nilai selisih (*gain score*) atau analisis lainnya yang sesuai.

Statistik deskriptif hasil post-test Arm Curl Right kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Group Statistics Independent Test Arm Curl Postest (Right)

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest eks	10	59,40	9,276	2,933
	Posttest kontrol	10	50,40	10,936	3,458

Hasil uji Independent Samples t-Test untuk variabel Arm Curl Right disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Independent Test Arm Curl Posttest (Right)

F	Sig.	Levene's Test		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	Std. Error Diff.	95% CI	
		Lower	Upper							
Hasil	Equal var. assumed	1,185	0,291	1,985	18	0,063	9,000	4,535	-0,527	18,527
	Equal var. not assumed	–	–	1,985	17,533	0,063	9,000	4,535	-0,545	18,545

Hasil uji menunjukkan rata-rata Arm Curl Right kelompok eksperimen sebesar 59,40, sedangkan kelompok kontrol sebesar 50,40. Namun demikian, nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,063 lebih besar dari 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada hasil post-test Arm Curl Right. Meskipun kelompok eksperimen memiliki rata-rata yang lebih tinggi, perbedaan tersebut belum cukup kuat secara statistik.

Statistik deskriptif hasil post-test Arm Curl Left kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Group Statistics Independent Test Arm Curl Posttest (Left)

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest eks	10	51,90	10,765	3,404
	Posttest kontrol	10	52,60	9,143	2,891

Hasil uji Independent Samples t-Test untuk variabel Arm Curl Left disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Independent Test Arm Curl Posttest (Left)

F	Sig.	Levene's Test		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	Std. Error Diff.	95% CI	
		Lower	Upper							
Hasil	Equal var. assumed	0,040	0,844	0,157	18	0,877	0,700	4,466	-10,083	8,683
	Equal var. not assumed	–	–	0,157	17,541	0,877	0,700	4,466	-10,101	8,701

Hasil uji menunjukkan rata-rata kelompok eksperimen sebesar 51,90 dan kelompok kontrol sebesar 52,60 dengan nilai signifikansi sebesar 0,877. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok pada variabel Arm Curl Left. Dengan demikian, perlakuan yang diberikan belum menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan kelompok kontrol.

Statistik deskriptif hasil post-test VO₂Max kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Group Statistics Independent Test VO₂Max Posttest

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest eks	10	43,71	7,122	2,252
	Posttest kontrol	10	42,51	7,506	2,374

Hasil uji Independent Samples t-Test untuk variabel VO₂Max disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Uji Independent Test VO₂Max Posttest

F	Sig.	Levene's Test		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	Std. Error Diff.	95% CI	
		Lower	Upper							
Hasil	Equal var. assumed	0,144	0,709	0,367	18	0,718	1,200	3,272	-5,674	8,074
	Equal var. not assumed	—	—	0,367	17,950	0,718	1,200	3,272	-5,676	8,076

Hasil analisis menunjukkan rata-rata VO₂Max kelompok eksperimen sebesar 43,71 dan kelompok kontrol sebesar 42,51 dengan nilai signifikansi sebesar 0,718. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada hasil post-test VO₂Max. Dengan kata lain, perlakuan yang diberikan belum memberikan pengaruh yang berbeda secara nyata dibandingkan kelompok kontrol.

Statistik deskriptif hasil post-test kadar asam laktat kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Group Statistics Independent Test Asam Laktat Posttest

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest eks	10	47,60	9,466	2,993
	Posttest kontrol	10	48,00	4,320	1,366

Hasil uji Independent Samples t-Test untuk variabel kadar asam laktat disajikan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Hasil Uji Independent Test Asam Laktat Posttest

F	Sig.	Levene's Test		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	Std. Error Diff.	95% CI	
		Lower	Upper							
Hasil	Equal var. assumed	2,848	0,109	0,122	18	0,905	-0,400	3,290	-7,313	6,513

Equal var. not assumed	–	–	–	0,122	12,594	0,905	-0,400	3,290	-7,532	6,732
------------------------------	---	---	---	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------

Hasil uji menunjukkan rata-rata asam laktat kelompok eksperimen sebesar 47,60 dan kelompok kontrol sebesar 48,00 dengan nilai signifikansi sebesar 0,905. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada variabel asam laktat. Dengan demikian, perlakuan yang diberikan tidak menghasilkan perubahan yang berbeda secara statistik dibandingkan kelompok kontrol.

PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Madu Terhadap Daya Tahan Otot Lengan Atlet Bulutangkis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian madu memberikan peningkatan yang signifikan terhadap daya tahan otot lengan pada kelompok eksperimen. Berdasarkan hasil uji *Paired Sample t-Test*, terjadi peningkatan signifikan antara pre-test dan post-test pada Arm Curl Right dengan nilai *mean difference* sebesar 53,40 dan t hitung 22,342, serta Arm Curl Left dengan *mean difference* sebesar 44,45 dan t hitung 19,801. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi madu berkontribusi terhadap peningkatan performa *muscular endurance* atlet.

Secara fisiologis, madu mengandung karbohidrat sederhana berupa glukosa dan fruktosa yang cepat diserap tubuh dan dapat digunakan sebagai sumber energi utama selama aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi. Ketersediaan energi yang optimal memungkinkan kontraksi otot berlangsung lebih lama sehingga meningkatkan daya tahan otot lengan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa suplementasi karbohidrat sederhana dapat mempertahankan performa latihan dan menunda kelelahan otot (Yusof et al., 2018).

Namun demikian, hasil *Independent Sample t-Test* menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen dan kontrol, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan yang terjadi belum dapat diklaim sepenuhnya sebagai efek spesifik dari pemberian madu.

Tidak signifikannya perbedaan antar kelompok dapat disebabkan oleh faktor lain, terutama program latihan yang dijalankan kedua kelompok. Adaptasi fisiologis akibat latihan rutin diketahui memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan kekuatan dan daya tahan otot (Academy of Nutrition and Dietetics, 2018). Dengan demikian, madu berpotensi mendukung peningkatan performa, namun bukan satu-satunya faktor determinan.

Pengaruh Pemberian Madu Terhadap Peningkatan VO₂Max Atlet Bulutangkis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian madu berpotensi meningkatkan kapasitas aerobik atlet yang diukur melalui VO₂Max. Berdasarkan *Paired Sample t-Test*, kelompok eksperimen mengalami peningkatan signifikan dengan *mean difference* sebesar 40,245 dan t hitung 22,344. Peningkatan VO₂Max ini dapat dijelaskan melalui peran karbohidrat dalam madu yang menyediakan energi cepat bagi tubuh selama aktivitas aerobik. Selain itu, kandungan antioksidan

dalam madu berperan dalam menekan stres oksidatif akibat latihan intensitas tinggi sehingga mempercepat pemulihan fisiologis (Terio et al., 2021).

Namun, hasil *Independent Sample t-Test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol ($p > 0,05$), meskipun terdapat perbedaan nilai rata-rata $VO_2\text{Max}$ post-test. Kelompok kontrol juga mengalami peningkatan signifikan, yang mengindikasikan bahwa program latihan memiliki kontribusi dominan terhadap peningkatan kapasitas aerobik. Hal ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa peningkatan $VO_2\text{Max}$ lebih banyak dipengaruhi oleh adaptasi kardiovaskular akibat latihan terstruktur dibandingkan intervensi nutrisi tunggal (Collins et al., 2022).

Peningkatan $VO_2\text{Max}$ terutama terjadi melalui adaptasi fisiologis sistem kardiorespirasi, seperti peningkatan *stroke volume* jantung, peningkatan kapilarisasi otot, peningkatan jumlah dan efisiensi mitokondria, serta peningkatan kemampuan otot dalam mengekstraksi oksigen dari darah. Adaptasi tersebut hanya dapat terjadi secara optimal melalui stimulus latihan yang bersifat progresif, terstruktur, dan berulang dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian, latihan fisik memiliki peran langsung dalam meningkatkan kapasitas transport dan pemanfaatan oksigen oleh tubuh (Collins et al., 2022).

Sebaliknya, intervensi nutrisi tunggal seperti konsumsi madu lebih berperan sebagai sumber energi cepat melalui kandungan karbohidrat sederhana, namun tidak secara langsung memicu adaptasi struktural dan fungsional pada sistem jantung, paru-paru, maupun otot rangka. Oleh karena itu, pengaruhnya terhadap peningkatan $VO_2\text{Max}$ cenderung bersifat tidak langsung dan sangat bergantung pada intensitas serta volume latihan yang dilakukan. Jika program latihan yang diberikan kepada kedua kelompok sudah cukup efektif dan seragam, maka efek tambahan dari intervensi nutrisi menjadi sulit terdeteksi secara statistik.

Selain itu, tidak adanya perbedaan signifikan juga dapat dipengaruhi oleh faktor kontrol variabel seperti tingkat kebugaran awal subjek yang relatif homogen, durasi intervensi yang mungkin belum cukup panjang untuk menimbulkan perbedaan yang nyata, serta adaptasi fisiologis yang sudah terjadi secara alami akibat latihan rutin yang sama pada kedua kelompok. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat asumsi bahwa peningkatan $VO_2\text{Max}$ lebih ditentukan oleh kualitas dan konsistensi program latihan dibandingkan suplementasi nutrisi tunggal.

Pengaruh Pemberian Madu Terhadap Kadar Asam Laktat Atlet Bulutangkis

Kadar asam laktat merupakan indikator fisiologis kelelahan akibat metabolisme anaerob. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian madu memberikan perubahan signifikan pada kelompok eksperimen berdasarkan *Paired Sample t-Test* dengan *mean difference* sebesar 45,750 dan *t* hitung 22,270. Secara teoritis, madu dapat meningkatkan efisiensi metabolisme energi melalui ketersediaan glukosa dan fruktosa yang cepat digunakan tubuh, sehingga mengurangi akumulasi asam laktat selama aktivitas intensitas tinggi. Selain itu, kandungan antioksidan dalam madu dapat membantu mempercepat proses pemulihan otot (Hemmati & Alkasasbeh, 2024).

Salah satu faktor yang diduga berperan adalah adaptasi latihan. Selama menjalani program latihan secara teratur, tubuh mengalami berbagai adaptasi fisiologis, seperti peningkatan kapasitas aerobik, efisiensi kerja enzim metabolisme energi, peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria, serta meningkatnya

kemampuan otot dalam memanfaatkan laktat sebagai sumber energi. Adaptasi tersebut menyebabkan tubuh menjadi lebih efisien dalam memproduksi, mengangkut, dan membersihkan asam laktat selama maupun setelah aktivitas fisik sehingga akumulasi laktat di dalam darah dapat berkurang (Huang et al., 2025). Selain adaptasi latihan, status kebugaran atlet juga menjadi faktor yang dapat memengaruhi respons kadar asam laktat. Atlet dengan tingkat kebugaran aerobik yang lebih baik umumnya memiliki ambang laktat (*lactate threshold*) yang lebih tinggi, sehingga mampu melakukan aktivitas dengan intensitas lebih besar sebelum terjadi akumulasi laktat secara signifikan. Individu yang telah terbiasa menjalani latihan intensif juga memiliki kemampuan pembersihan (*lactate clearance*) yang lebih cepat melalui proses oksidasi di otot rangka, jantung, maupun konversi kembali menjadi glukosa di hati melalui siklus Cori (Huang et al., 2025; Faude et al., 2009).

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah pola pemulihan (*recovery*) yang diterapkan setelah latihan. Proses pemulihan dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti durasi istirahat, kualitas tidur, kecukupan asupan cairan, status gizi, serta metode pemulihan aktif maupun pasif. Pemulihan yang optimal akan meningkatkan sirkulasi darah dan mempercepat proses transportasi laktat dari otot menuju jaringan lain untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi, sehingga kadar asam laktat dapat kembali ke kondisi normal dalam waktu yang lebih singkat.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kelompok kontrol mengalami penurunan kadar asam laktat yang signifikan meskipun tidak memperoleh intervensi berupa konsumsi madu. Kondisi tersebut memperkuat dugaan bahwa program latihan yang dilakukan secara konsisten merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan metabolik atlet. Latihan yang dilakukan secara berulang akan meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskular dan metabolisme aerobik sehingga produksi energi menjadi lebih efektif serta kemampuan tubuh dalam mentoleransi dan membersihkan laktat semakin baik (Huang et al., 2025; Faude et al., 2009). Oleh karena itu, manfaat konsumsi madu sebagai sumber karbohidrat alami kemungkinan bersifat komplementer dan menjadi lebih nyata apabila dikombinasikan dengan pengaturan intensitas latihan, strategi pemulihan yang optimal, serta pengaturan asupan nutrisi secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perubahan kadar asam laktat pada atlet tidak hanya dipengaruhi oleh satu jenis intervensi nutrisi, tetapi merupakan hasil interaksi berbagai faktor fisiologis, seperti tingkat adaptasi latihan, kapasitas aerobik, kemampuan *lactate clearance*, dan kualitas pemulihan. Oleh karena itu, evaluasi efektivitas konsumsi madu dalam penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan pengendalian faktor-faktor tersebut agar pengaruh intervensi dapat diamati secara lebih spesifik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian madu selama 16 kali pertemuan latihan mampu meningkatkan stamina, daya tahan otot lengan, dan memperbaiki respons fisiologis yang berkaitan dengan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil uji Paired Samples t-Test yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai pre-test dan post-test pada kelompok eksperimen untuk seluruh variabel yang

diteliti. Hasil ini mengindikasikan bahwa konsumsi madu berpotensi mendukung proses penyediaan energi dan pemulihan selama aktivitas fisik. Namun demikian, berdasarkan hasil uji Independent Samples t-Test, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada variabel daya tahan otot lengan kanan, daya tahan otot lengan kiri, VO₂Max, maupun kadar asam laktat. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi tidak dapat dikaitkan secara langsung dengan pemberian madu sebagai faktor utama, melainkan kemungkinan besar dipengaruhi oleh program latihan yang dijalani oleh kedua kelompok. Oleh karena itu, pemberian madu belum dapat dinyatakan lebih efektif dibandingkan latihan rutin dalam meningkatkan stamina, daya tahan otot lengan, dan menurunkan kadar asam laktat pada atlet bulutangkis Club Jaya Pratama Bandung. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, durasi intervensi yang lebih panjang, serta pengendalian faktor nutrisi dan aktivitas fisik yang lebih ketat untuk memperoleh gambaran pengaruh madu yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Academy of Nutrition and Dietetics. (2018). Revised 2017 standards of practice in nutrition care and standards of professional performance for registered dietitian nutritionists. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(1), 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.10.003>
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70–84. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Collins, J., Leach, O., Dorff, A., Proffitt, M., Gifford, J. R., Linde, J., Kofoed, J., & Sherman, M. (2022). Critical power and work-prime account for variability in endurance training adaptations not captured by VO₂max. *Journal of Applied Physiology*, 133(4), 986–1000. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00344.2022>
- Daulay, M. R. (2022). *Pengaruh pemberian madu sebelum melakukan aktivitas fisik terhadap daya tahan kardiovaskuler pada anggota komunitas tenis Universitas Negeri Medan* [Skripsi, Universitas Negeri Medan].
- Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A., & Ab Wahab, M. S. (2012). Honey: A novel antioxidant. *Molecules*, 17(4), 4400–4423. <https://doi.org/10.3390/molecules17044400>
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
- Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., & Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 479–485. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0441-8>
- Ferretti, G., Fagoni, N., Taboni, A., Vinetti, G., & di Prampero, P. E. (2022). A century of exercise physiology: Key concepts on coupling respiratory oxygen flow to muscle energy demand during exercise. *European Journal of Applied*

- Physiology*, 122(6), 1317–1341. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04901-x>
- Fitrianto, E. J., & Maarif, S. (2020). Pengaruh active recovery terhadap kadar asam laktat pada mahasiswa Program Studi Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 4(1), 32–36.
- Hemmati, H., & Alkasasbeh, W. J. (2024). Effect of a honey-sweetened beverage on muscle soreness and recovery of performance after exercise-induced muscle damage in strength-trained females. *Frontiers in Physiology*, 15, 1426872. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1426872>
- Hills, S. P., Mitchell, P., Wells, C., & Russell, M. (2019). Honey supplementation and exercise: A systematic review. *Nutrients*, 11(7), 1586. <https://doi.org/10.3390/nu11071586>
- Huang, T., Liang, Z., Wang, K., Miao, X., & Zheng, L. (2025). Novel insights into athlete physical recovery concerning lactate metabolism, lactate clearance and fatigue monitoring: A comprehensive review. *Frontiers in Physiology*, 16, 1459717. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1459717>
- Léger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(1), 1–12.
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Phomsoupha, M., & Laffaye, G. (2015). The science of badminton: Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473–495. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0287-2>
- Rizkyrullah, N. I., Tarigan, B., & Wijayanti, K. E. (2024). Pengaruh pemberian madu terhadap hasil daya tahan jantung paru, daya tahan otot, dan power pada atlet rowing Kota Bandung. *SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga*, 5(3), 394–400.
- Suryaningtias, S. (2024). *Pengaruh pemberian smoothies gramuna (pisang raja bandung, semangka kuning, dan buah naga merah) terhadap kelelahan otot anaerobik pada atlet bulutangkis* [Skripsi, Program Studi Gizi].
- Tarigan, B., Lardika, R. A., Hendrayana, Y., & Permana, D. (2025). Meningkatkan performa atlet: Dampak madu Perhutani terhadap fungsi kognitif dan kadar asam laktat. *Retos*, 63, 751–755.
- Terio, V., Bozzo, G., Ceci, E., Savarino, A. E., Barrasso, R., Di Pinto, A., Mottola, A., Marchetti, P., Tantillo, G., & Bonerba, E. (2021). Methylglyoxal (MGO) in Italian honey. *Applied Sciences*, 11(2), 831.
- Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541–556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>
- Westerblad, H., Bruton, J. D., & Katz, A. (2010). Skeletal muscle: Energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Experimental Cell Research*, 316(18), 3093–3099. <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2010.05.019>

Yusof, A., Ahmad, N. S., Hamid, A. M. S., & Khong, T. K. (2018). Effects of honey on exercise performance and health components: A systematic review. *Science & Sports*. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.02.007>