

EKSTRAK DAUN SALAM (*Eugenia polyantha*) EFEKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR MALONDIALDEHYDE PADA KONDISI TIKUS HIPERLIPID

Putu Oky Ari Tania^{1*}, I Kadek Angga Dwi Cahyadi²

^{1,2}Bagian Biomedik dan Penelitian Biomolekuler, Fakultas Kedokteran
Universitas Wijaya Kusuma, Jl. Dukuh Kupang XXV No.54, Surabaya 60225, Indonesia

*Corresponding author: putu.oky@gmail.com

ABSTRACT

*Phenomenon of consuming fast food which is high in fat is increasing in urban communities. A high-fat diet leads to increasing intake of fatty acid in liver, making it susceptible to lipid peroxidation and free radical release. Malondialdehyde is a common biomarker for lipid peroxidation. Increasing free radicals should be balanced with the antioxidants in order to prevent oxidative stress. This study aim was to measured the effectiveness of bay leaf extract (*Eugenia polyantha*) in lowering MDA levels in hyperlipidemia rats. This study was an experimental study using 20 male rats divided into 4 groups; KP, KN, P1 and P2. All rats were induced hyperlipidemia with high-fat diet for 12 days. KP was sacrificed in the next day after the feeding of high fat. KN administered by aquades 2 ml / day (peroral / po), P1 administered by bay leaves extract 1.08 g / day (p.0) and P2 received simvastatin treatment dose 0,0018 g / 150 g BB / day (p. 0). The results showed MDA levels in KP, KN, P1 and P2 were respectively 7.79; 7.07; 6.49; and 7.21 nmol / ml. One way ANOVA test showed p value was 0,073 (<0,05) so there was no effect of effectiveness of bay leaf in lowering MDA level compared to simvastatin and aquades. Oxidative stress conditions due to a high-fat diet can be recovered when the diet was stopped. For this reason, it is recommended for further research that the administration of drug treatment can be combined with a high-fat diet so that the effect of reducing oxidative stress can be observed.*

Keywords : bay leaf, high-fat diet, MDA

ABSTRAK

Fenomena konsumsi makanan cepat saji yang tinggi akan lemak meningkat dimasyarakat perkotaan. Diit tinggi lemak menyebabkan peningkatan asupan asam lemak pada liver, sehingga rentan terjadi peroksidasi lipid dan pelepasan radikal bebas. Malondialdehyde merupakan biomarker umum untuk peroksidasi lipid. Peningkatan radikal bebas perlu diimbangi dengan pemberian antioksidan sehingga mencegah terjadinya stress oksidatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur keefektifan ekstrak daun salam (*Eugenia polyantha*) dalam menurunkan kadar MDA pada tikus hiperlipid. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan 20 ekor tikus jantan yang dibagi menjadi 4 kelompok yaitu Kelompok KP, KN, P1 dan P2. Semua tikus diinduksi hiperlipid dengan pakan tinggi lemak selama 12 hari. KP tidak diberikan perlakuan lagi, sehingga keesokan hari setelah pemberian pakan tinggi lemak, diterminasi. KN mendapat perlakuan aquades 2 ml/ hari

Cara Mengutip: Tania, Putu Oky Ari & Cahyadi, I Kadek Angga Dwi. (2021). Ekstrak Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) efektif dalam menurunkan kadar Malondialdehyde pada kondisi tikus hiperlipid. *Care:Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 9(2), 230-239

Retrieved from <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/care/article/view/1426>

(peroral/ p.o), P1 mendapat perlakuan ekstrak daun salam 1,08 g/hari (p.0) dan P2 mendapat perlakuan simvastatin dosis 0,0018 g/ 150 g BB/ hari (p.0). Hasil penelitian menunjukkan kadar MDA pada KP, KN, P1 dan P2 masing-masing 7,79; 7,07; 6,49; dan 7,21 nmol/ml. uji *one way* ANOVA menunjukkan *p value* 0,073 ($>0,05$) sehingga tidak ada pengaruh efektivitas daun salam dalam menurunkan kadar MDA dibanding pemberian simvastatin dan aquades. Kondisi stres oksidatif akibat diet tinggi lemak dapat pulih saat diet dihentikan. Untuk itu saran bagi penelitian selanjutnya agar pemberian perlakuan bahan obat dapat bersamaan dengan diet tinggi lemak agar dapat diamati pengaruhnya dalam penurunan kadar stres oksidatif.

Kata kunci : daun salam, diet tinggi lemak, MDA

PENDAHULUAN

Masyarakat perkotaan mengalami kecenderungan peningkatan konsumsi makanan tinggi lemak dalam dietnya. *Junk food*, gorengan memiliki kandungan lemak yang tinggi. Lemak merupakan komponen penting pada menu makanan sehari-hari, karena merupakan sumber energi dan menyediakan asam lemak, selain itu juga terkandung vitamin yang larut pada lemak. Namun beberapa asam lemak terutama asam lemak jenuh/ *saturated fatty acids* dan asam lemak trans/ *trans fatty acids* memiliki efek negatif bagi kesehatan (Estadella *et al.*, 2013). Lemak jenuh yang ada pada makanan menentukan konsentrasi kolesterol pada plasma darah (Soliman, 2018).

Makanan yang diperkaya dan tinggi akan kolesterol telah dilaporkan memiliki berbagai pengaruh negatif dan menyebabkan dislipidemia (Hassan *et al.*, 2011). Gangguan metabolik seperti

hiperlipidemia masih menjadi etiopatologi dari beberapa penyakit, antaranya menjadi mediator utama pada serangkaian gangguan jantung seperti penyakit pancreatitis akut, kerusakan ginjal, stroke, aterosklerosis dan sindroma metabolik (Olorunnisola, Bradley and Afolayan, 2012). Aterosklerosis dapat terjadi akibat tingginya kadar kolesterol dalam darah dan rendahnya *high density lipoprotein* (HDL) (Harini dan Astirin, 2009).

Pada kondisi hiperlipid dapat bertanggungjawab terhadap modifikasi oksidatif terhadap *low density lipoprotein* (LDL), glikasi protein, oto-oksidasi glukosa dengan produksi radikal bebas yang berlebihan dan produk peroksidasi lipid (Olorunnisola, Bradley and Afolayan, 2012). Makanan yang tinggi kandungan asam lemak jenuh ditambah dengan faktor lingkungan lain dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara antioksidan dan pro-oksidan di jaringan.

Konsumsi makanan tinggi lemak dapat menginduksi stres oksidatif (Zimmermann *et al.*, 2013).

Stres oksidatif adalah komponen molekuler dan seluler dari mekanisme kerusakan jaringan. Gangguan keseimbangan antara oksidan dan antioksidan akan mencetuskan kondisi stres oksidatif (Yang *et al.*, 2008). Pada kondisi hiperlipid terjadi akumulasi asam lemak jenuh pada hepatosit. Peningkatan akumulasi asam lemak jenuh dapat menyebabkan apoptosis dan terbentuknya ROS yang meningkatkan peroksidasi lipid (Estadella *et al.*, 2013). Biomarker yang paling umum diukur pada saat peroksidasi lipid adalah malondialdehyde (MDA) (Zimmermann *et al.*, 2013).

Di dalam tubuh telah dilengkapi oleh beberapa antioksidan yang bermanfaat sebagai penyeimbang pengaruh negatif dari oksidan (Birben *et al.*, 2012). Aktivitas antioksidan memiliki kemampuan untuk menghambat proses oksidasi (Tirzitis and Bartosz, 2010). Bahan alami dari daun salam (*Eugenia polyantha*) memiliki bahan aktif flavonoid, tannin dan vitamin B3 (niasin) (Narita, 2015). Flavonoid adalah salah satu senyawa antioksidan yang dapat memerangi stres oksidatif, sehingga yang

diduga dapat menurunkan kadar kolesterol. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas ekstrak daun salam dalam menurunkan kadar MDA, khususnya ketika dibandingkan dengan obat simvastatin.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah laik etik dengan nomor 10108/SLE/FK/UWKS/2-16 yang dikeluarkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang merupakan bagian dari payung penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan hewan coba yaitu tikus jantan (*Rattus norvegicus*) jantan sebanyak 20 ekor dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok kontrol positif (KP), kontrol negatif (KN), Perlakuan 1 (P1), Perlakuan 2 (P2). KP mewakili kelompok tikus yang mengalami hiperlipid. KN mewakili kelompok dengan kondisi hiperlipidemia tanpa pengobatan. P1 mewakili kelompok hiperlipid dengan pengobatan ekstrak daun salam, sedangkan P2 mewakili kelompok hiperlipid yang diobati dengan obat kolesterol simvastatin. Subyek penelitian menggunakan hewan coba sebagai kriteria inklusi adalah Tikus jantan dengan rentang berat badan 150 – 250 gram yang sehat dan bergerak secara aktif, dan belum pernah mendapat

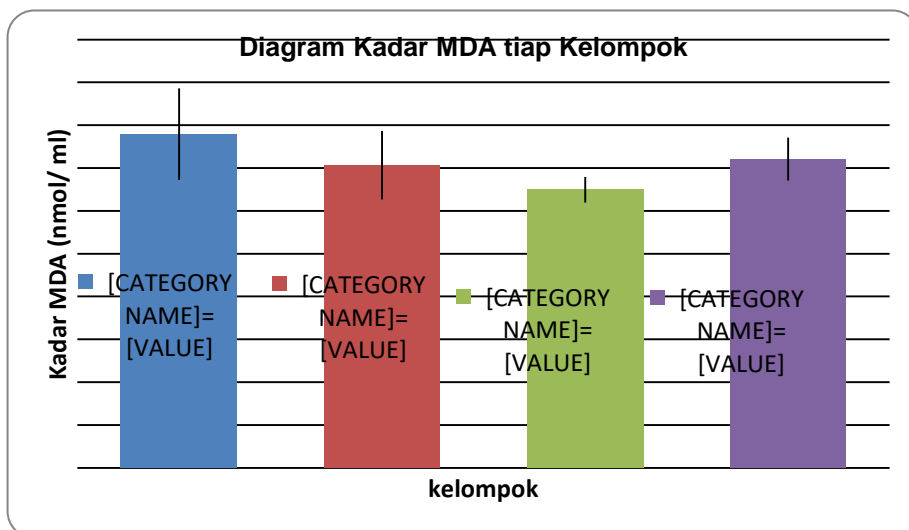
perlakuan sebelumnya. Sebelum diberikan perlakuan, semua tikus di adaptasikan selama 7 hari di laboratorium hewan coba Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Perlakuan dibagi menjadi 2 tahap, yaitu induksi hiperlipid selama 12 hari dan pemberian perlakuan ekstrak daun salam dan simvastatin selama 7 hari. Semua tikus diinduksi hiperlipid dengan pemberian 20g/hari diet tinggi lemak. Setelah induksi hiperlipid semua kelompok mendapat perlakuan yang berbeda-beda, kecuali KP yang langsung diterminasi keesokan harinya; KN mendapatkan perlakuan akuades 2 ml (p.o); P1 mendapatkan perlakuan ekstrak daun salam dosis 1,08 g perhari (p.o); dan P2 mendapatkan perlakuan simvastatin dosis 0,0018 mg/150 g BB per hari (p.o). Pada akhir perlakuan semua kelompok di terminasi dengan cara inhalasi eter untuk selanjutnya diisolasi darahnya dari ventrikel jantung kiri. Dari serum darah dilakukan pengukuran kadar MDA menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 532 nm.

Proses ekstraksi daun salam mengacu pada Indrayana (2008) (Indrayana, 2008). Ekstraksi menggunakan pelarut non polar

ethanol 70%. Pembuatan dosis 1,08 g perhari yaitu 37,8 gram dicampurkan dengan 35 ml CMC 1%, dari larutan diambil 1 mL yang diberikan peroral ke tiap ekor tikus.

HASIL

Kadar Malondialdehid (MDA) merupakan indikator umum untuk reaksi peroksidasi lipid yang berkorelasi terhadap stres oksidatif. Semua kelompok pada penelitian ini diberikan pakan tinggi lemak dengan komposisi lemak sebanyak 26 gram dari total 100 gram komposisi lain (26%). Pengukuran kadar MDA dilakukan setelah induksi hiperlipid yang diwakili oleh KP, sedangkan kadar MDA akibat pemberian ekstrak daun salam dapat diamati pada kelompok KN, P1, dan P2. Pemberian pakan tinggi lemak selama 12 hari berkorelasi terhadap peningkatan kadar MDA yaitu 7,79 nmol/ml (KP). Pada kelompok KP kadar MDA menunjukkan nilai paling tinggi. Kadar MDA paling rendah ditemukan pada P1 yaitu kelompok dengan pemberian ekstrak daun salam dosis 1,08 g/ hari. Berikut di bawah ini merupakan Diagram kadar MDA pada tiap kelompok.



Gambar 1. Diagram Kadar MDA pada akhir perlakuan (nmol/ml)

Pada Gambar 1. Diatas kadar MDA terendah pada kelompok P1 (6,49 nmol/ml) dan tertinggi pada KP (7,79 nmol/ml). Kadar MDA pada 4 kelompok

tersebut dilanjutkan dengan uji statistik *one way* Anova yang didapatkan *p value* sebesar 0,073 (>0,05). Hasil *output* uji Anova disajikan pada Tabel 1.

Hasil uji *One way* Anova menunjukkan dari kelompok penelitian hasil MDA menunjukkan nilai *p* sebesar 0,073. Hal ini berarti kadar MDA antar kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang

bermakna. Untuk melihat ada tidaknya perbedaan kadar MDA antara kelompok dilanjutkan dengan uji *post hoc* Duncan. Hasil uji Duncan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Output Uji *One way* Anova

Kadar MDA	Anova				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.284	3	1.428	2.803	.073
Within Groups	8.150	16	.509		
Total	12.434	19			

Tabel 2. Output Uji *Post Hoc* Duncan

Kadar MDA	
Duncan	
Kelompok	Rata-rata
P1	6.4906 ^a
KN	7.0688 ^{ab}
P2	7.2134 ^{ab}
KP	7.7916 ^b

**Superscript* berbeda menunjukkan beda signifikan.

Hasil uji *Post Hoc* dengan Duncan menunjukkan perbedaan yang bermakna pada kadar MDA jika antar kelompok menunjukkan huruf *superscript* yang berbeda, seperti pada kelompok KP dan P1.

PEMBAHASAN

Pemberian pakan selama 12 hari mampu menyebabkan peningkatan kadar kolesterol total. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar kolesterol total pada kelompok KP yaitu sebesar 64,4 mg/dl yang menunjukkan kondisi hiperlipidemia. Begitu pula menurut Wu *et al.* (2016). pemberian pakan tinggi lemak dalam waktu yang pendek, dapat berpengaruh besar pada metabolisme kolesterol. Kadar normal kolesterol total pada serum tikus berkisar antara 10-54 mg/dl (Harini dan Astirin, 2009). Pada Gambar 1. Dapat dilihat kadar MDA

pada KP yang paling tinggi di bandingkan kelompok lainnya.

Pakan tinggi lemak yang diberikan mengandung komposisi lemak cukup tinggi sebesar 26 gram dari total 100 gram (26%). Pemberian diet tinggi lemak akan menyebabkan penyerapan asam lemak jenuh pada tikus meningkat yang selanjutnya dapat meningkatkan sejumlah Triasilglesrol (TG) liver (Wu *et al.*, 2016). Pada kondisi ini pada umumnya diikuti dengan meningkatnya serum total kolesterol, LDL, VLDL dan menurunnya HDL. Perubahan konsentrasi lipid dan perubahan kualitas fraksi lipoprotein diduga merupakan faktor yang berkontribusi terhadap stres oksidatif (Noeman, Hamooda and Baalash, 2011). Kondisi meningkatnya asam lemak jenuh mencetuskan komponen proinflamasi yang selanjutnya terjadi proses inflamasi (Estadella *et al.*, 2013). Inflamasi akan mencetuskan sel-sel inflamasi mensekresikan sitokin dan kemokin yang

bertanggungjawab terhadap oksigen reaktif yang terkait dengan pembentukan radikal bebas (Sánchez, Calpena and Clares, 2016). Peningkatan asam lemak bebas di hepar juga akan menyebabkan peningkatan peroksidasi lipid yang selanjutnya meningkatkan kadar *reactive Oxygen Species* (ROS) (Estadella *et al.*, 2013). Biomarker yang paling umum diukur pada peroksidasi lipid adalah malondialdehyde (MDA)(Zimmermann *et al.*, 2013), yang kadarnya paling tinggi pada kelompok KP.

Kadar MDA paling rendah (6,49 nmol/ml) ditunjukkan pada P1 yaitu kelompok yang mendapatkan perlakuan ekstrak daun salam dengan dosis 1,08 gram/ hari. Pada kelompok ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun salam dapat menurunkan kadar MDA. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suryadinata, Wirjatmadi and Adriani (2017), yaitu tingginya kadar MDA yang terkait dengan tingginya radikal bebas terbukti dapat diturunkan kadarnya dengan pemberian antioksidan dari luar tubuh.

Daun salam memiliki kandungan polifenol seperti flavonoid, minyak atsiri, seskuiterpen, triterpenoid, fenol, steroid, sitral, lakton, saponin, karbohidrat,

selenium. Kandungan lainnya adalah tannin, saponin dan niasin dan vitamin C dan vitamin E (Siregar, 2015). Menurut Safriani, Arpi and Erfiza (2015), ekstrak etanol daun salam menunjukkan aktivitas antioksidan dan kandungan polifenol total yang tinggi. Kandungan fenolik daun salam, merupakan antioksidan lebih potensial daripada vitamin A, C dan E, dan karotenoid.

Senyawa fenolik dari *Eugenia polyantha* dapat berperan dalam aktivitas memerangi radikal bebas dan menghilangkan hidrogen peroksida, karena senyawa fenolik yang berada pada ekstrak etanol merupakan donor elektron yang baik yang mungkin dapat mengkonversi peroksida menjadi air (Lelono *et al.*, 2009), sehingga dapat mencegah terbentuknya radikal bebas baru.

Perbedaan kadar MDA tiap kelompok dapat diuji dengan *One way* Anova (Tabel 1.). Tabel 1 menunjukkan *p value* sebesar 0,073 yang lebih besar dari 0,005. Hal ini berarti pemberian kadar MDA antara kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun kadar MDA pada kelompok dengan terapi ekstrak daun salam (P1) menunjukkan nilai terendah, bahkan lebih rendah dibanding kelompok

dengan terapi simvastatin (P2). Pada kelompok KN yaitu kelompok hiperlipidemia yang dilanjutkan pemberian aquades, menunjukkan bahwa pemberian aquades selama 7 hari mampu membantu proses pemulihan/ *recovery* terhadap stres oksidatif. Setelah diet tinggi lemak dihentikan, secara langsung akan menurunkan *intake* atau asupan dari asam lemak yang berarti peroksidasi lipid juga akan berhenti, sehingga pada gilirannya akan mencegah pembentukan radikal bebas.

Pada kelompok P2 yaitu kelompok hiperlipid yang diberi perlakuan simvastatin dosis 0,0018 mg/ 150 g BB per hari juga menunjukkan penurunan kadar MDA (7,21 nmol/ml) yang tidak berbeda dengan pemberian ekstrak daun salam. Mekanisme aksi dari statin melalui kompetitif, penghambatan reversible HMG-CoA reductase, sebagai langkah dalam pembatas laju biosintesis kolesterol. Simvastatin merupakan obat golongan statin yang berasal dari fungi yang dapat menurunkan kolesterol melalui metabolisme di liver (McFarland *et al.*, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun salam dosis 1,08 gram efektif memulihkan kadar hiperlipid dan menurunkan MDA. Ekstrak daun salam

diduga memiliki efektivitas sebaik obat golongan statin.

Kadar MDA antara P1 dan KP (Tabel 2) menunjukkan perbedaan yang signifikan, sehingga antioksidan pada ekstrak daun salam terbukti efektif dalam menurunkan kadar MDA pada kondisi hiperlipidemia.

KESIMPULAN

Kadar MDA antara kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p= 0,073$), namun pada Ekstrak daun salam dosis 1,08 gram (P1) menunjukkan kadar MDA yang paling rendah. Hal ini berarti Ekstrak daun salam dosis 1,08 gram efektif dalam menurunkan kadar MDA dan menunjukkan efektivitas seperti simvastatin (P2).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih Kepada I Kadek Putra Dwipayana dan I Kadek Adi Sudarmika.

REFERENSI

- Birben, E. *et al.* (2012) 'Oxidative stress and antioxidant defense', *World Allergy Organization Journal*, 5(1), pp. 9–19. doi: 10.1097/WOX.0b013e3182439613.
- Ekananda, N. A. (2015) 'Bay Leaf in Dyslipidemia Therapy', *J Majority*, 4(4), pp. 64–69.
- Estadella, D. *et al.* (2013) 'Lipotoxicity: Effects of dietary saturated and

- transfatty acids', *Mediators of Inflammation*, 2013. doi: 10.1155/2013/137579.
- Harini, M. and Astirin, O. P. (1970) 'Blood cholesterol levels of hypercholesterolemic rat (*Rattus norvegicus*) after VCO treatment', *Nusantara Bioscience*, 1(2), pp. 53–58. doi: 10.13057/nusbiosci/n010201.
- Hassan, S. *et al.* (2011) 'Improvement of lipid profile and antioxidant of hypercholesterolemic albino rats by polysaccharides extracted from the green alga *Ulva lactuca* Linnaeus', *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(4), pp. 333–340. doi: 10.1016/j.sjbs.2011.01.005.
- Lelono, *et al.* (2009). *in Vitro* antioxidative activities and polyphenol content of *Eugenia polyantha* Wight grown in Indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2009; 12(24):1564-1570.
- Marti, H. (2009) 'Kadar Kolesterol Darah Dan Ekspresi VCAM -1 Pada Endotel Aorta Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L) Hiperkolesterolemik Setelah Perlakuan VCO Marti Harini Pascasarjana Program Studi Biosains Universitas Sebelas Maret Surakarta', pp. 0–71.
- McFarland, A. J. *et al.* (2014) 'Molecular mechanisms underlying the effects of statins in the central nervous system', *International Journal of Molecular Sciences*, 15(11), pp. 20607–20637. doi: 10.3390/ijms151120607.
- Noeman, S. A., Hamooda, H. E. and Baalash, A. A. (2011) 'Biochemical study of oxidative stress markers in the liver, kidney and heart of high fat diet induced obesity in rats', *Diabetology and Metabolic Syndrome*, 3(1), p. 17. doi: 10.1186/1758-5996-3-17.
- Olorunnisola, O. S., Bradley, G. and Afolayan, A. J. (2012) 'Protective effect of *T. violacea* rhizome extract against hypercholesterolemia-induced oxidative stress in wistar rats', *Molecules*, 17(5), pp. 6033–6045. doi: 10.3390/molecules17056033.
- Safriani, N., Arpi, N. and Erfiza, N. M. (2015) 'Potency of curry (*Murayya koenigi*) and salam (*Eugenia polyantha*) leaves as natural antioxidant sources', *Pakistan Journal of Nutrition*, 14(3), pp. 131–135. doi: 10.3923/pjn.2015.131.135.
- Sánchez, A., Calpena, A. C. and Clares, B. (2015) 'Evaluating the oxidative stress in inflammation: Role of melatonin', *International Journal of Molecular Sciences*, 16(8), pp. 16981–17004. doi: 10.3390/ijms160816981.
- Siregar, R. N. I. (2015) 'The Effect of *Eugenia polyantha* Extract on LDL', *J Majority*, 4(5), pp. 85–92.
- Soliman, G. A. (2018) 'Dietary cholesterol and the lack of evidence in cardiovascular disease', *Nutrients*, 10(6). doi: 10.3390/nu10060780.
- Suryadinata, R. V., Wirjatmadi, B. and Adriani, M. (2017) 'Efektivitas Penurunan *Malondialdehyde* dengan Kombinasi Suplemen Antioksidan *Superoxide Dismutase* Melon dengan Gliadin Akibat Paparan Asap Rokok', *Global Medical & Health Communication (GMHC)*, 5(2), p. 79. doi: 10.29313/gmhc.v5i2.1860.
- Tirzitis, G. and Bartosz, G. (2010) 'Determination of antiradical and antioxidant activity: Basic principles and new insights', *Acta Biochimica Polonica*, 57(2), pp. 139–142. doi: 10.18388/abp.2010_2386.

- Wu, P. *et al.* (2016) 'Serum TNF- α , GTH and MDA of high-fat diet-induced obesity and obesity resistant rats', *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(3), pp. 333–336. doi: 10.1016/j.jsps.2016.04.011.
- Yang, R. L. *et al.* (2008) 'Increasing oxidative stress with progressive hyperlipidemia in human: Relation between malondialdehyde and atherogenic index', *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 43(3), pp. 154–158. doi: 10.3164/jcbn.2008044.
- Zimmermann, A. M. *et al.* (2013) 'Antioxidant potential of barley extract in rats subjected to a high-fat diet', *Food Science and Technology*, 33(1), pp. 167–171. doi: 10.1590/S0101-20612013005000024.