

# Perbandingan Kemampuan Daya Tahan Otot Lengan Setelah Aktivitas Eksentrik Dengan Mengonsumsi Glukosa Dan Kopi

Ahmad Ilham Habibi<sup>1</sup>, Ary Artanty<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, IKIP Budi Utomo Malang, Jalan Simang Arjuno No.14 B Kauman-Klojen, Malang, 65119

Email: [habibiilham44@gmail.com](mailto:habibiilham44@gmail.com)<sup>1</sup>, [arrartanty@gmail.com](mailto:arrartanty@gmail.com)<sup>2</sup>

---

**Abstrak** – Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan efek glukosa dan kopi terhadap kemampuan daya tahan otot lengan setelah aktivitas eksentrik. Subjek penelitian ini adalah atlet bulutangkis putra PB MBC Malang yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok control, kelompok pemberian glukosa dan kelompok pemberian kopi yang masing-masing berjumlah 9 orang coba. Desain penelitian menggunakan The Randomize PostTest Only Control Group Design. Kelompok control diberikan air mineral 150 ml, kelompok glukosa diberikan glukosa dengan dosis 75 gram/ 70 Kg BB, sedangkan kelompok kopi diberikan kopi dengan dosis 10 gram/ 70 Kg BB. 1 jam setelah pemberian air mineral, glukosa ataupun kopi, dilakukan aktivitas eksentrik berupa pull up sebanyak 2 set, 7 repetisi dengan interval 30 detik. Daya tahan otot lengan diukur dengan tes push up selama 1 menit. Hasil pengukuran didapatkan rerata daya tahan otot lengan kelompok kontrol  $29.22 \pm 4.12$ , kelompok glukosa  $35.00 \pm 3.43$  dan kelompok kopi  $33.67 \pm 4.36$ . Hasil uji LSD menunjukkan bahwa pemberian glukosa dapat meningkatkan daya tahan otot lengan dengan nilai  $p = 0,005$ , sedangkan pemberian kopi dengan nilai  $p = 0,026$ . Namun pemberian kopi tidak lebih meningkatkan daya tahan otot lengan setelah aktivitas eksentrik dengan dengan nilai  $p = 0,485$ . Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian glukosa maupun kopi dapat meningkatkan daya tahan otot setelah aktivitas eksentrik.

**Kata kunci** – Daya Tahan, Otot, Glukosa, Kopi, Eksentrik.

---

## PENDAHULUAN

Peranan energi dan gizi dalam olahraga penting untuk diperhatikan. Pengelolaan energi dan gizi yang baik akan mampu mempercepat pemulihan atau menunda kelelahan akibat aktivitas dalam olahraga.

Pemilihan sumber zat gizi yang baik harus didukung pengetahuan akan kualitas dan kuantitas yang harus dipenuhi oleh setiap individu. Pemenuhan gizi pun harus sesuai karakteristik atlet dan karakteristik cabang olahraganya.

Minuman karbohidrat dapat memberikan energi selama latihan maupun pertandingan. Pemberian minuman yang mengandung karbohidrat 6-8% selama latihan atau pertandingan dapat membantu meningkatkan performa atlet dengan menunda kelelahan. Pemberian minuman karbohidrat pada saat olahraga membantu meningkatkan kebugaran, melepaskan dahaga, dan mempercepat rehidrasi serta pengisian energi kembali bagi tubuh. Pemberian minuman karbohidrat tidak mencegah tetapi memperlambat terjadinya kelelahan [1].

Glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang beredar di dalam tubuh dan di dalam sel merupakan sumber energi. Dalam keadaan normal, system syaraf pusat hanya dapat menggunakan glukosa sebagai sumber energy (Sunita, 2009).

Kebutuhan energi pada saat berolahraga bersumber dari glukosa dan asam lemak bebas. Glukosa yang dipakai pada awalnya bersumber dari cadangan glikogen otot, kemudian berasal dari glukosa darah [2].

Glukosa merupakan bahan bakar utama bagi jaringan tubuh yang digunakan untuk membentuk ATP [3]. Energi mula-mula diperoleh dari pembakaran cadangan glukosa kita di dalam otot. Bila sudah tidak mencukupi, maka diambil dari glukosa yang sedang beredar dalam pembuluh darah atau disebut glukosa darah.

Selain glukosa, pemberian kopi dipercaya dapat meningkatkan performa atlet. Hal ini mungkin disebabkan kandungan kafein dalam kopi yang memacu kontraksi otot selama aktivitas fisik.

Kopi sering dikonsumsi sebelum bertanding untuk meningkatkan performa dan menunda kelelahan. Secara teoritis, kafein yang merupakan komponen utama kopi memang memiliki efek terhadap otot manusia melalui mekanisme penggunaan lemak terlebih dahulu sebagai energi dan peningkatan kadar kalsium dalam sel otot, sehingga kafein dapat mengurangi penggunaan glukosa dan menunda kelelahan (Yoghi, 2010)

*The International Society of Sport Nutrition* mengemukakan bahwa mengonsumsi minuman berkafein 60 menit sebelum berolahraga dapat meningkatkan kewaspadaan dan daya tahan otot [4]. Menurut [5], Pemberian kafein dengan dosis 9 mg/kgBB sebelum aktivitas fisik submaksimal dapat mengurangi penurunan glukosa darah dan penggunaan glikogen otot *Vastus Lateralis* mencit.

Mekanisme kafein dalam meningkatkan penampilan masih belum dipahami secara lengkap. Teori yang dikemukakan para ahli yaitu, kafein merangsang lipolisis pada jaringan lemak melalui peningkatan sekresi katekolamine dan kemudian meningkatkan oksidasi asam lemak bebas oleh otot

yang aktif. Hal tersebut akan meningkatkan penggunaan lemak selama latihan dan menurunkan penggunaan glukosa sehingga terjadi penghematan terhadap cadangan glikogen di otot [6].

Aktivitas eksentrik dapat menurunkan kadar glukosa darah [7]. Kontraksi eksentrik erat hubungannya dengan metabolisme otot dan pelepasan ion  $Ca^{2+}$  dari retikulum sarkoplasma. Ketika terjadi kontraksi eksentrik, jembatan silang protein miosin dan aktin saling menjauh sehingga terjadi pemanjangan sarkomer. Pemanjangan ini juga menyebabkan retikulum sarkoplasma teregang dan mengeluarkan substansi ion kalsium. Pemanjangan ini juga menghasilkan tegangan pada sarkomer yang melibatkan protein aktin dan miosin [8]. Kedua proses fisiologi kontraksi eksentrik ini yang akan memberikan stimulasi pada transporter glukosa fasilitatif sel otot, sehingga dapat meningkatkan ambilan glukosa darah otot.

Kadar glukosa darah dan glikogen otot erat kaitannya dengan daya tahan otot. Hal tersebut dikarenakan glukosa maupun glikogen otot sebagai pemasok energy yang dibutuhkan dalam beraktivitas agar tidak terjadi kelelahan. Menurut [9] mengungkapkan bahwa diet tinggi karbohidrat dapat meningkatkan daya tahan karena memproduksi konsentrasi glikogen otot selama prosedur loading karbohidrat sehingga mencegah atau menunda kelelahan akibat latihan yang panjang. Berikut adalah beberapa factor yang mempengaruhi daya tahan otot yaitu usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, asupan zat gizi dan status gizi [10].

Selain karbohidrat, meningkatnya konsentrasi asam lemak dapat mengurangi penggunaan glikogen dan memperbaiki kapasitas daya tahan. Peningkatan oksidasi asam lemak meningkatkan ratio asetil Ko-A/Ko-A dan NADH/NAD di mitokondria, menginaktivasi *piruvat dehidrogenase* (PDH), menyebabkan konsentrasi sitrat intraselular meningkat, memicu penghambatan *fosfofruktokinase* (PFK) sebagai kunci pengontrol glikolisis. Akumulasi glukosa 6 fosfat menghambat aktivitas heksokinase sehingga terjadi peningkatan konsentrasi glukosa intraselular dan menurunkan *uptake* glukosa [11].

Atas uraian tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian tentang perbandingan kemampuan daya tahan otot lengan setelah aktivitas eksentrik dengan mengkonsumsi glukosa dan kopi.

#### A. Kopi

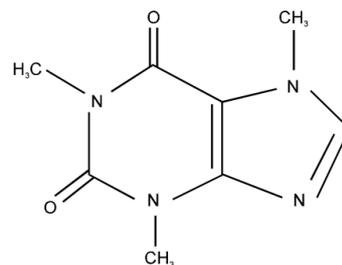
Kopi merupakan minuman stimulan yang didapatkan dari biji yang dipanggang, pada umumnya disebut biji kopi. Saat ini, kopi merupakan minuman yang sangat populer di seluruh dunia. Konsumsi kopi sebagai salah satu sumber kafein meningkat sebesar 98% dalam 10 tahun terakhir di Indonesia. Pengaruh

gaya hidup dan semakin maraknya cafe serta kedai kopi memberikan kontribusi dalam peningkatan jumlah konsumen kopi [12].

Kopi merupakan minuman yang berasal dari proses pengolahan biji tanaman kopi. Tanaman kopi digolongkan ke dalam famili Rubiaceae dengan genus *Coffea*. Kopi memiliki empat spesies yaitu *Coffea arabica*, *Coffea robusta*, *Coffea liberica*, dan *Coffea excelsa* [13]. Konsumsi kopi dunia mencapai 70 persen berasal dari spesies kopi arabika (*Coffea arabica*) [14]. Kandungan yang terdapat pada biji kopi adalah kafein, kaffeol, trigonelline, amino acid, karbohidrat, alifatik acid, chlorogenat acid, lemak, mineral, komponen volatail, dan komponen karbonil [15]. Kandungan kafein yang terdapat dalam biji kopi berbeda-beda tergantung dari pengolahan dan penyajiannya. Rata-rata kandungan kafein dalam 1 cangkir kopi bubuk (150 ml) adalah 85 mg dan pada kopi instan adalah 60 mg [16].

#### B. Kafein

Kafein ialah alkaloid yang tergolong dalam keluarga methylxanthine bersama sama senyawa theophylline dan theobromine, berlaku sebagai perangsang sistem saraf pusat. Pada keadaan asal, kafein ialah serbuk putih yang pahit dengan rumus kimianya  $C_8H_{10}N_4O_2$  dan struktur kimianya 1,3,7-trimetyl xantin [17].



Gambar 1. Struktur Kimia Kafein [18]

Kafein banyak digunakan orang sebagai stimulan selama melakukan aktivitas berat karena banyak penelitian yang mengungkapkan bahwa kafein dapat meningkatkan daya tahan bila dikonsumsi sebelum olahraga jangka panjang. Dalam kompetisi, penggunaan kafein diizinkan oleh Komite Olimpiade Internasional sampai batasan pada sekresi urine kurang dari 12  $\mu\text{g/ml}$ , yang secara kasar dapat disamakan dengan mengkonsumsi 3 mug kopi atau 6 cangkir kopi (1 cangkir berisi 236,6 ml kopi) [6].

Kafein banyak dijumpai secara alami di dalam makanan contohnya biji kopi, teh, buah kola (*cola nitide*) *guarana*, dan *mate*. Teh adalah sumber kafein yang lain, dan mengandung setengah dari kafein yang dikandung kopi.

TABEL I.  
KANDUNGAN KAFEIN DALAM MAKANAN/ MINUMAN [19]

Produk	Kandungan Kafein
Kopi	60-150 mg/6 ons
Teh	25-40 mg/ 6 ons
Coca cola/ soft drink	15-30 mg/ 6 ons
Coklat	6-15 mg/ ons

C. *Efek Fisiologis Kafein*

Kafein memiliki efek sentral dan perifer di dalam tubuh, di susunan saraf pusat kafein mempengaruhi bagian dari otak dan sumsum tulang belakang, sementara di tepi kafein mempengaruhi organ dan jaringan. Pada dosis rendah (2-10 mg/kg) kafein meningkatkan kewaspadaan, tidak mudah lelah, menurunkan kecepatan reaksi, meningkatkan ventilasi dan mengurangi penampilan pada beberapa keahlian motorik yang halus. Pada dosis tinggi (> 15 mg/kg) kafein dapat menyebabkan insomnia, cemas, sakit kepala dan tidak stabil. Kafein juga memiliki efek yang tidak konsisten pada sistem kardiovaskuler. Tergantung dimana dia bekerja di tubuh, kafein dapat meningkatkan atau menurunkan detak jantung dan menyebabkan pembuluh darah berkontraksi atau dilatasi. Kafein menyebabkan sedikit peningkatan pada produksi urine dari ginjal dan dilatasi bronkus. Kafein menyebabkan pengeluaran epinefrin dari kelenjar adrenal yang menyebabkan lipolisis (pecahnya lemak) di jaringan otot dan jaringan lemak. Peningkatan mobilisasi asam lemak bebas menyebabkan penghematan glikogen di awal latihan oleh karena tubuh lebih banyak menggunakan asam lemak bebas sebagai sumber energi. Kafein juga bekerja secara langsung di sel otot dengan meningkatkan pelepasan kalsium dari retikulum sarkoplasma di sel otot yang menyebabkan kontraksi otot [20].

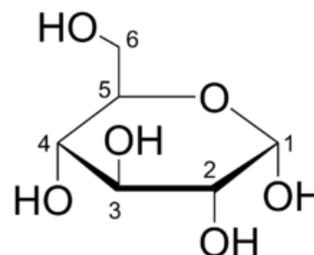
Kafein semakin banyak digunakan sebagai minuman berenergi untuk para atlet dan pelaku olahraga, karena diyakini dapat meningkatkan stamina dan penampilan. Hal ini didukung pula oleh beberapa penelitian yang menyebutkan bahwa dengan pemberian kafein peroral 330 mg 1 jam sebelum pertandingan ternyata dapat meningkatkan penampilan pada olahraga yang memerlukan ketahanan [21].

Beberapa mekanisme dalam meningkatkan penampilan atlet salah satunya yaitu penurunan penggunaan glikogen dengan peningkatan penggunaan lemak, pengeluaran katekolamine, peningkatan pelepasan kalsium dari sel otot. Pada tingkat seluler kafein menghambat adenosine sehingga pengeluaran urin meningkat, stimulasi susunan saraf pusat dan meningkatkan lipolisis di sel lemak (adiposit) dan meningkatkan sekresi lambung. Peningkatan lipolisis pada sel lemak terjadi oleh karena kafein dipengaruhi penghematan adenosine. Teori yang menyatakan terjadinya peningkatan mobilisasi lemak dan penghematan glikogen dan akhirnya memperlama waktu kelelahan berdasarkan ide bahwa peningkatan mobilisasi lemak dan penurunan glikogenolisis pada masa awal latihan. Penurunan pengerahan tenaga pada penelitian dapat dijelaskan oleh efek stimulasi kafein dalam meningkatkan eksitabilitas neuron dengan menurunkan nilai ambangnya sehingga terjadi peningkatan pengerahan motor unit dan peningkatan transmisi saraf [20].

Kafein bersifat ergogenik selama latihan melalui efek secara langsung pada susunan saraf pusat melalui neural aktivasi pada kontraksi otot dan efek langsung pada otot rangka dengan meningkatkan transpor ion kalsium dan enzim regulator dan termasuk yang mengatur pemecahan glikogen (glikogenolisis) serta efek metabolik dengan meningkatkan oksidasi asam lemak dan menurunkan oksidasi karbohidrat [22].

D. *Glukosa*

Glukosa adalah suatu gula monosakarida yang merupakan salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber energi. Bentuk alami glukosa adalah (D-Glukosa) yang disebut juga dekstrosa, terutama pada industri pangan [23].



Gambar 2. Struktur Kimia Glukosa [23]

E. *Homeostatis Glukosa Darah*

Saat kadar glukosa darah di bawah normal, di hepar akan terjadi glukoneogenesis. Glukosa yang dihasilkan ini berasal dari asam amino dan gliserol, sehingga kadar glukosa darah

dapat dipertahankan relatif normal, karena mempertahankan kadar glukosa darah penting untuk jaringan seperti otak dan eritrosit [24]. Otot rangka menggunakan glukosa sebagai sumber energi selama beberapa jam setelah makan, sebagian disimpan dalam bentuk glikogen [25]. [26] menyebutkan bahwa postprandial artinya setelah makan, kadar glukosa darah mulai meningkat pada 10 menit setelah makan sebagai hasil absorpsi karbohidrat. Puncak kadar glukosa darah adalah 60 menit setelah makan dan kembali pada keadaan preprandial (sebelum makan) dalam 2-3 jam. Meskipun konsentrasi glukosa kembali pada keadaan preprandial, absorpsi karbohidrat masih berlanjut paling tidak 5-6 jam setelah makan.

Pada keadaan postprandial, glukosa yang diabsorpsi dalam darah menyebabkan insulin disekresi dan insulin ini menyebabkan meningkatnya kecepatan uptake glukosa hampir seluruh sel, terutama sel otot rangka, sel lemak dan sel hepar. Pada keadaan beberapa jam postprandial terjadi kadar glukosa dalam darah yang tinggi, apabila pada keadaan ini otot tidak digunakan untuk olahraga maka glukosa disimpan sebagai glikogen [24].

Dalam beberapa detik setelah insulin terikat reseptor, uptake glukosa meningkat 80% karena adanya peningkatan translokasi GLUT, jika insulin sudah tidak ada, maka vesikel tersebut akan menjauh atau terpisah dari membran sel dalam 3-5 menit kembali ke dalam sel [27] [24].

#### F. Daya Tahan Otot

Daya tahan merupakan suatu kapasitas untuk melakukan aktivitas fisik secara terus menerus dalam waktu yang lama dan dalam suasana aerobik. Seseorang yang memiliki daya tahan yang baik, tidak akan merasa kelelahan yang berlebihan setelah melakukan latihan dan kondisinya cepat pulih kembali seperti sebelum melakukan latihan. Daya tahan menyatakan keadaan yang menekankan pada kapasitas melakukan kerja secara terus menerus. Secara umum daya tahan dibagi menjadi dua yaitu daya tahan kardiovaskular dan daya tahan otot [28]

Daya tahan otot adalah kemampuan suatu otot atau group otot untuk berkontraksi secara berulang kali atau terjadi ketegangan yang terus menerus dan tahan terhadap kelelahan dalam jangka waktu yang lama [29]. Daya tahan otot juga dapat didefinisikan kemampuan otot melawan gaya submaksimal secara berulang kali atau kontraksi otot yang terus menerus dalam jangka waktu tertentu [30].

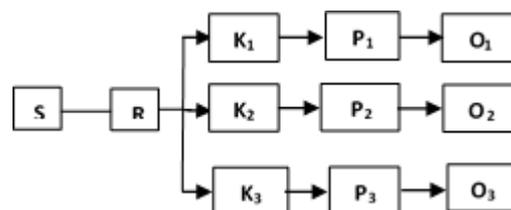
#### G. Aktivitas Eksentrik

Aktivitas eksentrik adalah aktivitas fisik yang melibatkan satu atau lebih otot berkontraksi eksentrik. Kontraksi eksentrik adalah kontraksi yang terjadi pada saat otot mengalami penambahan panjang. Kontraksi eksentrik merupakan respon segera dari regangan eksentrik yang membuat otot mengalami penambahan panjang. Bila respon tersebut terhambat, maka otot berpotensi mengalami kerusakan [31].

Kontraksi eksentrik otot sering dijumpai, menjadi bagian yang sulit dipisahkan dan hampir tak mungkin dihindari dalam aktivitas olahraga. Contoh olahraga yang melibatkan kontraksi eksentrik ditemukan pada aktivitas berlari menurun bukit (downhill) pada kompetisi triathlon atau cross country, deselerasi setelah finish dari nomor lari sprint 100 meter dan fase angkatan awal pada cabang olahraga angkat berat nomor snatch [32].

#### METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian ekperimental dengan desain penelitian yang digunakan adalah *The post test-only control group design* [33].



Gambar 3. Skema Rancangan Penelitian

#### Keterangan :

- S : Sampel penelitian
- R : Randomisasi
- K<sub>1</sub> : Kelompok kontrol (air mineral 150 ml)
- K<sub>2</sub> : Kelompok pemberian glukosa (75 gram/ 70 Kg BB + air mineral)
- K<sub>3</sub> : Kelompok pemberian kopi (10 gram/ 70 Kg BB + air mineral)
- P<sub>1</sub> : air mineral + aktivitas eksentrik
- P<sub>2</sub> : Glukosa + aktivitas eksentrik
- P<sub>3</sub> : Kopi + aktivitas eksentrik
- O<sub>1</sub> : *Post test* pada K<sub>1</sub>
- O<sub>2</sub> : *Post test* pada K<sub>2</sub>
- O<sub>3</sub> : *Post test* pada K<sub>3</sub>

Subyek penelitian ini berjumlah 27 orang coba dari atlet bulutangkis PB MBC Malang dengan criteria usia 18-22 tahun dengan jenis kelamin laki-laki, mempunyai indeks massa tubuh dan tekanan darah normal. Subyek penelitian dibagi menjadi 3 kelompok secara random yaitu kelompok kontrol

(K<sub>1</sub>), kelompok pemberian glukosa (K<sub>2</sub>) dan kelompok pemberian kopi (K<sub>3</sub>). Subjek penelitian diberikan penjelasan mengenai *information for consent* dan kemudian mengisinya. Sebelum pengambilan data, subjek penelitian hanya mengkonsumsi air mineral selama 8 jam.

Selanjutnya subjek penelitian diberikan air mineral (150 ml) bagi kelompok control (K<sub>1</sub>), glukosa 75 gram/ 70 Kg BB bagi kelompok glukosa (K<sub>2</sub>), (Nugrahani, 2012) dan kopi 10 gram/70 Kg BB (Yustisiani, 2013) bagi kelompok kopi (K<sub>3</sub>). 1 jam setelah diberikan air mineral, glukosa maupun kopi, subjek penelitian melakukan latihan eksentrik berupa latihan *pull up* sebanyak 2 set, 7 repetisi dengan interval 30 detik (Pribadi, 2016). Segera setelah melakukan aktivitas eksentrik, subyek penelitian melakukan *post test* yaitu tes *push up* untuk mengukur daya tahan.

**Prosedur Tes Daya Tahan Otot**

*Push-Up* merupakan parameter test yang dipergunakan untuk mengukur daya tahan otot lengan (Adiatmika, IPG dan Santika, IGPN, 2016). Lamanya pengukuran dilakukan selama 1 menit dengan satuan ukur (x/menit). Prosedur pengukuran daya tahan otot lengan melalui parameter *test push-up* diantaranya :

1. Subyek penelitian berbaring dengan sikap telungkup,
2. Kedua lengan dilipat disamping badan,
3. Kedua tangan menekan lantai dan diluruskan sehingga badan terangkat, sedangkan sikap badan dan tungkai merupakan garis lurus,
4. Badan diturunkan dengan cara membengkokkanlengan pada siku, sehingga dada menyentuh lantai,
5. Lakukan gerakan tersebut secara berulang-ulang dan kontinu sampai mahasiswa tidak dapat mengangkat badannya lagi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. ANALISIS DESKRIPTIF DAN HOMOGENITAS**

Hasil analisis deskriptif berat badan dan tinggi badan disajikan pada tabel II. Hasilnya pada kelompok kontrol (K<sub>1</sub>) didapati rerata berat badan 61,56±4,27 kg, kelompok glukosa (K<sub>2</sub>) 60,22 ± 3,27 kg dan kelompok kopi (K<sub>3</sub>) 61,56 ± 4,72 kg.

Sedangkan pada variable tinggi badan didapatkan nilai rerata pada kelompok kontrol (K<sub>1</sub>) didapati rerata tinggi badan 168,33±3,04 cm, kelompok glukosa (K<sub>2</sub>) 168,67±2,96 cm dan kelompok kopi (K<sub>3</sub>) 166,44 ± 6,17 cm.

Hasil uji homogenitas didapatkan data berat badan kelompok kontrol, glukosa dan kopi homogen dengan nilai p = 0,451, sedangkan data tinggi badan

kelompok kontrol, glukosa dan kopi juga homogen dengan nilai p = 0,080.

TABEL II  
HASIL STATISTIK DESKRIPTIF RERATA±SD BERAT BADAN DAN TINGGI BADAN DAN UJI HOMOGENITAS

Variabel	Kontrol	Glukosa	Kopi	p (sig)
Berat badan (kg)	61,56 ± 4,27	60,22 ± 3,27	61,56 ± 4,72	0,451
Tinggi badan (cm)	168,33 ± 3,04	168,67 ± 2,96	166,44 ± 6,17	0,080

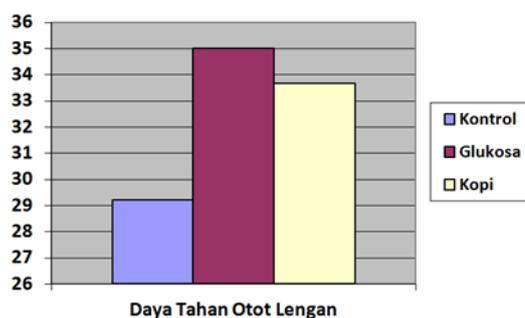
p> 0,05 data bersifat homogen

Hasil analisis deskriptif kadar asam laktat disajikan pada tabel III.

TABEL III  
HASIL STATISTIK DESKRIPTIF RERATA±SD DAYA TAHAN OTOT DAN UJI HOMOGENITAS

Variabel	Kontrol	Glukosa	Kopi	p (sig)
Daya tahan otot lengan	29,22 ± 4,12	35,00 ± 3,43	33,67 ± 4,36	0,690

Hasil analisis deskriptif daya tahan otot disajikan pada tabel III. Hasilnya pada kelompok kontrol (K<sub>1</sub>) didapati rerata berat badan 29,22 ± 4,12, kelompok glukosa (K<sub>2</sub>) 35,00 ± 3,43 dan kelompok kopi (K<sub>3</sub>) 33,67 ± 4,36. Hasil uji homogenitas didapatkan data variable daya tahan otot homogen dengan nilai p = 0,690. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 4.



Gambar 4. Diagram Batang Rerata Daya Tahan Otot Antar Kelompok

**B. UJI NORMALITAS**

Uji normalitas data pada penelitian ini menggunakan uji *one sample Kolmogorov Smirnov test*. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada table IV.

TABEL IV  
HASIL UJI NORMALITAS DAYA TAHAN OTOT LENGAN

Variabel	Daya tahan otot lengan P (sig)
Kontrol	0,200

Glukosa	0,200
Kopi	0,200

$p > 0,05$  data berdistribusi normal

Dari hasil uji normalitas data daya tahan otot lengan didapatkan bahwa semua data berdistribusi normal  $p > 0,05$ , baik kelompok kontrol, kelompok pemberian glukosa maupun kelompok pemberian kopi.

### C. UJI ANOVA

Setelah memenuhi uji prasyarat, maka selanjutnya dilakukan uji *anova dan post hoc test* menggunakan *LSD*. Hasil uji *anova* menunjukkan nilai  $p < 0,05$  pada variable daya tahan otot lengan ( $p = 0,013$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok pada variable daya tahan otot lengan. Setelah uji *anova*, selanjutnya dilakukan uji *LSD*. Hasil uji *LSD* dapat dilihat pada table V.

TABEL V  
HASIL UJI *LSD* VARIABLE DAYA TAHAN OTOT LEMANGAN

Kelompok		Daya tahan otot lengan P (sig)
Kontrol	Glukosa	0,005
	Kopi	0,026
Glukosa	Kopi	0,485

$P < 0,05$  terdapat perbedaan bermakna

Hasil uji *LSD* variable daya tahan otot menunjukkan nilai  $p = 0,005$  antara kelompok kontrol dan kelompok glukosa. Hal tersebut berarti terdapat perbedaan bermakna daya tahan otot lengan antara kelompok kontrol dan kelompok glukosa.

Hal ini sesuai dengan pernyataan [9] yang mengungkapkan bahwa diet tinggi karbohidrat dapat meningkatkan daya tahan karena memproduksi konsentrasi glikogen otot selama prosedur loading karbohidrat sehingga mencegah atau menunda kelelahan akibat latihan yang panjang.

Minuman karbohidrat seperti glukosa dapat memberikan energi selama latihan maupun pertandingan. Pemberian minuman yang mengandung glukosa selama latihan atau pertandingan dapat membantu meningkatkan performa atlet dengan menunda kelelahan [1].

Kemudian hasil uji *LSD* variable daya tahan otot menunjukkan nilai  $p = 0,026$  antara kelompok kontrol dan kelompok kopi. Hal tersebut berarti terdapat perbedaan bermakna daya tahan otot lengan antara kelompok kontrol dan kelompok kopi.

Kopi mengandung kafein sebanyak 60-150 mg/6 ons [19]. *The International Society of Sport Nutrition* mengemukakan bahwa mengonsumsi minuman

berkafein 60 menit sebelum berolahraga dapat meningkatkan kewaspadaan dan daya tahan otot [4].

Kandungan kafein dalam kopi bersifat ergogenik selama latihan melalui efek secara langsung pada susunan saraf pusat melalui neural aktivasi pada kontraksi otot dan efek langsung pada otot rangka dengan meningkatkan transpor ion kalsium dan enzim regulator dan termasuk yang mengatur pemecahan glikogen (glikogenolisis) serta efek metabolik dengan meningkatkan oksidasi asam lemak dan menurunkan oksidasi karbohidrat [22]. Pemberian kafein peroral 330 mg 1 jam sebelum pertandingan dapat meningkatkan penampilan pada olahraga yang memerlukan ketahanan (Spiller, 1998). Hal ini dikarenakan konsumsi kafein dapat menurunkan penggunaan glikogen dengan peningkatan penggunaan lemak, pengeluaran katekolamine, peningkatan pelepasan kalsium dari sel otot [20].

Hasil uji *LSD* variable daya tahan otot menunjukkan nilai  $p = 0,485$  antara kelompok glukosa dan kelompok kopi. Hal tersebut berarti tidak terdapat perbedaan bermakna daya tahan otot lengan antara kelompok glukosa dan kelompok kopi.

Hal tersebut dikarenakan kemampuan daya tahan otot akibat pemberian glukosa maupun kopi bergantung pada cadangan glukosa darah dan glikogen dalam otot. Pemberian glukosa dapat meningkatkan sintesis glikogen dan kadar glukosa dalam darah sehingga cadangan energy meningkat dan dapat menunda kelelahan. Cadangan energy yang tinggi akan dapat meningkatkan daya tahan otot akibat aktivitas fisik.

Pemberian kopi dapat meningkatkan mobilisasi lemak dan menghemat glikogen dan akhirnya memperlama waktu kelelahan. Hal tersebut akibat dari stimulasi kafein yang terkandung dalam kopi. Penghematan glikogen akan meningkatkan daya tahan otot karena cadangan energy yang cukup untuk melakukan kontraksi otot [20].

### KESIMPULAN

1. Terdapat pengaruh pemberian glukosa terhadap daya tahan otot setelah aktivitas eksentrik ( $p = 0,005$ )
2. Terdapat pengaruh pemberian kopi terhadap daya tahan otot setelah aktivitas eksentrik ( $p = 0,026$ )
3. Tidak terdapat perbedaan pengaruh pemberian glukosa dan kopi terhadap daya tahan otot setelah aktivitas eksentrik ( $p = 0,485$ )

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya tujukan kepada PB. Malang Badminton Club (MBC) yang telah bersedia menjadi subyek penelitian serta pihak – pihak lain yang telah membantu penelitian ini. (diisi sendiri)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusip, Gusbakti. 2006. Pengaruh Pemberian Minuman Berkarbohidrat Berelektrolit dapat Memperlambat Kelelahan Selama Berolahraga. *Majalah Kedokteran Nusantara*. Vol. 39, No. 1, Hlmn 35 -41
- [2] Widodo C, Tamtomo D, Prabandari AN. Hubungan Aktifitas Fisik , Kepatuhan Mengonsumsi Obat Anti Diabetik dengan Kadar Gula Darah Pasien Diabetes Mellitus di Fasyankes Primer Klaten. *J Sist Kesehatan*. 2016;2(36): p.63-9.
- [3] Marieb EN, Hoehn K, 2007. *Human Anatomy and Physiology*. Seven edition. San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings, pp 143, 229, 284, 286.
- [4] Gurley, B. J., Steelman, S. C., & Thomas, S. L. (2015). Multi-ingredient, caffeine- containing dietary supplements: history, safety, and efficacy. *Clinical therapeutics*, 37(2), 275- 301.
- [5] Rusdiawan, Afif, 2014. Pengaruh Pemberian Glukosa Dan Kafein Sebelum Aktivitas Fisik Submaksimal Terhadap Glukosa Darah Dan Cadangan Glikogen Otot *Vastus Lateralis* Mencit. Thesis: Universitas Airlangga.
- [6] Laurent D., 2000. Effect of caffeine and muscle glycogen utilization and the neuroendocrin axis during exercise. *Journal of clinical Endocrinology and metabolism*, 85 (6) : 2170-2175
- [7] Hafid, Y.(2013). *Pengaruh Latihan Eccentric Terhadap Ekspresi GLUT-1 pada Otot Gastrocnemius Mencit Diabetes Melitus yang Diinduksi Streptozotosin*. Tesis, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga.
- [8] Bubbico A and Kravitz L, (2010). *Eccentric Exercise: A Comprehensive Review of a Distinctive Training Method*. *IDEA Fitness Journal*, 7(9): 50-59.
- [9] Williams, C., Nute, AL. G., Broadbank, L. & Vinall, S., 1990. Influence of fluid intake on endurance running performance. *European Journal of Applied Physiology* 60, 112-119.
- [10] Permaesih, Dewi. 2000. Kaitan kesegaran jasmani, kesehatan dan olahragaketerampilan. *Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia XXVIII No. 10*: 569-73.
- [11] Shulman GL., 2000. Cellular rmechanism of insulin resistance. *The journal of Clinical Investigation*, 106 (2): 171-176
- [12] Swastika KD (2012). Efek kopi terhadap kadar gula darah post prandial pada mahasiswa semester VII fakultas kedokteran usu tahun 2012. Skripsi.
- [13] Saputra, E. (2008). *Kopi*. Yogyakarta : Harmoni.
- [14] Rahardjo, Pudji. (2012). *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya: Jakarta
- [15] Petracco, M., (2005), Our Everyday Cup of Coffee: Chemistry Behind the Magic, *J. Chem. Educ.*,82(8), 1161.
- [16] Fuentes E, Caballero J, Alarcon M, Rojas A, Pamolo I, (2014). Chlorogenic acid inhibits human platelet activation and thrombus formation. *Plos one* 9(3): E90699
- [17] Allsbrook, J., 2008. Properties of caffeine molecule.(diakses pada 27 februari 2014, <http://www.helium.com/items/1124489-caffeine-coffee-and-caffeine>)
- [18] Ali, M. M., Eisa, M., Taha, M. I., Zakaria, B. A. & Elbhashir, A. A. (2012). Determination of caffiene in some sudanese bayeragens by high performace liquid chromatography. *Asian Network for Scientific Information*, 11(4), 336-342.
- [19] William E. Garrett, Donald T. Kirkendall., 2000. *Excercise and Sport*. ( Diakses pada tanggal 2 Februari 2014, [http://books.google.co.id/books?id=Cx22TcXodrWC&pg=PA375&dq=are+bicarbonate+loading+doping&hl=en&sa=X&ei=PXXuUvDc\\_PmsATG6YCgCw&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=are%20bicarbonate%20loading%20doping&f=false](http://books.google.co.id/books?id=Cx22TcXodrWC&pg=PA375&dq=are+bicarbonate+loading+doping&hl=en&sa=X&ei=PXXuUvDc_PmsATG6YCgCw&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=are%20bicarbonate%20loading%20doping&f=false))
- [20] Schwimmverein G., 2001. Coffein. (diakses pada 20 oktober 2013, [www. Gsv.bussiness.t-online](http://www.Gsv.bussiness.t-online))
- [21] Spiller GA., 1998. *Caffeine*. Boca Raton : CRC Press, pp. 235-236
- [22] Graham TE, Helge JW., 2000. Caffeine Ingestion doesn't Alter Carbohydrat or Fat Metabolism in Human Skeletal Muscle During Exercise. *The Journal of Physiology*, 529(3): 837-847
- [23] <https://id.wikipedia.org/wiki/Glukosa> - d akses juli 2019
- [24] Guyton, A.C., and Hall, J.E. 2000. *Textbook of Medical Physiology*, 10<sup>th</sup> Ed. Philadelphia: WB Saunders Company.
- [25] Mayes PA, 2000. *Harper's Biochemistry*, 25<sup>th</sup> edition. Edited by : Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. New York: McGraw-Hill, pp 149-159, 173,177.
- [26] [https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1024&bih=677&ei=ekc4XdX8Fb\\_Zz7sP8L6CgAU&q=American+Diabetes+Assosiation+%282001%29+glukosa&oq=American+Diabetes+Assosiation+%282001%29+glukosa&gs\\_l=psy](https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1024&bih=677&ei=ekc4XdX8Fb_Zz7sP8L6CgAU&q=American+Diabetes+Assosiation+%282001%29+glukosa&oq=American+Diabetes+Assosiation+%282001%29+glukosa&gs_l=psy)  
[ab.3.33i10i160.807826.811286..811846...0.0..0.637.1738.0j7j5-1.....0....1.gws-wiz.....0i71j0i2i30j33i22i10i29i30j33i10.p07CMBma6Ds&ved=0ahUKewjVoauFwM3jAhW\\_7HMBHXCfAFAQ4dUDCAo&uact=5](http://ab.3.33i10i160.807826.811286..811846...0.0..0.637.1738.0j7j5-1.....0....1.gws-wiz.....0i71j0i2i30j33i22i10i29i30j33i10.p07CMBma6Ds&ved=0ahUKewjVoauFwM3jAhW_7HMBHXCfAFAQ4dUDCAo&uact=5) – diakses pada juli 2019
- [27] Fox, E.L., Bowers, R.W., and Foss, M.L. 1993. *The Physiological Basic Of Exercise and Sport Fifth Edition*. USA: Wim C. Brown Publisher.
- [28] [https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1024&bih=677&ei=p0o4XZwFNYXUz7sP182HiAI&q=depkes%2C+1996+daya+tahan+otot&oq=Depkes%2C+1996+&gs\\_l=psy](https://www.google.com/search?safe=strict&biw=1024&bih=677&ei=p0o4XZwFNYXUz7sP182HiAI&q=depkes%2C+1996+daya+tahan+otot&oq=Depkes%2C+1996+&gs_l=psy)  
[ab.1.0.35i39j0i22i30i6.408872.411655..412726...0.0..0.121.214.1j1.....0....2j1..gws-wiz.....0i71j0.wO\\_T9aE\\_050](http://ab.1.0.35i39j0i22i30i6.408872.411655..412726...0.0..0.121.214.1j1.....0....2j1..gws-wiz.....0i71j0.wO_T9aE_050) – diakses pada juli 2019
- [29] Kisner C. & Colby L. A., 2012. *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: F. A. Davis Company pp. 242-529.
- [30] Wilmore. H.J. & Costill L. D. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*, Human Kinetics : 83. Cardiofascular Risk, Maintaning a Low Profile *The Health Handbook* : 35 – 37.
- [31] Paulsen G, et al. 2007. Maximal Eccentric Exercise Induces a Rapid Accumulation of Small Heat Shock Protein on Myofibrils and a Delayed HSP70 Response in Human. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 293: 844-853
- [32] Faulkner JA (2003). "Terminologi untuk kontraksi otot selama pemendekan, sementara isometrik, dan selama pemanjangan". *Jurnal Fisiologi Terapan* . 95 (2): 455-459.
- [33] Zainudin M., 2000. *Bahan ajar metodologi penelitian*. Surabaya: Universitas Airlangga.