

PROFIL LIPID DAN INDEKS LIPID PADA MARMUT BETINA [*Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758)] DEWASA DAN TUA

Diaz Ayu Anjani, Syifa' Aulia Rahmah, Laksmindra Fitria*

Program Studi Sarjana Biologi,
Fakultas Biologi, Universitas Gadjah
Mada, Jl. Teknik Selatan, Sendowo,
Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten
Sleman, Daerah Istimewa
Yogyakarta, 55281

*e-mail korespondensi:
diazayua@mail.ugm.ac.id;
syifaaulia285@mail.ugm.ac.id
*laksmindraf@ugm.ac.id

Abstrak. Marmut [*Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758)] dikarenakan memiliki sejumlah fisiologis yang sama dengan manusia sebagai hewan model namun penggunaannya sebagai penyakit kardiovaskular masih terbatas. Masalah kardiovaskular berhubungan dengan kadar lipid sehingga prevalensinya dapat diketahui dengan menghitung indeks lipid dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan profil lipid : kolesterol total, kolesterol Low Density Lipoprotein (LDL), kolesterol Very Low Density Lipoprotein (VLDL), kolesterol High Density Lipoprotein (HDL) dan kadar Trigliserida (TG) beserta indeks lipid: Atherogenic Index of Plasma (AIP) dan Atherogenic Coefficient (AC) pada Marmut dengan usia yang berbeda. Pengukuran profil lipid dilakukan pada awal dan akhir percobaan menggunakan sampel plasma darah marmut yang dikoleksi dari kuku tungkai belakang. Pengukuran profil lipid dilakukan dengan kit DiaSys® menggunakan spektrofotometer UV-Vis 500 nm. Kadar kolesterol total, HDL dan LDL diukur menggunakan metode Cholesterol Oxydase Pheny Amino Phyrazolone (CHOD-PAP) sedangkan pengukuran kadar trigliserida dengan metode glycerol peroxidase phosphate acid (GPO-PAP). Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan profil lipid, AIP serta VLDL seiring bertambahnya waktu namun perbedaan yang terjadi tidak berpengaruh secara signifikan ($p > 0,05$) dikarenakan tidak ada faktor eksogen pada marmut yang merupakan hewan herbivora. Akan tetapi, perbedaan usia pada parameter kadar kolesterol HDL kelompok adult H0 berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) pada kelompok aged H28. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh stres oksidatif yang lebih tinggi pada usia tua (aged). Dapat disimpulkan bahwa faktor usia berpotensi meningkatkan profil lipid dan risiko terjadinya CVD pada marmut.

Kata kunci: Dislipidemia, marmut laboratorium, profil lipid, usia.

Abstract. Marmots [*Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758)] are caused to have a number of physiological features similar to humans as an animal model but their use in cardiovascular disease is still limited. Cardiovascular problems are known to be related to lipid levels so their prevalence can be calculated by the lipid index in the body. This study aims to compare lipid profiles: total cholesterol, Low Density Lipoprotein (LDL) cholesterol, Very Low Density Lipoprotein (VLDL) cholesterol, High Density Lipoprotein (HDL) cholesterol and Triglyceride

(TG) levels along with the lipid index: Atherogenic Index of Plasma (AIP) and Atherogenic Coefficient (AC) in guinea pigs of different ages. Lipid profile measurements were carried out at the beginning and end of the experiment using guinea pig blood plasma samples collected from hind frozen hooves. Lipid profile measurements were carried out with the DiaSys® kit using a 500 nm UV-Vis spectrophotometer. Total cholesterol, HDL and LDL levels were measured using the Cholesterol Oxydase Pheny Amino Phyrazolone (CHOD-PAP) method, while triglyceride levels were measured using the glycerol phosphate acid peroxidase (GPO-PAP) method. The results showed that there was an increase in the lipid profile, AIP and VLDL with increasing time, but the differences did not have a significant effect ($p > 0.05$) due to the absence of exogenous factors in guinea pigs, which are herbivorous animals. However, age differences in HDL cholesterol level parameters in the H0 adult group had a significant effect ($p < 0.05$) on the H28 age group. This is due to the influence of oxidative stress which is higher in old age (aged). It can be concluded that the age factor has the potential to increase the lipid profile and the risk of CVD in general.

Key Words: Dyslipidemia, laboratory guinea pig, lipid profile, age

PENDAHULUAN

Suatu gambaran terhadap kadar lipid yang terkandung dalam darah dapat dikenal dengan profil lipid. Lipid adalah komponen yang memiliki peran penting bagi makhluk hidup dikarenakan mempengaruhi jaringan pada sistem metabolisme yang berfungsi memberikan tanggapan terhadap perubahan yang terjadi pada ketersediaan nutrisi serta kebutuhan energi (Schroeder & Brunet, 2015). Pengukuran yang dapat dilakukan pada pengukuran profil lipid diantaranya adalah kolesterol total dan turunannya, seperti Trigliserida (TG), *High-Density* Lipoprotein (HDL), *Low-Density* Lipoprotein (LDL), dan *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL) (Selwyn, 2005).

Kolesterol merupakan suatu senyawa seperti lilin yang memiliki warna putih dan dibentuk secara alami dalam tubuh khususnya pada organ hati yang dapat berperan sebagai penghasil hormon tertentu, berperan dalam transpor intraseluler, pensinyalan sel,

konduksi saraf serta membangun dan memelihara membran sel (Onwe *et al.* 2015). Kolesterol pada tubuh dapat bersumber dari dalam tubuh yang dihasilkan organ hati (sekitar 80%) dan luar tubuh yang diperoleh dari nutrisi makanan dan minuman yang dikonsumsi (20%) (Utama, 2021). Kolesterol yang diperoleh secara eksogen hanya dapat diperoleh dari bahan makanan khas hewani, sedangkan bahan makanan pada tumbuhan hanya dapat mengandung phytosterol yang mirip dengan kolesterol secara fisiologis (Wahjuni, 2013). HDL merupakan kolesterol yang memiliki densitas tinggi tetapi memiliki partikel yang paling kecil dalam organ hati dan usus. HDL umum dikenal sebagai kolesterol baik karena dapat membuang kelebihan kadar LDL dan memiliki sifat antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi LDL sehingga dapat mencegah terjadinya penimbunan plak pada dinding pembuluh darah (Anggraeni, 2016). Kolesterol LDL merupakan jenis kolesterol yang umum dikenal dengan kolesterol jahat

dikarenakan mengangkut paling banyak kolesterol di dalam darah, sekitar 70% dari total kolesterol dan merupakan produk akhir dari hidrolisis VLDL. Kolesterol VLDL merupakan kolesteol yang terbentuk oleh trigliserida dan fosfolipid di dalam hati untuk mengeluarkan trigliserida (Jim, 2013; Audina, 2016; Siregar & Makmur, 2020; Utama, 2021). Trigliserida merupakan lipid sederhana yang terdiri dari asam lemak yang tersimpan dalam jaringan adiposa. Trigliserida merupakan simpanan lipid utama dan dapat disimpan tubuh dalam waktu yang lama (Putri & Anggraini, 2015).

Marmut memiliki karakter fisiologis jalur metabolisme profil lipid yang sama dengan manusia, sehingga marmut merupakan hewan yang ideal untuk penelitian profil lipid (Fernandez, 2000). Oleh karena itu pada penelitian profil lipid, marmut ideal digunakan dalam penelitian mengenai dislipidemia (Tveden-Nyborg 2015). Dislipidemia sendiri merupakan kondisi dimana terjadi perubahan kuantitatif pada profil lipid seperti pada konsentrasi trigliserida, kolesterol total, K-LDL, K-HDL, dan K-VLDL (Siregar dan Boy, 2022). Dislipidemia merupakan salah satu penyebab utama terjadinya cardiovascular disease (CVD) (Leon and Bronas 2009). Dimana pada sebagian besar kematian populasi disebabkan oleh CVD (Yuan *et al* , 2021). Masalah kardiovaskular dapat diketahui dengan menghitung indeks lipid dalam tubuh. Indeks lipid yakni *atherogenic index of plasma* (AIP) dan *atherogenic coefficient* (AC) dapat menjadi prediktor untuk penyakit yang berhubungan dengan jantung dan lipid. AIP berhubungan dengan *cardiovascular disease* (CVD) yang merupakan penyebutan umum penyakit jantung dan pembuluh darah. Sementara itu, AC dapat memprediksi *coronary artery disease* (CAD) dan dapat dipertimbangkan sebagai prediktor untuk masalah penyakit arteri koroner (Brehm *et al.*, 2004).

Indonesia sendiri, belum banyak memiliki data terkait marmut sebagai model hewan dislipidemia dan kardiovaskular sementara di luar negeri marmut banyak dikembangkan untuk model hewan dislipidemia dan kardiovaskular karena dibandingkan dengan tikus dan mencit, marmut memiliki kesamaan fisiologis yang paling mirip dengan manusia (Von Bibra *et al.*, 2022). Pada manusia dan rodensia, profil lipid dan indeks lipid dapat dipengaruhi oleh pola makan hiperlipid dan faktor usia. (Spitler & Davies, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari profil lipid yang terdiri dari kolesterol total, kolesterol HDL, kolesterol LDL, kolesterol VLDL dan trigliserida serta indeks lipid yang terdiri dari AIP dan AC pada marmut betina yang dipengaruhi oleh keadaan fisiologis berupa usia.

BAHAN DAN METODE

Pemeliharaan Hewan Coba

Dalam penelitian ini berupa 6 marmut betina dengan rentang umur 6 bulan dan 1 tahun dengan berat badan 400-750 gram yang diperoleh dari Pasar Satwa dan Tanaman Hias Yogyakarta/PASTY (Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta) serta hasil pengembangbiakan Animal House Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Pemeliharaan hewan coba mengikuti prosedur standar pemeliharaan marmut laboratorium atau *husbandry* (Clemons & Seeman, 2011) yang meliputi lima prosedur utama yaitu, pengandangan, pemberian makan dan minum, pengaturan faktor lingkungan (suhu, kesehatan dan kenyamanan), serta pemantauan kesehatan. Semua prosedur yang berkaitan dengan penggunaan hewan coba telah memenuhi kaidah kesejahteraan hewan dan tidak melanggar etika bekerja dengan hewan coba dalam penelitian praklinik dan dilengkapi dengan Ethical Clearance yang diajukan kepada Komisi Etik Hewan Coba

FKH-UGM (Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada).

Rancangan percobaan

Penelitian dilakukan pada bulan April 2023-Mei 2023 dengan durasi penelitian selama 28 hari. Pemeliharaan marmut dilakukan di Animal House Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, pengukuran parameter profil lipid dilakukan di Fasilitas Laboratorium Bersama Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada sedangkan untuk analisis data dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.

Marmut betina dikelompokkan menjadi dua kelompok yakni kelompok dewasa (*adult*) berusia enam bulan dan kelompok tua (*aged*) berusia satu tahun. masing masing kelompok terdiri atas tiga individu. Marmut betina diberikan suplementasi berupa pakan normal non diet kolesterol. Pakan marmut berupa pelet standar kelinci beserta sayur dan buah pilihan. Timothy hay juga diberikan sebagai sumber serat. Marmut diberikan air minum isi ulang serta suplementasi tablet vitamin C (CIPI, PT. Supra Ferbindo Farma, Bekasi) yang dicampur dalam air minum.

Pengambilan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel darah untuk dijadikan bahan analisis profil lipid. Pengambilan sampel darah tersebut dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada saat sebelum perlakuan dilakukan serta pada hari terakhir perlakuan (H0 dan H28). Pengambilan sampel darah dilakukan melalui bagian kuku tungkai belakang. Posisi ibu jari ditempatkan pada bagian atas tungkai marmut dan jari telunjuk ditempatkan pada bagian bawah tungkai marmut untuk mengontrol pergerakan pada ekstremitas marmut. *Nail clipper* diposisikan dengan sudut berkisar antara 45^o untuk dilakukan pemotongan kuku dan sampel darah diambil dan ditampung pada alat *microtainer-EDTA* selama 10 hingga 20 detik kasa steril ditekan pada bagian kuku

marmut yang sebelumnya dipotong dan kuku tungkai belakang dimasukkan ke dalam *styptic powder* (merek Kwik-Stip® Miracle Care®) untuk membantu menghentikan pendarahan (Adkins and Moran, 2007; Zimmerman *et al.*, 2015). Sampel darah yang sudah terkoneksi disentrifugasi menggunakan *refrigerated centrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan sebesar 4000 rpm.). Pemeriksaan kadar profil lipid yang terdiri dari kolesterol total, kolesterol HDL, kolesterol LDL dan trigliserida menggunakan metode *direct* dengan kit DiaSys® berdasarkan metode spektrofotometri dan mengikuti protokol pada insert package. Pemeriksaan kadar Kolesterol VLDL, AIP, dan AC menggunakan metode *indirect*.

Analisis Data

Analisis data kuantitatif ditabulasi menggunakan Microsoft®Excel® 2019 kemudian dilakukan analisis statistik deskriptif (rerata±simpangan). Data dianalisis secara statistik berdasarkan Uji *One-way ANOVA* ($\alpha=0,05$) dilanjutkan dengan Uji *posthoc Duncan's* ($\alpha=0,05$) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antarkelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lipid merupakan salah satu kelompok senyawa yang berhubungan dengan asam lemak yang terdapat banyak pada sel jaringan. Berbeda dengan kelompok lainnya seperti karbohidrat, asam nukleat, dan protein yang memiliki struktur dasar masing-masing yang sama, lipid memiliki struktur dasar yang berbeda-beda karena tersusun atas bermacam-macam senyawa heterogen. Struktur utama lipid tersusun oleh hidrokarbon dan oksigen. Terdapat berbagai fungsi yang berbeda-beda pada masing-masing struktur atau bentuk lipid dalam tubuh tersebut. Fungsi atau peran lipid dalam kehidupan diantaranya adalah sebagai penyusun membran, sebagai energi cadangan, sebagai pelindung organ-organ

penting dari trauma mekanik, sebagai isolator panas, sebagai penentu ciri kelamin sekunder, dan lain sebagainya (Audina, 2016; Ischak *et al.*, 2017; Siregar & Makmur, 2020). Lipid merupakan komponen yang penting bagi makhluk hidup dikarenakan juga berperan sebagai molekul pensinyalan yang dapat mempengaruhi jaringan metabolisme yang bertugas merespons ketersediaan nutrisi dan kebutuhan energi atau melakukan adaptasi dengan lingkungan yang mengalami perubahan (Schroeder & Brunet, 2015). Metabolisme lipid dalam tubuh dapat terganggu karena beberapa faktor, seperti faktor umur, aktivitas fisik serta makanan yang dikonsumsi. Gangguan metabolisme

lipid tersebut dapat dikenal dengan penyakit dislipidemia, dimana dislipidemia terjadi ketika terjadi peningkatan pada kadar kolesterol total, *low density lipoprotein* (LDL), *very low density lipoprotein* (VLDL), trigliserida, dan penurunan kadar *high density lipoprotein* (HDL) (Trisnadi *et al.*, 2021). Dislipidemia memiliki hubungan dengan kardiovaskuler, dimana kardiovaskuler dapat diketahui dengan menghitung indeks lipid dalam tubuh. Indeks lipid yakni *atherogenic index of plasma* (AIP) dan *atherogenic coefficient* (AC) dapat menjadi prediktor untuk penyakit yang berhubungan dengan jantung dan lipid.

Tabel 1. Profil Lipid pada Marmut (*Cavia porcellus*) Dewasa dan Tua

| Kelompok | Parameter (mg/dl) | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Total Kolesterol | K-HDL | K-LDL | K-VLDL | Trigliserida |
| Adult H0 (n=3) | 56,98±9,96 ^a | 37,83±8,93 ^b | 45,77±8,76 ^a | 7,11±1,93 ^a | 35,56±9,66 ^a |
| Adult H28 (n=3) | 36,35±8,85 ^a | 33,99±5,91 ^b | 34,93±1,86 ^a | 17,42±5,40 ^a | 87,11±27,00 ^a |
| Aged H0 (n=3) | 73,81±44,13 ^a | 32,06±7,31 ^b | 65,52±31,67 ^a | 13,50±15,10 ^a | 67,51±75,51 ^a |
| Aged H28 (n=3) | 46,83±11,76 ^a | 18,80±4,40 ^a | 46,87±21,01 ^a | 16,05±1,85 ^a | 80,27±9,27 ^a |
| Sig* | 0,321 | 0,042 | 0,349 | 0,462 | 0,462 |

Kolesterol adalah suatu senyawa berwarna putih seperti lilin dan secara alami ditemukan dalam tubuh, kolesterol yang dihasilkan di organ hati memiliki fungsi untuk membuat suatu hormon tertentu, seperti hormon steroid (Utama, 2021). Kolesterol merupakan salah satu bagian dari lemak tubuh yang memiliki bentuk bebas dan ester dengan asam lemak serta bagian dari komponen utama selaput sel otak dan saraf (Sigarlaki &

Tjiptaningrum, 2016). Kolesterol adalah produk khas hewani sehingga hanya bahan makanan yang berasal dari hewani yang dapat mengandung kolesterol, sedangkan pada tumbuh-tumbuhan bisa mengandung jenis sterol berupa phytosterol (Wahjuni, 2013) Kolesterol merupakan senyawa bagian dari lemak kompleks yang memiliki dua jenis sumber yang berbeda, pertama adalah sekitar 80% kolesterol yang bersumber dari dalam

tubuh (endogen) atau dihasilkan secara alami oleh organ hati pada makhluk hidup, kedua adalah sekitar 20% kolesterol yang bersumber dari luar tubuh (eksogen) atau berasal dari nutrisi dari makanan dan minuman yang dikonsumsi. Kolesterol memiliki peran penting dalam tubuh, sehingga kolesterol sangat dibutuhkan dalam jumlah yang tepat. Kolesterol pada dasarnya tidak dapat larut dalam darah sehingga perlu di modifikasi bersama protein menjadi lipoprotein agar dapat diedarkan ke seluruh tubuh (Utama, 2021).

Kolesterol LDL adalah mediator dari kolesterol dan kolesterol ester untuk masuk ke dalam jaringan ekstrahepatik pada tubuh dengan cara endositosis yang dipicu oleh berikatannya molekul LDL dengan reseptor pada membran sel. Kolesterol LDL merupakan jenis kolesterol yang umum dikenal dengan kolesterol jahat dikarenakan mengangkut paling banyak kolesterol di dalam darah, sekitar 70% dari total kolesterol. Sebutan kolesterol jahat juga dikarenakan ketika terjadi peningkatan kadar kolesterol LDL yang tidak normal maka dapat meningkatkan risiko timbulnya serangan jantung dan stroke yang disebabkan adanya penutupan pembuluh darah karena adanya plak pada dinding arteri. Kolesterol LDL sendiri berperan untuk menyimpan kadar kolesterol dalam jaringan termasuk arteri. Kadar kolesterol yang terkandung dalam kolesterol LDL akan mempengaruhi jumlah kolesterol yang akan teroksidasi (Syarif *et al.*, 2012; Jim, 2013; Audina, 2016; Siregar & Makmur, 2020). Apo B (apolipoprotein-B) merupakan protein utama yang membentuk kolesterol LDL. Kolesterol LDL mengambang di dalam darah dikarenakan memiliki kandungan lemak jenuh yang tinggi. Kolesterol LDL juga berperan untuk pembentukan hormone steroid (Anggraeni, 2016). Kolesterol VLDL merupakan kolesteol yang terbentuk oleh trigliserida dan fosfolipid di dalam hati untuk mengeluarkan trigliserida

(Jim, 2013; Audina, 2016; Siregar & Makmur, 2020; Utama, 2021). Trigliserida merupakan cadangan energi dalam bentuk lemak dalam tubuh yang dihasilkan dari makanan berlemak ataupun karbohidrat. Trigliserida dibutuhkan dalam tubuh dalam jumlah yang sesuai. trigliserida berfungsi sebagai cadangan energi bagi tubuh dan akan digunakan apabila sumber energi utama dalam tubuh telah habis (Putri & Anggraini, 2015).

Hasil menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada nilai kadar kolesterol total, K-LDL, K-VLDL serta trigliserida seiring pertambahan usia meskipun tidak signifikan ($P > 0,05$), hal ini dapat terjadi karena tubuh secara alami akan memproduksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). ROS atau yang biasa dapat disebut radikal bebas akan terus diproduksi oleh tubuh sebagai hasil dari metabolisme tubuh (Apel & Hirt, 2004). Membrane lipid bilayer ada lapisan kolesterol, semakin dewasa maka semakin terpapar oleh stress oksidatif, apabila lipid bilayer rusak sementara tubuh terus mendapat suplementasi eksternal yang banyak mengandung kolesterol maka kerusakan lipid dalam tubuh akan semakin meningkat. Namun, secara normal marmut tidak memiliki kasus kolesterol tinggi dikarenakan marmut merupakan herbivora.

Kolesterol HDL atau dapat dikenal secara umum sebagai kolesterol baik merupakan lipoprotein yang memiliki densitas tinggi tetapi dengan partikel paling kecil K-HDL mengedarkan kolesterol lebih sedikit dan umum dikenal dengan kolesterol baik dikarenakan memiliki kemampuan untuk membuang kelebihan kolesterol jahat (kolesterol LDL) di pembuluh arteri untuk kembali ke liver untuk ditindak lebih lanjut dan dibuang, sehingga dapat dikatakan jika kolesterol HDL memiliki kemampuan untuk mencegah penyakit yang disebabkan plak pada dinding pembuluh darah (Jim, 2013; Audina, 2016; Siregar & Makmur, 2020).

Kolesterol HDL dapat mencegah terjadinya oksidasi LDL dikarenakan memiliki sifat antioksidan. Jika terjadi peningkatan kadar kolesterol HDL pada tubuh maka dapat menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler dan hipertensi (Anggraeni, 2016). Penurunan kadar K-HDL yang signifikan ($p < 0,05$) antara marmut dewasa dan marmut tua dapat terjadi dikarenakan seiring bertambahnya umur maka semakin banyak paparan radikal bebas yang menyebabkan terjadinya stres oksidatif

sehingga marmut tua mengalami degenerasi progresif yang dapat menyebabkan kerusakan tingkat sel dan jaringan (Zalukhu *et al* , 2016)

Indeks lipid pada marmut betina dapat dilihat pada tabel 2. indeks lipid AC dan AIP ditemukan menjadi prediktor yang baik untuk menilai risiko penyakit kardiovaskular (Nimmanapalli *et al.*, 2017).

Tabel 2. Indeks Lipid pada Marmut (*Cavia porcellus*) Dewasa dan Tua

| Kelompok | Parameter | |
|--------------------|-------------------------------------|--|
| | <i>Atherogenic Coefficient (AC)</i> | <i>Atherogenic Index of Plasma (AIP)</i> |
| Adult H0 (n=3) | 0,57±0,45 ^a | 0,03±0,15 ^a |
| Adult H28 (n=3) | 0,10±0,41 ^a | 0,40±0,21 ^a |
| Aged H0 (n=3) | 1,54±1,87 ^a | 0,12±0,57 ^a |
| Aged H28 (n=3) | 1,46±0,25 ^a | 0,64±0,13 ^a |
| Sig* | 0,288 | 0,128 |

Atherogenic coefficient dapat dihitung untuk mengetahui ukuran kolesterol dalam K-LDL, K-VLDL dan K-IDL untuk mengetahui hubungannya dengan HDL-c. AC dapat digunakan untuk memprediksi *coronary artery disease* (CAD) dan dapat dipertimbangkan sebagai prediktor untuk masalah penyakit jantung koroner. AC dapat dihitung menggunakan rumus $(TC-HDL-c)/HDL-c$ (Brehm *et al.*, 2004). *Coronary artery disease* merupakan penyakit kardiovaskular yang dapat terjadi akibat pembentukan plak deposit kolesterol pada dinding arteri yang menyuplai darah ke jantung (arteri koroner) (Shahjehan & Bhutta, 2023). Pada hasil Tabel 2. Terjadi penurunan pada *Atherogenic coefficient* (AC) seiring pertambahan usia. Penurunan nilai AC

sendiri dapat diartikan bahwa tidak terjadi peningkatan penumpukan kolesterol pada arteri koroner. Namun meskipun demikian penurunan tidak terjadi secara signifikan ($P > 0.05$). Hal tersebut dapat terjadi karena marmut merupakan herbivora sehingga kolesterol yang terdapat dalam marmut merupakan kolesterol internal dalam tubuh dan naik turunnya kolesterol tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal berupa suplementasi.

Atherogenic index of plasma (AIP) merupakan logaritma rasio konsentration plasma trigliserida dengan konsentration HDL. AIP dapat dihitung menggunakan rumus $\log(TG/HDL)$ dan dapat digunakan untuk menilai atau sebagai prediktor risiko penyakit *cardiovascular disease* (CVD)

(Nimmanapalli *et al.*, 2017). *Cardiovascular disease* (CVD) merupakan penyebutan bagi berbagai macam gangguan jantung dan pembuluh darah termasuk stroke dan iskemia (Lopez & Jan Arif, 2019). Pada tabel 2. Terjadinya peningkatan AIP seiring pertambahan usia dapat diartikan bahwa terjadi peningkatan kadar lipid pada pembuluh darah di seluruh tubuh seiring pertambahan usia. peningkatan AIP dan TG menunjukkan bahwa kolesterol dan lemak saling berpengaruh satu sama lain. AIP

SIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa faktor usia dapat mempengaruhi profil lipid dan risiko terjadinya CVD pada marmut, dimana terjadi penurunan kadar Kolesterol-HDL yang signifikan seiring pertambahan umur, penurunan kadar Kolesterol Total dan Kolesterol-LDL seiring pertambahan umur namun tidak signifikan, peningkatan kadar Kolesterol-VLDL, AIP, serta AC seiring pertambahan umur namun tidak signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Ibu Laksmindra Fitria, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu memberikan saran maupun masukan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik, *animal house* Fakultas Biologi, Fasilitas Laboratorium Bersama Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada serta Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada yang telah menyediakan tempat dan fasilitas selama penelitian berlangsung, serta terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman saya Pricellita Nur'Aivy Alvianti dan Putri Nur Aida yang sudah banyak memberikan bantuan dan support selama penelitian dilakukan.

memiliki sensitivitas yang tinggi dalam menjadi prediktor untuk penyakit kardiovaskular. Maka dari itu, AIP dapat dijadikan menjadi prediktor risiko penyakit kardiovaskular tambahan meskipun terdapat perubahan yang tidak signifikan (Nwagha *et al.*, 2010). Tidak signifikannya hasil yang diperoleh ($P > 0.05$) dapat disebabkan karena marmut adalah herbivora, dimana pola makan nabati tidak menyebabkan peningkatan profil lipid dan indeks lipid yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adkins, A. L. & Moran, A.V. 2007. *Non-invasive serial blood collection in guinea pigs (Cavia porcellus)*. Institute of Chemical Defense. Maryland. pp. 1-17.
- Anggraeni, D. 2016. Kandungan low density lipoprotein (HDL) dan high density lipoprotein (HDL) pada kerang darah (*Anadara granosa*) yang tertangkap nelayan sedati, sidoarjo. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Apel, K., Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu Rev Plant Biol*: 55:373-99. doi: 10.1146/annurev.arplant.55.301 903. 141701. PMID: 15377225.
- Audina, M. 2016. Pemeriksaan Profil Lipid Pada Pasien Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Sumatera Utara. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Padang.
- Brehm, A., Pfeiler, G., Pacini, G., Vierhapper, H., Roden, M. 2004. Relationship between serum lipoprotein ratios and insulin resistance in obesity. *Clin Chem*, 50:2316-22.
- Clemons, D.J & Seeman, H.L. 2011. *The Laboratory Guinea Pig*. 2 th ed. USA: CRC Press.
- Drouin, G., J.R. Godin & B. Pagé. 2011. *The Genetics of Vitamin C Loss in*

- Vertebrates. *Current Genomics*, 12(5): 371-378.
- Fernandez, M & Wood, R. 2008. Guinea Pigs as Models for Human Cholesterol and Lipoprotein Metabolism. doi: 10.1007/978-1-59745-285-4_23.
- Fernandez, M. L. 2001. Guinea Pig as Models for Cholesterol and Lipoprotein Metabolism. *The Journal of Nutrition*, 131, 10-20
- Hulfah, M., Liani, F.N., Pratiwi, D.I.N., Fajari, N.M. and Rosida, A. 2021. Literature Review: Hubungan Kadar Trigliserida terhadap Kejadian Kaki Diabetes. *Homeostasis*, 4(3): 669-674.
- Ischak, N. I., Salimi, Y.K. & Botutihe, D.N. 2017. Buku ajar : *biokimia dasar 1* (pp. 57-65). UNG Press : Gorontalo.
- Jim, E. L. 2013. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik (JBM)*, 5(3), 149-156.
- Lee, W., Hsu, P., Chu, C. Y., Su, H. M. & Lee, C. 2014. Cardiovascular Events in Patients with Atherothrombotic Disease: A Population - Based Longitudinal Study in Taiwan. *PLoS one*. 9. e92577. 10.1371/journal.pone.0092577.
- Leon, A. S., and Bronas, U. G. 2009. Dyslipidemia and Risk of Coronary Heart Disease: Role of Lifestyle Approaches for Its Management. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 3(4), 257-273.
- Lopez, E., O & Jan, Arif. 2019. Cardiovascular Disease. June 2019. In book: StatPearls. Publisher: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Naert, G., M. Padelou & C.G, LePerll. 2019. Use of the Guinea Pig in Studies on the Development and Prevention of Acquired Sensorineural Hearing Loss, With an Emphasis on Noise. *Acoustical Society of America*, 146(5):3743- 3769.
- Nimmanapalli, H. D., Kasi, A. D., Devapatla, P. kumar and Nuttakki, V. 2017. Lipid ratios: atherogenic coefficient and atherogenic index of plasma as parameters in assessing cardiovascular risk in type 2 diabetes mellitus”, *International Journal of Research in Medical Sciences*, 4(7): 2863-2869. doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20161966.
- Nwagha, U. I., Ikekpeazu, E. J., Ejezie, F. E., Neboh, E. E., Maduka, I. C. 2010. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria. *Afr Health Sci*,10(3):248-52.
- Owen, P.E., Folawiyo, M.A., Anyigor-Ogah, C.S., Umahi, G., Okorochoa, A., E., & Afoke., A.O. 2015. Hyperlipidemia: Etiology and Possible Control. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 14(10):93-100.
- Putri, S. R. & Anggraini, D. I. 2015. Obesitas sebagai faktor resiko peningkatan kadar trigliserida. *Jurnal Majority*, 4(9):78-82.
- Schroeder, E. A. & Brunet, A. 2015. Lipid Profile and Signals for Long Life. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 26(11),589-592.
- Selwyn, A.P., Braunwald E., 2005. Ischemic Heart Disease. In: Kasper, D.L., Fauci, A.S., Longo, D.L., Braunwald, E., Hauser, S.L., Jameson, J. L., eds., *Harrison’s Principles of Internal Medicine*. 16 th ed. USA: McGraw-Hill 1434-1435.
- Shahjehan R., D. & Bhutta, B., S. Coronary Artery Disease. 2023. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564304/>
- Sigarlaki, E. D. & Tjiptaningrum, A. 2016. Pengaruh Pemberian Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)

- terhadap Kadar Kolesterol Total. *Majority*, 5(5),14-17.
- Siregar, F. A. and Makmur, T. 2020. Metabolisme Lipid dalam Tubuh. *Jurnal Inovasi Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 60-66.
- Siregar, S. R. M. and Boy, E. 2022. Faktor Resiko pada Pasien Dislipidemia. *Jurnal Implementa Husada*. 3(4): 230-235.
- Spitler, K. M., & Davies, B. S. J. 2020. Aging and plasma triglyceride metabolism. *Journal of lipid research*, 61(8):1161–1167. doi: 10.1194/jlr.R120000922.
- Stüdemann, T., Weinberger, F. 2022. The Guinea Pig Model in Cardiac Regeneration Research; Current Tissue Engineering Approaches and Future Directions. In: Zhang, J., Serpooshan, V. (eds) *Advanced Technologies in Cardiovascular Bioengineering*. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-03086140-7_7.
- Trejo-Sánchez, F., Mendoza-Martínez, G., Plata-Pérez, F., Martínez-García, J. & Villarreal-Espino-Barros, O.A. 2019. Growth of Guinea pigs (*Cavia porcellus*) with Feed for Rabbits and Supplementation of Vitamin C. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7286–7290.
- Tveden-Nyborg, P., Birck, M.M., Ipsen, D.H., Thiessen, T., de Bie Feldmann, L., Lindblad, M.M., Jensen, H.E., Lykkesfedt, J. 2015. *Transl. Res.* <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2015.10.001>.
- Utama, R.D. 2021. Kolesterol dan penanganannya. (pp. 1-7). Strada Press: Jawa Timur.
- Von Bibra, C., Aya S, Birgit, G., Eva, Q., Maria, K., Tim, S, & Florian, W. 2022. Human engineered heart tissue transplantation in a guinea pig chronic injury model, *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, doi: 10.1007/978-3-030-86140.
- Wahjuni, S. 2013. *Metabolisme biokimia*. (pp. 34-65). Udayana University Press : Denpasar.
- Yuan, Y., Chen, W, and Xu, C. 2021. Dyslipidemia: Causes, Symptoms and Treatment. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*. 5(2): 1013-1016
- Zalukhu, M. L., Phyma, A. R. and Pinzon, R. T. 2016. Proses Menua, Stres Oksidatif, dan Peran Antioksidan. *CDK-245*. 43(10): 733-736.
- Zimmerman, K., Moore, D. M. & Smith, S.A. 2015. Hematological assessment in pet guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Vet Clinical Exotic Animal*, 18(1), 33-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvex.2014.09.002>