



**EVALUASI PEMBERIAN MINYAK NABATI TERHADAP  
PROFIL LIPIDA DARAH SECARA IN VIVO**

**SKRIPSI**

Oleh

**Awi Metalisa**

**141710101090**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**



**EVALUASI PEMBERIAN MINYAK NABATI TERHADAP  
PROFIL LIPIDA DARAH SECARA IN VIVO  
PADA TIKUS WISTAR**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Awi Metalisa**

**141710101090**

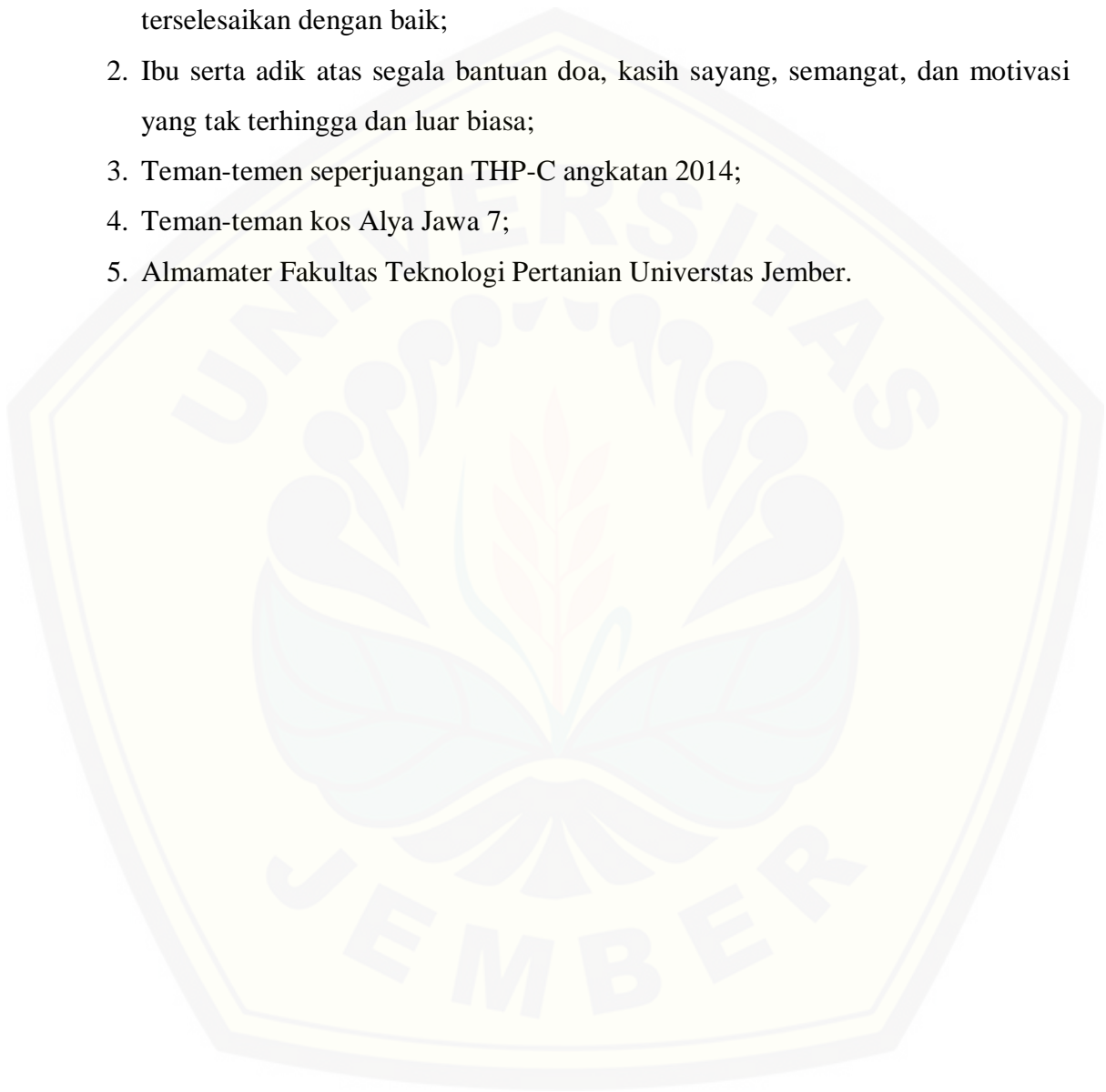
**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

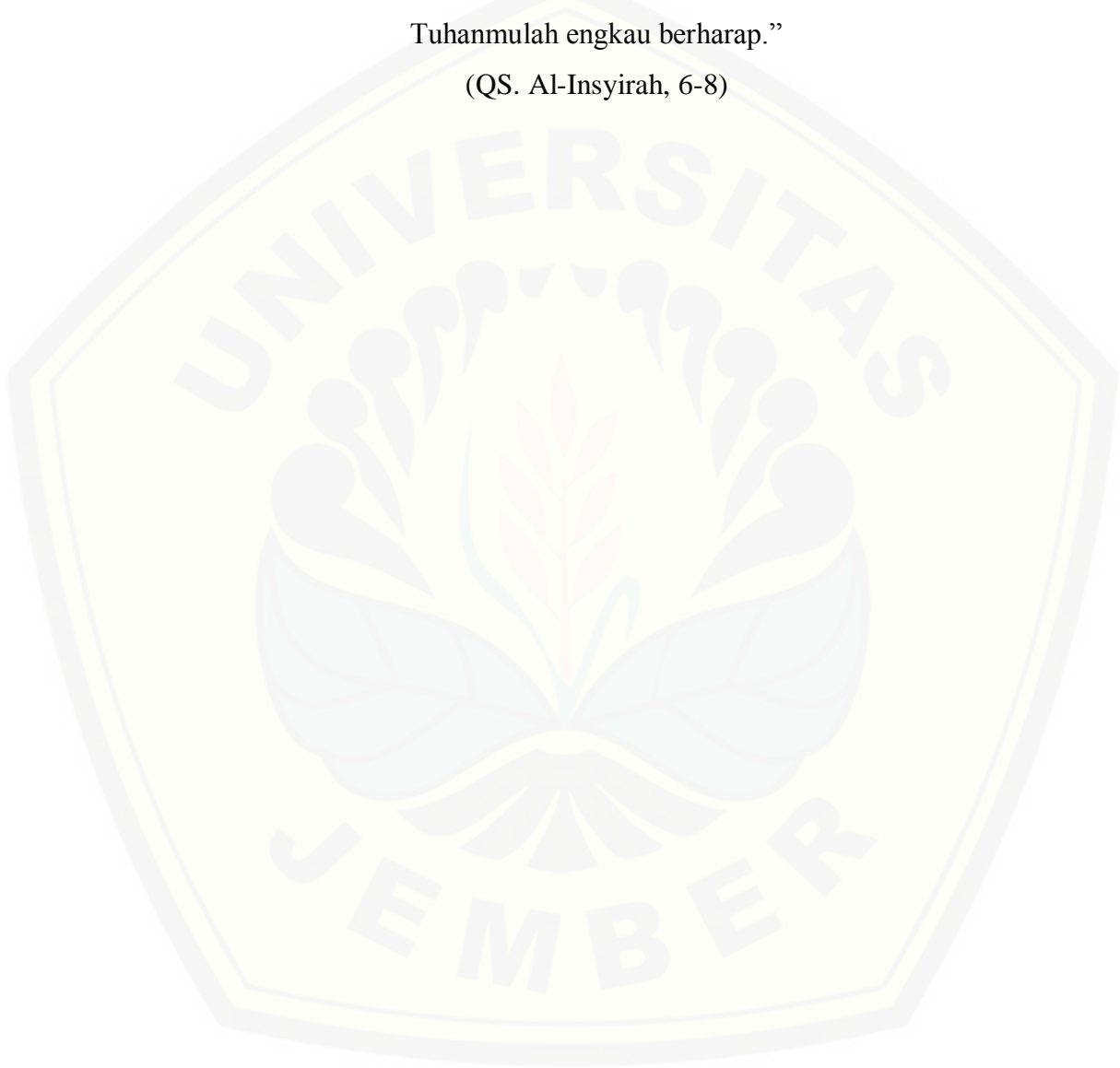
1. Allah SWT atas berkat limpahan rahmat serta hidayah-NYA skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
2. Ibu serta adik atas segala bantuan doa, kasih sayang, semangat, dan motivasi yang tak terhingga dan luar biasa;
3. Teman-teman seperjuangan THP-C angkatan 2014;
4. Teman-teman kos Alya Jawa 7;
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTO**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)





**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Awi Metalisa

NIM : 141710101090

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Evaluasi Pemberian Minyak Nabati Terhadap Profil Lipida Darah Secara In Vivo Pada Tikus Wistar” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2018

Yang menyatakan,

Awi Metalisa

NIM 141710101090



**SKRIPSI**

**EVALUASI PEMBERIAN MINYAK NABATI TERHADAP  
PROFIL LIPIDA DARAH SECARA IN VIVO  
PADA TIKUS WISTAR**

Oleh

Awi Metalisa

141710101090

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Puspita Sari, S.TP., MPh





**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Evaluasi Pemberian Minyak Nabati Terhadap Profil Lipid Darah Secara In Vivo Pada Tikus Wistar”, karya Awi Metalisa dengan NIM: 141710101090, telah diuji dan disahkan pada:

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si  
NIP. 197904102003122004

Dr. Puspita Sari, S.TP., MPH  
NIP. 197203011998022001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ahmad Nafi, S.TP., M.P.  
NIP. 197804032003121003

Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P.  
NIDN. 0027127806

Mengesahkan,

Dekan

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng  
NIP. 196809231994031009



## RINGKASAN

**Evaluasi Pemberian Minyak Nabati Terhadap Profil Lipid Darah Secara In Vivo Pada Tikus Wistar;** Awi Metalisa, 141710101090; 2018: 63 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Minyak berdasarkan asalnya terbagi menjadi dua yaitu minyak hewani dan minyak nabati. Beberapa jenis minyak nabati yang sudah diproduksi secara komersial antara lain minyak kelapa sawit (*palm oil*), minyak kelapa (*coconut oil*), minyak kedelai (*soybean oil*), minyak jagung (*corn oil*), dan minyak zaitun (*olive oil*). Minyak nabati mengandung asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang berbeda. Minyak kelapa sawit mengandung asam lemak jenuh (asam palmitat 44% dan asam stearat 4,5%) dan kandungan asam lemak tidak jenuh (asam oleat 39,2% dan asam linoleat 10,1%). Minyak kelapa mengandung asam lemak jenuh (asam laurat 48,9%, asam miristat 20,2%, dan asam palmitat 8,4%) dan asam lemak tidak jenuh (asam oleat 6,2%). Minyak jagung mengandung asam lemak jenuh (asam palmitat 11%) dan asam lemak tidak jenuh (asam oleat 28% dan asam linoleat 58%). Minyak kedelai mengandung asam lemak jenuh (palmitat 11%) dan asam lemak tidak jenuh (oleat 24% dan linoleat 10%). Minyak zaitun mengandung asam lemak jenuh (asam palmitat 13%) dan asam lemak tidak jenuh (asam oleat 71% dan asam linoleat 10%). Kandungan asam lemak pada bahan pangan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi profil lipid darah dan status gizi individu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian minyak nabati yaitu minyak jagung, minyak kedelai, minyak kelapa sawit, minyak kelapa, dan minyak zaitun terhadap profil lipid darah dan nilai IMT (Indeks Massa Tubuh) pada tikus wistar jantan.

Penelitian dilakukan meliputi tahap persiapan ransum, pemberian ransum dengan variasi beberapa jenis minyak nabati, dan pengujian efek pemberian minyak nabati terhadap nilai IMT dan profil lipida darah (total kolesterol, trigliserida, HDL, dan LDL) secara *in vivo* pada tikus wistar jantan (*Rattus*

*norvegicus*). Pembuatan ransum sesuai dengan AIN-93 dengan lima perlakuan pemberian jenis minyak yaitu P1 (minyak jagung), P2 (minyak kedelai), P3 (minyak kelapa sawit), P4 (minyak kelapa), P5 (minyak zaitun). Pengujian secara *in vivo* dibagi menjadi tiga tahapan yaitu: masa adaptasi, masa perlakuan, dan masa netralisasi. Tikus wistar ditimbang dan diukur panjang untuk menentukan nilai IMT dan dilakukan pengambilan sampel darah untuk pengujian profil lipid berdasarkan kadar kolesterol total, trigliserida, HDL, dan LDL.

Nilai IMT tikus wistar jantan setelah masa perlakuan dengan pemberian ransum terformulasi minyak nabati mengalami penurunan masing-masing 271,453 g/cm (P1), 281,636 g/cm (P2), 287,507 g/cm (P3), 282,446 g/cm (P4), dan 277,124 g/cm (P5). Hasil pengujian kadar kolesterol total tikus wistar mengalami penurunan setelah diberi ransum terformulasi dengan perlakuan P1 (74,104 mg/dL), P4 (58,294 mg/dL), P5 (68,531 mg/dL) dan mengalami peningkatan pada perlakuan P2 (88,845 mg/dL) dan P3 (97,305 mg/dL). Kadar trigliserida tikus wistar mengalami penurunan pada perlakuan P1 (83,516 mg/dL) dan P3 (118,625 mg/dL) sedangkan mengalami peningkatan dengan perlakuan P2 (119,804 mg/dL), P4 (153,608 mg/dL), dan P5 (88,915 mg/dL). Kadar HDL-C tikus wistar mengalami peningkatan setelah diberi ransum terformulasi minyak nabati dengan perlakuan P2 (13,440 mg/dL) dan P5 (13,16 mg/dL) sedangkan mengalami penurunan pada perlakuan P1 (9,94 mg/dL), P3 (9,24 mg/dL), dan P4 (12,32 mg/dL). Kadar LDL-C mengalami penurunan dengan perlakuan P1 (20,048 mg/dL), P2 (29,810 mg/dL), dan P5 (27,750 mg/dL) sedangkan mengalami peningkatan dengan perlakuan P3 (38,035 mg/dL) dan P4 (33,411 mg/dL). Minyak zaitun yang lebih baik dalam menurunkan kadar kolesterol total, menjaga kadar trigliserida, meningkatkan HDL dan menurunkan LDL. Kandungan asam lemak yang paling tinggi pada minyak zaitun adalah asam oleat. Minyak jagung baik dalam menurunkan kadar kolesterol total, kadar trigliserida, serta LDL. Minyak kedelai baik dalam menjaga kadar trigliserida, meningkatkan HDL dan menurunkan LDL.

## SUMMARY

**Evaluation of Vegetable Oil on Blood Lipid Profile by In Vivo Method on Wistar Rats;** Awi Metalisa, 141710101090; 2018: 63 pages; Technology of Agricultural Product Department, Faculty of Agriculture Technology, University of Jember.

Based on its origin, oil is divided into two, namely animal oil and vegetable oil. Some types of vegetable oil that have been produced commercially are palm oil, coconut oil, soybean oil, corn oil, and olive oil. Vegetable oil contain different saturated and unsaturated fatty acids. Palm oil contains saturated fatty acids (44% palmitic acid and 4.5% stearic acid) and unsaturated fatty acid (39.2% oleic acid and 10.1% linoleic acid). Coconut oil contains saturated fatty acids (48.9% lauric acid, 20.2% myristic acid, and 8.4% palmitic acid) and unsaturated fatty acids (6.2% oleic acid). Soybean oil contains saturated fatty acids (palmitic 11%) and unsaturated fatty acids (oleic 24% and linoleic 10%). Olive oil contains saturated fatty acids (13% palmitic acid) and unsaturated fatty acids (71% oleic acid and 10% linoleic acid). Corn oil contains saturated fatty acids (11% palmitic acid) and unsaturated fatty acids (28% oleic acid and 58% linoleic acid). The fatty acids content of food consumed can affect blood lipid profiles and individual nutritional status. Therefore, it is necessary to conduct research to determine the effect of vegetable oil that are palm oil, coconut oil, soybean oil, olive oil, and corn oil on the BMI (Body Mass Index) and blood lipid profile in male wistar rats.

The research was carried out by preparing food rations, giving food rations with various types of vegetable oil, and testing vegetable oil effects on BMI values and blood lipid profiles (total cholesterol, triglycerides, HDL and LDL) by *in vivo* method on male Wistar rats (*Rattus norvegicus*). The food rations making was in accordance with AIN-93 with five treatments of giving the type of oil namely P1 (corn oil), P2 (soybean oil), P3 (palm oil), P4 (coconut oil), P5 (olive oil). The *in vivo* method was divided into three stages: adaptation period, treatment period, and neutralization period. Wistar rats were weighed and

measured in length to determine BMI values and blood samples were taken for testing lipid profile based on cholesterol levels, triglycerides, HDL, and LDL.

The value of male wistar rats' BMI after the treatment period with the giving of formulated vegetable oil rations decreased by 271,453 g/cm (P1), 281,636 g/cm (P2), 287,507 g/cm (P3), 282,446 g/cm (P4) and 277,124 g/cm (P5). The total cholesterol levels test results of wistar rats decreased after being given formulated ration with treatment P1 (74.104 mg/dL), P4 (58.294 mg/dL), P5 (68.531 mg/dL) and experienced an increase in treatment P2 (88.845 mg/dL) and P3 (97,305 mg/dL). Triglyceride levels of wistar rats decreased on the P1 (83,516 mg/dL) and P3 (118,625 mg/dL), while increased on P2 (119,804 mg/dL), P4 (153.608 mg/dL), and P5 (88,915 mg/dL). HDL-C levels of wistar rats increased after being given formulated vegetable oil rations on P2 (13,440 mg/dL) and P5 (13.16 mg/dL), while decreased on P1 (9.94 mg/dL), P3 ( 9.24 mg/dL), and P4 (12.32 mg/dL). LDL-C levels decreased on P1 (20,048 mg/dL), P2 (29,810 mg/dL), and P5 (27,750 mg/dL) but increased on P3 (38,035 mg/dL) and P4 (33,411 mg/dL). Olive oil was good for lowering of total cholesterol, maintaining of triglyceride levels, increasing of HDL and lowering of LDL. Corn oil was good for reducing cholesterol levels, triglyceride levels, and LDL. Soybean oil was good for maintaining of triglyceride levels, increasing of HDL and decreasing of LDL.

## PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Pemberian Minyak Nabati Terhadap Profil Lipid Darah Tikus Wistar Jantan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ibu Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah bersedia membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta perhatian pada penelitian ini;
3. Ibu Dr. Puspita Sari, S.TP., MP selaku Dosen Pembimbing Anggota yang sudah bersedia membimbing dan meluangkan waktu, pikiran, serta perhatian pada penelitian ini;
4. Ahmad Nafi, S.TP., M.P. selaku Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam pengujian dan penulisan skripsi;
5. Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam pengujian dan penulisan skripsi;
6. Bapak dan Ibu Fakultas Teknologi Pertanian serta teknisi laboratorium Biomedik Fakultas Farmasi;
7. Ibu serta adik yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, dan kasih sayang sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
8. Para sahabat (Rhenita Dwi Kartikasari, Nadya Karunia Pramesti, Purnaningsih, Shelly Rismawati, Agfa Martina, Ririn RM, Renita, Nurul Ummah U, Lilik Krisna, Pujiati, Syayyidah Faizatul) terimakasih atas segala doa, bantuan, semangat, dan motivasi.



9. Teman-teman tim uji in vivo minyak nabati yang telah banyak membantu selama masa penelitian dan pengerjaan skripsi.
10. Keluarga THP-C 2014 yang telah memberikan doa, motivasi, serta semangat;
11. Teman-teman kos Alya yang telah memberikan dorongan, motivasi, dan semangat;
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Jember, Desember 2018

Penulis

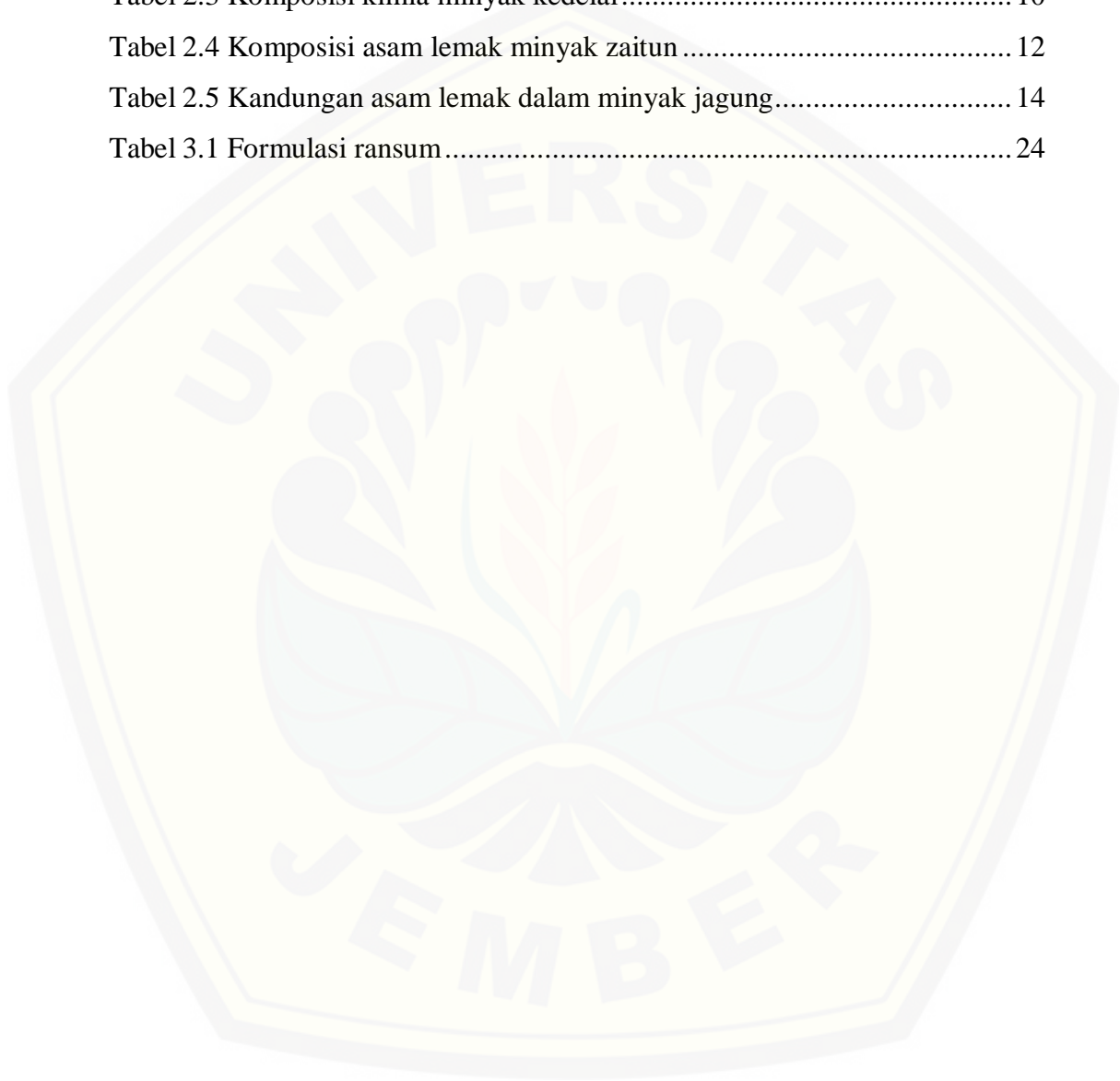
**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN BIMBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN/SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Minyak Kelapa Sawit .....	4
2.2 Minyak Kelapa.....	5
2.3 Minyak Kedelai.....	7
2.4 Minyak Zaitun.....	9
2.5 Minyak Jagung.....	11
2.6 Lipida.....	13
2.7 Kolesterol.....	14
2.8 Trigliserida.....	16
2.9 HDL ( <i>High Density Lipoprotein</i> ).....	18
2.10 LDL ( <i>Low Density Lipoprotein</i> ) .....	18
2.11 Indeks Massa Tubuh (IMT) .....	19

2.12 Uji <i>In Vivo</i> .....	20
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Parameter Pengujian.....	25
3.5 Prosedur Analisis.....	27
3.6 Analisis Data.....	28
<b>BAB 4. PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Konsumsi Harian Tikus Wistar selama Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	29
4.2 Bobot Tikus Wistar selama Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	31
4.3 Indeks Massa Tubuh (IMT) Tikus Wistar dengan Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	33
4.4 Kolesterol Total Tikus Wistar dengan Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	34
4.5 Trigliserida Tikus Wistar dengan Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	36
4.6 HDL-C Tikus Wistar dengan Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	38
4.7 LDL-C Tikus Wistar dengan Perlakuan Ransum Terformulasi Minyak Nabati.....	40
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Penutup.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Komposisi asam lemak pada minyak sawit.....	6
Tabel 2.2 Komposisi asam lemak minyak kelapa .....	8
Tabel 2.3 Komposisi kimia minyak kedelai.....	10
Tabel 2.4 Komposisi asam lemak minyak zaitun .....	12
Tabel 2.5 Kandungan asam lemak dalam minyak jagung.....	14
Tabel 3.1 Formulasi ransum.....	24

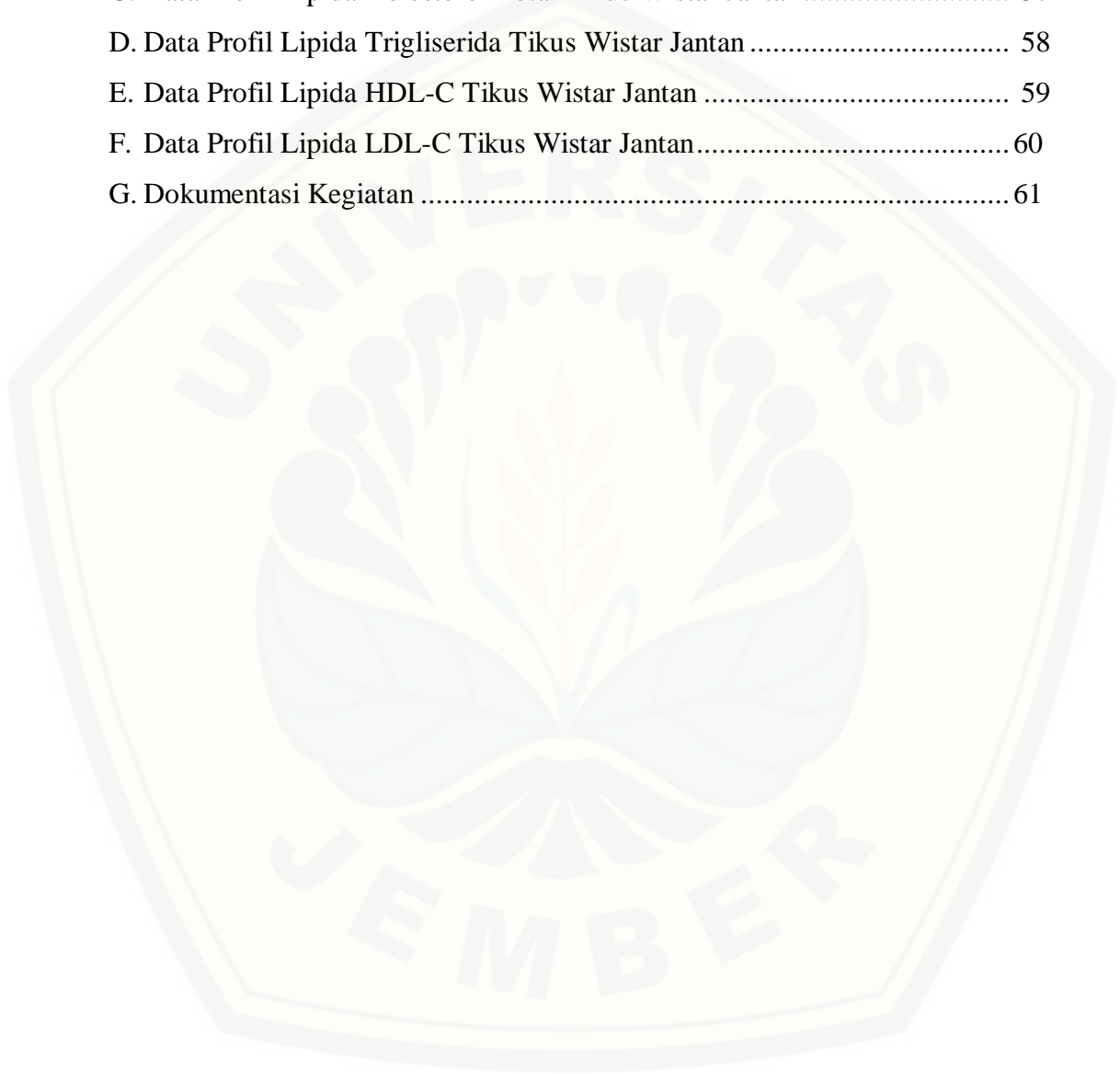


**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Kelapa sawit.....	5
Gambar 2.2	Struktur kimia kolesterol .....	16
Gambar 2.3	Penentuan kolesterol total.....	16
Gambar 2.4	Penentuan triasilgliserol .....	16
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian uji in vivo minyak nabati pada tikus wistar jantan.....	21
Gambar 4.1	Konsumsi pakan tikus wistar jantan tiap pekan ke-0, pekan ke-1, pekan ke-2, pekan ke-3, dan pekan ke-4 dengan perlakuan ransum P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	29
Gambar 4.2	Konsumsi minum tikus wistar jantan tiap pekan ke-0, pekan ke-1, pekan ke-2, pekan ke-3, dan pekan ke-4 dengan perlakuan ransum P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	30
Gambar 4.3	Bobot tikus wistar jantan tiap pekan ke-0, pekan ke-1, pekan ke-2, pekan ke-3, dan pekan ke-4 dengan perlakuan ransum P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	32
Gambar 4.4	Nilai indeks Lee tikus wistar jantan tiap pekan ke-0, pekan ke-1, pekan ke-2, pekan ke-3, dan pekan ke-4 dengan perlakuan ransum P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	33
Gambar 4.5	Kadar kolesterol total tikus wistar jantan dengan perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	35
Gambar 4.6	Kadar trigliserida tikus wistar jantan dengan P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	37
Gambar 4.7	Kadar HDL-C wistar jantan dengan perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	39
Gambar 4.8	Kadar LDL-C tikus wistar jantan dengan perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 .....	40

**DAFTAR LAMPIRAN**

A. Konsumsi Pakan dan Minum Tikus Wistar Jantan Tiap Minggu .....	51
B. Nilai IMT Lee Indeks Massa Tubuh (IMT) Tikus Wistar Jantan .....	55
C. Data Profil Lipida Kolesterol Total Tikus Wistar Jantan .....	57
D. Data Profil Lipida Trigliserida Tikus Wistar Jantan .....	58
E. Data Profil Lipida HDL-C Tikus Wistar Jantan .....	59
F. Data Profil Lipida LDL-C Tikus Wistar Jantan.....	60
G. Dokumentasi Kegiatan .....	61



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Minyak merupakan salah satu jenis lipida yang berbentuk cair pada suhu kamar. Berdasarkan asalnya, minyak terbagi atas dua jenis yaitu minyak hewani dan nabati. Minyak hewani adalah minyak yang berasal dari hewan atau biasa disebut lemak sedangkan minyak nabati adalah minyak yang berasal dari tumbuhan. Terdapat beberapa minyak nabati yang sudah diproduksi secara komersial. Salah satu minyak komersial yang banyak diproduksi di Indonesia adalah minyak kelapa sawit. Menurut *United States Department of Agriculture*, produksi minyak kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 35 juta ton. Selain minyak kelapa sawit, minyak kelapa juga banyak diproduksi di Indonesia. Menurut *United Nation Commodity Trade*, Indonesia menjadi negara kedua pengekspor minyak kelapa setelah Philippina pada tahun 2014. Ekspor minyak kelapa Indonesia pada tahun 2016 mencapai 759,381 ton. Minyak-minyak lain yang sudah diproduksi secara komersial yaitu minyak zaitun, minyak kedelai, dan minyak jagung.

Minyak nabati yang berasal dari sumber berbeda memiliki kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang berbeda. Minyak kelapa sawit memiliki kandungan asam lemak jenuh yaitu palmitat 44% dan stearat 4,5%, asam lemak tidak jenuh tunggal (oleat) 39,2%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (linoleat) 10,1% (Hariyadi, 2010). Kandungan asam lemak jenuh pada minyak kelapa yaitu asam laurat 48,9%, asam miristat 20,2%, dan asam palmitat 8,4% sedangkan asam lemak tidak jenuh tunggal (oleat) 6,2% dan asam lemak tidak jenuh ganda (linoleat) 1,4% (Krishna *et al.*, 2009). Minyak jagung mengandung asam lemak jenuh (palmitat) 13,63%, asam lemak tidak jenuh tunggal (oleat) 25,37%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (linoleat) 57,06% (Giacometti *et al.*, 2012). Minyak kedelai mengandung asam lemak jenuh yaitu asam palmitat 16,95% dan asam stearat 5,15% , asam lemak tidak jenuh tunggal (oleat) 16,02%, serta asam lemak tidak jenuh ganda yaitu asam linoleat 47,57% dan asam linolenat 12,11% (Ivanov *et al.*, 2010). Minyak zaitun mengandung asam lemak jenuh (palmitat)

11,36%, asam lemak tidak jenuh tunggal (oleat) 74,48%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (linoleat) 9% (Giacometti *et al.*, 2012).

Kandungan asam lemak bahan pangan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi profil lipida darah, meliputi kadar kolesterol total, trigliserida, HDL, dan LDL. Menurut Stolyhwo dalam Setyastuti *et al* (2015) asam lemak berperan penting dalam penurunan kolesterol, trigliserida, LDL (*low density lipoprotein*) darah dan menghambat penggumpalan darah yang dapat menghambat transportasi darah pada pembuluh darah. Winarno (2008) menyatakan bahwa pengurangan konsumsi asam lemak jenuh dan peningkatan konsumsi asam lemak tak jenuh dapat menurunkan kolesterol. Menurut Tuminah (2009) asam lemak jenuh yang dikonsumsi dalam jumlah banyak dapat meningkatkan kadar kolesterol total darah (jumlahnya merupakan paduan kolesterol LDL dan HDL). Asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) dapat menurunkan kadar kolesterol LDL tanpa mempengaruhi kadar kolesterol HDL sedangkan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) menurunkan kadar kolesterol total dalam jumlah banyak tetapi cenderung menurunkan kadar kolesterol LDL dan HDL.

Asam lemak yang dikonsumsi juga dapat mempengaruhi status gizi individu. Status gizi dapat dilakukan pengukuran menggunakan indeks massa tubuh (IMT). Berdasarkan penelitian Raatz *et al.* (2017), menunjukkan bahwa asupan lemak total, lemak jenuh total (lemak jenuh rantai panjang 14:0-18:0), serta MUFA berhubungan dengan IMT. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian beberapa jenis minyak nabati yaitu minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jagung minyak kedelai, dan minyak zaitun terhadap profil lipida darah serta status gizi berdasarkan IMT terhadap tikus wistar jantan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada minyak nabati dengan sumber yang berbeda dapat mempengaruhi profil lipida darah (kolesterol, trigliserida, HDL, dan LDL). Stolyhwo dalam Setyastuti *et al.* (2015) menyatakan asam lemak berperan penting dalam penurunan kolesterol, trigliserida, LDL (*low*



*density lipoprotein*) darah dan menghambat penggumpalan darah yang dapat menghambat transportasi darah pada pembuluh darah. Menurut Tarino *et al.* (2010) pada hewan dan manusia, asam lemak tak jenuh ganda dapat menurunkan total kolesterol dan LDL serta meminimalkan penurunan HDL. Asam lemak apabila dikonsumsi berlebih juga dapat mempengaruhi IMT (Indeks Massa Tubuh). IMT berpengaruh terhadap kolesterol total, penurunan HDL, serta peningkatan LDL sehingga mempengaruhi rasio LDL/HDL (Affanti, 2015). Sehingga penelitian dilakukan untuk mengetahui pemberian beberapa jenis minyak nabati yaitu minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak zaitun terhadap profil lipida darah (kolesterol, trigliserida, HDL, LDL) dan IMT tikus wistar jantan. Penggunaan tikus wistar jantan didasarkan pada sifat serta fungsi organ tikus yang menyerupai manusia dan kondisi biologis tikus jantan tidak dipengaruhi hormon sehingga lebih stabil dibandingkan tikus betina.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui profil lipida darah dan nilai IMT dari pemberian minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak zaitun terhadap tikus wistar jantan.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai profil lipida serta IMT minyak nabati sebagai bahan pangan.
2. Memberikan informasi mengenai minyak nabati yang baik bagi kesehatan.
3. Memberikan solusi ingredien pangan berbasis minyak yang sehat.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman yang berasal dari Afrika Barat, tepatnya berada di sekitar Angola sampai Senegal. Pada saat ini minyak sawit menjadi salah satu dari 17 jenis minyak makan yang diperdagangkan secara global dan menjadi bahan baku produk pangan satu dari sepuluh produk yang ada di pasaran. Kelapa sawit dapat tumbuh optimum pada daerah tropis dan basah dengan RH ~85%, suhu 24-32°C, sinar matahari yang melimpah, dan curah hujan yang tinggi (~2000 mm) (Hariyadi, 2010).

Tandan buah kelapa sawit terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit dan tandan 29%, biji atau inti sawit 11%, dan daging buah sebesar 60%. Pada proses pengepresan daging buah kelapa sawit menghasilkan minyak sawit kasar atau *crude palm oil* (CPO) dan inti kelapa sawit menghasilkan minyak inti sawit kasar atau *crude palm kernel oil* (CPKO) seperti pada Gambar 2.1 (Hariyadi, 2010). Produksi minyak kelapa sawit mencapai 63,86 juta ton pada tahun 2016. Negara produksi minyak kelapa sawit paling besar adalah Indonesia 35 juta ton dan diikuti oleh produksi minyak kelapa oleh Malaysia sebesar 19,5 juta ton (USDA, 2017).



Gambar 2.1 Kelapa sawit (Golco, 2018)

Komposisi asam lemak minyak sawit membuat minyak bersifat semi solid dan dapat difraksinasi. Minyak sawit memiliki asam lemak dengan kandungan gliserida padat yang cukup tinggi, sehingga bersifat semi solid. Titik leleh minyak sawit berkisar antara 33°C hingga 39°C. Asam lemak minyak kelapa sawit terdiri atas sekitar asam oleat (tidak jenuh tunggal) 40%, asam linoleat

(tidak jenuh ganda) 10%, asam palmitat (jenuh) 44%, dan asam stearat (jenuh) 4,5% (Hariyadi, 2010). Komposisi asam lemak pada minyak sawit disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi asam lemak pada minyak sawit

Asam lemak*)	% terhadap asam lemak total	
	Kisaran	Rata-rata
C12:0 (asam laurat)	0,1 - 1,0	0,2
C14:0 (asam miristat)	0,9 - 1,5	1,1
C16:0 (asam palmitat)	41,8 - 45,8	44,0
C16:1 (asam palmitoleinat)	0,1-0,3	0,1
C18:0 (asam stearat)	4,2-5,1	4,5
C18:1 (asam oleat)	37,3-40,8	39,2
C18:2 (asam linoleat)	9,1-11,0	10,1
C18:3 (asam linolenat)	0,0-0,6	0,4
C20: 0 (asam arakidat)	0,2-0,7	0,4

Sumber: Hariyadi (2010)

Aplikasi minyak sawit dapat digunakan pada bidang pangan maupun non pangan. Pada bidang pangan aplikasi minyak sawit, meliputi minyak goreng, margarin, *shortening*, CBS (*cocoa butter substitutes*), dan bahan baku bahan pangan lainnya sedangkan aplikasi dalam non pangan seperti oleokimia, biodiesel, ingridien dalam bidang farmasi, dan lain sebagainya (Hariyadi, 2010).

## 2.2 Minyak Kelapa

Kelapa merupakan tanaman khas yang dapat tumbuh di wilayah tropis. Tanaman ini mempunyai banyak manfaat serta banyak produk unggulan ekspor. Beberapa bentuk konsumsi dari kelapa yaitu kelapa segar, kelapa kering, dan minyak kelapa (Sukmaya, 2017). Minyak kelapa merupakan minyak nabati yang telah dikonsumsi selama ribuan tahun di daerah tropis. Minyak ini memiliki umur simpan panjang dan cair pada 76°F, penggunaan pada industri kue (Krishna *et al.*, 2009). Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2016), ekspor minyak kelapa Indonesia pada tahun 2013 mencapai 630.568 ton kemudian mengalami peningkatan menjadi 771.419 ton pada tahun 2014. Pada tahun 2015 ekspor minyak kelapa Indonesia mencapai 759.381 ton. Produksi minyak kelapa dunia menurut USDA (2017) pada tahun 2016 mencapai 3,4 juta ton.

Minyak kelapa berasal dari pulp kelapa kering yang disebut kopra yang diperoleh dengan pengeringan pada suhu rendah atau pengeringan di bawah sinar matahari. Ekstraksi minyak dilakukan dengan tekanan yang menghasilkan minyak mentah, selanjutnya dilakukan *blanching* dan deodorisasi (Boemeke *et al.*, 2015). Aplikasi minyak kelapa adalah sebagai minyak goreng, bahan margarin maupun mentega putih, komponen dalam pembuatan sabun, formulasi dalam kosmetika (Alamsyah, 2005). Masyarakat juga menggunakan minyak kelapa sebagai minyak pijat, kerik, maupun minyak cem-ceman (Sutarmi dan Rozaline, 2006). Krishna *et al.* (2009) menyatakan bahwa kandungan asam lemak jenuh minyak kelapa yang tinggi membuat minyak sangat tahan terhadap ketengikan oksidatif. Asam lemak tidak jenuh dan semakin bertambahnya ikatan rangkap pada rantai molekul menyebabkan semakin reaktif terhadap oksidasi. Minyak kelapa digunakan pada komponen susu bubuk bayi karena mudah dicerna dan citarasa stabil. Pada industri makanan, minyak kelapa banyak digunakan sebagai kembang gula terutama pada pembuatan es krim.

Minyak kelapa pada suhu di atas titik leleh, tercampur dengan sebagian besar pelarut non-hidroksi seperti petroleum, benzena, karbon tetraklorida, dan lain sebagainya. Sifat kimia minyak kelapa sangat stabil pada oksidasi atmosfer. Karakteristik minyak yaitu nilai iodine rendah, nilai saponifikasi tinggi, kandungan asam lemak jenuh tinggi, serta cair pada suhu kamar 27°C. Minyak kelapa tidak murni dari kopra memiliki penampilan sedikit kecoklatan dan bau kelapa. Titik lebur minyak kelapa dari kopra tidak murni yaitu 24°C, kelembaban <0,1%, nilai iodine 12-15 cg/12g, nilai saponifikasi 245-255 mg KOH/g, fosfolipid 0,1%, bahan tidak tersabunkan 0,42%, tokoferol 150-200 mg/kg, phytosterol 400-1200 mg/kg, dan total fenolat 618 mg/kg.

Moviana (2013) menyatakan bahwa kandungan minyak kelapa tercampur dari asam lemak rantai pendek (SCFA), asam lemak rantai panjang (MCFA), dan asam lemak rantai panjang (LCFA). Kandungan MCFA minyak kelapa lebih banyak daripada minyak/lemak lain. Minyak kelapa mengandung beberapa asam lemak utama yaitu asam laurat (12:0), miristat (14:0), dan palmitat (16:0), yang masing-masing sebesar 46%, 17%, dan 9% (Vasudevan, 2013).

Satu sendok makan minyak kelapa (13 g), mengandung 120 kkal, 12 g lemak, 11,2 g asam lemak jenuh (SFA), 0,7 g asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA), dan 0,2 g asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) (Dayrit, 2003). Widiandani *et al.* (2012) menyatakan bahwa pada minyak kelapa terdapat komposisi asam lemak tak jenuh ganda omega-3, asam eikosapentaenoat (EPA), dan asam-asam dokosaheksanoat (DHA) yang dapat menurunkan VLDL. Komposisi asam lemak dari minyak kelapa disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi asam lemak minyak kelapa

Asam Lemak	Kandungan (%)
C8:0 (asam kaprilat)	7,0
C10:0 (asam kaprat)	5,4
C12:0 (asam laurat)	48,9
C14:0 (asam miristat)	20,2
C16:0 (asam palmitat)	8,4
C18:0 (asam stearat)	2,5
C18:1 (asam oleat)	6,2
C18:2 (asam linoleat)	1,4

Sumber: Krishna *et al.* (2009)

Penelitian di India tahun 2006 menunjukkan vitamin E dan polifenol pada minyak kelapa sebagai antioksidan. Sebagai antioksidan vitamin E dan polifenol berperan meningkatkan kandungan dan aktivitas enzim-enzim antioksidan dalam tubuh (katalase, superoksida dismutase, *glutathion peroksidase*, dan *glutathion reduktase*) yang dapat mencegah peroksida lipida, menurunkan kadar lipid plasma darah dan jaringan, dan oksidasi LDL oleh oksidan fisiologis. Uji klinis di Filipina menunjukkan bahwa minyak kelapa tidak menimbulkan efek buruk pada kadar kolesterol dan menurunkan kolesterol dari lemak hewani (Subroto, 2008).

### 2.3 Minyak Kedelai

Salah satu sumber nabati yang banyak dikonsumsi bangsa Indonesia adalah kedelai. Dalam bentuk protein dan minyak kedelai digunakan sebagai bahan pendukung untuk membuat produk industri. Aplikasi minyak kedelai dalam bidang pangan yaitu digunakan untuk produksi minyak goreng dan margarin sedangkan aplikasi dalam bidang non pangan yaitu untuk industri kosmetik,

farmasi, dan lain sebagainya (Muslin, 2014). Kegunaan minyak kedelai murni yaitu untuk pembuatan salad, minyak goreng, dan keperluan pangan lain. Produksi minyak kedelai hampir 90% digunakan pada bidang pangan. Produk yang dibuat dengan minyak kedelai paling utama adalah margarin dan shortening (Thoha *et al.*, 2008).

Produksi minyak kedelai paling banyak di Negara China dengan total produksi pada tahun 2016 mencapai 15,5 juta ton. Produksi minyak kedelai dunia mencapai 54,47 juta ton dan konsumsi domestik mencapai 53,87 juta ton (USDA, 2017). Menurut Bailey (1950) standar mutu minyak kedelai yaitu bilangan asam maksimum 3, bilangan penyabunan maksimum 190, bilangan iod 129-143, bahan yang tidak tersabunkan maksimal 1,2%, bahan yang menguap maksimal 0,2%, indeks bias (25°C) 1,473-1,477, dan bobot jenis (15,5/15,5°C) 0,924-0,928. Subroto (2008) menyatakan bahwa satu sendok makan minyak kedelai menyediakan kebutuhan minimum harian vitamin E lebih dari 10%.

Minyak kedelai mempunyai kadar asam lemak jenuh sekitar 15% dan asam lemak tidak jenuh 85% sehingga baik untuk pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi, misalnya mentega dan lemak babi. Selain minyak kedelai mengandung asam lemak linoleat dan linolenat, terdapat asam lemak tidak jenuh lain seperti asam oleat sekitar 11-60% dan asam arakhidonat 1,5%. Asam lemak esensial pada minyak kedelai atau pada kacang kedelai dapat mencegah timbulnya penyumbatan pembuluh darah (*atherosclerosis*) (Isa, 2011). Komposisi minyak kedelai terdiri atas asam lemak jenuh 15%, asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) 24%, dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) 61% meliputi 53,2% asam linoleat dan sekitar 7,8% asam linolenat (Karasulu *et al.*, 2011). Komposisi kimia minyak kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Komposisi kimia minyak kedelai

Asam Lemak	Kandungan (%)
C16:0 (asam palmitat)	16,95
C18:0 (asam stearat)	5,15
C18:1 (asam oleat)	16,02
C18:2 $\omega$ -6 (asam linoleat)	47,57
C18:3 $\omega$ -3 (asam linolenat)	12,11
C20:0 (asam arakidat)	1,40
C20:1 (asam eikosenat)	0,42
C22:0 (asam behenat)	0,39
SFA	23,89
MUFA	16,44
PUFA	59,68
$\Sigma$ $\omega$ -6	47,57
$\Sigma$ $\omega$ -3	12,11

Sumber: Ivanov *et al.* (2010)

Minyak kedelai mengandung asam lemak esensial yang baik yaitu asam linoleat dan linolenat. Asam lemak ini merupakan asam lemak tak jenuh ganda yang dapat mencegah penyakit kardiovaskular dengan penurunan kadar kolesterol serum dan pegurangan sintesis lipoprotein (LDL) serta peningkatan gangguan lipoprotein. Asam linolenat dapat mengurangi pembentukan plak dan trombosis dengan pengurangan agregasi platelet, dan meningkatkan sistensis prostagladin E3 (Karasulu *et al.*, 2011). Menurut Hull (1996), peningkatan kadar kolesterol dalam serum dengan lemak jenuh tidak diketahui secara pasti, tetapi lemak jenuh dimungkinkan menyebabkan peningkatan absorpsi kolesterol dalam makanan atau mengurangi sekresi dalam feses. Lemak jenuh dapat merangsang produksi kolesterol yang berlebihan dalam hati atau mempermudah penimbunan di dalam darah.

#### 2.4 Minyak Zaitun

Minyak zaitun adalah minyak dari tumbuhan yang dapat langsung dikonsumsi setelah diperas dari buahnya dan umumnya tanpa melibatkan panas atau bahan kimia. Beberapa manfaat minyak zaitun untuk kecantikan yaitu sebagai pembersih wajah, *carrier oil*, menyehatkan kulit dan rambut, sebagai minyak urut, bibir pecah-pecah dan menyegarkan kulit (Khadijah, 2013). Menurut

USDA (2017) konsumsi domestik minyak zaitun mencapai 2,86 juta ton dan produksi minyak zaitun secara global mencapai 2,82 juta ton.

Minyak zaitun umumnya terbagi menjadi tiga jenis, yaitu *virgin olive oil*, *refined olive oil*, dan *olive pomace oil*. Ketiga jenis minyak tersebut memiliki metode pengolahan, karakter rasa, komposisi, dan aplikasi yang khas (Dahl *et al.*, 2016). Menurut Khadijah (2013), minyak zaitun terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan tahap produksi yaitu:

- a. *Ekstra Virgin Olive Oil* adalah minyak zaitun dengan kualitas terbaik karena tahapan proses sedikit sehingga antioksidan (fenol dan vitamin e) tinggi.
- b. *Virgin Olive Oil* adalah minyak zaitun perasan kedua.
- c. *Pure* adalah minyak zaitun yang mengalami proses penyaringan dan pemurnian.
- d. *Ekstra light* adalah minyak zaitun yang mengalami beberapa proses sehingga sudah banyak yang hilang kadar minyak zaitunnya (Khadijah, 2013).

Kalori minyak zaitun 100% berasal dari lemak (13,5 g lemak per sendok makan) dan menghasilkan 120 kalori per sendok makan (Dahl *et al.*, 2016). Kandungan zat gizi penting pada minyak zaitun meliputi lemak, kalsium, vitamin E dan K, serta unsur penting lain. Minyak zaitun mengandung asam lemak esensial yaitu 55-85% asam tak jenuh tunggal (asam oleat), 9% asam tak jenuh ganda (asam linoleat), dan 0-1,5% asam lemak tak jenuh ganda (asam linolenat) (Orey, 2007). Menurut ISEO (2016) minyak zaitun mengandung asam lemak jenuh, meliputi asam palmitat 13%, asam stearat 3%, dan asam arachidat 1%. Asam lemak tidak jenuh tunggal, meliputi asam palmitoleinat 1% dan asam oleat 71%. Asam lemak tidak jenuh ganda, meliputi asam linoleat 10% dan asam linolenat 1%. Komposisi asam lemak minyak zaitun disajikan pada Tabel 2.4



Tabel 2.4 Komposisi asam lemak minyak zaitun

Asam lemak (g/100g minyak)	Jumlah
C 16:0 (asam palmitat)	11,36
C 18:0 (asam stearat)	2,66
C 20:0 (asam arakidat)	0,43
C 24:0 (asam lignoserat)	0,09
$\Sigma$ SFA	14,54
C 16:1 <i>n</i> -7 (asam palmitoleinat)	0,93
C 18:1 <i>n</i> -9 (asam oleat)	74,48
C 20:1 <i>n</i> -9 (asam eikosenat)	0,38
$\Sigma$ MUFA	75,79
C 18:2 <i>n</i> -6 (asam linoleat)	9,00
$\Sigma$ <i>n</i> -6	9,00
C 18:3 <i>n</i> -3 (asam linolenat)	0,67
$\Sigma$ <i>n</i> -3	0,67
$\Sigma$ PUFA	9,67
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	13,43
C 18:0/C 18: 1 <i>n</i> -9	0,04

Sumber: Giacometti *et al.* (2012)

Kandungan MUFA pada minyak zaitun sebagian besar adalah asam oleat. Minyak zaitun mengandung antioksidan seperti tirosol dan hidroksitirosol serta antidiabetik dan antioksidan seperti oleuropein (Vossen, 2007). Pada minyak zaitun banyak ditemukan omega-9 (asam oleic) yang memiliki daya perlindungan tubuh sehingga dapat menurunkan LDL, meningkatkan HDL lebih besar daripada omega-3 dan omega-6 (Winarno, 2003).

## 2.5 Minyak Jagung

Minyak jagung banyak mengandung asam lemak jenuh yang dapat menurunkan kolesterol darah serta menurunkan resiko serangan jantung koroner yaitu asam linoleat dan linolenat. Minyak jagung banyak mengandung vitamin E (tokoferol) yang dapat berfungsi sebagai stabilitas terhadap ketengikan. Selain itu, kandungan vitamin E yang tinggi pada minyak jagung dapat mencegah dan memperlambat proses penuaan dini, dapat menangkal radikal bebas, dan meningkatkan kekebalan tubuh (Dwiputra *et al.*, 2014). Menurut Suarni dan Widowati (2007), minyak jagung mengandung antioksidan alami yang tinggi dan kandungan asam linolenat kecil (0,4%) sehingga relatif stabil. Minyak jagung

memiliki mutu yang cukup tinggi karena distribusi asam lemak berimbang, terutama oleat dan linoleat.

Minyak jagung selain dapat digunakan sebagai anti inflamasi, minyak jagung dapat menurunkan kandungan kolesterol dan LDL darah karena kandungan PUFA tinggi dan kandungan sterol yang tinggi dapat mengurangi penyerapan kolesterol pada usus. Kandungan omega 6 dan omega 3 pada minyak jagung tinggi namun apabila mengkonsumsi terlalu banyak minyak jagung dapat merusak sel serta mengganggu EFA. Mayoritas omega 6 digunakan sebagai sumber energi (Dwiputra *et al.*, 2014). Menurut Subroto (2008) minyak jagung mengandung asam lemak esensial (EFA) dan menyediakan energi. Asam linoleat adalah asam lemak esensial yang berguna bagi integritas kulit, membran sel, sistem kekebalan, dan sintesis *icosanoid*. *Icosanoid* berperan penting pada fungsi reproduksi, kardiovaskuler, ginjal, pencernaan, serta ketahanan penyakit.

Minyak jagung murni memiliki kandungan 99% triasilgliserol dengan 59% asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), 24% asam lemak tak jenuh tunggal, dan 13% asam lemak jenuh (SFA) (Subroto, 2008). Pengurangan kenaikan kadar kolesterol, trigliserida, LDL, dan menaikkan HDL dilakukan dengan pemberian minyak jagung yang mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih banyak. PUFA utama pada minyak jagung yaitu asam linoleat (C18: 2n-6), dan asam linoleat sejumlah kecil (C18: 3n-3) (Dwiputra *et al.* 2015). Menurut ISEO (2016), minyak jagung mengandung asam lemak jenuh, meliputi asam palmitat (16:0) 11% dan asam stearat (18:0) 2%. Kandungan asam lemak tidak jenuh tunggal pada minyak jagung adalah asam oleat (18:1) 28% dan asam lemak tidak jenuh ganda, meliputi asam linoleat (C18:2) 58% dan asam linolenat (C:18:3) 1%. Kandungan asam lemak minyak jagung disajikan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Kandungan asam lemak dalam minyak jagung

Asam lemak	Jumlah (g/100g minyak)
C 14:0 (asam miristat)	0,01
C 16:0 (asam palmitat)	13,63
C 18:0 (asam stearat)	1,44
C 20:0 (asam arakidat)	0,14
C 22:0 (asam behenat)	0,05
C 24:0 (asam lignoserat)	0,07
Σ SFA	15,49
C 16:1 <i>n</i> -7 (asam palmitoleinat)	0,06
C 18:1 <i>n</i> -9 (asam oleat)	25,37
C 20:1 <i>n</i> -9 (asam gondoat)	0,97
C 22:1 <i>n</i> -9 (asam erukat)	0,76
Σ MUFA	27,16
C 18:2 <i>n</i> -6 (asam linoleat)	57,06
Σ <i>n</i> -6	57,06
C 18:3 <i>n</i> -3 (asam α-linolenat)	0,30
Σ <i>n</i> -3	0,30
Σ PUFA	57,36
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	190,20
C 18:0/C 18: 1 <i>n</i> -9	0,06

Sumber: Giacometti *et al.* (2012)

## 2.6 Lipida

Lipida merupakan senyawa ester organik yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut non polar, misalnya dietil eter, kloroform, benzena, dan karbon tetraklorida. Lipid memiliki peran penting bagi tubuh. Klasifikasi lipid ada tiga macam, meliputi lipid sederhana (*simple lipid*), lipid majemuk (*compound lipid*), dan derivat atau turunan lipid. Lipid sederhana tersusun dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Terdapat dua lipid sederhana yaitu golongan lemak (*fat*) dan malam (*wax*). Lemak merupakan ester asam lemak dan gliserol, sedangkan malam ester asam lemak dan alkohol bukan gliserol (Sumardjo, 2009). Lipid kompleks adalah gliserofosfolipid (fosfolipid), gliserolglukolipid (glukolipid), dan spingolipid (Akoh dan Min, 2002). Derivat lemak adalah senyawa yang diperoleh melalui proses hidrolisis lipid, seperti: kolesterol dan asam lemak (Santika, 2016).

Komponen-komponen penyusun lemak meliputi gliserol dan asam-asam lemak. Gliserol, gliserin, atau 1,2,3-propanatriol merupakan alkohol jenuh bervalensi tiga, alkohol primer atau alkohol sekunder yang pada suhu kamar berbentuk cair, tidak berwarna, kental, netral terhadap lakmus, serta rasanya

manis. Pada keadaan murni, gliserol memiliki sifat higroskopis dan dapat bercampur dengan air tetapi tidak larut dalam karbon tetraklorida, kloroform, dietil eter, karbon disulfida, dan benzena. Asam lemak atau asam monokarboksilat yang rantai karbonnya tidak bercabang dan radikal karboksilnya berada di ujung rantai karbon itu. Terdapat dua asam lemak yaitu asam lemak jenuh dan tak jenuh. Lipid sederhana dan majemuk memiliki unik penyusun asam lemak (Sumardjo, 2009).

Lipid terdiri dari asam lemak yang diklasifikasikan berdasarkan ada tidaknya ikatan rangkap jenuh (SFA, tanpa ikatan rangkap), tidak jenuh tunggal (MUFA, satu ikatan rangkap), dan asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA, dengan dua atau enam ikatan rangkap) (Orsavova *et al.*, 2015). Menurut Sumardjo (2009) asam lemak jenuh (SFA) struktur kimianya tidak mempunyai ikatan rangkap dan pada umumnya adalah penyusun lemak hewan atau manusia. Asam lemak jenuh semakin berkurang kelarutannya dalam air jika jumlah atom karbon penyusunnya bertambah, namun pada umumnya asam lemak jenuh tidak larut dalam air. Titik lebur asam lemak semakin tinggi dengan bertambah panjangnya rantai karbon. Asam-asam lemak tak jenuh mempunyai satu atau lebih ikatan rangkap dua. Titik lebur asam lemak semakin rendah apabila semakin tinggi derajat kejenuhannya sehingga asam lemak tidak jenuh mempunyai titik lebur lebih rendah daripada asam lemak jenuh. Orsavova *et al* (2015) menyatakan bahwa berdasarkan konfigurasi ikatan rangkap asam lemak terbagi menjadi cis atau trans dan sebagai n-3 atau n-6.

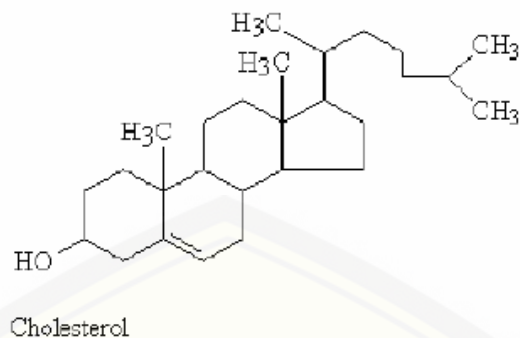
## 2.7 Kolesterol

Kolesterol adalah metabolit yang di dalamnya mengandung lemak sterol (*maxy steroid*) dan banyak ditemukan pada membran sel dan disirkulasi ke plasma darah. Kolesterol pada dasarnya merupakan molekul lemak atau yang menyerupai dan merupakan jenis khusus yang disebut steroid. Struktur steroid terdiri dari empat cincin atom karbon. Kolesterol di dalam tubuh terbagi menjadi dua yaitu eksogen dan endogen. Kolesterol eksogen adalah kolesterol yang berasal dari makanan sedangkan kolesterol endogen dapat disintesis oleh sel-sel dalam tubuh

terutama hati (Biyatmoko, 2017). Guyton dan Hall (2006) menyatakan bahwa secara normal, kolesterol diproduksi dalam kadar yang cukup oleh tubuh tetapi kolesterol juga dapat diperoleh dari makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama makanan tinggi lemak.

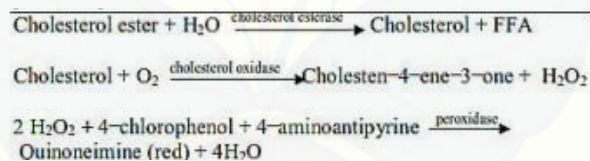
Kolesterol adalah substansi yang dibutuhkan oleh tubuh dan mirip lemak. Terdapat dua jenis kolesterol yaitu kolesterol baik atau HDL (*high-density lipoprotein*) dan kolesterol jahat atau LDL (*low-density lipoprotein*) (Ma dan Shieh, 2006). HDL disebut kolesterol baik karena memiliki banyak protein dibandingkan lemak sehingga dapat menghisap kolesterol yang berlebih sedangkan LDL disebut kolesterol jahat karena berdampak buruk bagi tubuh bila kadarnya terlalu tinggi, karena LDL memiliki sifat aterogenik yaitu mudah melekat pada dinding sebelah dalam pembuluh darah serta mengurangi pembentukan reseptor LDL) (Togelang *et al.*, 2013., Anggraeni, 2016). Kolesterol yang berlebih pada aliran darah dapat membentuk plak (tebal dan keras) pada dinding arteri. Penumpukan kolesterol atau plak terkadang dapat menghalangi aliran darah ke jantung karena menyebabkan arteri lebih tebal, lebih keras, kurang fleksibel. LDL merupakan sumber utama dalam penyumbatan plak pada arteri dan HDL adalah pembersih kolesterol dalam darah (Ma dan Shieh, 2006).

Beberapa sifat kolesterol yaitu: massa molar 386,65 g/mol; densitas 1.052 g/cm<sup>3</sup>; kelarutan 1,8 mg/L (30°C) dimana kolesterol larut dalam aseton, benzene, kloroform, etanol, eter, heksana, isopropil miristat, serta methanol; titik nyala pada 209,3±12,4°C (Biyatmoko, 2017). Kolesterol dibutuhkan tubuh untuk melindungi saraf, membuat membran sel, dan memproduksi hormon tertentu, dan merupakan lipid penting di beberapa membran (Ma dan Shieh, 2006). Berikut merupakan struktur kimia kolesterol dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur kimia kolesterol (Ma dan Shieh, 2006)

Penentuan kolesterol total dilakukan secara kuantitatif dengan hidrolisis menggunakan kolesterol esterase (CHE) menjadi kolesterol bebas dan asam lemak (FFA). Adanya oksigen dengan kolesterol oxidase menyebabkan oksidasi menjadi Cholesten-4-ene-3-one dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Hidrogen peroksida bereaksi dengan 4-cholestrophenol dan 4-aminoantipyrine dengan adanya peroxydase (POD) membentuk zat warna quinonimine dan warna yang terbentuk setara konsentrasi kolesterol dan dihitung dengan fotometer (Kurniawati dan Ranowati, 2018).



Gambar 2.3 Penentuan kolesterol total (Kurniawati dan Ranowati, 2018).

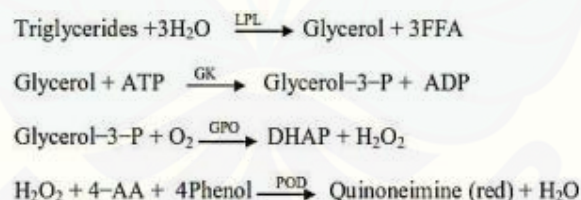
Pengukuran kolesterol menggunakan satuan mili g per desiliter darah (mg/dl) (Ma dan Shieh, 2006). Kadar kolesterol total pada manusia terbagi menjadi tiga, meliputi <200 mg/dL merupakan level yang diinginkan, 200-239 mg/dL merupakan ambang yang tinggi untuk penyakit jantung, dan >240 mg/dL termasuk kolesterol darah tinggi. Menurut Gad (2007) kadar kolesterol pada tikus berkisar 10-54 mg/dL.

## 2.8 Trigliserida

Trigliserida adalah jenis lemak lain pada aliran darah. Trigliserida merupakan jenis lemak yang paling umum di tubuh. Variasi tingkat trigliserida

tergantung umur dan jenis kelamin. Kadar trigliserida yang tinggi merupakan kombinasi dari kolesterol HDL yang rendah dan kolesterol LDL yang tinggi dapat mempercepat aterosklerosis yaitu penumpukan timbunan lemak pada dinding arteri dan meningkatkan resiko serangan jantung dan stroke (Ma dan Shieh, 2006). Trigliserida merupakan asam lemak yang dibentuk dari hasil metabolisme makanan yang bukan hanya dari lemak tetapi juga dari makanan yang berbentuk karbohidrat dan protein berlebihan dan tidak digunakan sebagai sumber energi seluruhnya (Biyatmoko, 2017).

Penentuan triasilgliserol secara hidrolisis enzimatik. Triasilgliserol dalam serum atau plasma darah oleh lipoprotein lipase (LPL) diubah menjadi gliserol dan asam lemak (FFA). Gliserol dengan bantuan glycerolkinase (GK) mengalami proses forforilasi oleh ATP menjadi glycerol-3-phosphate (G-3-P) dan ADP. Glycerol-3-phosphate kemudian dioksidasi membentuk dihydroxyacetone phosphate (DHAP) dan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) oleh glycerophosphate oxidase (GPO). Hidrogen peroksida bereaksi dengan 4-aminoantipyrine (4-AA) dan fenol membentuk senyawa berwarna merah dengan bantuan peroxydase (POD). Warna merah yang terbentuk (quinoneimine) merupakan kadar trigliserida pada sampel dan dianalisa menggunakan fotometer (Kurniawati dan Ranowati, 2018).



Gambar 2.4 Penentuan triasilgliserol (Kurniawati dan Ranowati, 2018).

Kadar trigliserida pada manusia terbagi atas beberapa kategori. Kadar trigliserida <150 mg/dL berarti normal, 150-199 mg/dL berarti kadar trigliserida pada ambang tinggi, 200-499 mg/dL berarti kadar trigliserida tinggi, dan >500 mg/dL berarti kadar trigliserida sangat tinggi (Ma dan Shieh, 2006). Kadar trigliserida normal tikus berkisar antara 26-145 mg/dL (Gani *et al.*, 2013).

## 2.9 HDL (*High Density Lipoprotein*)

Kolesterol HDL disebut kolesterol baik karena dapat mengeluarkan kolesterol dari dinding arteri dan membuangnya melalui hati sehingga mencegah terjadinya aterosklerosis (Biyatmoko, 2017). HDL merupakan kolesterol baik yang memiliki fungsi membersihkan pembuluh darah dari kolesterol LDL yang berlebih (Biyatmoko, 2017) dan memiliki fungsi membawa sel ke hati (Mc Namara *et al.*, 2000). PUFA memiliki efek kecil terhadap kolesterol HDL yang memiliki sifat protektif terhadap aterosklerosis (Subroto, 2008). Klasifikasi kadar HDL pada manusia terbagi menjadi tiga meliputi: <40 mg/dL yaitu HDL rendah yang dapat menjadi faktor resiko utama penyakit jantung, 40-59 mg/dL level HDL lebih tinggi, dan >60 mg/dL kadar HDL tinggi yang dapat melindungi dari penyakit jantung. Serum darah tikus memiliki kadar HDL normal 35 mg/dL (Schaerfer *et al.* dalam Hartoyo *et al.*, 2008).

## 2.10 LDL (*Low Density Lipoprotein*)

Kolesterol disebut kolesterol jahat karena dapat menyebabkan penyumbatan dinding dalam pembuluh darah, khususnya pembuluh darah kecil yang berfungsi menyuplai makanan ke jantung dan otak. Penyumbatan berupa timbunan lemak yang semakin lama semakin keras dan tebal sehingga dapat menyebabkan terjadinya aterosklerosis serta penyumbatan darah (Biyatmoko, 2017). LDL berfungsi membawa kolesterol ke sel (Mc Namara *et al.*, 2000). MUFA dapat menurunkan kadar kolesterol LDL tanpa mempengaruhi kadar kolesterol HDL dan PUFA dapat menurunkan kadar kolesterol total dalam jumlah banyak tetapi cenderung menurunkan kadar kolesterol LDL dan HDL (Tuminah, 2009). MUFA secara signifikan dapat menurunkan konsentrasi Apo b serta meningkatkan Apo A1. Apo b adalah komponen struktural dalam VLDL, IDL, dan LDL yang berperan terhadap proses aterosklerosis. Semakin tinggi konsentrasi Apo b dapat menyebabkan resiko menempelnya LDL pada pembuluh darah semakin meningkat. Apo A1 adalah komponen struktural dalam HDL dan penting sebagai aktifator enzim plasma, lesitin kolesterol-asl transferase yang berperan dalam transpor kolesterol kembali ke hati (Rajaram *et al.*, 2001).



Menurut Subroto (2008) PUFA memiliki manfaat dalam penurunan kolesterol LDL yang memiliki sifat atherogenik. Hal ini dikarenakan PUFA dapat mengubah profil lipid dengan memodifikasi komposisi kolesterol LDL dengan meningkatkan Apo b dan menurunkan kadar lipoprotein sehingga terbentuk molekul kurang atherogenik (Putri *et al.*, 2017)

Klasifikasi kadar LDL kolesterol pada manusia terbagi menjadi beberapa kategori. Kadar <100 mg/dL merupakan kadar LDL optimal, 100-129 mg/dL diatas optimal, 130-159 mg/dL ambang tinggi, 160-189 mg/dL tinggi, dan >190 mg/dL sangat tinggi. Kadar kolesterol LDL normal tikus berkisar antara 7-27,2 mg/dL (Monika dan Lestariana, 2014).

### 2.11 Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks antropometri merupakan indeks yang dapat memprediksi obesitas, profil lipid, serta stress oksidatif pada hewan coba tikus, biasanya memakai IMT dan *Lee Index* untuk tikus (Novelli *et al.*, 2007). Nilai IMT dapat dinilai berdasarkan peningkatan berat badan atau *Lee Index*. Pada umumnya peningkatan berat badan dilakukan dengan membandingkan berat badan (atau lemak) kelompok diet tinggi lemak atau energi dengan kontrol diet rendah lemak. Berat badan dikatakan mengalami kelebihan (*moderate obesity*) bila mencapai 10-25% lebih besar dari berat badan hewan kontrol yang disesuaikan dengan umur. Apabila nilai lebih besar dari 40% diindikasikan mengalami obesitas. (Conn, 2013). Menurut Lee *et al.* (2011) Perhitungan indeks obesitas hewan coba terbagi menjadi beberapa cara yaitu Röhler index, *Lee Index*, dan TM index. Rumus perhitungan *Lee Index* yaitu  $\{\text{berat badan (g)}^{1/3}/\text{panjang naso-anal(cm)}\} \times 10^3$ . Berdasarkan nilai *Lee Index* tikus dinyatakan obesitas bila >300.

### 2.12 Uji *In Vivo*

*In vivo* merupakan suatu uji yang dilakukan pada tubuh makhluk hidup, misalnya menggunakan hewan uji. Pengujian ini ditentukan berdasarkan beberapa faktor yaitu pemilihan spesies hewan uji, galur dan jumlah hewan, cara pemberian sediaan uji, pemilihan dosis uji, efek samping sediaan uji, teknik dan prosedur

pengujian termasuk cara penanganan hewan selama percobaan (BPOM, 2014). Pada pengujian *in vivo* hewan yang digunakan adalah tikus, kelinci, monyet, dan anjing. Hewan yang sering digunakan adalah tikus putih karena relatif lebih murah, sangat produktif, mudah pengelolaannya, siklus hidup relatif pendek, jumlah anak perkelahiran banyak, sifat produksi dan reproduksi menyerupai mamalia, fungsi dan bentuk organ serta proses biokimia dan biofisik secara garis besar memiliki banyak kemiripan dengan manusia (Sugito, 2016).

Hewan percobaan yang banyak digunakan untuk menilai mutu, nutrisi, toksisitas, karsinogenik, dan kandungan pestisida dalam suatu produk bahan pangan adalah tikus wistar (Setyastuti *et al.*, 2015). Tikus wistar dan sprague-dawley merupakan strain tikus yang paling populer untuk digunakan sebagai standar penelitian terhadap nutrisi, penuaan atau kelainan metabolik. Studi membandingkan antara kedua strain tikus ini menunjukkan bahwa tikus wistar lebih rentan terhadap obesitas, resistensi insulin, dan kelainan terkait lainnya dibuktikan dengan adanya penambahan berat badan yang cepat dan nyata pada pemberian diet tinggi lemak. Hal ini serupa dengan sindrom metabolik pada manusia karena tikus wistar yang diberi diet tinggi lemak tidak memanfaatkan asam lemak secara luas yang dapat menyebabkan akumulasi lemak serta resistensi insulin (Jun dan Fehn, 2006).

Hewan uji yang digunakan merupakan rodensia tikus putih (strain *Sprague Dawley* atau *Wistar*) atau mencit (*strain ddY* atau *BALB/c* dan lain-lainnya). Beberapa syarat hewan uji yaitu sehat dan dewasa, umur 8-12 minggu, dan memiliki variasi berat badan tidak lebih 20% dari berat badan rata-rata. Apabila menggunakan hewan uji betina, hewan itu harus nullipara dan tidak sedang bunting (BPOM, 2014). Kriteria eksklusi tikus yang digunakan dalam penelitian yaitu tikus dianggap *drop out* apabila tikus putih jantan sakit dan mati selama penelitian (Oktafiano *et al.*, 2016).

Pengambilan darah yang aman menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2016) meliputi:

- a. Jumlah maksimum volume darah yang dapat dikoleksi dalam sekali pengambilan adalah 10-15% dari total volume atau 1% dari berat badan.

- b. Darah hewan dapat kembali dalam 24 jam volumenya tetapi mungkin eritrosit dan retikulosit belum mencapai jumlah normal dalam waktu dua minggu.
- c. Darah dimungkinkan diambil setiap hari tetapi diperlukan pertimbangan adanya faktor stres atau diperlukan anestesia.
- d. Pengambilan darah 2% dari total volume diperbolehkan tetapi diganti dengan cairan pengganti steril hangat saat pengambilan dan diberikan secara intravena sebanyak dua kali dari total darah yang diambil dengan perlahan dan kecepatan yang sama.
- e. Darah yang hilang sebanyak 15-25% meningkatkan konsentrasi plasma epineprin, norepineprin, dan kortisteron yang merupakan upaya menurunkan level plasma konsentrasi glukosa.
- f. Darah yang hilang sebanyak 20-25% dapat menurunkan tekanan darah arteri, output jantung, serta pengiriman oksigen ke organ vital yang dapat menyebabkan hipovolemia serta gagal jantung (*cardiac shock*).

Pengujian terhadap evaluasi nilai gizi lemak menggunakan beberapa parameter profil lipid darah. Lipid darah meliputi: kadar kolesterol total, kadar trigliserida, kadar HDL, serta kadar HDL. Evaluasi pengukuran plasma atau serum darah menggunakan kit komersial. Kit komersial berisi sejumlah enzim-enzim spesifik yang dapat merubah substrat menjadi koromofor sehingga kadarnya dapat diukur dengan spektrofotometri (Prangdimurti *et al.*, 2007).

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Formulasi ransum tikus uji dilakukan di Laboratorium Kimia Biokimia Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Uji *in vivo* pada tikus, analisis nilai IMT, dan profil lipid darah (trigliserida, kolesterol total, HDL, dan LDL) dilakukan di Laboratorium Biomedik, Fakultas Farmasi, Universitas Jember. Penelitian ini dimulai pada bulan September 2017 hingga April 2018.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan meliputi peralatan pembuatan ransum yaitu neraca analitik, *beaker glass*, spatula, mortar, dan alu. Alat uji *in vivo* meliputi kandang metabolit dengan luas standar 148,4 cm<sup>2</sup> dan tinggi 17,8 cm dilengkapi dengan tempat pakan dan botol minum, neraca ohaus, dan penggaris. Peralatan analisis untuk pengujian profil darah yaitu sentrifuse, tabung reaksi, pipa kapiler, *wing needle*, mikropipet, *blue tip*, *yellow tip*, tabung eppendorf, dan Biolyzer 100.

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Produk yang diuji adalah minyak nabati yaitu minyak jagung (Mama Suka), minyak kedelai (Mama Suka), minyak kelapa sawit (Ikan Dorang Mas), minyak kelapa, dan minyak zaitun (Filippo Berio). Tikus uji yang digunakan adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang didapatkan dari peternak di Malang. Bahan untuk pembuatan ransum disesuaikan dengan American Institute of Nutrition Rodent (AIN-93) yaitu pati jagung (PT. Ega Multi Cipta), kasein, dekstrin (Sigma), sukrosa (Sugar Group Companies), *carboxy methyl cellulose* atau CMC (Merck), campuran mineral: Fe, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fluor, dan Iodium (Caviplex), dan campuran vitamin: vitamin A, vitamin D, vitamin B1, vitamin B6, vitamin B2, vitamin B12, vitamin C, vitamin E, biotin, asam folat (Caviplex). Kit analisis yang digunakan meliputi *reagen* Fluitest Triglycerides REF 5748 LOT D716, Fluitest Cholesterol REF 4248 LOT W297,

Fluitest HDL-CHOL REF 410 LOT W781, dan Fluitest LDL-CHOL REF 413 LOT U932. Bahan lain untuk pengujian profil lipida darah meliputi alkohol 70%, dan aquabides.

### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental satu faktor dengan lima perlakuan. Faktor yang digunakan yaitu jenis minyak nabati yang diberikan pada tikus wistar jantan dengan perlakuan pemberian minyak jagung, minyak kedelai, minyak kelapa sawit, minyak kelapa, dan minyak zaitun. Setiap perlakuan dilakukan dua kali pengulangan. Penelitian dilakukan meliputi tahap pembuatan ransum, perlakuan hewan coba dengan berbagai jenis minyak nabati, dan pengujian secara *in vivo* efek pemberian minyak nabati terhadap nilai IMT dan profil lipida darah (total kolesterol, trigliserida, HDL, dan LDL).

#### 3.3.2 Pembuatan Ransum

Pembuatan ransum didasarkan pada AIN-93 (Reeves *et al*, 1993). Cara pembuatan ransum pertama-tama bahan pembuatan ransum meliputi: pati jagung, kasein, dekstrin, sukrosa, minyak nabati, *carboxy methyl cellulose* (CMC), campuran mineral, dan campuran vitamin dilakukan penimbangan menggunakan neraca analitik. Setelah bahan ditimbang, dilakukan pencampuran bahan padat yaitu pati jagung, kasein, dekstrin, sukrosa, *carboxy methyl cellulose* (CMC), campuran mineral, dan campuran vitamin hingga homogen. Kemudian ditambahkan minyak nabati dan dilakukan pencampuran hingga homogen.

Formulasi ransum terdiri atas lima formulasi dengan perbedaan perlakuan yaitu jenis minyak nabati yang digunakan meliputi: minyak jagung, minyak kedelai, minyak kelapa sawit, minyak kelapa, dan minyak zaitun. Formulasi ransum terdiri dari 34,92 g pati jagung; 10,5 g kasein; 1,625 g dekstrin; 7,82 g sukrosa; 3,00 g minyak nabati; 3,75 g CMC; 2,65 g campuran mineral; dan 0,75 g campuran vitamin. Formulasi ransum disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Formulasi ransum

Bahan (g)	P1 (minyak jagung)	P2 (minyak kedelai)	P3 (minyak kelapa sawit)	P4 (minyak kelapa)	P5 (minyak zaitun)
Pati jagung	34,92	34,92	34,92	34,92	34,92
Kasein	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Dekstrin	11,625	11,625	11,625	11,625	11,625
Sukrosa	7,82	7,82	7,82	7,82	7,82
Minyak nabati	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
CMC	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Campuran mineral	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
Campuran vitamin	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Sumber: Reeves *et al.* (1993) termodifikasi

### 3.3.3 Uji *In Vivo* pada Tikus Wistar Jantan

Uji *in vivo* menggunakan tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar dalam kandang metabolit individual (*individual mouse metabolic cage*). Tikus yang digunakan memiliki kriteria inklusi: tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar, sehat dan dewasa, umur 8-12 minggu, dan memiliki variasi berat badan tidak lebih 20% dari berat badan rata-rata (BPOM, 2014). Kriteria eksklusi tikus yang digunakan dalam penelitian yaitu tikus dianggap *drop out* apabila tikus putih jantan sakit dan mati selama penelitian (Oktafiano *et al.*, 2016). Tikus yang lolos kriteria tersebut dikelompokkan menjadi lima kelompok. Tiap kelompok menggunakan dua ekor tikus. Kelompok perlakuan tikus:

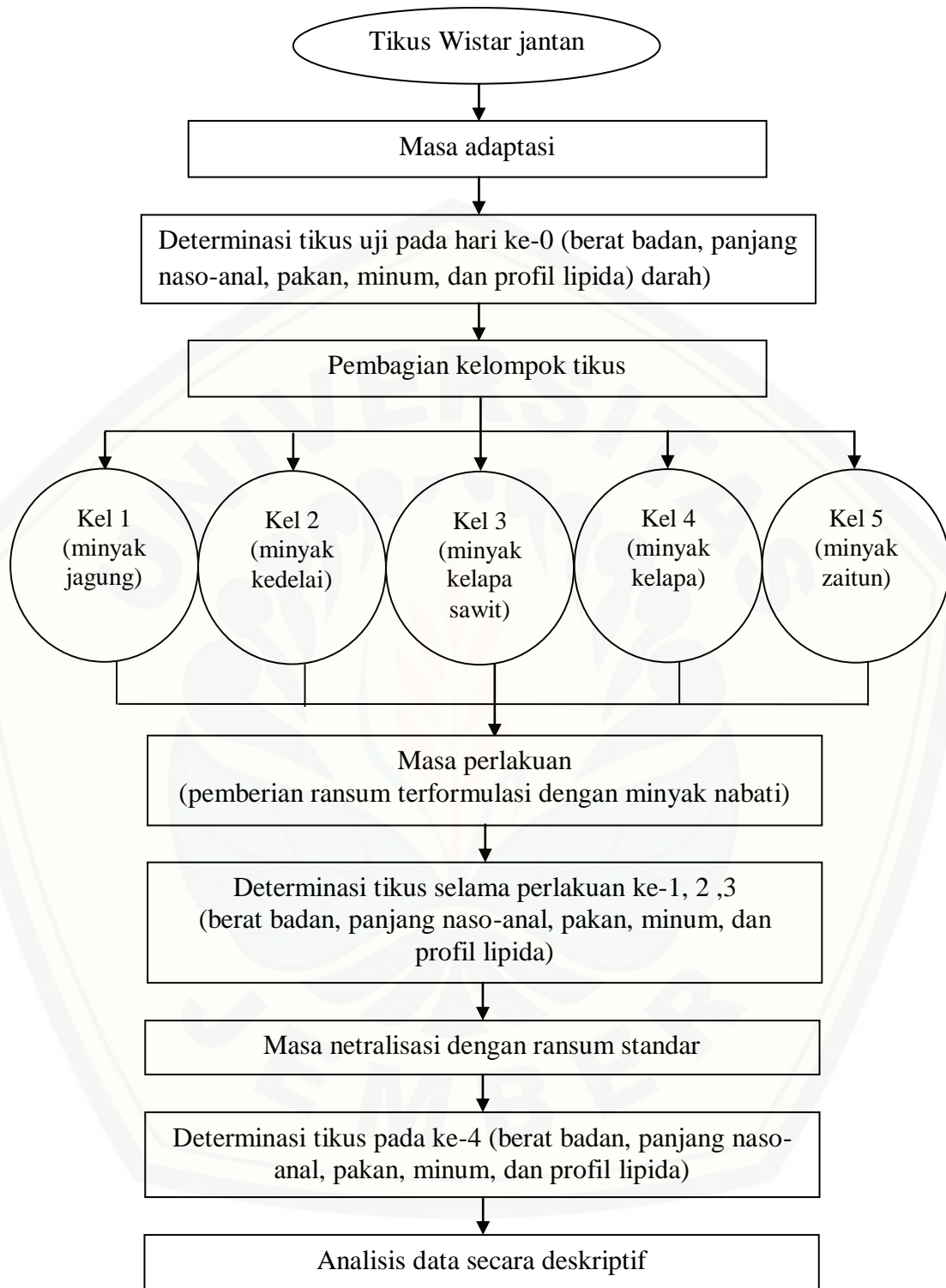
- 1) Kelompok 1 diberikan perlakuan ransum formula 1 (minyak jagung)
- 2) Kelompok 2 diberikan perlakuan ransum formula 2 (minyak kedelai)
- 3) Kelompok 3 diberikan perlakuan ransum formula 3 (minyak kelapa sawit)
- 4) Kelompok 4 diberikan perlakuan ransum formula 4 (minyak kelapa)
- 5) Kelompok 5 diberikan perlakuan ransum formula 5 (minyak zaitun).

Masa uji tikus wistar terbagi menjadi tiga masa yaitu: masa adaptasi, perlakuan, dan netralisasi. Selama masa uji tikus wistar diberikan pakan sebanyak 20 g dan minum 100 mL. Masa adaptasi dilakukan selama satu minggu dan dilakukan pemberian pakan standar atau por. Masa perlakuan, tikus diberikan ransum terformulasi minyak nabati dan dilakukan pengujian *in vivo* selama 21 hari atau tiga minggu. Setiap hari dilakukan pergantian dan penimbangan pakan

dan minum yang telah dikonsumsi untuk mengetahui jumlah konsumsi pakan dan minum tikus. Setelah masa perlakuan, selama satu minggu dilakukan masa netralisasi dengan pemberian pakan standar (por) kembali. Setiap tujuh hari, dilakukan penimbangan dan pengukuran panjang tikus (dari mulut hingga anus) untuk menentukan nilai IMT. Pengambilan sampel darah dilakukan setelah adaptasi, perlakuan, dan netralisasi. Sampel darah digunakan untuk analisis profil lipida darah meliputi kadar kolesterol, trigliserida, HDL, dan LDL. Diagram alir pengujian *in vivo* pada tikus wistar jantan dapat dilihat pada Gambar 3.1

### 3.4 Parameter Pengujian

Terdapat enam parameter pengujian yang dilakukan. Parameter meliputi nilai IMT (Index Massa Tubuh) berdasarkan *Lee index* (Lee *et al.*, 2011), kadar kolesterol total (Analyticon<sup>a</sup>, 2018), kadar trigliserida (Analyticon<sup>b</sup>, 2018), kadar HDL-Chol (Analyticon<sup>c</sup>, 2018), dan kadar LDL-Chol (Analyticon<sup>d</sup>, 2010).



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian uji *in vivo* pemberian minyak nabati pada tikus wistar jantan

Sumber: Arumsari (2017) termodifikasi



### 3.5 Prosedur Analisis

#### 3.5.1 Nilai IMT (Lee *et al.*, 2011)

Nilai IMT ditetapkan berdasarkan metode indeks Lee. Pengukuran nilai IMT yaitu dengan melakukan penimbangan berat akhir tikus (g) dan pengukuran panjang naso-anal (bagian mulut hingga anus) tikus (cm), serta dilakukan perhitungan menggunakan rumus:

$$\text{IMT (g/cm)} = \frac{\sqrt[3]{\text{berat badan (g)}}}{\text{panjang naso-anal (cm)}} \times 1000$$

#### 3.5.2 Kadar kolesterol total (Analyticon<sup>a</sup>, 2018)

Analisa kadar kolesterol total dilakukan dengan metode *cholesterol oxidase phenol amino phenazone* CHOD-PAP. Pertama-tama serum darah dari sampel darah yang telah disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Sampel serum darah kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 µl. Lalu ditambahkan dengan 500 µl *reagen kit* fluitest kolesterol dan dilakukan inkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C atau selama 10 menit pada suhu 20-25°C. Pengukuran absorbansi menggunakan Biolyzer 100 dengan panjang gelombang (λ) 546 nm. Blanko dibuat dengan 500 µl *reagen kit*.

#### 3.5.3 Kadar trigliserida (Analyticon<sup>b</sup>, 2018),

Darah sebanyak ±1 mL diambil melalui *saccus medianus orbitalis* sebelah kiri menggunakan pipa kapiler dan ditampung dalam tabung eppendorf. Setelah itu, sampel darah disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 4000 rpm untuk menghasilkan serum. Serum diambil sebanyak ±0,01 mL menggunakan pipet mikro dan dimasukkan ke dalam tabung eppendorf dan ditutup. Analisis kadar trigliserida menggunakan metode *Glycerol-3-Phosphate oxidase-p-aminophenazone* (GPO-PAP). Sampel serum sebanyak 5 µl dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambah dengan 500 µl *reagen kit* fluitest triglycerides. Kemudian dilakukan inkubasi selama 5 menit pada suhu 37°C atau 10 menit pada suhu 20-25 °C dan dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan Biolyzer 100 dengan panjang gelombang (λ) 546 nm. Blanko *reagen* dibuat dengan dengan 500 µl *reagen kit*.

#### 3.5.4 Kadar HDL-C (Analyticon<sup>c</sup>, 2018)

Pengujian kadar HDL, pertama-tama serum darah sebanyak 50  $\mu$ l ditambahkan dengan 100  $\mu$ l presipitasi HDL. Kemudian dilakukan pencampuran hingga homogen dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 20-25°C. Lalu tabung eppendorf disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Setelah disentrifugasi, supernatan dipisahkan dalam waktu satu jam. Supernatan sebanyak 50  $\mu$ l dimasukkan pada tabung reaksi dan ditambahkan dengan 500  $\mu$ l *reagen kit* HDL-Chol dan dilakukan pencampuran. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 5 menit atau 10 menit pada suhu 20-25°C dan pengukuran absorbansi dilakukan dalam waktu satu jam pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 546 nm. Blanko *reagen* dibuat dari 50  $\mu$ l air suling ditambah dengan 500  $\mu$ l *reagen kit*.

#### 3.5.5 Kadar LDL-C (Analyticon<sup>d</sup>, 2018)

Sampel serum darah sebanyak 10  $\mu$ l pertama-tama ditambahkan dengan 100  $\mu$ l presipitasi LDL dan dilakukan pencampuran hingga homogen. Kemudian dilakukan inkubasi selama 10 menit pada suhu 20-25°C. Selanjutnya tabung eppendorf disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipisahkan dari presipitasi dalam waktu satu jam setelah sentrifugasi. Lalu 50  $\mu$ l supernatan dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 500  $\mu$ l *reagen kit* LDL-Chol. Selanjutnya dilakukan pencampuran dan dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 5 menit atau selama 10 menit pada suhu 20-25°C. Pengukuran absorbansi dalam waktu satu jam pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 546 nm dan blanko *reagen* dibuat dari 50  $\mu$ l air suling ditambah dengan 500  $\mu$ l *reagen kit*.

### 3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan yang diperoleh diinterpretasikan dalam bentuk grafik. Kemudian pembahasan dilakukan secara deskriptif dan dibandingkan dengan literatur.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Nilai IMT tikus wistar jantan mengalami penurunan setelah pemberian ransum terformulasi minyak nabati (minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak zaitun). Pemberian minyak nabati dapat mencegah obesitas berdasarkan nilai indeks Lee  $<300$  g/cm. Kadar kolesterol total tikus wistar jantan mengalami penurunan dengan pemberian ransum terformulasi minyak jagung sebesar 1,48%, minyak kelapa 15,67%, dan minyak zaitun 47,27%. Kadar trigliserida tikus wistar jantan mengalami penurunan dengan pemberian ransum terformulasi minyak jagung dan minyak kelapa sawit sebesar 7,61% dan 5,90%. Kadar HDL mengalami peningkatan dengan pemberian ransum terformulasi minyak kedelai dan minyak zaitun sebesar 108,70% dan 95,83% sedangkan kadar LDL mengalami penurunan setelah diberikan ransum terformulasi minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak zaitun berturut-turut sebesar 33,89%; 19,45%; dan 5,29%. Minyak zaitun lebih baik dalam menurunkan kadar kolesterol total, kadar trigliserida, meningkatkan HDL dan menurunkan LDL. Minyak jagung baik dalam menurunkan kadar kolesterol, kadar trigliserida, dan menurunkan LDL sedangkan minyak kedelai baik dalam menjaga kadar trigliserida, meningkatkan HDL dan menurunkan LDL.

### 5.2 Saran

Penelitian lanjutan perlu dilakukan pemberian berbagai jenis minyak nabati secara *in vivo* pada manusia sehingga diketahui dampak konsumsi minyak nabati pada manusia. Penelitian selanjutnya juga diharapkan keadaan lingkungan yang tenang dan nyaman sehingga menghindari stres pada hewan uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Affanti, K. A. N. 2015. Hubungan indeks massa tubuh dan asam lemak jenuh dengan serum rasio LDL/HDL lansia. *Thesis*. Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Akoh, C. C dan Min, D. B. 2002. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2nd Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Alamsyah, N. 2005. *Virgin Coconut Oil Minyak Penakluk Aneka Penyakit*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Analyticon<sup>a</sup>. 2018. ©Fluitest CHOL. [https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl\\_db/PCHOL\\_GB-D\\_21\\_001.pdf](https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl_db/PCHOL_GB-D_21_001.pdf) [Diakses pada 25 Oktober 2018].
- Analyticon<sup>b</sup>. 2018. ©Fluitest TG. [https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl\\_db/PTG-B\\_GB-D\\_21\\_001.pdf](https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl_db/PTG-B_GB-D_21_001.pdf) [Diakses pada 25 Oktober 2018].
- Analyticon<sup>c</sup>. 2018. ©Fluitest HDL-CHOL. [https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl\\_db/PHDL\\_GB-D\\_21\\_001.pdf](https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl_db/PHDL_GB-D_21_001.pdf) [Diakses pada 25 Oktober 2018].
- Analyticon<sup>d</sup>. 2018. ©Fluitest LDL-CHOL. [https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl\\_db/PLDL\\_GB-D\\_21\\_001.pdf](https://www.analyticon-diagnostics.com/downloads/pbl_db/PLDL_GB-D_21_001.pdf) [Diakses pada 25 Oktober 2018].
- Andari, F dan A. Rahayuni. 2014. The Effect of Pumpkin Seed Powder (*Cucurbita moschata*) on Total Cholesterol Lowering in Hypercholesterolemic Wistar Rats. *Journal Of Nutrition College* 3(4):506-516.
- Angraeni, D. Kandungan *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan *High Density Lipoprotein* (HDL) pada Kerang darah (*Anadara granosa*) yang Tertangkap Nelayan Sedati, Sidoarjo. 2016. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Anwar, T. M., Linda, E. K., Lawrence, K., Eva, L, Vlad, V., dan Ruby, J. 2008. Interrelation of saturated fat, trans fat, alcohol intake, and subclinical atherosclerosis. *AJCN* 87:168-74.
- Arumsari, A. D. 2017. Evaluasi Nilai Gizi Pangan Darurat Cookies Bar Berbasis Ubi, Pisang, Kacang Hijau, Dan Kacang Tunggak Secara In Vivo Pada Tikus Wistar Jantan. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.

- Bailey, A. E., 1950. *Industrial Oil and Fat Products*. New York: Interscholastic Public Inc.
- Biyatmoko, D. 2017. *Manipulasi Kolesterol pada Ransum Ternak dan Penanggulangnya*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Boemeke, L. Marcandenti, A. Busnello, F. Gottschall, C. 2015. Effects of coconut oil on human health. *Journal of Endocrine and Metabolic Diseases* 5:84-87.
- BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan). 2014. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2014: *Pedoman Uji Toksisitas Nonklinik Secara In Vivo*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Conn, P. M. 2013. *Animal Models for the Study of Human Disease*. USA: Elsevier Inc.
- Dahl, W. J., Tandlich, M. A, dan England, J. 2016. Health Benefits of Olive Oil and Olive Extracts<sup>1</sup>. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/FS/FS28200.pdf> [Diakses pada 17 Februari 2018].
- Dayrit, C. 2003. Coconut oil: atherogenic or not? (what therefore causes atherosclerosis?). *Philippine Journal of Cardiology* 31:97-104.
- Direktur Jendral Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa 2015-2017*. Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan, Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Dwiputra, D., A. Jagat., F. Wulandari., A. Prakarsa., D. Puspaningrum., dan F. Islamiyah. 2015. Minyak jagung alternatif pengganti minyak yang sehat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 4(2): 5-6.
- FAO. 2010. *Fats and Fatty Acids In Human Nutrition: Report of an Expert Consultation*. <http://www.fao.org/docrep/013/i1953e/i1953e00.pdf> [Diakses pada 6 Januari 2018].
- Gad, S. C. 2007. *Animal Models in Toxicology*. Second Edition. New York: CRC Press.
- Gani, N., Momuat, L. I, dan Pitoi, M. M. 2013. Profil lipida plasma tikus wistar yang hiperkolesterolemia pada pemberian gedi merah (*Abelmoschus manihot* L.). *Jurnal Mipa Unsrat Online* 2(1): 44-49.
- Giacometti, J., Tomljanovic, A. B., Milin, C., Cuk, M, dan Stasic, B. R. 2012. Olive and corn oil enriched diets changed the phospholipid fatty acid composition in mice liver after one-thirds hepatectomy. *Food and Nutrition Science* 3: 240-248.

- Golco. 2018. Minyak Goreng Golco. [http://www.golco.co.id/ image/homepage/kelapa-sawit.png](http://www.golco.co.id/image/homepage/kelapa-sawit.png) [Diakses pada 16 Februari 2018].
- Guyton, A. C dan Hall, J. E. 2006. *Fisiologi Kedokteran Pencernaan dan Absorpsi dalam Traktur Gastrointestinal*. Jakarta: EGC.
- Harini, M dan O. P. Astirin. 2009. Kadar kolesterol darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) hiperkolesterolemik setelah perlakuan VCO. *Nusantara Bioscience* 1:53-58.
- Hariyadi, P. 2010. Artikel: Sepuluh Karakter Unggul Minyak Sawit. [http://seafast.ipb.ac.id/article/sepuluh\\_karakter\\_minyak\\_sawit.pdf](http://seafast.ipb.ac.id/article/sepuluh_karakter_minyak_sawit.pdf) [Diakses pada 10 April 2017].
- Hartoyo, A., Dahrulsyah., Sripalupi, N, dan Nugroho, P. 2008. Pengaruh fraksi karbohidrat kacang komak (*Lablab purpureus (L.) sweet*) terhadap kolesterol dan malonaldehid serum tikus percobaan yang diberi ransum tinggi kolesterol. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan* 19(1):25-31.
- Henuhili, V. 2010. Gen-Gen Penyebab Obesitas dan Hubungannya Dengan Perilaku Makan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan Mipa, Fakultas Mipa, Universitas Negeri Yogyakarta*. 15 Mei 2010.
- Hull, A. 1996. *Penyakit Jantung, Hipertensi dan Nutrisi*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Isa, I. 2011. Penetapan asam lemak linoleat dan linolenat pada minyak kedelai secara kromatografi gas. *Saintek* 6(1): 1-6.
- ISEO (Institute of Shortening and Edible Oils). 2016. *Food Fats and Oils*. Washington DC: Institute of Shortening and Edible Oils, Inc.
- Ivanov, D. S., Lević, J. D, dan Sredanović, S. A. 2010. Fatty acid composition of various soybean products. *Food and Feed Research* 2:65-70
- Jun, L., Fehn, R. 2006. *High-Fat Diet Induced Insulin Resistance Is More Robust And Reliable In Wistar Than Sprague-Dawley Rats*. San Bernardino: Department of Biology California State University.
- Karasulu, Y., Büyükhelvacıgil, M., Yıldız, M., Ertugrul, A., Büyükhelvacıgil, K., Ustun, Z., dan Gazel, N. 2011. Soybean Oil: Production Process, Benefits and Uses in Pharmaceutical Dosage Form. <https://www.intechopen.com/books/soybean-and-health/soybean-oilproduction-process-benefits-and-uses-in-pharmaceutical-dosage-form> [Diakses pada 12 Februari 2018].
- Khadijah, Z. 2013. *Khasiat Minyak Zaitun*. Yogyakarta: CV. Solusi Distribusi.

- Krishna, G., Raj, G., Bhatnagar, A. S., Kumar, P dan Chandrashekar, P. 2009. Coconut oil: chemistry, production and its applications – a review. *Indian Coconut Journal* 15-27.
- Kurniawati, P dan Ranowati, R. 2018. *Modul Biokimia Jilid 1*. Yogyakarta: Program D III Analisis Kimia Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia.
- Lee, S-II., J. W. Kim., Y. K. Lee., S. H. Yang., I. Lee., J. W. Suh., dan S. D. Kim. 2011. Anti-obesity effect of *monascus pilosus* mycelial extract in high fat diet-induced obese rat. *Journal Applied Biomolecular Chemistry* 54 (3): 197-205.
- Ma, H dan Shieh, K. J. 2006. Cholesterol and human health. *The Journal of American Science* 2(1): 46-50.
- Mahmud, M. K., R. Rozanna, dan Hermana. 1989. *Sifat Hipokolesteremik Minyak Kelapa Sawit, Minyak Kedelai, dan Tempe*. Bogor: Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik.
- Mc Namara JR, Warnick GR, Wu LL. Lipids and Lipoproteins. 2000. In: Bishop ML, Engelkirk JLD, Fody EP, editors. *Clinical Chemistry: Principles, procedures, correlations*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Monika, A. M dan Lestariana, W. 2014. Pengaruh pemberian kombinasi kuersetin dan glibenklamid terhadap kadar kolesterol ldl pada tikus diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Kedokteran Kesehatan Indonesia* 6(1):27-36.
- Moviana, Y. 2013. Amankan mengkonsumsi minyak kelapa dalam diet sehari-hari?. *Jurnal Skala Husada* 10(2):113-119.
- Muslin, A. 2014. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai impor kedelai indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan* 8(1):117-138.
- Ngatidjan. 2006. *Metode Laboratorium dalam Toksikologi*. Yogyakarta: Bagian Farmakologi dan Toksikologi Fakultas Kedokteran UGM.
- Novelli, E. L. B., Diniz, Y. S., Galhardi, C. M., Ebaid, G. M. X, Rodrigues, H. G., Mani, F., Fernandes, A. A. H., Cicogna, A. C., Filho, J. L. V. B. N. 2007. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim* 41:111-119.
- Nugraha, G. I. 2009. *Etiologi dan Patofisiologi Obesitas*. Jakarta: Penerbit Sagung Seto.
- Nugraheni, K., 2012. Pengaruh Pemberian Minyak Zaitun Ekstra Virgin Terhadap Profil Lipid Serum Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Strain Sprague Dawley Hiperkolesterolemia. *Thesis*. Semarang: Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

- Nurillah, S. 2011. Pengaruh Pemberian Tepung Kaki Ayam Broiler Sebagai Substitusi Tepung Ikan Di Dalam Ransum Terhadap Kadar Kolesterol Dan Asam Lemak Pada Kuning Telur Ayam Arab (*Gallus turcicus*). *Skripsi*. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nurmawati, T. 2016. Hubungan berat badan dan kadar kolesterol darah tikus putih (*rattus norvegicus*) setelah diberikan diet tinggi lemak. *Jurnal Ners dan Kebidanan* 3(3):202-206.
- Oktaviano, H., Kadri, H, dan Pertiwi, D. 2016. Perbedaan kadar glukosa darah antara tikus putih (*Rattus Novergicus*) yang mendapat asupan susu sapi dan susu kambing segar. *Jurnal Kesehatan Andalas* 5(3): 671-674.
- Orsavova, J. Misurcova, L. Ambrozova, J. Vicha, R dan Mlcek, J. 2015. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences* 16: 12871-12890.
- Prangdimurti, E., N. S. Palupi, dan F. R. Zakaria. 2007. *Metode Evaluasi Nilai Biologis Karbohidrat dan Lemak*. Bogor: IPB.
- Pranowo, D dan Muchalal, M. 2004. Analysis of free fatty acid on soybean oil using gas chromatography-mass spectroscopy. *Indonesian Journal of Chemistr* 4(1):62-67.
- Putri, G. K., A. Suhendra, dan T. L. Wargasetia. 2017. Pengaruh Minyak Jagung (*Corn Oil*) Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol LDL Pada Tikus yang Diinduksi Pakan Tinggi Lemak. *Berkala Ilmiah Kedokteran Duta Wacana*. 2(3): 419-425.
- Raatz, S. K., Conrad, X., Johnson, L. K., Picklo, M. J, dan Jahns, L. 2017. Relationship of the Reported Intakes of Fat and Fatty Acids to Body Weight in US Adults. *Nutrients* 9(438): 1-13.
- Rahmi, I., Jumirah, dan Siagian, A. 2015. Analisis Kualitas Protein Secara Biologi Pada Tepung Campuran Beras-Pisang Awak Masak (*Musa Paradisiaca* Var. *Awak*) yang Divariasikan Dengan Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) dan Tepung Kecambah Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/gkre/article/viewFile/6830/4311> [Diakses pada 5 Juni 2017].
- Rajaram, S., Kenneth, B., Bertrum, C., Tun, M., Juan, S. 2001. A Monounsaturated Fatty Acid-Rich Pecan-Enriched Diet Favorably Alters the Serum Lipid Profile of Healthy Men and Women. *J. Nutr.* 131: 2275-2279.
- Rakhmadi, I., Muladno, H. C. H. Siregar, dan P. H. Siahian. 2009. Performa mencit jantan (*Mus Musculus*) umur 28-63 hari pada alas kandang sekam,



- pasir dan zeolit dengan dan tanpa sekat alas. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8 (2): 53-65.
- Reeves, P. Nielsen, F dan Fahey, G. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the american institute of nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76a rodent diet. *Journal of Nutrition* 1939-1951.
- Santika, I. G. P. N. A. 2016. Pengukuran Tingkat Kadar Lemak Tubuh Melalui Jogging Selama 30 Menit Mahasiswa Putra Semester IV FPOK IKIP PGRI BALI Tahun 2016. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi* 1:89-98.
- Sartika, R. A. D. 2008. Pengaruh asam lemak jenuh, tidak jenuh, dan asam lemak trans terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2(4): 154-160.
- Setyastuti, A., Darmanto, Y., Swastawati, F., dan Wibisono, G. 2015. Profil asam lemak dan kolesterol ikan bandeng asap dengan asap cair bonggol jagung dan pengaruhnya terhadap profil lipid tikus wistar. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 4(2):79-85.
- Suarni dan Widowati, S. 2007. *Jagung Teknik Produksi dan Pengembangan: Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian.
- Subroto, M. A. 2008. *Real Food True Health*. Jakarta Selatan: PT Agromedia Pustaka.
- Sugito. 2016. Uji *In vivo* Kandungan Fungsional. [https://elearning.unsri.ac.id/pluginfile.php/1341/mod\\_resource/content/1/Method%20analisa%20Senyawa%20Fungsional.pdf](https://elearning.unsri.ac.id/pluginfile.php/1341/mod_resource/content/1/Method%20analisa%20Senyawa%20Fungsional.pdf) [Diakses pada 10 April 2017].
- Sukmaya, S. G. Analisis Permintaan Minyak Kelapa (*Coconut Crude Oil*) Indonesia di Pasar Internasional. *AGRARIS* 3(2):1-8.
- Sulistyowati, E., Julia, A. R., dan Mudita, D. 2015. The Oral Administration of Moringa Oleifera Leaves of NTT Varieties on White Rat's Blood Transferin Level. *Indonesian Journal of Human Nutrition* 2(2): 108-116.
- Sumardjo, D. 2008. *Pengantar Kimia: Buku Paduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Jakarta: EGC.
- Sutarni dan Rozaline, H. 2005. *Taklukkan Penyakit dengan VCO*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tarino, P. W. S., Sun, Q., Hu, F. B, dan Krauss, R. M. 2010. Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: modulation by replacement nutrients. *Curr Atheroscler Rep*. 12(6): 384–390.



- Thoha, M. Nazhri, A Dan Nursallya. 2008. Pengaruh Suhu, Waktu Dan Konsentrasi Pelarut Pada Ekstraksi Minyak Kacang Kedelai Sebagai Penyedia Vitamin E. *Jurnal Teknik Kimia* 15(3):1-10.
- Togelang, L., Fatimawali., dan Manampiring, A. E. 2013. Gambaran Kadar High Density Lipoprotein pada Remaja Obes di Kabupaten Minahasa. *Jurnal e-Biomedik (eBM)* 1(1):445-450.
- Tuminah, S. 2009. Efek Asam Lemak Jenuh dan Asam Lemak Tak Jenuh “Trans” Terhadap Kesehatan. *Media Peneliti dan Pengembang Kesehatan*. 19(2): S13-S20.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2017. *Oilseeds: World Markets and Trade*. Washington DC: The Foreign Agricultural Service (FAS).
- Vasudevan, D. 2013. Coconut oil and health controversy. *International Journal of Health and Rehabilitation Sciences* Vol. 2:157-164.
- Vossen, P. 2007. Olive oil: history, production, and characteristics of the world’s classic oils. *Hortscience* 42(5): 1093-1100.
- Widiandani, T., Hardjono, P., Bambang, P., Susilowati, R., dan Diyah, N. 2012. Upaya peningkatan kualitas minyak kelapa sawit yang dibuat dari *Cocus nucifera* L dengan berbagai metode kimiawi dan fisik. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi* 1(1): 1-6.
- Winarno, F. G. 2003. OMEGA-9 Perannya dalam Diet Jantung Sehat. [serial online]. <http://www.intiboga.com/omega9b.htm>. [Diakses pada 6 Juni 2016].
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: M-Brio Press.
- Yani, M. 2015. Mengendalikan kadar kolesterol pada hiperkolesterolemia. *Jurnal Olahraga Prestasi* 11(2): 1-7.



LAMPIRAN

**Lampiran A. Konsumsi Pakan dan Minum Tikus Wistar Jantan Tiap Minggu**

1. Konsumsi Pakan (KP) = pakan diberikan (g) – pakan sisa (g)

Masa Perlakuan	Tikus	Ulangan	Konsumsi pakan (g)	Rata-rata (g)	Stdev
M0 (Adaptasi)	P1	1	13,84	14,50	0,93
		2	15,15		
	P2	1	16,04	16,58	0,76
		2	17,12		
	P3	1	14,18	13,49	0,97
		2	12,81		
	P4	1	14,13	13,76	0,53
		2	13,38		
	P5	1	14,52	14,55	0,05
		2	14,58		
M1	P1	1	11,44	11,13	0,44
		2	10,82		
	P2	1	11,67	11,92	0,36
		2	12,17		
	P3	1	11,69	11,60	0,13
		2	11,50		
	P4	1	9,91	9,59	0,45
		2	9,27		
	P5	1	12,20	11,55	0,92
		2	10,90		
M2	P1	1	12,24	12,14	0,15
		2	12,03		
	P2	1	13,08	12,50	0,82
		2	11,92		
	P3	1	12,43	12,72	0,41
		2	13,01		
	P4	1	10,83	10,91	0,12
		2	11,00		
	P5	1	12,31	11,79	0,74
		2	11,26		

Masa Perlakuan	Tikus	Ulangan	Konsumsi pakan (g)	Rata-rata (g)	Stdev
M3	P1	1	11,43	11,43	0,00
		2	11,43		
	P2	1	11,98	12,23	0,37
		2	12,49		
	P3	1	12,96	12,98	0,02
		2	12,99		
	P4	1	11,15	11,11	0,04
		2	11,08		
	P5	1	9,49	9,71	0,31
		2	9,93		
M4 (Netralisasi)	P1	1	13,78	13,70	0,11
		2	13,62		
	P2	1	12,66	13,35	0,98
		2	14,05		
	P3	1	13,87	14,42	0,77
		2	14,96		
	P4	1	12,68	12,15	0,75
		2	11,62		
	P5	1	11,41	12,05	0,90
		2	12,69		



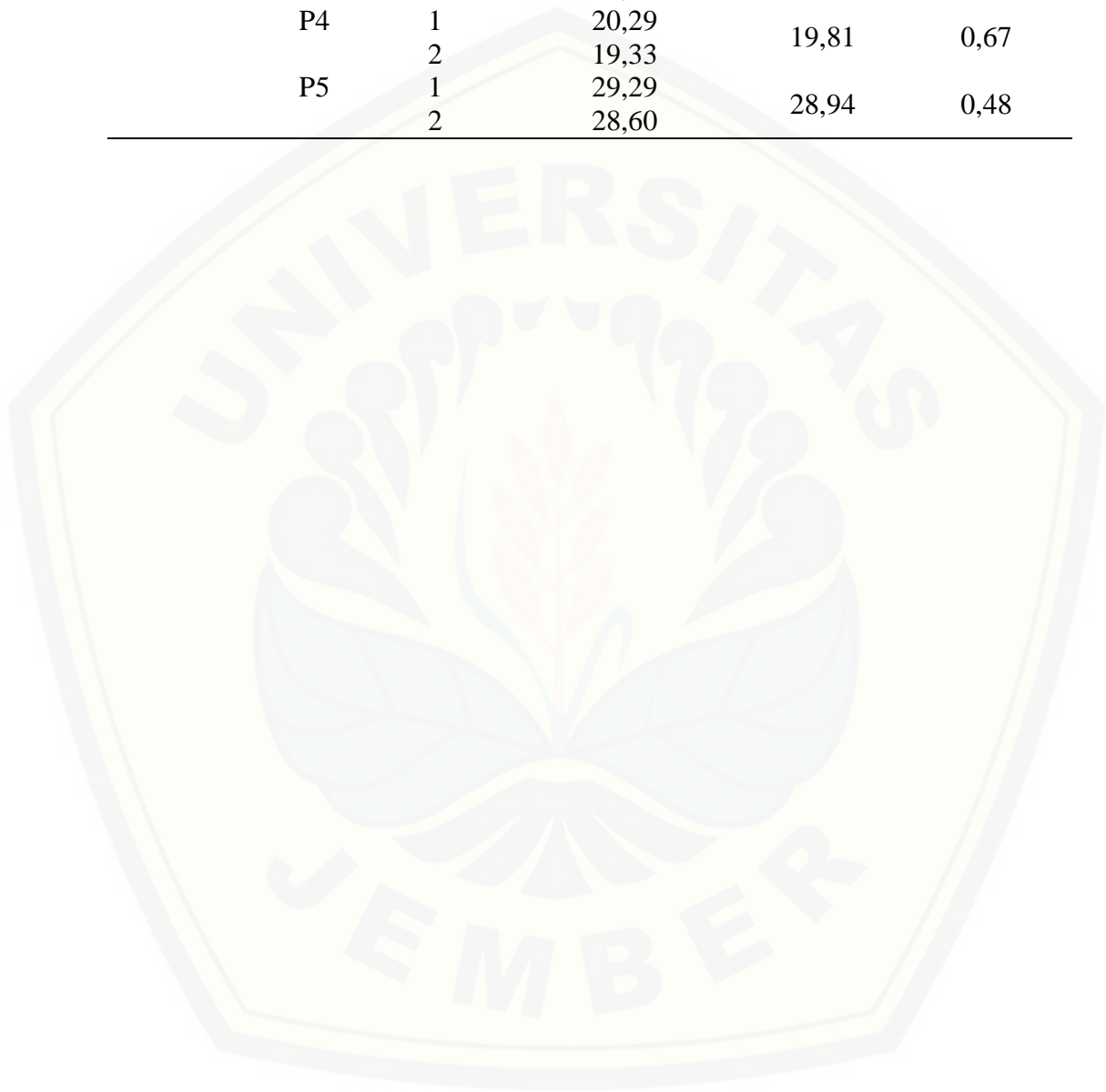
## 2. Konsumsi Minum = minum yang diberikan (ml) – minum sisa (ml)

Masa Perlakuan	Tikus	Ulangan	Konsumsi minum (ml)	Rata-rata (ml)	Stdev
M0 (Adaptasi)	P1	1	21,29	21,93	0,91
		2	22,57		
	P2	1	22,29	22,86	0,81
		2	23,43		
	P3	1	23,86	23,93	0,10
		2	24,00		
	P4	1	20,29	20,89	0,86
		2	21,50		
	P5	1	22,43	22,88	0,64
		2	23,33		
M1	P1	1	21,86	22,00	0,20
		2	22,14		
	P2	1	23,14	23,71	0,81
		2	24,29		
	P3	1	24,50	23,96	0,76
		2	23,43		
	P4	1	20,07	19,68	0,56
		2	19,29		
	P5	1	25,14	25,71	0,81
		2	26,29		
M2	P1	1	22,71	23,14	0,61
		2	23,57		
	P2	1	27,29	27,79	0,71
		2	28,29		
	P3	1	25,14	24,93	0,30
		2	24,71		
	P4	1	20,86	21,00	0,20
		2	21,14		
	P5	1	30,14	30,43	0,40
		2	30,71		
M3	P1	1	23,14	23,07	0,10
		2	23,00		
	P2	1	24,57	24,79	0,30
		2	25,00		
	P3	1	25,14	24,70	0,63
		2	24,25		
	P4	1	20,29	20,14	0,20
		2	20,00		
	P5	1	29,14	29,74	0,84
		2	30,33		





Masa Perlakuan	Tikus	Ulangan	Konsumsi minum (ml)	Rata-rata (ml)	Stdev
M4 (Netralisasi)	P1	1	21,14	21,14	0,51
		2	20,43		
	P2	1	23,14	23,74	0,84
		2	24,33		
	P3	1	23,14	23,82	0,96
		2	24,50		
	P4	1	20,29	19,81	0,67
		2	19,33		
	P5	1	29,29	28,94	0,48
		2	28,60		



**Lampiran B. Nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) Tikus Wistar Jantan**

$$\text{Lee index} = \frac{\sqrt[3]{\text{berat badan (g)}}}{\text{panjang naso-anal (cm)}} \times 1000$$

**1. Perlakuan Minggu ke-0 (Adaptasi)**

Tikus	Ulangan	Berat badan (g)	Panjang naso-anal (cm)	IMT (g/cm)	Rata-rata	Stdev
P1	1	182,0	18,3	309,67	309,20	0,67
	2	157,7	17,5	308,73		
P2	1	190,5	18,5	310,75	310,88	0,18
	2	164,0	17,6	311,01		
P3	1	199,4	18,8	310,75	310,27	0,68
	2	176,3	18,1	309,79		
P4	1	192,0	19,6	294,34	293,90	0,61
	2	122,0	16,9	293,47		
P5	1	182,6	18,3	310,01	309,69	0,46
	2	153,3	17,3	309,36		

**2. Perlakuan Minggu ke-1**

Tikus	Ulangan	Berat badan (g)	Panjang naso-anal (cm)	IMT (g/cm)	Rata-rata	Stdev
P1	1	186,4	19,7	289,97	289,68	0,40
	2	158,5	18,7	289,40		
P2	1	200,4	20,1	291,14	291,49	0,49
	2	167,8	18,9	291,83		
P3	1	202,0	19,8	296,34	296,09	0,35
	2	177,6	19,0	295,84		
P4	1	192,0	19,7	292,84	292,89	0,07
	2	123,5	17,0	292,94		
P5	1	189,4	20,5	280,14	280,23	0,14
	2	153,5	19,1	280,33		

## 3. Perlakuan Minggu ke-2

Tikus	Ulangan	Berat badan (g)	Panjang naso-anal (cm)	IMT (g/cm)	Rata-rata	Stdev
P1	1	188,0	20,9	274,10	274,26	0,22
	2	160,4	19,8	274,41		
P2	1	201,7	21,0	279,26	278,85	0,58
	2	175,3	20,1	278,44		
P3	1	204,4	20,4	288,76	289,08	0,45
	2	185,3	19,7	289,40		
P4	1	192,5	20,0	288,70	288,45	0,35
	2	135,5	17,8	288,20		
P5	1	190,2	20,7	277,82	278,45	0,89
	2	158,7	19,4	279,08		

## 4. Perlakuan Minggu ke-3

Tikus	Ulangan	Berat badan (g)	Panjang naso-anal (cm)	IMT (g/cm)	Rata-rata	Stdev
P1	1	191,5	21,2	271,89	271,45	0,61
	2	171,5	20,5	271,02		
P2	1	207,5	21,0	281,92	281,64	0,40
	2	194,7	20,6	281,36		
P3	1	215,4	20,9	286,82	287,51	0,98
	2	191,7	20,0	288,20		
P4	1	192,6	20,4	283,09	282,45	0,91
	2	148,7	18,8	281,80		
P5	1	191,3	20,8	277,02	277,12	0,15
	2	162,9	19,7	277,23		

## 5. Perlakuan Minggu ke-4 (Netralisasi)

Tikus	Ulangan	Berat badan (g)	Panjang naso-anal (cm)	IMT (g/cm)	Rata-rata	Stdev
P1	1	196,8	21,3	273,08	273,43	0,49
	2	176,8	20,5	273,78		
P2	1	217,0	21,3	282,12	281,58	0,77
	2	208,5	21,1	281,03		
P3	1	236,4	21,3	290,29	290,99	0,98
	2	207,6	20,3	291,68		
P4	1	214,4	20,7	289,14	289,49	0,50
	2	164,4	18,9	289,85		
P5	1	196,8	20,9	278,31	278,75	0,62
	2	174,1	20,0	279,19		

**Lampiran C. Data Profil Lipida Kolesterol Total Tikus Wistar Jantan**

Tikus	Ulangan	Kadar Kolesterol Total (mg/dL)									Penurunan (%)
		Sebelum Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Setelah Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Netralisasi	Rata-rata	Stdev	
P1	1	95,60	75,20	28,85	93,41	74,10	27,30	79,12	64,56	20,59	1,48
	2	54,80			54,80			50,00			
P2	1	117,58	81,96	50,38	109,89	88,85	29,76	75,82	50,06	36,44	-7,76
	2	46,33			67,80			24,29			
P3	1	112,09	91,08	29,72	130,77	97,30	47,33	85,71	72,52	18,66	-6,40
	2	70,06			63,84			59,32			
P4	1	85,71	67,43	25,85	52,75	58,29	7,84	52,75	54,90	3,05	15,67
	2	49,15			63,84			57,06			
P5	1	94,51	100,93	9,07	68,13	68,53	0,56	83,52	60,68	32,29	47,27
	2	107,34			68,93			37,85			

**Lampiran D. Data Profil Lipida Trigliserida Tikus Wistar Jantan**

Tikus	Ulangan	Kadar Trigliserida (mg/dL)							Netralisasi	Rata-rata	Stdev	Penurunan (%)
		Sebelum Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Setelah Perlakuan	Rata-rata	Stdev					
P1	1	123,64	92,55	43,97	83,52	85,51	2,82	38,040	38,04	0,00	7,61	
	2	61,46			87,50			38,040				
P2	1	125,45	85,64	56,30	141,76	119,80	31,05	53,460	69,65	22,90	-39,89	
	2	45,83			97,85			85,840				
P3	1	185,45	126,06	83,99	150,55	118,62	45,15	48,320	63,57	21,56	5,898	
	2	66,67			86,70			78,810				
P4	1	144,55	97,80	66,12	105,50	153,61	68,04	49,340	45,23	5,81	-57,07	
	2	51,04			201,72			41,120				
P5	1	86,36	60,89	36,02	114,29	88,92	35,89	41,120	57,47	23,12	-46,03	
	2	35,42			63,54			73,820				

**Lampiran E. Data Profil Lipida HDL-C Tikus Wistar Jantan**

Tikus	Ulangan	Kadar HDL-C (mg/dL)									Peningkatan (%)
		Sebelum Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Setelah Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Netralisasi	Rata-rata	Stdev	
P1	1	26,88	17,50	13,27	11,76	9,94	2,57	18,48	13,30	7,33	-43,20
	2	8,12			8,12			8,12			
P2	1	6,16	6,44	0,40	22,12	13,44	12,28	17,92	10,36	10,69	108,70
	2	6,72			4,76			2,80			
P3	1	24,08	19,88	5,94	14,28	9,24	7,13	32,48	21,56	15,44	-53,52
	2	15,68			4,20			10,64			
P4	1	12,04	13,72	2,38	18,76	12,32	9,11	23,80	18,48	7,52	-10,20
	2	15,40			5,88			13,16			
P5	1	13,16	6,72	9,11	17,64	13,16	6,34	37,24	28,14	12,87	95,83
	2	0,28			8,68			19,04			

**Lampiran F. Data Profil Lipida LDL-C Tikus Wistar Jantan**

Tikus	Ulangan	Kadar LDL-C (mg/dL)									Penurunan (%)
		Sebelum Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Setelah Perlakuan	Rata-rata	Stdev	Netralisasi	Rata-rata	Stdev	
P1	1	54,48	30,33	34,16	32,90	20,05	18,17	38,04	25,70	17,45	33,89
	2	6,17			7,20			13,36			
P2	1	65,79	37,0	40,71	46,26	29,81	23,26	53,46	31,87	30,53	19,45
	2	8,22			13,36			10,28			
P3	1	43,32	24,23	26,99	51,40	38,04	18,90	48,32	34,96	18,90	-56,99
	2	5,14			24,67			21,59			
P4	1	39,06	30,84	11,63	34,95	33,41	2,18	49,34	31,87	24,71	-8,33
	2	22,62			31,87			14,39			
P5	1	51,40	29,30	31,25	27,75	27,75	16,71	41,12	24,16	23,99	5,29
	2	7,20			4,11			7,20			



Lampiran G. Dokumentasi Kegiatan



Tikus wistar jantan



Ransum pakan perlakuan



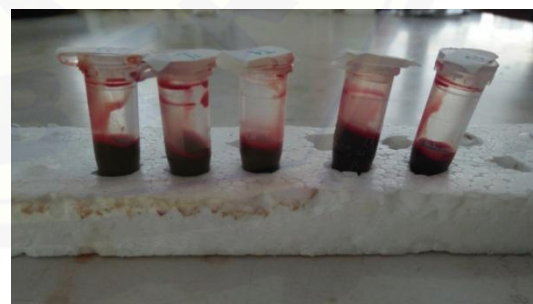
Kandang metabolit



Pembersihan kandang matabolit



Pengambilan darah



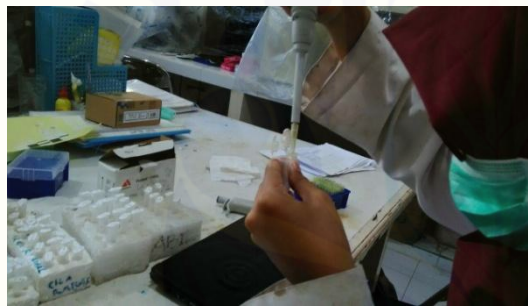
Sampel darah



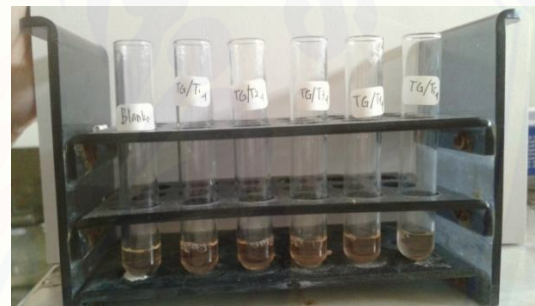
Sentrifuse



Serum darah



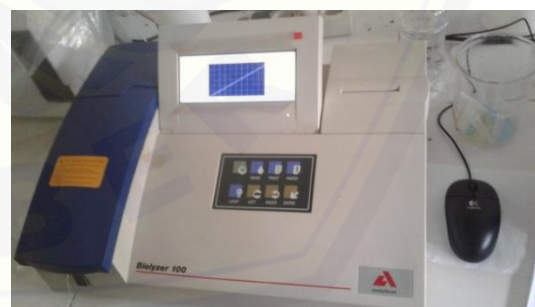
Penambahan reagen pada serum



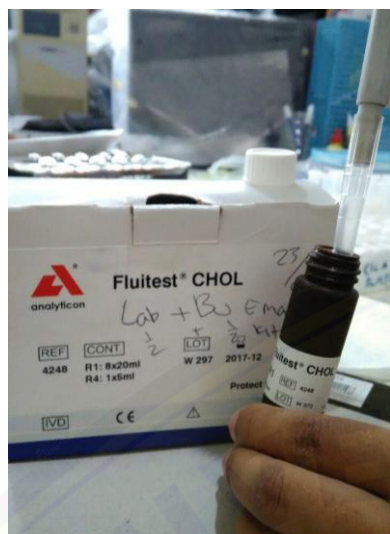
Inkubasi



Pengujian profil lipid darah



Biolyzer 100



Reagen kolesterol



Reagen trigliserida



Presipitasi HDL



Presipitasi LDL



Penimbangan berat badan tikus



Pengukuran panjang naso-anal tikus

