

PENGARUH EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS TERHADAP TOTAL KOLESTEROL, LDL, DAN HDL SERUM PADA TIKUS YANG DIBERI MINYAK JELANTAH

Loo Hariyanto Raharjo¹, Monica²

^{1,2}Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

e-mail: loohiandao@rocketmail.com

Abstrak

Minyak jelantah menyebabkan peningkatan kadar kolesterol total dan LDL dan menurunkan kadar serum HDL, yang selanjutnya dapat menjadi penyakit jantung koroner. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh dari ekstrak kulit manggis, yang mengandung alfa-mangostin (xanthone) untuk menurunkan kadar kolesterol total dan LDL serta meningkatkan kadar serum HDL pada tikus yang diberi minyak jelantah per oral. Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan rancangan acak *post test only control group*. Penelitian ini menggunakan 30 ekor tikus yang dibagi menjadi 6 kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol diberi Na-CMC 0,5%, kelompok kontrol dengan ekstrak kulit manggis dengan dosis 800mg/kg BB, kelompok dengan pemberian minyak jelantah per oral, dan kelompok yang diberi minyak jelantah dengan ekstrak kulit manggis dosis 600, 800 dan 1000 mg/kg BB. Semua kelompok diberikan perlakuan selama 12 minggu. Setelah 12 minggu, tikus dianestesi dengan kloroform untuk selanjutnya diambil darahnya dari jantung. Analisis kadar kolesterol total, LDL dan HDL pada serum dengan spektrofotometer. Dari *post hoc* dengan menggunakan uji *Least Significant Differences*, dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit manggis dapat menurunkan kadar kolesterol total dan LDL, juga dapat meningkatkan kadar HDL serum. *it was concluded that extract of mangosteen peels can decreased level of total cholesterol and LDL and increased level of HDL serum.*

Kata Kunci : minyak jelantah, kulit manggis, kolesterol total, LDL dan HDL

EFFECT OF MANGOSTEEN'S FRUIT PEEL EXTRACT TOWARD TO TOTAL CHOLESTEROL, LDL, HDL SERUM IN RATS WERE GIVEN BY USED COOKING OIL

Abstract

Waste cooking oil causes increased level of total cholesterol and LDL and decreased level of HDL serum, which became coronary heart disease. The aim of this study was to evaluate the effect of mangosteen peels extract, which contain alpha-mangostin (xanthone) to decreased level of total cholesterol and LDL and increased level of HDL in rats exposed to waste cooking oil per oral. This study used true experimental designs with randomized post-test only control group design. This study used thirty rats were dividing into six treatment group, which control with Na-CMC 0,5%, control with extract of mangosteen pericarp at dosages of 800 mg/ kg body weight, exposed to waste cooking oil per oral, and exposed to waste cooking oil per oral with extract of mangosteen pericarp at dosages of 600, 800, and 1000 mg/kg

body weight. All groups were given treatment for 12 weeks. After 12 weeks, rats were anesthetized with chloroform for collection of blood by cardiac puncture. Analysis of level of total cholesterol, LDL, and HDL serum with spectrophotometer. From Post Hoc test with Least Significant Differences it was concluded that extract of mangosteen peels can decreased level of total cholesterol and LDL and increased level of HDL serum.

Keywords: Waste cooking oil, mangosteen peels, total cholesterol, LDL, HDL

PENDAHULUAN

Pada tahun 2011, WHO¹ menyatakan bahwa penyakit jantung koroner merupakan penyebab kematian nomor 1 didunia. Menurut Riskesdas (2013), penyakit jantung koroner di Indonesia yang terdiagnosis oleh dokter memiliki prevalensi sekitar 0,5% dan sekitar 1,5% bila jumlah yang terdiagnosis ditambah dengan pasien yang memiliki gejala yang mirip dengan penyakit jantung koroner².

Salah satu penyebab penyakit jantung koroner di Indonesia adalah peningkatan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) serum yang ditimbulkan akibat pola konsumsi makanan. Masyarakat Indonesia menyukai makanan yang digoreng, dimana proses penggorengan biasanya menggunakan minyak jelantah yang harganya lebih ekonomis³.

Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang lebih tinggi daripada kandungan asam lemak jenuh, salah satunya adalah minyak sayur⁴.

Minyak goreng jenis ini mengandung asam lemak tidak jenuh sekitar 80%, kecuali minyak kelapa sawit⁵. Minyak jelantah dapat berasal dari berbagai jenis minyak goreng dari berbagai proses penggorengan makanan dan telah mengalami perubahan didalam komposisi kimianya⁴.

Pada umumnya masyarakat Indonesia menyukai makanan gorengan terutama yang proses penggorengannya secara *deep frying*⁵. Makanan yang digoreng dengan cara tersebut terasa lebih renyah dan gurih⁵. Proses *deep frying* adalah metode penggorengan yang menggunakan minyak goreng dalam jumlah besar disertai proses pemanasan berulang dengan suhu tinggi⁵. Minyak jelantah yang berasal dari proses *deep frying* mengalami perubahan struktur kimia dari asam lemak tidak jenuh menjadi asam lemak jenuh trans⁵. Kondisi tersebut meningkatkan kadar trigliserida, kadar LDL, kadar total kolesterol serta menurunkan kadar HDL serum⁶.

Minyak jelantah yang diberikan pada dosis 1,4 ml / 200 g berat badan

secara oral pada tikus putih jantan galur Wistar (150-250 g) selama 14 hari dapat meningkatkan kadar total kolesterol serum⁷. Kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L) bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung antosianin, tanin, senyawa fenol/polifenol, epikatekin, dan xanthone. Kulit buah manggis mengandung 14 jenis turunan xanthone. Alfa-mangostin merupakan turunan xanthone yang banyak terdapat pada kulit dan buah manggis. Alfa-mangostin memiliki kemampuan menekan pembentukan senyawa karsinogen pada kolon. Dengan demikian, xanthone yang terdapat pada kulit buah manggis bersifat antioksidan, antidiabetik, antikanker, *anti-inflammatory*, *hepatoprotective*, *immuno-modulation*, *aromatase inhibitor*, antibakteri, juga bersifat fungsional lainnya⁸.

Pada penelitian terdahulu diketahui bahwa kulit manggis mempunyai efek antilipid dengan meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase sehingga meningkatkan katabolisme VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) yang akan mengakibatkan konsentrasi kolesterol total, trigliserida, dan LDL dapat menurun dan kadar HDL-nya dapat meningkat³. Pada penelitian yang lain diketahui bahwa pemberian ekstrak etanol kulit manggis pada dosis 400 mg/kg BB dan 600 mg/kg

BB dapat menurunkan kadar total kolesterol dan kadar trigliserida serum⁹.

Ekstrak etanol kulit manggis dengan dosis 800 mg/kg BB yang diberikan secara peroral pada tikus putih jantan *strain* Wistar model aterogenik dapat memperbaiki rasio HDL/LDL yang ditandai dengan kadar LDL menurun dan kadar HDL-nya meningkat³. Berdasarkan uraian tersebut diatas maka peneliti ingin meneliti efek pemberian ekstrak kulit manggis terhadap kadar total kolesterol dan kadar LDL serum serta kadar HDL serum pada tikus putih jantan *strain* Wistar yang diberikan minyak jelantah secara peroral.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dengan hewan coba yang dilakukan di unit hewan coba Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dari bulan Februari - Juni 2015.

Penelitian ini memakai 30 ekor tikus putih jantan (160-170 g) *strain* Wistar (*Rattus norvegicus*), diperoleh dari unit hewan coba Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Tikus coba ditempatkan pada ruangan yang suhu dan kelembabannya terkontrol dan siklus gelap-terang yang bergantian setiap 12 jam.

Tikus coba tersebut dibagi secara random menjadi 6 kelompok perlakuan, setiap kelompok terdiri 5 ekor tikus, yaitu: kelompok yang diberikan Na-CMC 0,5% (KCMC), kelompok yang diberikan ekstrak kulit manggis dosis 800 mg/kg BB (KKM), kelompok yang diberikan minyak jelantah dosis 1,4 ml/200 g BB (KMJ), kelompok yang diberikan minyak jelantah dosis 1,4 ml/200 g BB + ekstrak kulit manggis dosis 600 mg/kg BB (P1), kelompok yang diberikan minyak jelantah dosis 1,4 ml/200 g BB + ekstrak kulit manggis dosis 800 mg/kg BB (P2), kelompok yang diberikan minyak jelantah dosis 1,4 ml/200 g BB + ekstrak kulit manggis dosis 1000 mg/kg BB (P3). Semua kelompok diberikan perlakuan selama 12 minggu, dimana sebelumnya dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Setelah 12 minggu, tikus dianestesi dengan khloroform dan diambil darahnya secara *cardiac puncture*³.

Ekstrak kulit manggis dilakukan secara maserasi dengan etanol 90%, dimana buah manggis sebanyak 3 kg dikupas kulitnya kemudian dikeringkan kulitnya dengan cara diangin-anginkan dan tidak boleh terkena sinar matahari selama 1 hari. Kulit manggis yang sudah kering dipotong kecil-kecil dan diblender hingga menjadi serbuk sebanyak 50 g dan disimpan didalam kotak plastik yang

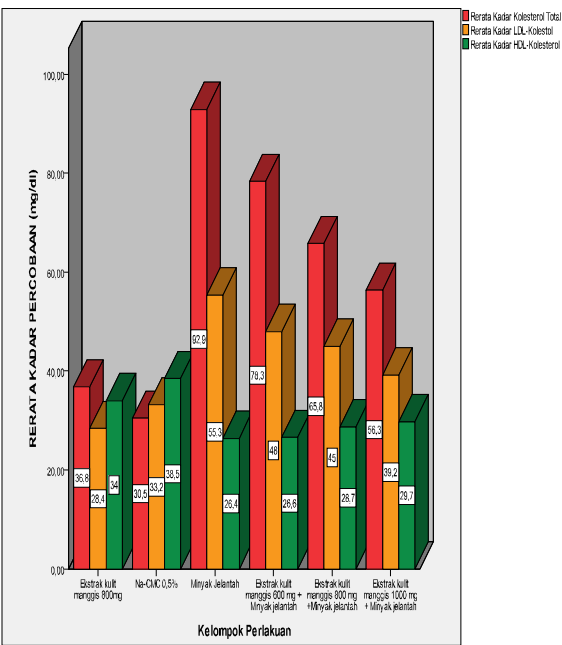
kering. Selanjutnya serbuk kulit manggis diekstrak secara maserasi dengan etanol 90% selama 6 hari pada suhu kamar. Selanjutnya dilakukan penyaringan sebanyak 2 kali sehingga diperoleh filtrat yang jernih. Filtrat tersebut kemudian dipekatkan dengan rotary evaporator sehingga diperoleh filtrat kental sebanyak 25,7 g⁸. Pengukuran kadar total kolesterol serum menggunakan spektrofotometer dengan memakai *reagent Cholesterol FS (CHOD-PAP method)* DiaSys Cat.No.1 1300 99 10 026, pengukuran kadar LDL serum menggunakan spektrofotometer dengan memakai *reagent LDL precipitant (CHOD-PAP method)* DiaSys Cat.No. 1 4330 99 90 885, pengukuran kadar HDL serum menggunakan spektrofotometer dengan memakai *HDL precipitant (CHOD-PAP method)* DiaSys Cat.No. 1 3540 99 90 885. Hasil yang diperoleh dinyatakan dalam satuan mg/dl.

Semua data dinyatakan sebagai mean \pm SD. One Way ANOVA dilanjutkan dengan *LSD Post Hoc* yang digunakan untuk membandingkan perbedaan antara beberapa kelompok perlakuan. Pada penelitian ini dipakai *p value*, $\alpha < 0,05$ untuk menolak hipotesa nol sebagai indikasi adanya perbedaan statistik yang bermakna. Untuk penghitungan statistik digunakan *PASW*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis rerata (\bar{x}) dan simpangan baku (SD) kadar kolesterol total, kadar LDL, dan kadar HDL serum pada kelompok K_{CMC}, K_{KM}, K_{MJ}, P1, P2, dan P3 disajikan dalam tabel 1 serta diagram batang pada gambar 1 dibawah ini.

Pada Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan adanya peningkatan kadar kolesterol total dan kadar LDL serum yang tinggi pada kelompok K_{MJ}, yang diberikan minyak jelantah, bila dibandingkan dengan kelompok K_{CMC} (hanya diberi Na-CMC 0,5%) maupun K_{KM} (hanya diberi ekstrak kulit manggis dalam Na-CMC 0,5% dengan dosis 800 mg/kg BB). Selain itu pada tabel 1 dan gambar 1 tersebut juga menunjukkan adanya penurunan kadar HDL serum pada kelompok K_{MJ}, yang diberikan minyak jelantah, bila dibandingkan dengan kelompok K_{CMC} (hanya diberi Na-CMC 0,5%) maupun K_{KM} (hanya diberi ekstrak kulit manggis dalam Na-CMC 0,5% dengan dosis 800 mg/kg BB).



Gambar 1 Grafik rerata kadar kolesterol total, kadar LDL, dan kadar HDL serum pada tikus putih jantan strain Wistar.

Tabel 1. Rerata (\bar{x}) dan Simpangan baku (SD) kadar kolesterol total, kadar LDL, dan kadar HDL serum

Variabel Penelitian	Kelompok Perlakuan					
	K _{CMC}	K _{KM}	K _{MJ}	P1	P2	P3
Kadar kolesterol total serum (mg/dl)	30.47 ± 1.22	36.82 ± 1.05	92.87 ± 0.99	78.32 ± 0.59	65.77 ± 0.79	56.34 ± 0.53
Kadar LDL serum (mg/dl)	33.16 ± 0.31	28.41 ± 0.32	55.34 ± 0.31	47.97 ± 0.26	44.99 ± 0.24	39.43 ± 0.44
Kadar HDL serum (mg/dl)	38.48 ± 0.51	33.99 ± 0.53	26.36 ± 0.35	26.56 ± 0.28	28.72 ± 0.32	29.72 ± 0.30

Keterangan : $\bar{x} \pm SD$ dihitung dengan PASW (Predictive Analytic SoftWare) Statistics version 18.0

Tabel 2. Hasil Uji *Post Hoc* dengan LSD kadar kolesterol total, kadar LDL, dan kadar HDL serum.

Kelompok Perlakuan	Variabel Penelitian		
	Kadar kolesterol total (mg/dl) $\bar{x} \pm SD$	Kadar kolesterol – LDL (mg/dl) $\bar{x} \pm SD$	Kadar kolesterol – HDL (mg/dl) $\bar{x} \pm SD$
K _{CMC}	30.47 ± 1.22 ^a	33.16 ± 0.31 ^a	38.48 ± 0.51 ^a
K _{KM}	36.82 ± 1.05 ^b	28.41 ± 0.32 ^b	33.99 ± 0.53 ^b
K _{MJ}	92.87 ± 0.99 ^c	55.34 ± 0.31 ^c	26.36 ± 0.35 ^c
P1	78.32 ± 0.59 ^d	47.97 ± 0.26 ^d	26.56 ± 0.28 ^{cd}
P2	65.77 ± 0.79 ^e	44.99 ± 0.24 ^e	28.72 ± 0.32 ^e
P3	56.34 ± 0.53 ^f	39.43 ± 0.44 ^f	29.72 ± 0.30 ^{ef}

Keterangan: *Superscript* a,b,c,d,e,f dengan huruf yang sama pada kolom variabel penelitian (kadar kolesterol total, kadar kolesterol-LDL, dan kadar kolesterol-HDL serum) berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil uji *Post Hoc* dengan *LSD* menunjukkan bahwa kelompok K_{CMC} dengan K_{KM} terdapat perbedaan bermakna kadar kolesterol total, kadar kolesterol-LDL, dan kadar kolesterol-HDL serum dengan nilai $p < 0,05$. Kelompok K_{KM} dengan K_{MJ} terdapat perbedaan bermakna kadar kolesterol total, kadar kolesterol-LDL, dan kadar kolesterol-HDL serum

dengan nilai $p < 0,05$. Kelompok K_{MJ} dengan P1, P2, P3 terdapat perbedaan bermakna kadar kolesterol total dan kadar kolesterol-LDL serum dengan nilai $p < 0,05$. Sedangkan kelompok K_{MJ} dengan P1, serta kelompok P2 dengan P3 tidak terdapat perbedaan bermakna kadar kolesterol-HDL serum dengan nilai $p > 0,05$.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB (KMJ) terjadi peningkatan kadar kolesterol total bila dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberikan minyak jelantah secara peroral (KCMC dan KKM). Minyak jelantah yang diperoleh dari proses penggorengan dengan cara *deep frying*, menggoreng dengan minyak dalam jumlah banyak secara berulang-ulang dan dengan suhu yang tinggi, akan mempercepat terjadinya destruksi minyak yang mengakibatkan terjadi perubahan asam lemak tidak jenuh menjadi asam lemak jenuh trans⁵.

Peningkatan kadar asam lemak jenuh trans (*Trans-saturated fatty acids*) didalam minyak jelantah dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar kolesterol total serum¹⁰. Asam lemak jenuh trans dapat menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas enzim *acyl-CoA:cholesterol acyltransferase* (ACAT)

di hepar sehingga terjadi penurunan proses esterifikasi dari kolesterol bebas menjadi ester-kolesterol sehingga terjadi peningkatan akumulasi kolesterol bebas yang pada akhirnya meningkatkan kadar kolesterol total dalam serum¹⁰.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB disertai dengan ekstrak etanol kulit buah manggis dengan dosis 600 mg/kg BB/hari (P1), 800 mg/kg BB/hari (P2), dan 1000 mg/kg BB/hari (P3) terjadi penurunan kadar kolesterol total secara bermakna bila dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB (K_{MJ}). Kulit buah manggis mengandung senyawa *xanthones* yang dapat menghambat proses kolesterologenesis pada tahap sintesis *squalene* sebelum berlanjut menjadi kolesterol⁸. Pada tahap tersebut terjadi penggabungan dua molekul *farnesyl pyrophosphate* dan dilanjutkan dengan eliminasi radikal *pyrophosphate*¹¹. Tahap tersebut akan dihambat oleh *xanthones* yang berasal dari ekstrak etanol kulit buah manggis sehingga terjadi penurunan sintesis kolesterol¹² dan pada akhirnya akan menurunkan kadar kolesterol total serum⁹.

Hasil penelitian menunjukkan, kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dosis 1,4 ml/200 g BB (K_{MJ}) terjadi peningkatan kadar kolesterol-LDL serum bila dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberikan minyak jelantah secara peroral (K_{CMC} dan K_{KM}). Asam lemak jenuh trans (*Trans-saturated fatty acids*) dapat menurunkan aktivitas enzim *acyl-CoA:cholesterol acyltransferase* (ACAT)¹⁰ di hepar sehingga terjadi akumulasi kolesterol bebas (*free cholesterol*)¹¹. Peningkatan kadar kolesterol bebas di hepar menyebabkan peningkatan aktivitas *down-regulation* terhadap reseptor LDL di hepar¹³. Keadaan tersebut akan berlanjut dengan terjadinya akumulasi LDL didalam serum¹⁴ serta peningkatan katabolisme VLDL menjadi LDL sehingga akan meningkatkan kadar LDL didalam serum¹².

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB disertai dengan ekstrak etanol kulit buah manggis dengan dosis 600 mg/kg BB/hari (P1), 800 mg/kg BB/hari (P2), dan 1000 mg/kg BB/hari (P3) terjadi penurunan kadar kolesterol-LDL secara bermakna bila dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB (K_{MJ}).

Kulit buah manggis mengandung senyawa *xanthones* yang dapat meningkatkan aktivitas reseptor LDL¹² serta scavenger reseptor terhadap LDL¹³ sehingga terjadi penurunan kadar kolesterol-LDL serum⁹.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB (K_{MJ}) terjadi penurunan kadar kolesterol-HDL serum bila dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberikan minyak jelantah secara peroral (K_{CMC} dan K_{KM}). Asam lemak jenuh trans (*Trans-saturated fatty acids*) dapat menurunkan aktivitas enzim *acyl-CoA:cholesterol acyltransferase* (ACAT)¹⁰ di hepar dan menurunkan aktivitas enzim *lecithin:cholesterol acyltransferase* (LCAT) di HDL (*High Density Lipoprotein*)¹². Penurunan aktivitas enzim ini menyebabkan proses esterifikasi kolesterol didalam HDL *nascent* menurun sehingga kadar kolesterol-HDL serum menjadi turun¹⁰.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB disertai dengan ekstrak etanol kulit buah manggis dengan dosis 600 mg/kg BB/hari (P1) tidak terjadi peningkatan kadar kolesterol-HDL serum secara bermakna bila dibandingkan dengan

kelompok yang hanya diberikan minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB (K_{MJ}). Kulit buah manggis mengandung senyawa *xanthones* yang dapat meningkatkan sintesis dan sekresi HDL dari hepar dan usus halus⁹. Fungsi utama dari HDL adalah tempat penyimpanan apoprotein E dan apoprotein C yang diperlukan pada proses katabolisme VLDL, LDL, serta kilomikron¹². Selain itu apoprotein E merupakan *ligand* bagi reseptor LDL dan apoprotein C merupakan kofaktor bagi enzim lipoprotein lipase¹³ sehingga dapat terjadi peningkatan kadar kolesterol-HDL serum⁹.

KESIMPULAN

1. Pemberian minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200g BB/hari dapat meningkatkan kadar kolesterol total serum dan kadar kolesterol-LDL serum serta dapat menurunkan kadar kolesterol-HDL serum
2. Pemberian ekstrak kulit manggis dengan dosis 600 mg/kg BB/hari dan dosis 800 mg/kg BB/hari dapat menurunkan kadar kolesterol total serum dan kadar kolesterol-LDL serum pada pemberian minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB/hari.

3. Pemberian ekstrak kulit manggis dengan dosis 1000 mg/kg BB/hari dapat meningkatkan kadar kolesterol-HDL serum pada pemberian minyak jelantah secara peroral dengan dosis 1,4 ml/200 g BB/hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization, 2011. *The 10 leading causes of death in the world 2000 and 2011*. WHO publisher, New York:1-3.
2. Badan Litbangkes Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Riskesmas 2013*. Jakarta: 126-128.
3. Bakti RS, Tjahjono CT, Cyntia LOS, 2011. Efek Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Peroral Terhadap Kadar HDL dan LDL Serum pada Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) Strain Wistar Model Aterogenik. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
4. Rukmini A, 2007. Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh. *Seminar Nasional Teknologi 2007* (SNT 2007). ISSN: 1978 – 9777.
5. Sartika RAD, 2009. Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (deep frying) terhadap pembentukan asam lemak trans. *Markara Sains* 13: 23-8.
6. Stachowska E, Jamiol D, Chlubek D, 2010. Trans Fatty Acids and Their Role in Inflammation and Cardiovascular Disease. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*. 56, 3:30–38.
7. Fajrin AF, 2010. Aktivitas Ekstrak Etanol Ketan Hitam Untuk Menurunkan Kadar Kolesterol. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 5 (2):63-69.
8. Wiwin S, Endang D W, Lia K, 2010. Uji Aktivitas Antioksidan dan Penentuan Kandungan Antosianin Total Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Majalah Obat Tradisional*, 15(2): 64 – 70.
9. Adiputro DL, Widodo MA, Romdoni R, Sargowo D, 2013. Extract of mangosteen increases high density lipoprotein levels in rats fed high lipid. *Universa Medicina*.32:37-43.
10. Matthan NR, Ausman NR, Lichtenstein AH, Jones PJH, 2004. Hydrogenated fat consumption affects cholesterol synthesis in moderately hypercholesterolemic women. *Journal of Lipid Research*.41:834-839.
11. Harvey RA, Ferrier DR, 2011. *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry Fifth Edition*. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins.
12. Botham KM, Mayes PA, 2015. *Harper's Illustrated Biochemistry 30th ed*. New York. McGraw Hill Medical.
13. Pratt CW, Cornely K, 2014. *Essential Biochemistry 3rd ed*. Danvers. John Wiley and Sons, Inc.:450-460.
14. Baum SJ, Kris-Etherton PM, Willett WC, Lichtenstein AH, Rudel LL, Maki KC, Whelan J, Ramsden CE, Block RC, 2012. Fatty acids in cardiovascular health and disease: A comprehensive update. *Journal of Clinical Lipidology*.6:216-234.

Reviewer

Dr. Dorta Simamora, M.Si.