



Correlation Isocitrate Dehydrogenase Level and Triglyceride Level in Rats Stimulated with Ethanol Extract of Moringa Leaf

Hubungan Kadar Isositrat Dehidrogenase dengan Kadar Trigliserida pada Tikus yang Distimulasi dengan Ekstrak Etanol Daun Kelor

Devi Fitriana Sari, Devyana Dyah Wulandari*, Nadya Ika Wardany, Muhamad Damar Baskara, Najmatul Jannah Nadzarillah

Prodi D4 Analis Kesehatan, Fakultas Kesehatan, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

ABSTRACT

Food substances are oxidized through mitochondria to produce chemical energy in the form of adenosine triphosphate (ATP), which is used as energy. The Krebs cycle uses the energy produced by the body to make adenosine triphosphate. A class of enzymes known as dehydrogenases including isocitrate dehydrogenase (IDH) is responsible for electron transport from substrate to electron receiver. In addition, IDH is involved in various cellular processes, including lipogenesis, which is part of lipid metabolism. This study aimed to investigate the relationship between triglyceride (TG) levels and mitochondrial IDH enzyme activity with respect to taking ethanol extract of *Moringa oleifera* leaves. This type of research is experimental with a control group design. The samples in this study were 20 white rats divided into 5 treatment groups, namely Negative Control (K-) rats with normal conditions, Positive Control (K+) rats with tired conditions, Standard Group (STD) rats with creatinine drug induction, Treatment 1 (P1) rats given 250 mg/kgBB dose of *Moringa oleifera* leaf extract, Treatment 2 (P2) rats given 500 mg/kgBB dose of *Moringa Oleifera* leaf extract. The results of statistical analysis of the correlation test p value $0.147 \geq 0.05$ can be concluded that there is no relationship between IDH enzymes and TG.

Keywords: High Load Exercise, Isocitrate Dehydrogenase, Mitochondria, Triglycerides

ABSTRAK

Zat makanan dioksidasi melalui mitokondria guna menghasilkan energi kimia dalam bentuk adenosine triphosphate (ATP), yang digunakan sebagai energi. Siklus Krebs menggunakan energi yang diproduksi tubuh untuk membuat adenosine triphosphate. Kelas enzim yang dikenal sebagai dehidrogenase termasuk isositrat dehidrogenase (IDH) bertanggung jawab untuk transportasi elektron dari substrat ke penerima elektron. Selain itu, IDH terlibat dalam berbagai proses seluler, termasuk lipogenesis, yang merupakan bagian dari metabolisme lipid. Studi ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara kadar trigliserida (TG) dan aktivitas enzim mitokondria IDH sehubungan dengan pengambilan ekstrak etanol daun

OPEN ACCESS

ISSN 2580-7730 (online)

Edited by:
Andika Aliviameita

***Correspondence:**

Devyana Dyah Wulandari
devyanadyah@unusa.ac.id

Received: 16 Januari 2024

Accepted: 16 November 2024

Published: 31 Desember 2024

Citation:

Sari DF, Wulandari DD, Wardany NI, Baskara MD, Nadzarillah NJ (2024)

Colleration Isocitrate Dehydrogenase Level and Triglyceride Level in Rats Stimulated with Ethanol Extract of Moringa Leaf

Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology).

7:2.

doi: 10.21070/medicra.v7i2.1768

Moringa oleifera. Jenis penelitian ini bersifat eksperimental dengan desain kelompok kontrol. Sampel dalam penelitian ini adalah 20 tikus putih yang dibagi menjadi 5 kelompok perawatan, yaitu tikus Kontrol Negatif (K-) dengan kondisi normal, Kontrol Positif (K+) tikus dengan kondisi lelah, Kelompok Standar (STD) tikus dengan induksi obat kreatinin, Perlakuan 1 (P1) tikus diberi 250 mg/kgBB dosis ekstrak daun *Moringa Oleifera*, Perlakuan 2 (P2) tikus diberi 500 mg / kgBB dose ekstrak daun *Moringa Oleifera*. Hasil analisis statistik dari tes korelasi nilai $p = 0.147 \geq 0.05$ dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara enzim IDH dan TG.

Kata Kunci: Isositrat Dehidrogenase, Latihan Beban Tinggi, Mitokondria, Trigliserida

PENDAHULUAN

Organel yang disebut mitokondria sangat penting untuk fungsi sel. Oksidasi komponen makanan di dalam mitokondria menciptakan energi kimia dalam bentuk adenonine triphosphate (ATP), itulah sebabnya mitokondria dikenal sebagai generator energi sel [Ebanks, \(2022\)](#).

Mitokondria menghasilkan ATP, yang kemudian digunakan siklus Krebs untuk menyediakan kurang dari 90% energi yang diproduksi oleh tubuh. Siklus Krebs yang disebut dengan siklus asam sitrat, adalah jalur metabolisme yang melibatkan oksidasi mitokondria, siklus asam lemak, dan siklus glikolisis. Isocitrate dehidrogenase adalah salah satu enzim yang berfungsi secara efisien dalam siklus Krebs. Isositrat dehidrogenase (IDH) adalah senyawa yang diperoleh dalam siklus asam sitrat, mekanisme utama isocitrat yang menghasilkan energi dalam bentuk ATP melalui oksidasi isositrat menjadi alpha-ketoglutarat (A-KG) dalam reaksi yang dikatalisasikan oleh enzim isositrat dehidrogenase, melepaskan CO₂ dan menghasilkan NADH sebagai reaksi redox [Kurniasari & Arozal \(2020\)](#).

Banyak studi penelitian yang telah menunjukkan kemampuan flavonoid, mineral, dan vitamin C untuk mempengaruhi aktivitas IDH darah. Daun tanaman kelor adalah salah satu tanaman yang mencakup mineral, vitamin C, dan flavonoid. Manfaat tanaman kalori termasuk terjangkau dan mudah diperoleh, selain konsentrasi protein, kalsium, kalium, besi, vitamin A, dan vitamin C yang sangat tinggi, yang semuanya mudah diserap oleh tubuh dan menyebabkan anemia pada wanita (27,2%), yang lebih tinggi daripada pada pria (20,3%) [Hastuty & Nitia \(2022\)](#).

Nutrisi dan kebiasaan makan memainkan peran penting dalam fisiologi mitokondria, karena keduanya menyediakan semua substrat yang diperlukan bagi mitokondria agar berfungsi dengan baik. Untuk itu, kebiasaan makan, seperti diet tinggi lemak, dapat memperburuk fungsi mitokondria dan menjadikan mitokondria sebagai penentu penting terhadap perkembangan penyakit metabolik, seperti diabetes atau sindrom metabolik [Kyriazis \(2022\)](#). Selain proses konversi energi fundamental ini, mitokondria menjadi tempat bagi sejumlah besar jalur metabolisme. Mitokondria memainkan peran penting dalam menyediakan ATP sebagai sumber energi yang dibutuhkan untuk berbagai peristiwa seluler. IDH mengkatalisis dekarboksilasi oksidatif isositrat menjadi 2-oksoglutarat yang digabungkan dengan pembentukan NADH, dan dengan demikian mendukung siklus Krebs pada proses pembentukan energi [Keisuke, \(2014\)](#). Kadar IDH dapat dipengaruhi oleh vitamin B dalam siklus asam sitrat [Irawan \(2020\)](#). Namun dari studi lain memungkinkan adanya hubungan yang lebih langsung antara IDH dan metabolisme lipid seluler, berhipotesis bahwa IDH1 berpartisipasi dalam metabolisme lipid sel terutama didasarkan pada data korelatif yang diperoleh dari jaringan dengan aktivitas lipogenik yang tinggi seperti hati, jaringan adiposa, dan kelenjar susu yang memungkinkan manipulasi genetik memberikan hubungan yang lebih

langsung antara IDH1 dan metabolisme lipid seluler [Tommasini-Ghelfi et al., \(2019\)](#). Trigliserida adalah salah satu tes untuk metabolisme lipid (TG). Komponen utama lemak hewani dan minyak sayuran adalah trigliserida. Trigliserida (TG) juga merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang untuk membentuk lemak dan minyak.

Menurut pernyataan di atas, daun kelor atau *Moringa oleifera* memiliki antioksidan yang salah satunya yaitu flavonoid yang sangat tinggi, sehingga dapat mengurangi kadar trigliserida dan isositrat dehidrogenase di jantung makhluk hidup yang lelah, itulah sebabnya para peneliti tertarik untuk mengadopsi judul ini. Sebagai hasilnya, para ilmuwan akan menyelidiki hubungan antara isositrat dehidrogenase dan kadar trigliserida pada makhluk hidup yang lelah dan administrasi ekstrak daun.

METODE

Instrumen alat dan Bahan

Instrumen alat penelitian termasuk kandang hewan, alat probe, beaker glass Iwaki, gelas ukur Iwaki, kaca arloji, timbangan analitik OHAUS CP214, timbangan tikus, seperangkat alat bedah, spuit 5 ml, spuit 1 ml, wadah isolasi jaringan, Rotator Vienna 102, Sentrifus Vienna 505, Photometer Rayto RT-1904C, kloroform, kapas, batang pengaduk, pipet ukur, Spatula, buret, Vortex Mixer Health H-VM-300, wadah pakan tikus, sarung tangan steril, tabung darah (EDTA), mikropipet (1000 L, 250 L, 20 L) Accumax Pro, yellow tip, white tip, blue tip, tabung sentrifus, rak tabung, penangas air, stopwatch, tabung reaksi Iwaki, mikrotube, kertas label, tabung serologi, dan Rotatory Evaporator, Microplate Elisa Reader.

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yaitu: Sekam padi dan pakan tikus, Daun kelor, Etanol, Akuades, Dopping drug (Keratinin), Daun kelor, Aquadest, Jaringan jantung tikus putih, Isocitrate Dehydrogenase Activity Colorimetric Assay Kit Elabscience (katalog # E-BC-K561-M), Kit trigliserida Glory Diagnostics.

Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Setelah dicuci dengan air mengalir, daunnya dibiarkan kering selama 21 hari pada suhu kamar. Selama 48 jam, tenggelamkan bubuk daun tanah halus dalam etanol (absolut) dalam rasio 1:1. Filter dua kali menggunakan kertas filter. penguap berputar yang bekerja pada 50 ° C digunakan untuk menerapkan ekstrak akhir [Abdel-Daim \(2020\)](#).

Perlakuan Kondisi Hewan Uji Tikus Putih

Uji ini dilakukan dengan jumlah 5 kelompok yaitu kelompok kontrol positif (K+) akan diperlakukan kelelahan dengan dikondisikan tikus yang sedang sakit tanpa perlakuan, kelompok kontrol negatif (K-) dengan tanpa perlakuan yang dikondisikan dalam keadaan sehat atau normal, Kelompok dengan perlakuan 1 (P1) menerima dosis 250 mg/kgBB ekstrak daun kelor dengan perlakuan lelah, sedangkan kelompok dengan perlakuan 2 (P2) menerima

dosis 500 mg / kgBB ekstrak daun kelor dengan perlakuan lelah. Sedangkan pada kelompok standar (STD) akan diperlakukan dengan kondisikan lelah dan diinduksikan obat dopping kreatinin. Kelelahan pada tikus dikondisikan dengan cara tikus dipaksa untuk berlari di atas treadmill selama 30 menit. Kemudian satu jam sebelum dibedah tikus harus berlari selama 30 menit, dan diistirahatkan selama 10 menit, dan berlari lagi selama 10 menit sebelum tikus dibedah. Kemudian tikus akan di-eutanasia.

Pengukuran Kadar Isositrat Dehidrogenase

Di bawah aktivasi aktivator, IDH mengubah isositrat menjadi asam a-ketoglutarat. Sementara itu, NAD direduksi menjadi NADH, yang di bawah aksi pemancar hidrogen, mentransfer elektron ke WST-8 untuk menghasilkan produk berwarna kuning. Aktivitas NAD-IDH dapat dihitung dengan mengukur perubahan nilai absorbansi pada 450 nm. Setelah analisis, pengamatan aktivitas enzim IDH berikut dapat dihilangkan:

Aktivitas IDH (U/L) = $(\Delta A_{450} - b) / T \times 1000 \times f$
 ΔA_{450} : $\Delta \text{Sampel} - \Delta \text{Kontrol}$ ($\Delta A = A_2 - A_1$)
 T : Waktu reaksi 20 menit
 f : Waktu pengenceran uji

Pengukuran Kadar Triglisierida

Tingkat kadar triglisierida tikus dapat ditentukan dengan menggunakan CHOD-PAP Enzymatic Colorimeter Test. Setelah menambahkan serum ke tabung reaksi, tambahkan reagen dengan mengikuti petunjuk pada kit suntikan triglisierida. Mereka masing-masing diinkubasi dalam tabung reaksi selama lima menit pada 37°C setelah mencampur larutan. Kadar kolesterol total sampel kemudian diukur menggunakan fotometer yang ditetapkan pada 546 nm.

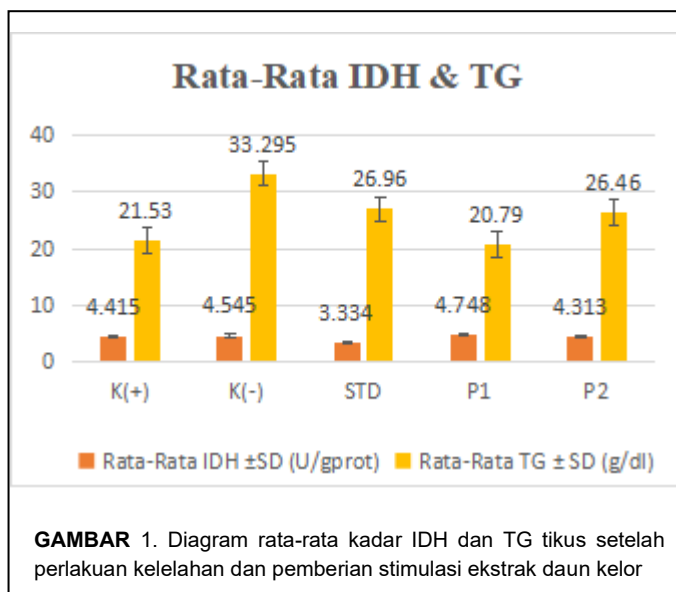
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang stimulasi ekstrak daun kelor atau *Moringa oliefera* yang mempengaruhi kadar TG dan IDH pada tikus kelelahan dengan 20 tikus putih digunakan sebagai sampel penelitian, dan dibagi menjadi 5 kelompok perawatan: tikus Kontrol Negatif (K-) dengan kondisi normal, kontrol positif (K+) akan diperlakukan kelelahan dengan dikondisikan tikus yang sedang sakit tanpa perlakuan, Kelompok perlakuan 1 (P1) menerima dosis 250 mg/kgBB ekstrak daun kelor dengan perlakuan lelah, sedangkan kelompok perlakuan 2 menerima dosis 500 mg / kgBB ekstrak daun kelor dengan perlakuan lelah. Tingkat kadar IDH dalam jaringan gastrocnemius dan tingkat TG dalam serum darah tikus ditentukan berdasarkan data penelitian sebagai berikut:

TABEL 1. Rata-rata Kadar Isositrat Dehidrogenase dan Kadar Triglisierida

Kelompok	Jumlah(n)	Rata-rata IDH ±SD (U/gprot)	Rata-rata TG ± SD(g/dl)
K(+)	4	4,415 ± 0,25	21,53 ±17,2
K(-)	4	4,545± 1,39	33,295 ±19,2
STD	4	3,334±0,60	26,96 ±16,62
P1	4	4,748±0,64	20,79 ±4,94
P2	4	4,313±1,75	26,46 ±5,87

Diketahui bahwa rerata kadar IDH jaringan gastrocnemius tertinggi adalah kelompok Perlakuan 1 (P1) yaitu 4,748 ± 0,64, sedangkan yang terendah adalah kelompok Perlakuan Standar (STD) yaitu 3,334 ± 0,60. Kadar IDH yang paling mendekati kelompok perlakuan 1 (P1) adalah kelompok kontrol negatif (K-) 4,545 ± 1,39, diikuti kelompok kontrol positif (K+) 4,415 ± 0,25, dan disusul kelompok perlakuan 2 (K2) 4,313 ± 1,75.



GAMBAR 1. Diagram rata-rata kadar IDH dan TG tikus setelah perlakuan kelelahan dan pemberian stimulasi ekstrak daun kelor

Berdasarkan Sementara itu, dari hasil penelitian telah didapatkan kadar triglisierida dalam serum tikus. Diketahui bahwa rerata kadar TG serum tikus tertinggi adalah kelompok kontrol negatif (K-) yaitu 33,295 ± 19,2, sedangkan yang terendah adalah kelompok perlakuan 1 (P1) yaitu 20,79 ± 4,94. Kadar TG yang paling mendekati kelompok kontrol negatif adalah kelompok standar (STD) 26,96 ±16,62, diikuti kelompok perlakuan 2 (P2) 26,46 ±5,87, dan disusul kelompok kontrol positif (K+) 21,53 ±17,2.

Untuk memastikan apakah data didistribusikan secara teratur atau abnormal, hasil sampel penelitian diuji dengan tes normalitas. Tes Saphiro-Wilk adalah tes normalitas yang digunakan. Tingkat kadar triglisierida tidak terdistribusi normal, sedangkan tingkat kadar IDH secara teratur terdistribusikan dengan normal. Pada tikus dengan 5 kelompok akan diujikan dengan uji Spearman. Hasil menunjukkan antara kadar TG dan IDH mengungkapkan p =

0,147 di atas ≥ 0.05 . Ini menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang dapat dilihat antara tingkat IDH dan TG pada tikus yang dengan stimulasi ekstrak daun kelor.

Langkah pertama pada penelitian ini yaitu dengan daun kelor dikeringkan pada suhu kamar selama 21 hari, kemudian dihancurkan dengan blender dan dilarutkan pada etanol 96% digunakan untuk mengekstrak. Karena etanol dengan konsentrasi ini dapat menarik komponen flavonoid, tanin, saponin, fenol, dan terpenoid dari daun kelor atau *Moringa oleifera*, itu berguna untuk ekstraksi. (Patel et al, 2014). Rumus penentuan dosis untuk ekstrak daun yang digunakan dalam penelitian adalah $1/2n$, n , dan $2n$ variasi dosis, di mana n adalah dosis 250 mg / kg / hari dan 500 mg / kg / hari. Untuk menghindari efek yang tidak diinginkan pada hewan, tingkat dosis harus diatur dan disimpan dalam kisaran yang wajar. Widyawati et al., (2015)

Dalam penelitian ini, obat doping kreatinin digunakan karena mereka dapat menunda kelelahan otot melalui peningkatan cadangan fosfat otot dan total kreatinin Putra (2015). Karena toksisitas obat, yang dapat merusak fungsi ginjal jika dikonsumsi berlebihan, dosis kreatinin doping pada minggu berikutnya akan diberikan pada tingkat yang lebih rendah daripada pada minggu pertama Moreira Neto (2021).

Tikus menggunakan treadmill berlari sebagai sarana untuk menjadi lelah. Kelelahan ini digunakan dalam hubungannya dengan metode latihan kekuatan atau beban tinggi. Latihan dengan beban besar dan interval waktu terbatas disebut sebagai latihan beban tinggi Wang et al., (2022). Treadmill, yang merupakan tongkat dengan kecepatan yang dapat disesuaikan, digunakan untuk menilai kelangsungan hidup tikus pada treadmill. Ketika tikus menjadi lelah, tingkat aktivitasnya akan menurun, membuatnya lebih mungkin untuk jatuh dari alat treadmill, juga akan mengalami kesulitan bernapas, makan dan minum lebih banyak daripada sebelum berlari Agustiningasih (2020).

Dengan menggunakan klorofom, tikus pertama kali akan dianestesi kemudian diambil darahnya pada jantung tikus dan jaringan otot gastrocnemius selama prosedur bedah hewan. Sampel yang diperoleh akan diperiksa dengan alat Microplate Elisa Reader untuk kadar IDH. Pada Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan penurunan tingkat IDH. Sementara itu, pengukuran kadar TG dilakukan dengan cara mengambil darah jantung tikus yang kemudian akan dijadikan serum. Pengukuran kadar TG dilakukan dengan cara memipet serum dan sampel direaksikan dengan kit trigliserida dan diukur dengan menggunakan fotometer. Penurunan kadar TG terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Sel eukariotik dapat mengekspresikan tiga paralog IDH, yang berbeda dalam lokalisasi subseluler, organisasi struktural, kebutuhan kofaktor, regulasi alosterik, dan mekanisme katalitik. Meskipun ketiga enzim IDH dapat

mengkatalisis dekarboksilasi oksidatif isositrat menjadi α -ketoglutarat, berpartisipasi dalam metabolisme sel yang saling tumpang tindih tetapi tidak berlebihan. IDH1 terlokalisasi pada sitosol dan peroksisom, sedangkan IDH2 dan IDH3, sebagai bagian dari siklus asam trikarboksilat (TCA), didapati pada matriks mitokondria. Isositrat dehidrogenase tipe 1 dan Isositrat dehidrogenase tipe 2 difungsikan sebagai homodimer, yang menggunakan Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP+) sebagai akseptor elektron, dan membutuhkan pengikatan pada ion logam divalen, biasanya Mn^{2+} atau Mg^{2+} . Tommasini-Ghelfi et al., (2019).

Fungsi paling awal yang dianggap berasal dari IDH1 yaitu peran dalam metabolisme lipid bersumber pada pengamatan bahwa reaksi enzimatik pada IDH1 dapat menghasilkan NADPH. Isositrat dehidrogenase tipe 1 dapat menghasilkan NADPH non mitokondria atau bentuk tereduksi dari NADP+ yang difungsikan sebagai agen pereduksi yang dibutuhkan untuk biosintesis lipid dan antioksidan yang dapat melindungi sel dari stres oksidatif dan kerusakan akibat radiasi. Bogdanovic (2015).

Studi mengungkapkan pada tikus knockin dengan mutan IDH1R13H2 yang dikontrol dengan lox-stop-lox, jika tidak ada rekombinasi, secara homozigot nol untuk IDH1, memanifestasikan peran yang tidak esensial dalam perkembangan normal sebelum dan sesudah lahir tetapi memainkan peran penting ini dalam katabolisme asam amino fisiologis dan dalam melindungi dari kerusakan DNA oksidatif. Jika dibandingkan dengan tikus tipe liar, tikus yang menunjukkan kekurangan IDH1 yang diobati dengan lipopolisakarida dosis subletal menunjukkan peningkatan akumulasi spesies oksigen reaktif hati (ROS), apoptosis yang diinduksi oleh kerusakan DNA oksidatif, ekspresi sitokin proinflamasi, dan peningkatan mortalitas secara keseluruhan. Tommasini-Ghelfi et al., (2019).

Peroksisom menyimpan kurang lebih dari 50 enzim; setengahnya difungsi pada yang berkaitan dengan metabolisme lipid seperti β -oksidasi, Asam lemak rantai panjang, α -oksidasi, asam lemak rantai bercabang, dan sintesis fosfolipid yang terkait dengan eter (plasmalogen). Peran lain dari peroksisom termasuk katabolisme purin dan poliamin, pada metabolisme asam amino dan sintesis empedu. Nama peroksisom ini berasal dari pengamatan bahwa hidrogen peroksida yang diproduksi dan didegradasi dalam organel ini. Hidrogen peroksida terbentuk selama reaksi pertama pada jalur oksidasi β dan kemudian direduksi menjadi air oleh katalase.

Peneliti awal, berhipotesis bahwa IDH1 memiliki kontribusi dalam metabolisme lipid seluler terutama didasarkan pada data korelatif yang diperoleh dari jaringan dengan aktivitas lipogenik yang tinggi seperti hati, jaringan adiposa, dan kelenjar susu. Adanya teknik-teknik dalam

biologi molekuler yang ini dapat memungkinkan manipulasi genetik memberikan hubungan yang lebih langsung antara IDH1 dan metabolisme lipid seluler. Koh dkk. menghasilkan tikus transgenik yang mengekspresikan IDH1 secara berlebihan di hati dan jaringan adiposa di bawah promotor fosfoenolpiruvat karboksikinase tikus. Tommasini-Ghelfi et al., (2019)

Selain itu, pada tikus yang kekurangan IDH1, ketika diberi diet tinggi protein, dengan memiliki berat badan yang lebih rendah daripada tikus kontrol tipe liar, setelah puasa yang berkepanjangan, menunjukkan penurunan glukosa dalam darah tetapi meningkatkan kadar alanin dan glisin dalam darah. Oleh karena itu, glukoneogenesis, amonia, dan produksi urea berkurang, menunjukkan bahwa defisiensi IDH1 dan penurunan terkait alfa-ketoglutarat yang dapat menghambat transaminasi asam amino glukogenik yang bergantung pada alfa-ketoglutarat. Meskipun defisiensi IDH secara tak terduga tidak memiliki dampak kandungan lipid, penelitian pada tikus dengan ekspresi transgen IDH1 yang spesifik pada hati dan jaringan adiposa mengungkapkan adanya bantalan lemak yang luas yang ditandai dengan hipertrofi adiposit, akumulasi tetesan lipid, dan dengan penurunan kadar asetil-KoA dan malonil-KoA, yang merupakan metabolit prekursor karbon yang diperlukan untuk sintesis asam lemak de novo. Tommasini-Ghelfi et al., (2019).

KESIMPULAN

Isositrat dehidrogenase (IDH) adalah zat yang diproduksi selama siklus asam sitrat. Peranan utamanya mengoksidasi isositrat menjadi alpha-ketoglutarat, yang melepaskan energi dalam bentuk ATP. Isositrat dehidrogenase terlibat dalam berbagai proses seluler, termasuk lipogenesis, yang merupakan bagian dari metabolisme lipid. Hasil penelitian yang didapatkan bahwa tidak ada pengaruh ekstrak daun kelor terhadap kadar IDH dan kadar TG. Hasil statistik dengan uji spearman didapatkan korelasi dengan nilai $0,147 \geq 0,05$. Dan dapat disimpulkan bahwa tidak ada korelasi antara kadar IDH dengan kadar Trigliserida. Namun dilihat secara deskriptif pada kelompok perlakuan (P1) dengan dosis 250mg/kg dapat bekerja secara efektif untuk meningkatkan aktivitas pada enzim IDH. Dan juga efektif untuk menurunkan kadar trigliserida.

KONTRIBUSI PENULIS

Dalam penelitian ini seluruh author telah berkontribusi muali dari persiapan alat dan bahan, perlakuan sampel, penyusunan jurnal, pengumpulan data, serta analisis data.

PENDANAAN

Penelitian ini didukung oleh Kementrian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi di bawah hibah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2023. Para penulis ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Author mengucapkan terima kasih kepada seluruh Departemen Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Kesehatan dan Departemen Laboratorium Hewan Coba Fakultas Farmasi, Universitas Surabaya, Indonesia, yang sudah menyediakan fasilitas dan sarana dilaboratorium untuk melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- Abdel-Daim, Mohamed M., Samah R. Khalil, Ashraf Awad, Ehsan H. Abu Zeid, Reda Abd El-Aziz, and Hamed A. El-Serehy. (2020). Ethanolic Extract of *Moringa oleifera* Leaves Influences NF- κ B Signaling Pathway to Restore Kidney Tissue from Cobalt-Mediated Oxidative Injury and Inflammation in Rats. *Nutrients*, 12 (4), 1-20. <https://doi.org/10.3390/nu12041031>.
- Agustiningsih, D. (2020). *Panduan Pemberian Perlakuan Olahragamenggunakan Treadmill Pada Tikus Model Penuaan. Prodi Kedokteran Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Bogdanovic E. (2015). IDH1, lipid metabolism and cancer: Shedding new light on old ideas. *Biochim Biophys Acta*, 1850(9), 1781-5. doi: 10.1016/j.bbagen.2015.04.014.
- Ebanks B and Chakrabarti L (2022) Mitochondrial ATP Synthase is a Target of Oxidative Stress in Neurodegenerative Diseases. *Front. Mol. Biosci.* 9(854321), 1-7. doi: 10.3389/fmolb.2022.854321.
- Hastuty, Y. D. and Nitia, S. (2022). Moringa Leaf Extract And Its Effect On Hemoglobin Levels In Young Girls. *Palembang Polytechnic Health Journal*, 17(1), 115-21. Retrieved from <https://jurnal.poltekkespalembang.ac.id/index.php/JPP/article/download/1176/705/>.
- Irawan, R. (2020). *Nutrisi Molekuler Dan Fungsi Kognitif*. Surabaya: Penerbit Airlangga University Press 2020.
- Keisuke, Y., Toru, H. (2014). Mitochondrial isocitrate dehydrogenase is inactivated upon oxidation and reactivated by thioredoxin-dependent reduction in Arabidopsis. *Frontiers in Environmental Science* 2, 2(2014). DOI= doi.org/10.3389/fenvs.2014.00038.
- Kyriazis ID, Vassi E, Alvanou M, Angelakis C, Skaperda Z, Tekos F, Garikipati VNS, Spandidos DA, Kouretas D. (2022). The impact of diet upon mitochondrial physiology (Review). *Int J Mol Med*, 50 (5), 135. doi: 10.3892/ijmm.2022.5191.
- Kuriasari, K., & Arozal, W. (2020). Teraupeutic Potential of Fibroblast Growth Factor 21 Against Insulin Resistance. *EJournal Kedokteran Indonesia*, 3(2), 146-151. Doi: 10.23886/ejki.3.5049.
- Moreira Neto A. A., Neto, A.F., Moreira F. M. D. R., Rigopoulos L., Tsunemi D., Soufen M. A. (2021). Effects of dietary creatine supplementation on kidney and striated skeletal muscles of rats submitted to ischemia and reperfusion of hind limbs. *Acta Cir Bras*. 36(3):e360305. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33909821/>.
- Putra, Khalik P. (2017). Pengaruh Kreatin terhadap Kelelahan Otot pada Praja Laki-laki Program Studi Ilmu Pemerintahan Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Fakultas Kedokteran Untan*, 5(1), 1-8. Retrieved from <https://www.neliti.com/id/publications/194293/pengaruh-kreatin-terhadap-kelelahan-otot-pada-praja-laki-laki-program-studi-ilmu>.

- Tommasini-Ghelfi, S., Murnan, K., Kouri, F.M., Mahajan, A.S, May J.L, Stegh, A.H. (2019). Cancer-associated mutation and beyond: The emerging biology of isocitrate dehydrogenases in human disease. *Sci Adv*, 5(5), 1-17. doi: 10.1126/sciadv.aaw4543.
- Yang, Z., Zhang, S., Zhao, L., Wang, Y., Chen, M., Gao, Y., He, K., and Li, Y. (2022). Oxidative Stress and Mitochondrial Responses to One-Time High Load Exercise on Skeletal Muscle Injury in Rats of Different Genders. *Brazil's Acta Cirurgica*, 37 (8), e370805. Doi: 10.1590/acb370805.
- Widyawati, T., Asmawi, M. Z., Yusoff, N. A., and Ahmad, M. (2015). Antihyperglycemic Effect of Syzygium Polyanthum (Wight.) Leaf Methanol Extract in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Nutrients*, 7(9), 7764–7780. Doi: 10.3390/nu7095365.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2024 Sari, Wulandari, Wardany, Baskara, and Nadzarillah. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.