



**PENGARUH PEMBERIAN SANTAN TERHADAP KADAR MDA
(*Malondialdehyde*) SERUM PADA TIKUS WISTAR YANG
DIBERI PAKAN TINGGI LEMAK**

SKRIPSI

Oleh

**Hudzaifah
192010101167**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN
PENDIDIKAN DOKTER
JEMBER
2023**



**PENGARUH PEMBERIAN SANTAN TERHADAP KADAR MDA
(*Malondialdehyde*) SERUM PADA TIKUS WISTAR YANG
DIBERI PAKAN TINGGI LEMAK**

diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Pendidikan Dokter.

SKRIPSI

Oleh

**Hudzaifah
192010101167**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN
PENDIDIKAN DOKTER
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT atas nikmat, petunjuk, dan ridho-Nya sehingga saya dapat memulai dan menyelesaikan skripsi;
2. Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan dan pembimbing bagi umatnya dari jalan kesesatan menuju jalan yang benar;
3. Kedua orang tua saya tercinta, Abi dan Umi yang selalu memberikan doa terbaik, pendidikan, kasih sayang dan cinta terbaiknya;
4. Kakak-kakak saya yang telah menjadi *role model* saya dalam menjalani setiap fase pendidikan ini;
5. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat sehingga bisa berada di titik keilmuan saat ini;
6. Seluruh sahabat dan teman saya, yang telah menjadi motivasi saya untuk terus belajar dan banyak memberikan arahan, motivasi, dan semangat;

Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan untuk berkembang dan menjadi pribadi yang lebih baik.

MOTTO

“.....,Sesungguhnya aku ini hamba Allah,...”
(Terjemahan Penggalan Surat Maryam Ayat 30)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Hudzaifah**

NIM : **192010101167**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Pemberian Santan Terhadap Kadar MDA (*Malondialdehyde*) Serum pada Tikus yang Diberi Pakan Tinggi Lemak” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana-pun, dan bukan jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 16 November 2023

Yang menyatakan,



Hudzaifah

NIM 192010101167

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Pengaruh Pemberian Santan Terhadap Kadar MDA (Malondialdehyde) Serum pada Tikus Wistar yang Diberi Pakan Tinggi Lemak" karya Hudzaifah NIM 192010101167 telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 16 November 2023

Tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Dr. dr. Hairrudin, M. Kes.
NIP. 197510112003121008

Anggota I,

dr. Ayu Munawaroh Aziz, M. Biomed.
NIP. 198903132014042002

Anggota II,

dr. Jauhar Firdaus, M. Biotech.
NIP. 198301252008121001

Anggota III,

dr. Bagus Hermansyah, M. Biomed.
NIP. 198304052008121001

Mengesahkan,
Dekan,



dr. Ulfa Elfiah, M. Kes., Sp. BP-RE., Subsp. L.B.L.(K)
NIP. 197607192001122001

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Santan Terhadap Kadar MDA (*Malondialdehyde*) Serum pada Tikus Wistar yang Diberi Pakan Tinggi Lemak; Hudzaifah; 192010101167; 2023; 56 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Pola makan tinggi lemak dapat meningkatkan risiko penyakit tidak menular. Peningkatan ini terjadi karena asam lemak bebas menyebabkan peradangan sistemik. Konsumsi lemak yang berlebihan juga dapat menghasilkan radikal bebas, khususnya asam lemak tak jenuh karena mudah teroksidasi. Proses oksidasi asam lemak menyebabkan terbentuknya lipid peroksida. Proses oksidasi ini disebut dengan peroksidasi lipid. Salah satu buah yang dapat mencegah stress oksidatif dan mengurangi resiko penyakit tidak menular yaitu kelapa. Buah kelapa di Indonesia mayoritas dimanfaatkan menjadi bahan makanan, salah satunya santan. Komposisi MCFA yang terdapat pada santan yaitu asam laurat, asam miristat, dan asam palmitat, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar kolesterol total, LDL, dan HDL. HDL juga memiliki fungsi antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi pada LDL dengan cara menghentikan reaksi peroksidasi lipid. Santan juga memiliki senyawa polifenol yang dapat menghentikan reaksi peroksidasi lipid pada LDL maupun PUFA. Penghentian ini menyebabkan proses peroksidasi lipid terhambat, sehingga tidak terbentuknya produk MDA. Penelitian ini dilakukan untuk melihat apakah santan dapat menghambat kenaikan kadar MDA serum pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak. Jenis penelitian yang digunakan adalah *true experimental* dengan desain penelitian *posttest only randomized control group design*. Unit eksperimental dan replikasi yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus norvegicus strain*) jenis *Wistar*, usia 2 -3 bulan, berat bada antara 150 – 200 gram yang sehat ditandai dengan gerakan yang aktif dan tingkah laku yang normal. Tikus sebanyak 25 ekor terbagi menjadi 5 kelompok. Kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan dan hanya diberi pakan biasa. Kelompok kontrol negatif yang diberi pakan tinggi lemak. Kelompok perlakuan 1 yang diberikan pakan tinggi lemak dan santan dengan konsentrasi 25%. Kelompok perlakuan 2 yang diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa 50%. Kelompok perlakuan 3 yang diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa 100%. Perawatan dan aklimatisasi hewan coba dilakukan selama 7 hari dan setelah itu dilakukan perlakuan selama 45 hari. Hari ke 46 dilakukan terminasi menggunakan ketamine 5mg/KgBB dan Ketamin 75 mg/KgBB dan dilakukan pengambilan darah melalui jantung tikus. Setelah darah didapat, dilakukan pembuatan serum dan memeriksa kadar MDA dengan metode TBARS. Hasil rata-rata kadar MDA serum tiap kelompoknya yaitu, kontrol $15,72 \pm 15,14$; Negatif $9,05 \pm 7,47$; P1 $8,05 \pm 4,14$; P2 $7,56 \pm 3,72$; P3 $5,65 \pm 2,51$. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, akan tetapi tidak homogen. Sehingga analisis data menggunakan uji ANOVA Welch. Hasil analisis data didapatkan signifikansi $0,571 > 0,05$; yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antar kelompoknya. Jika dilihat berdasarkan hasil penelitian, faktor tingginya kadar MDA pada kelompok kontrol menjadi acuan untuk kelompok lainnya. Sehingga kelompok pakan tinggi lemak dan kelompok perlakuan memiliki nilai yang rendah. Pada pakan tinggi lemak ini dikarenakan minyak kelapa sawit

yang digoreng berkali-kali menggunakan tahu dan kuning telur bebek tidak dapat meningkatkan kadar MDA. Nilai kadar MDA kelompok pakan tinggi lemak hampir sama dengan kelompok perlakuan, meskipun lebih rendah. Akan tetapi, jika melihat rata-rata pada kelompok santan dengan konsentrasi bertingkat memiliki kecenderungan tidak mengalami peningkatan kadar MDA. Hal ini dikarenakan adanya senyawa polifenol sebagai antioksidan. Akan tetapi, belum bisa dibuktikan bahwa santan dapat menghambat kenaikan kadar MDA atau sebaliknya. Saran yang bisa diterapkan demi kesempurnaan penelitian yaitu pemilihan pakan tinggi lemak yang jauh lebih baik. Penelitian juga dapat dikembangkan spesifik pada santan yang dikonsumsi masyarakat, yaitu berupa santan yang sudah diolah menjadi masakan dan dihubungkan dengan indikator kesehatan.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Santan Terhadap Kadar MDA (*Malondialdehyde*) Serum pada Tikus Wistar yang Diberi Pakan Tinggi Lemak”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter (S1) dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Proses penyelesaian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Abi dan Umi, Aris Prasetyo dan Andriati Komala, yang telah memberikan kasih sayang, pendidikan, dan doa terbaiknya agar saya bisa menjadi orang yang sukses akhirat dan dunia;
2. dr. Ulfa Elfiah, M.Kes., Sp.BP-RE., Subsp.L.B.L(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember beserta jajaran wakil dekan sekalian;
3. dr. Jauhar Firdaus, M.Biotech, selaku dosen pembimbing utama dan dr. Bagus Hermansyah, M. Biomed, selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan dan memberikan kemudahan dalam setiap langkah skripsi saya;
4. Dr. dr. Hairrudin, M. Kes, selaku dosen penguji utama dan dr. Ayu Munawaroh Aziz, M. Biomed selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik, saran, dan kemudahan dalam menyempurnakan dan menyelesaikan skripsi;
5. Pranata laboratorium Ahmad Kodri Riyandoko, A.Md.Kep, yang membantu saya dalam merawat hewan coba, juga Nurul Istinaroh, S.P, yang membantu dalam memeriksa kadar MDA;
6. Dosen-dosen Fakultas Kedokteran Universitas Jember, yang telah sabar mendidik dan memberikan ilmu bermanfaat, juga tenaga kependidikan yang memberikan motivasi untuk segera selesai dan mempermudah dalam administrasinya;

7. Kakak-kakak saya, Dina Faizaturrahmah dan Mush'ab, yang sudah menjadi role model dalam menjalani pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Jember, Adek-adek saya, Nuha Jiddiyah Rahmah dan Syamilah Syahidah Rahmah, yang selalu mendukung kakaknya;
8. Sahabat perjuangan saya Muhammad Fauzan Al Qodri dan Ja'far Shodiq, yang telah membantu banyak sejak awal masuk kuliah hingga akhir skripsi;
9. Mentor saya Muhammad Rijal Fahrudin Hidayat dan Ghaiska Najma Amnur yang telah memberi motivasi untuk menjadi pribadi yang terbaik;
10. Sahabat-sahabat saya, Nano, Nabil, Fakhrol, Isra, Hanu, Husni, Begawan, Udin, Alif, Robeth, Kemal, Azra, Arju, Nahla yang telah selalu menjadi teman diskusi dan memberikan semangat;
11. Teman-teman grup *whatsapp*, BPI IMSAC, Salsa, Syahda, Imti, Anisa, dan Gesa, grup KKN desa penari, Afifah, Suryanita, dan Marsha, yang telah meramaikan *whatsapp* saya;
12. Teman-teman penelitian KeRis saya, Alfian, Rafli, Mbak Yuhanita, Mbak Rona, Mbak Yumna yang selalu membantu dalam proses penelitian ini;
13. Teman-teman *Islamic Medical Studen Association* (IMSAC), Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM), yang telah mempertemukan saya dengan orang-orang hebat juga telah memberi saya kesempatan untuk belajar dan berkembang;
14. Teman-teman sejawat angkatan 2019 "Costae", yang telah memberikan banyak dukungan, semangat, kenangan, dan pengalaman selama ini; dan
15. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* senantiasa melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua pihak yang telah membantu setiap prosesnya. Penulis juga menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis siap menerima kritik dan saran yang membangun demi terjaganya kualitas skripsi ini.

Jember, 16 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

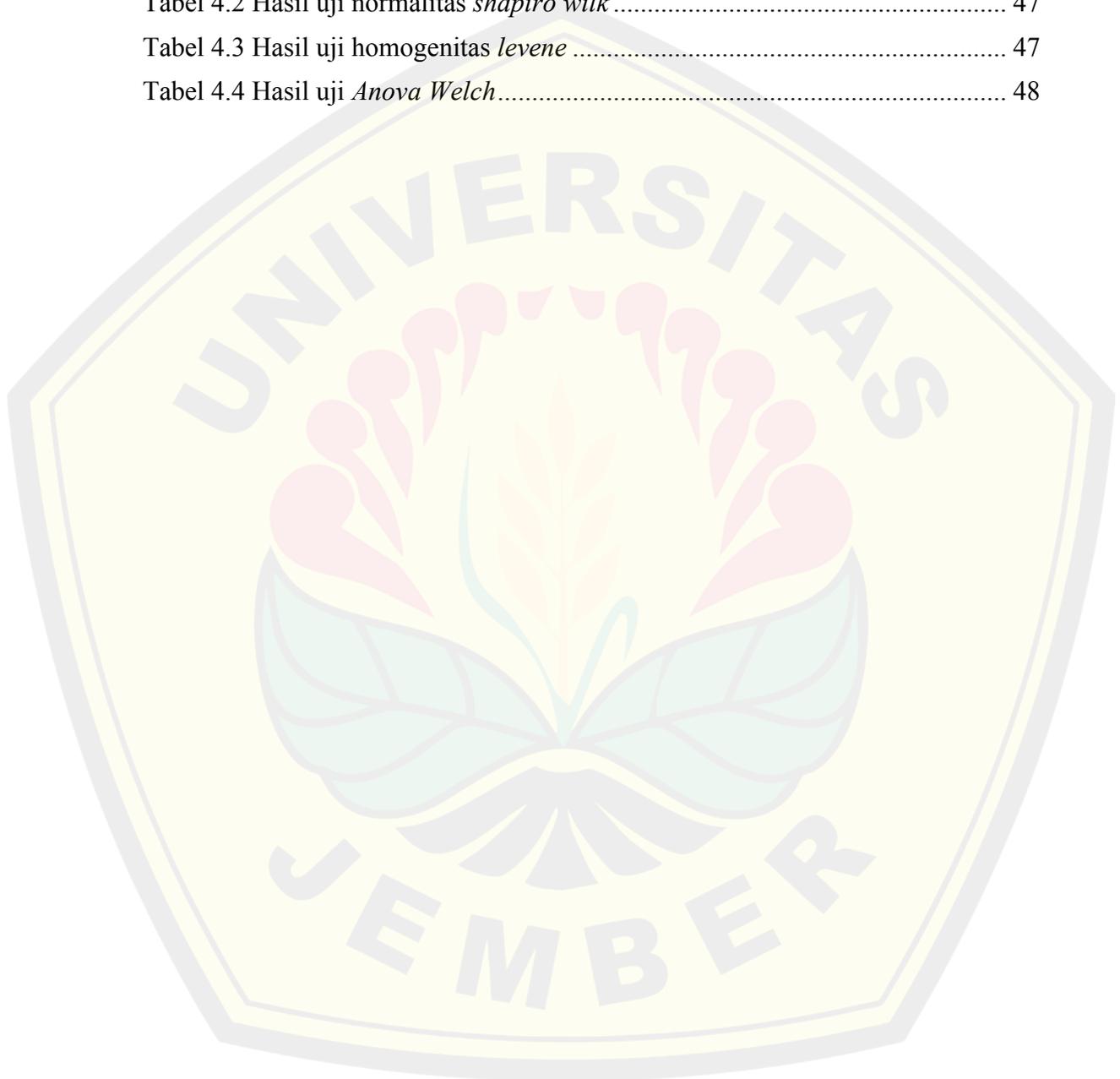
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	17
1.1 Latar Belakang	17
1.2 Rumusan Masalah	19
1.3 Tujuan Penelitian.....	19
1.4 Manfaat Penelitian.....	19
1.4.1. Manfaat Teoritis	19
1.4.2. Manfaat Praktis.....	19
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	21
2.1 Lemak.....	21
2.1.1. Definisi	21
2.1.2. Metabolisme lemak	22
2.1.3. Jenis-jenis lemak	22
2.2 Diet tinggi lemak.....	25
2.2.1. Definisi	25

2.2.2. Efek diet tinggi lemak pada kesehatan	26
2.3 Malondialdehid (MDA).....	26
2.3.1. Definisi	26
2.3.2. Pembentukan malondialdehid	27
2.4 Santan kelapa.....	29
2.4.1. Definisi	29
2.4.2. Kandungan santan	30
2.5 Hubungan diet tinggi lemak dengan kadar MDA	31
2.6 Hubungan santan dengan kadar MDA	32
2.7 Kerangka teori	33
2.8 Kerangka konsep dan hipotesis	35
BAB 3. METODE PENELITIAN	36
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	36
3.2 Tempat dan waktu Penelitian	37
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	37
3.3.1. Populasi	37
3.3.2. Sampel	37
3.3.3. Besar Sampel	37
3.4 Variabel Penelitian	38
3.5 Definisi Operasional.....	38
3.6 Instrumen Penelitian.....	39
3.6.1. Perawatan tikus.....	39
3.6.2. Pembuatan dan pemberian pakan tinggi lemak.....	39
3.6.3. Pembuatan dan pemberian santan	39
3.6.4. Pengukuran kadar MDA serum	40
3.7 Prosedur penelitian.....	40
3.7.1. Uji kelayakan etik.....	40
3.7.2. Pemeliharaan dan aklimatisasi hewan coba	40
3.7.3. Randomisasi dan pengelompokan hewan coba	40
3.7.4. Pembuatan pakan tinggi lemak.....	41

3.7.5. Pembuatan santan kelapa.....	41
3.7.6. Pemberian pakan tinggi lemak	41
3.7.7. Pemberian santan kelapa	42
3.7.8. Terminasi hewan coba.....	42
3.7.9. Pengambilan darah tikus	42
3.7.10. Pembuatan larutan MDA.....	42
3.7.11. Pengukuran kadar MDA.....	43
3.8 Metode analisis.....	43
3.9 Alur Penelitian.....	43
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Penelitian	45
4.2 Analisis Data	47
4.3 Pembahasan.....	48
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN-LAMPIRAN	56

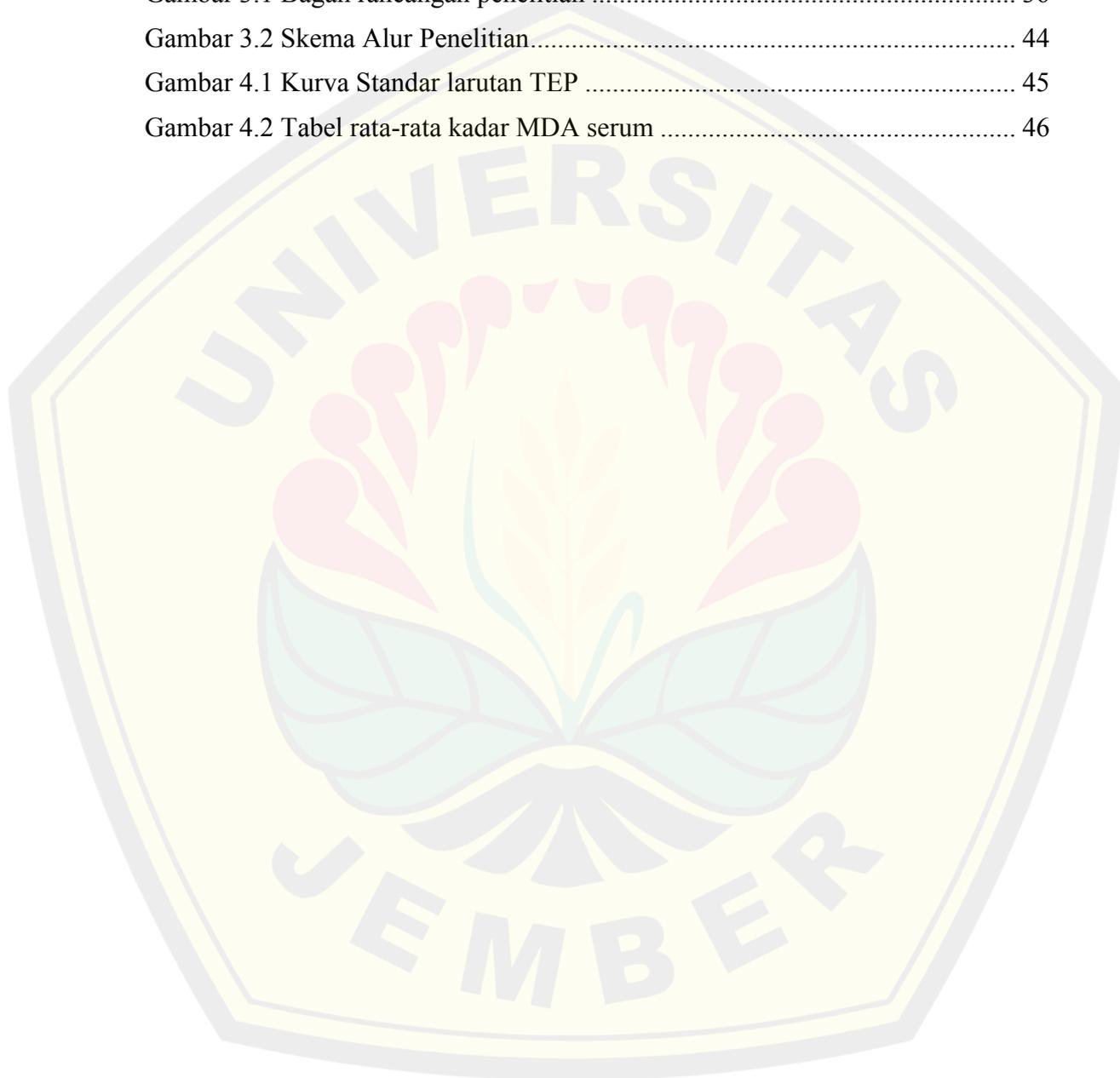
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi santan per 100 gram.....	30
Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel.....	39
Tabel 3.2 Pengelompokan hewan coba.....	41
Tabel 4.1 Rata-rata kadar MDA Serum	46
Tabel 4.2 Hasil uji normalitas <i>shapiro wilk</i>	47
Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas <i>levene</i>	47
Tabel 4.4 Hasil uji <i>Anova Welch</i>	48



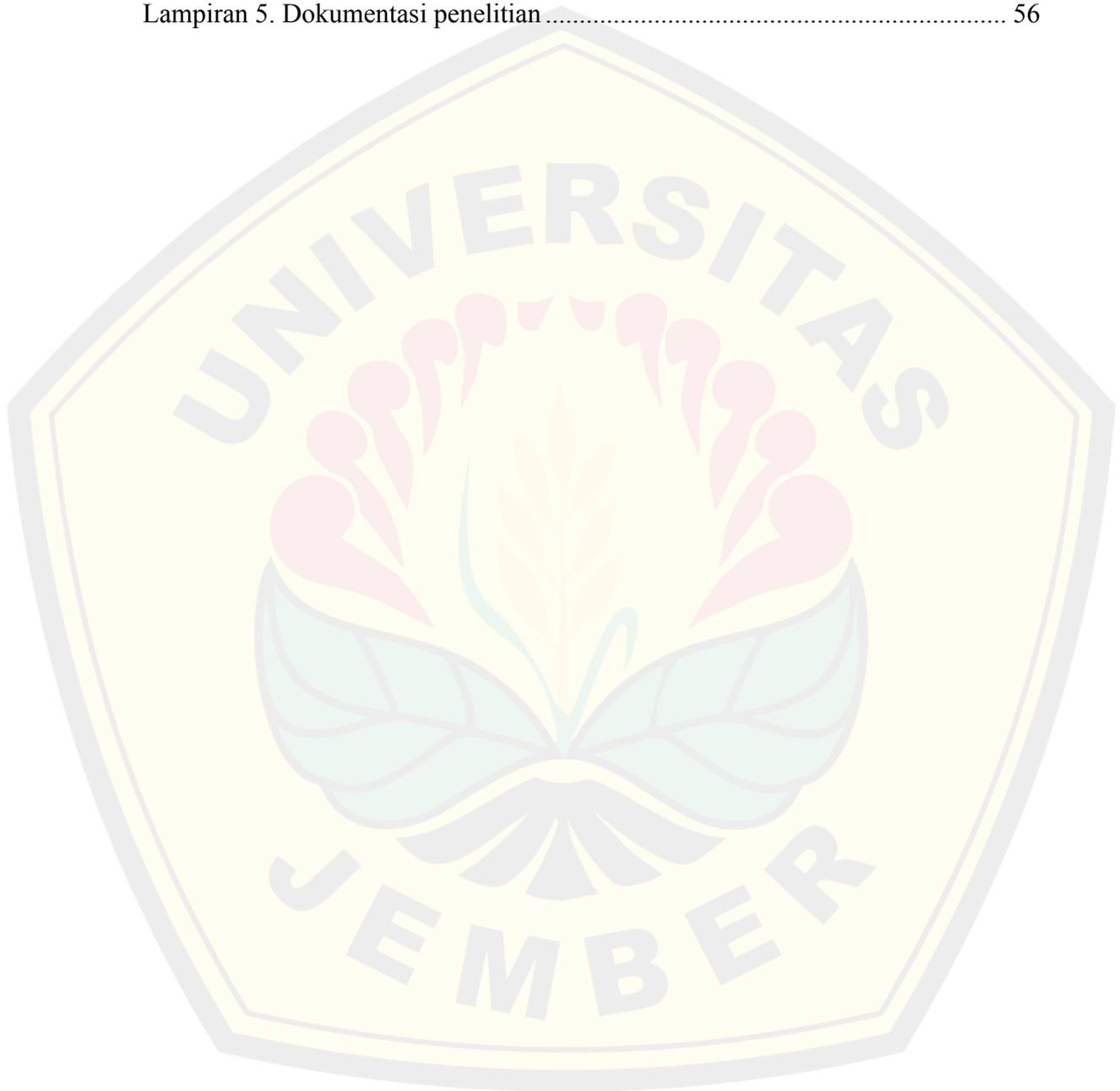
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur rantai ikatan pada asam lemak	21
Gambar 2.2 Proses peroksidasi lipid.....	28
Gambar 2.3 Bagan kerangka teori.....	34
Gambar 2.4 Bagan kerangka konsep.....	35
Gambar 3.1 Bagan rancangan penelitian	36
Gambar 3.2 Skema Alur Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Kurva Standar larutan TEP	45
Gambar 4.2 Tabel rata-rata kadar MDA serum	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persetujuan Ethical clearence	56
Lampiran 2. Bebas plagiasi	56
Lampiran 3. Data kadar MDA serum antar kelompok.....	56
Lampiran 4. Hasil uji analisis statistik SPSS	56
Lampiran 5. Dokumentasi penelitian	56



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pola makan masyarakat dunia sejak tahun 1990 mengalami transisi nutrisi yang signifikan. Transisi nutrisi ini mengubah pola makan tradisional menjadi pola makan negara barat atau disebut juga western diet. Western diet merupakan pola makan dengan asupan tinggi karbohidrat, tinggi lemak, tinggi gula, tinggi natrium dan rendah serat (Azzam, 2021; Popkin dan Ng, 2022). Di Indonesia, jika dilihat dari data RISKESDAS tahun 2018, pola konsumsi makanan berlemak dengan frekuensi 1 kali per hari mengalami kenaikan. Pada Provinsi Jawa Timur, angka pola konsumsi ini lebih tinggi yaitu 48,5% dibandingkan dengan angka nasional yaitu 41,7%. Sedangkan di Kabupaten Jember, konsumsi makanan berlemak yaitu di angka 50,96% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Pola makan tinggi lemak dapat meningkatkan risiko penyakit tidak menular. Peningkatan ini terjadi karena asam lemak bebas menyebabkan peradangan sistemik. Peradangan ini memengaruhi banyak organ seperti pankreas, otot, jaringan adiposa, otak, pembuluh darah, usus, dan hati. Sehingga, diet tinggi lemak ini seringkali menyebabkan penyakit kardiovaskuler, penyakit ginjal, diabetes melitus, osteoporosis, gangguan sistem saraf pusat, dan bahkan dapat menyebabkan kanker (Duan dkk., 2018). Konsumsi lemak yang berlebihan juga dapat menghasilkan radikal bebas, khususnya asam lemak tak jenuh karena mudah teroksidasi. Proses oksidasi asam lemak menyebabkan terbentuknya lipid peroksida. Proses oksidasi ini disebut dengan peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid akan menghasilkan molekul utama dalam kerusakan oksidatif struktur sel yaitu Malondialdehid (MDA) (Tan dan Norhaizan, 2019). Konsumsi lemak jenuh akan meningkatkan profil lipoprotein, yaitu kolesterol total dan LDL. Tingginya LDL ini dapat meningkatkan resiko proses oksidasi pada LDL. Konsumsi lemak trans menimbulkan efek 2 kali lipat dibandingkan lemak jenuh. Lemak trans bersumber pada lemak tak jenuh yang diubah secara kimia melalui hidrogenasi parsial (Sartika, 2008). Salah satu produk lemak trans yaitu minyak goreng yang digoreng berkali-

kali. Penggorengan berkali-kali ini dapat meningkatkan angka peroksida pada minyak (Mulyani dan Sujarwanta, 2018; Astuti, 2019).

Salah satu buah yang dapat mencegah stress oksidatif dan mengurangi resiko penyakit tidak menular yaitu kelapa. Pemanfaatan kelapa dalam makanan Indonesia sudah ada sejak dulu hingga sekarang. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, angka konsumsi kelapa di Indonesia tiap tahunnya mengalami penurunan. Buah kelapa di Indonesia mayoritas dimanfaatkan menjadi bahan makanan, salah satunya santan. Makanan bersantan merupakan makanan tradisional yang sampai kini masih dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Santan memiliki variasi bentuk makanan dengan memasukan bahan makanan seperti ikan, daging, dan sayuran (Alyaqoubi dkk., 2015; Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2022).

Santan ini tinggi asam lemak. Asam lemak terbagi menjadi tiga jenis rantai: asam lemak jenuh rantai pendek (SCFA), asam lemak jenuh rantai panjang (LCFA) dan asam lemak rantai sedang (MCFA). Pada santan mayoritas asam lemak yaitu jenis MCFA (Raghavendra dan Raghavarao, 2011). MCFA pada santan dapat meningkatkan kadar HDL pada darah dan memiliki struktur yang relatif stabil sehingga lebih tahan terhadap oksidasi. MCFA juga menghambat reaksi rantai radikal bebas (Huang dkk., 2021). Santan juga mengandung senyawa polifenol dan galaktomanan. Terdapat penelitian yang membuktikan bahwa senyawa tersebut berfungsi sebagai enzim antioksidan (Tsao, 2010; Wang dkk., 2010). Enzim antioksidan dapat menjaga sel oleh karena serangan radikal bebas. Jadi ketika tingkat radikal bebas meningkat, maka peroksidasi lipid akan merusak endothelium pada vaskular dan nantinya mengalami dekomposisi menjadi MDA dalam darah. Enzim antioksidan ini nantinya akan melindungi dari kerusakan vaskular dan menghambat pembentukan MDA (Grotto dkk., 2009).

Berdasarkan uraian latar belakang, pola makan dengan tinggi lemak di Indonesia mengalami peningkatan. Makanan diet tinggi lemak ini dapat meningkatkan terjadinya penyakit tidak menular seperti DM tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan bermacam jenis kanker (Duan dkk., 2018). Santan merupakan makanan tinggi lemak yang memiliki kandungan MCFA yang tinggi dan polifenol,

yang diharapkan dapat menurunkan risiko terjadinya penyakit tidak menular dengan mencegah peroksidasi lipid. Selain itu, belum ada penelitian yang khusus membahas apakah konsumsi santan dapat menghambat terjadinya peroksidasi lipid yang diukur melalui biomarker MDA.

Peneliti tertarik untuk mengetahui “Pengaruh Pemberian Santan Terhadap Kadar MDA Serum Pada Tikus Putih yang diberi Pakan Tinggi Lemak”. Pada penelitian ini, peneliti ingin melihat apakah santan ini dapat mencegah terjadinya peroksidasi lipid yang diukur melalui biomarker MDA.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimanakah pengaruh pemberian santan terhadap kadar MDA Serum pada tikus putih yang diberikan pakan tinggi lemak?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum pada penelitian ini yaitu menjelaskan pengaruh pemberian santan terhadap kadar MDA serum pada tikus putih yang diberikan pakan tinggi lemak.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian dapat menjadi wawasan dan sumber keilmuan baru tentang pengaruh pemberian santan dengan kadar MDA serum pada tikus putih yang diberikan pakan dengan tinggi lemak.

1.4.2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini semoga dapat bermanfaat untuk tambahan bukti ilmiah dan perluasan penelitian mengenai pengaruh konsumsi santan terhadap kadar MDA serum pada tikus yang diberikan diet tinggi lemak.

b. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini merupakan aplikasi biokimia sehingga dapat menjadi wawasan dan referensi tentang kandungan santan dan pengaruhnya terhadap stres oksidatif.

c. Bagi Masyarakat

Penelitian diharapkan menjadi wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat terhadap kandungan santan dan pengaruhnya terhadap kesehatan, sehingga dapat menjadi bentuk edukasi dalam mengatur pola makan masyarakat

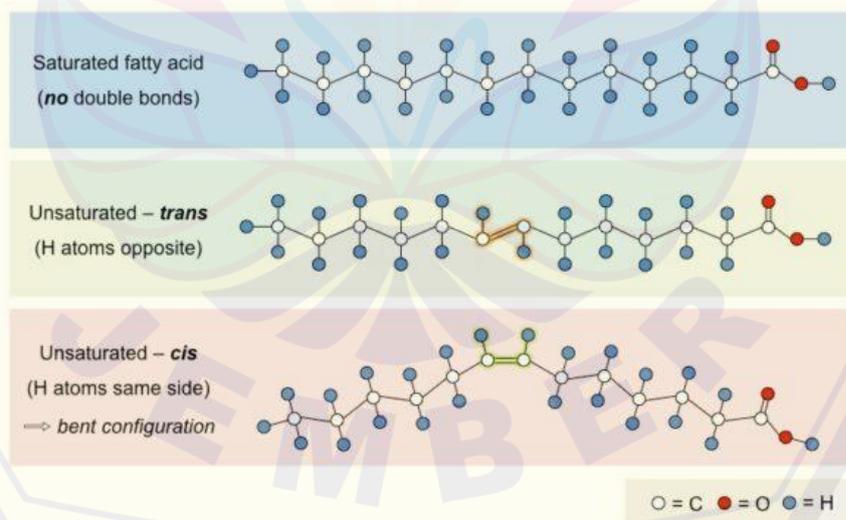


BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lemak

2.1.1. Definisi

Lemak merupakan senyawa lipid, khususnya trigliserida atau trigliserol, yang bila dihidrolisis menghasilkan asam lemak dan gliserol. Lemak memiliki bentuk padat pada suhu kamar dan tidak mudah larut dalam air, sehingga memerlukan pelarut organik (eter, benzena, dan pelarut lain). Makronutrien lemak memainkan peran yang sangat penting pada tubuh manusia. Lemak memberikan sumber energi terkonsentrasi, dua kali lebih dibandingkan dengan protein atau karbohidrat per gram. Oleh karena itu, penyebab ketidakseimbangan energi seringkali berkaitan dengan komponen makanan tersebut. Selain menyediakan sumber energi metabolisme, lemak juga merupakan sumber asam linoleat esensial (18: 2). Lemak juga merupakan komponen utama dalam mengangkut vitamin yang mudah larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K (Sartika, 2008; Mulyani dan Sujarwanta, 2018).



Gambar 2.1 Struktur rantai ikatan pada asam lemak

Komponen penyusun lemak yaitu asam lemak dan gliserol yang diperoleh melalui proses hidrolisis minyak, lemak, dan senyawa lipid. Komponen asam lemak

dalam menyusun lemak dapat dibedakan melalui jumlah atom karbon (C), hadir tidaknya ikatan rangkap, jumlah banyaknya ikatan rangkap, dan posisi ikatan rangkap. Berdasarkan bentuk struktur kimia, asam lemak dibagi menjadi asam lemak jenuh/*saturated fatty acid* (SFA), merupakan asam lemak tanpa hadirnya ikatan rangkap. Jika asam lemak memiliki ikatan rangkap disebut asam lemak tak jenuh/*unsaturated fatty acid*. Asam lemak tak jenuh ini terbagi menjadi 2 jenis, yaitu asam lemak tak jenuh tunggal/*monounsaturated fatty acid* (MUFA) yang memiliki satu ikatan rangkap dan asam lemak tak jenuh ganda/*polyunsaturated fatty acid* (PUFA) yang memiliki dua atau lebih ikatan rangkap, seperti terlihat pada Gambar 2.1. Ada pula jenis asam lemak yang lain yaitu asam lemak trans. Asam lemak trans ini memiliki ikatan rangkap namun, pada struktur molekulnya berubah konfigurasi dari cis ke trans (berlawanan arah) (Rodwell, 2015).

2.1.2. Metabolisme lemak

Metabolisme lemak merupakan proses biokimia untuk mengubah lemak menjadi energi untuk dapat digunakan oleh sel-sel. Lemak yang dikonsumsi terlebih dahulu mengalami lipolisis untuk dipecah menjadi asam lemak dan gliserol. Proses lipolisis ini terjadi dalam jaringan adiposa dan pemecahan ini diperantarai oleh enzim lipase. Pecahan asam lemak dilepaskan dari jaringan adiposa dan diangkut oleh protein dalam darah untuk mencapai jaringan yang membutuhkan energi. Asam lemak akan masuk dalam sel dan berubah menjadi asil KoA melalui proses beta oksidasi. Proses ini memecah dua atom karbon dari asam lemak dan menghasilkan molekul asetil-KoA. Asetil KoA kemudian melewati siklus sitrat untuk menghasilkan ATP dan elektron. Elektron yang dihasilkan dari oksidasi asam lemak dan siklus krebs akan ditransfer melalui rantai transport elektron didalam mitokondria. Proses ini akan digunakan enzim ATP sintase untuk mensintesis ATP dari ADP, yang ini disebut proses fosforilasi oksidatif (Rodwell, 2015).

2.1.3. Jenis-jenis lemak

- a. Lemak tak jenuh rantai tunggal (monounsaturated fatty acid/MUFA)

MUFA adalah jenis asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada struktur rantai karbonnya. Asam lemak jenis MUFA ini umumnya terdapat sebagai lemak alami yaitu omega 9 (asam oleat). MUFA banyak ditemukan pada jenis minyak yaitu minyak zaitun, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak biji kapas, dan minyak kanola (Rodwell, 2015). Satu ikatan rangkap ini memberi kelebihan yaitu tidak mudah untuk teroksidasi. Sifat ini memberikan perlindungan terhadap penyakit jantung koroner karena menghasilkan lipoprotein jenis LDL yang lebih tahan terhadap oksidasi. Karena jika LDL ini teroksidasi akan terjadi peroksidasi lipid yang dapat menyebabkan kerusakan pada endotel. Sehingga kerusakan endotel ini akan berkontribusi secara signifikan terjadi plak aterosklerosis. Terdapat penelitian menunjukkan minyak zaitun memiliki efek anti inflamasi karena dapat mengurangi produksi mediator proinflamasi, yang bermanfaat dalam mengurangi pelepasan ROS. Sehingga MUFA diyakini dapat menurunkan resiko PJK, beberapa jenis kanker, dan gangguan inflamasi lainnya (Caballero dkk., 2013).

b. Lemak tak jenuh rantai ganda (polyunsaturated fatty acid/PUFA)

PUFA adalah asam lemak dengan dua atau lebih rantai ganda. PUFA memiliki titik leleh yang nilainya lebih rendah dibandingkan MUFA atau SFA, sehingga jenis ini memiliki bentuk cair di suhu kamar, juga suhu rendah. Contoh PUFA yaitu omega 3 dan omega 6, keduanya adalah asam lemak esensial (Rodwell, 2015). Asam lemak esensial ini adalah jenis asam lemak yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, akan tetapi tubuh sendiri tidak dapat mensintesis. Sehingga kedua lemak esensial ini, omega 3 dan omega 6 ditemukan yaitu pada minyak nabati dan minyak ikan. Minyak dengan tinggi PUFA memiliki efek yaitu menurunkan kolesterol pada tubuh, terutama kolesterol LDL. Namun PUFA sangat rentan terhadap reactive oxygen species (ROS), karena ikatan rangkap yang tidak stabil dalam strukturnya. Proses berikatannya ROS dengan asam lemak ini disebut peroksidasi lipid. Jika ini tidak terkendali akan dapat menyebabkan kerusakan sel yang cukup besar. PUFA memiliki peran penting dalam

transpor metabolisme lemak, fungsi imun, mempertahankan fungsi dan integritas lemak. Beberapa turunan PUFA berasal dari jenis asam lemak esensial, seperti asam arakidonat yang berasal dari asam linoleat, dokosaheksaenoat (DHA) dan eikosapentanoat (EPA) berasal dari asam linolenat. Senyawa turunan ini dapat merangsang penyembuhan luka, menjaga denyut jantung dan tekanan darah, memiliki fungsi kekebalan, dan merangsang sistem saraf (Caballero dkk., 2013).

c. Lemak jenuh (saturated fatty acid/SFA)

SFA merupakan jenis asam lemak yang pada strukturnya hanya mempunyai satu ikatan dan pada atom karbonnya tidak memiliki ikatan rangkap. Menurut panjang rantainya, SFA dibedakan menjadi 3 jenis: lemak tak jenuh, asam lemak rantai pendek (SCFA), lemak jenuh, asam lemak rantai panjang (LCFA), dan asam lemak rantai panjang rata-rata (MCFA). Umumnya lemak ini berasal dari produk hewani seperti daging berlemak, keju, mentega, dan krim. Akan tetapi SFA juga dapat berasal dari produk nabati seperti minyak kelapa, pala, dan inti sawit (Sartika, 2008; Huang dkk., 2021). Asam lemak jenuh memiliki rantai yang stabil, sehingga tidak rentan teroksidasi dan membentuk radikal bebas. SFA dapat mengakibatkan peningkatan kadar kolesterol total dan LDL pada tubuh. Akan tetapi SFA tidak menurunkan kadar HDL pada tubuh. Kenaikan ini dapat dikaitkan dengan kejadian penyakit jantung dan menyebabkan trombosis. Asam lemak jenuh ini juga dapat meningkatkan faktor VII dibandingkan karbohidrat. Faktor ini berkaitan dengan pembekuan darah, sehingga akan terjadi peningkatan koagulabilitas darah (Caballero dkk., 2013).

d. Lemak trans

Asam lemak trans yaitu berasal dari asam lemak tak jenuh yang struktur ikatan rangkapnya berubah konfigurasi dari cis menjadi trans, yaitu pada sisi berlawanan dari rantai karbon. Perubahan konfigurasi ini membuat bentuk strukturnya menjadi mirip dengan struktur SFA. Ikatan trans ini lebih stabil secara termodinamika dibandingkan dengan ikatan cis, sehingga menyebabkan kurang reaktif secara kimiawi. Asam lemak model trans jika

dibandingkan dengan asam lemak model cis, memiliki titik leleh yang lebih tinggi (Sartika, 2008). Asam lemak trans ini dihasilkan dari proses perlakuan hidrogenasi pada PUFA. Contoh asam lemak trans yaitu berasal dari proses hidrogenasi minyak nabati seperti margarin, HVO (minyak nabati terhidrogenasi), dan produk olahan HVO seperti sereal, cookies, dan keripik. Pembentukan lemak trans juga terjadi pada saat menggoreng dengan metode deep fried, yaitu dengan cara memasukkan makanan dalam minyak goreng yang banyak hingga tenggelam dan juga dengan suhu tinggi. Lemak trans ini berdampak buruk pada komposisi lipoprotein. Efek yang ditimbulkan lemak trans ini 2 kali lebih besar dibandingkan asam lemak jenuh. Kerusakan minyak akan menghasilkan senyawa aldehida yang merupakan salah satu radikal bebas. Peningkatan kadar radikal bebas yang dampaknya terjadi kerusakan oksidatif (Caballero dkk., 2013; Rodwell, 2015).

2.2 Diet tinggi lemak

2.2.1. Definisi

Diet lemak yaitu pendekatan pola makan dengan cara menilai jumlah lemak yang dikonsumsi. Diet lemak dalam konsumsi lemak dibatasi dan biasanya mengikuti panduan yang diberikan oleh badan kesehatan. Pada panduan American Heart Association (AHA), merekomendasikan bahwa konsumsi lemak diharapkan tidak melebihi angka 25-35% dari total asupan kalori harian. Spesifik pada lemak jenuh terbatas dengan angka 7% dari total kalori harian. Sedangkan di Indonesia yang mengacu pada Permenkes Nomor 30 Tahun 2013, rekomendasi konsumsi lemak yaitu di angka 20-25% dari total energi dalam sehari. Hal ini sama dengan mengkonsumsi 5 sendok makan atau 67 gram per harinya. Diet yang melebihi batas minimum ini disebut diet tinggi lemak (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014; USDA dan HHS, 2015).

Indonesia dalam riset dasar kesehatan tahun 2018 angka konsumsi makan berlemak/kolesterol/gorengan lebih dari sekali perhari yaitu 41,7%. Jika

dibandingkan pada laporan tahun 2013, konsumsi lemak ini mengalami peningkatan yaitu sebesar 40,7%. Di Jawa Timur pada tahun 2018, angkanya lebih tinggi dibandingkan angka nasional yaitu 48,5% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Selama 2 dekade juga terjadi peningkatan angka obesitas pada setiap grup usia, hal ini diketahui karena peningkatan konsumsi makanan yang digoreng, berminyak, daging, dan produk susu (Rachmi dkk., 2017).

2.2.2. Efek diet tinggi lemak pada kesehatan

Lemak makanan memiliki keunikan tersendiri di zaman modern ini karena memiliki aspek baik dan buruk. Lemak yang memiliki aspek yang baik yaitu berfungsi sebagai pengangkut vitamin yang larut (vitamin A, D, E, K), meningkatkan penyerapan mikronutrien yang larut dalam lemak, menyediakan substrat esensial untuk sintesis senyawa yang aktif secara metabolik (misalnya asam lemak esensial untuk sintesis eikosanoid), menyediakan komponen struktural penting (misalnya, membran sel dan partikel lipoprotein), mencegah hipertrigliseridemia yang diinduksi karbohidrat, dan menyajikan bentuk bahan bakar metabolik cadangan yang padat energi (trigliserida) (Caballero dkk., 2013).

Aspek lemak makanan yang diklasifikasikan sebagai buruk yaitu menyediakan bentuk bahan bakar metabolik yang terkonsentrasi pada saat berlebih dan kontribusi asam lemak jenuh dan trans yang mendorong pembentukan plak aterosklerosis. Diet tinggi lemak juga dikaitkan dengan peningkatan ROS (reactive oxygen species) melalui proses peroksidasi lipid yang dapat menyebabkan disfungsi endotel. Sehingga aterosklerosis dan kerusakan pada endotel ini menjadi penguat faktor resiko terjadinya penyakit jantung, stroke, dan flebitis (Caballero dkk., 2013; Duan dkk., 2018).

2.3 Malondialdehid (MDA)

2.3.1. Definisi

Malondialdehid (MDA) merupakan salah satu produk aldehid dengan 3 rantai karbon yang terbentuk sebagai hasil dari peroksidasi lipid. Proses peroksidasi

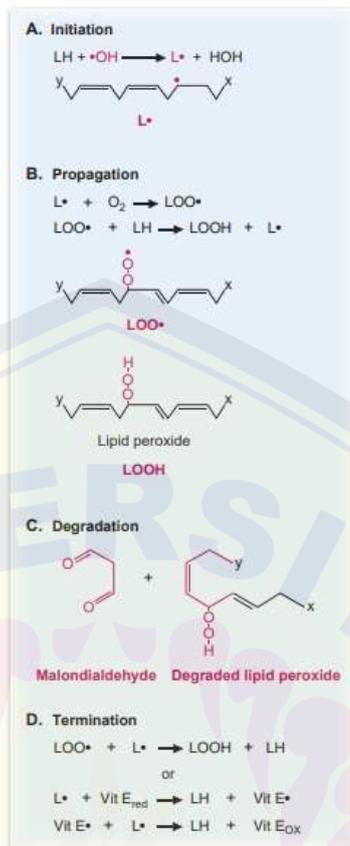
lipid ini terjadi ketika radikal bebas memisah atom hidrogen yang berasal dari lemak yang berikatan rangkap ganda yaitu lemak tak jenuh ganda. MDA memiliki kemampuan dalam berinteraksi dengan berbagai makromolekul seluler dan menyebabkan kerusakan oksidatif. Kemampuan interaksi ini membuat MDA menjadi hasil produk peroksidasi lipid yang umum diukur dan diidentifikasi melalui sampel darah dan urin dalam penelitian biologi dan medis. Indikator MDA dipilih dikarenakan memiliki stabilitas yang tinggi, indikator terjadinya kerusakan akibat radikal bebas, dan mudah ditemukan dalam berbagai kondisi patologis dan penuaan (Grotto dkk., 2009; Ayala dkk., 2014).

MDA dibentuk melalui proses oksidasi yang disebut peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid merupakan proses ketika oksidan seperti radikal bebas menyerang lipid. Hal ini sering terjadi pada PUFA dalam mengambil hidrogen yang berasal dari atom karbon, dengan menyisipkan oksigen. Sehingga dapat menghasilkan radikal peroksil lipid dan hidroksiperoksida.

Peroksidasi molekul lipid akan mengubah dan merusak struktur molekul lipid. Selain sifat peroksidasi lipid membran yang merusak diri sendiri, aldehida yang terbentuk dapat mengikat protein. Ketika lipid yang rusak merupakan komponen membran biologis, susunan kohesif lapisan ganda lipid dan organisasi struktural yang stabil akan terganggu. Terganggunya integritas membran mitokondria dapat menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas (Lieberman, 2013).

2.3.2. Pembentukan malondialdehid

Malondialdehid (MDA) adalah produk aldehid yang ditemukan melalui proses peroksidasi lipid. Proses peroksidasi lipid terbagi menjadi 4 tahap yaitu, inisiasi, propagasi, degradasi dan terminasi. Proses peroksidasi lipid dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Proses peroksidasi lipid (Sumber: Lieberman, 2013)

a. Inisiasi

Tahap diawali dengan pembentukan radikal hidroksil yang sangat reaktif. Selanjutnya akan berdifusi dalam membran sel atau lipid lainnya. Radikal hidroksil ini akan bereaksi dengan molekul lipid tak jenuh, seperti PUFA atau kolesterol LDL. Radikal hidroksil yang mengekstraksi atom hidrogen dari lipid tak jenuh ganda (LH), sehingga membentuk radikal lipid (L \cdot) (Lieberman, 2013; Ayala dkk., 2014).

b. Propagasi

Radikal lipid (L \cdot) yang terbentuk akan bereaksi dengan O₂, untuk membentuk radikal peroksi lipid (LOO \cdot) dan lipid peroksida (LOOH). Peroksida lipid ini lebih reaktif daripada sebelumnya. Sehingga dapat menarik satu elektron lagi yang berasal dari asam lemak tak jenuh atau kolesterol LDL dan akan menjadi reaksi berantai. Radikal peroksi lipid dan lipid peroksida ini dapat berdifusi ke daerah lain, sehingga mereka dapat

berinteraksi, menghasilkan lebih banyak radikal bebas dan peroksida lipid baru (Lieberman, 2013; Ayala dkk., 2014).

c. Degradasi

Pada tahap ini reaksi berantai di tahap propagasi diputus. Pemutusan ini dikarenakan interaksi dengan antioksidan. Namun pada beberapa kasus akan terjadi penataan ulang. Penataan ulang elektron tunggal menghasilkan degradasi lipid. Hasil dari penataan ulang ini adalah pembentukan senyawa aldehid reaktif yaitu malondialdehid, yang larut dan muncul dalam darah (Lieberman, 2013).

d. Terminasi

Tahap akhir dalam reaksi berantai peroksidasi, ketika radikal bebas saling bereaksi dan membentuk senyawa tidak reaktif, seperti senyawa hidroperoksida alkil dan hidroperoksida peroksil. Meskipun reaksi terminasi menghentikan pembentukan radikal bebas baru, peroksida lipid yang terbentuk selama proses peroksidasi sebelumnya masih tetap ada. Selama peroksidasi lipid berlanjut, reaksi inisiasi dan propagasi akan dominan, dan ini akan menghasilkan lebih banyak radikal bebas dan peroksida lipid baru. Reaksi berantai baru dapat diakhiri dengan hadirnya vitamin E dan antioksidan yang larut dalam lipid yaitu dengan menyumbangkan satu elektron. Dua langkah reduksi berikutnya membentuk antioksidan yang stabil dan teroksidasi (Lieberman, 2013; Ayala dkk., 2014).

2.4 Santan kelapa

2.4.1. Definisi

Santan merupakan ekstrak air yang berasal dari endosperma buah kelapa yang diparut dan diperas air pada parutan kelapa segar memakai tangan ataupun mesin, lalu menyaring santan dengan saringan. Santan memiliki banyak variasi hidangan, dikonsumsi secara langsung atau dimasak dengan memasukan bahan-bahan seperti sayuran, ikan, dan daging (Karunasiri dkk., 2020). Makanan

bersantan di Indonesia sudah menjadi makanan tradisional sejak dulu hingga sekarang. Menurut data kementerian pertanian, angka partisipasi bahan makanan kelapa bukan termasuk santan instan sejak tahun 2017-2021 mengalami penurunan. Terlebih lagi pada tahun 2020-2021 terjadi penurunan hingga sebesar -3,20% (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2022).

2.4.2. Kandungan santan

Santan memiliki berbagai macam komposisi makronutrien dan mikronutrien, adapun komposisi santan menurut Tabel komposisi pangan indonesia tahun 2017, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi santan per 100 gram

Santan per 100 gram	
Air (g)	54,9
Energi (Kal)	324
Protein (g)	4.2
Lemak (g)	34.3
Karbohidrat (g)	5.6
Serat (g)	0.0
Abu (g)	1.0
Kalsium (mg)	14
Fosfor (mg)	45
Besi (mg)	1.9
Natrium (mg)	18
Kalium (mg)	514.1
Tembaga (mg)	0.4
Seng (mg)	0.9
Niasin (mg)	0.5
Vitamin c (mg)	2

Sumber: (Izwardy, 2018)

Berdasarkan Tabel komposisi pangan indonesia tahun 2017, makronutrien terbanyak terdapat pada lemak. Lemak pada santan paling banyak jenis lemak jenuh (SFA). Komposisi jenis lemak jenuh sebagian besar adalah medium chain fatty acid (MCFA), dengan mayoritas yaitu asam laurat dan asam miristat (Karunasiri dkk., 2020). Peningkatan konsumsi asam laurat, miristat, atau palmitat secara bersamaan dapat memengaruhi peningkatan kadar kolesterol total, HDL, dan LDL pada tubuh. Di antara ketiganya, hanya asam laurat yang secara khusus ditemukan memiliki

peningkatkan rasio kolesterol total terhadap kolesterol HDL (Mensink, 2016). Penelitian ini menunjukkan bahwa metode kuliner tradisional penduduk Asia yang menggunakan santan mungkin tidak menyebabkan efek merugikan pada profil lipid serum dan bahwa pergantian ke PUFA tidak perlu dipertimbangkan dalam konteks populasi umum. Hasil ini akan memiliki implikasi penting untuk saran diet di banyak negara termasuk Sri Lanka, India, Filipina, dan Indonesia (Ekanayaka dkk., 2013).

Santan juga memiliki komposisi yaitu senyawa polifenol yang memiliki fungsi sebagai antioksidan. Senyawa polifenol ini dapat melindungi makromolekul seperti lipid, protein, dan DNA oleh karena kerusakan oksidatif (Costa dkk., 2021). Pada penelitian di Malaysia, aktivitas antioksidan pada santan memiliki signifikansi yang lebih tinggi dibandingkan susu kambing dan sapi. Temuan ini menunjukkan bahwa santan dapat dianggap sebagai komponen makanan yang menjanjikan dalam mencegah terjadinya kerusakan oksidatif dan mampu mengurangi risiko terjadinya penyakit degeneratif (Alyaqoubi dkk., 2015).

2.5 Hubungan diet tinggi lemak dengan kadar MDA

Diet tinggi lemak dapat meningkatkan stres oksidatif, beberapa penelitian menunjukkan pada kelompok diet tinggi lemak mengalami peningkatan kadar MDA dibandingkan dengan kelompok standar (Noeman dkk., 2011; Emami dkk., 2016). Diet tinggi lemak dapat mempercepat kelebihan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) yang diaktivasi oleh NADPH oksidase. Proses aktivasi ini akan menyebabkan produksi superoksida anion yang nantinya akan memulai proses reaksi berantai dengan senyawa lain seperti logam besi (Fe) atau tembaga (Cu), membentuk hidrogen peroksida (H_2O_2), dan radikal hidroksil ($OH\cdot$). Senyawa hasil bentukan ini dapat merusak berbagai komponen sel, termasuk lipid. Proses perusakan lipid oleh stres oksidatif disebut peroksidasi lipid. Oleh karena itu, diet tinggi lemak dapat meningkatkan kadar MDA dengan terjadinya proses peroksidasi lipid (Haggag dkk., 2014; Tan dan Norhaizan, 2019; Jiang dkk., 2021).

Asam lemak jenuh dalam sifat kimianya memiliki ikatan yang stabil, sehingga membuat asam lemak jenuh tidak mudah teroksidasi. Namun konsumsi

lemak jenuh dapat meningkatkan kadar kolesterol total, spesifik lagi meningkatkan kadar LDL. Asam lemak jenuh meningkatkan kadar kilomikron di usus. Kilomikron ini memasuki sirkulasi dan menyebabkan pembentukan asam lemak bebas, yang diambil oleh hati. Asam lemak bebas hati ini dapat memasuki mitokondria untuk β -oksidasi atau diesterifikasi menjadi trigliserida. Trigliserida terakumulasi dalam hepatosit sebagai tetesan kecil atau menghasilkan VLDL, yang kemudian diubah menjadi low-density lipoprotein (LDL). Beban LDL yang berlebihan dalam darah dapat membentuk LDL teroksidasi (Ox-LDL) karena akumulasi yang berlebihan atau kurangnya reseptor LDL dalam hepatosit. Proses oksidasi LDL merupakan proses peroksidasi lipid, sehingga produk dari reaksi ini salah satunya MDA. LDL akan berubah menjadi oxLDL, yang memiliki sifat pro-aterogenik dan berkontribusi dalam pembentukan plak aterosklerosis. Jadi lemak jenuh dapat memengaruhi keseimbangan ROS dan antioksidan dengan meningkatkan oxLDL melalui proses peroksidasi lipid yang hasil akhir produk ini salah satunya MDA (Chatterjea dan Shinde, 2012; Tan dan Norhaizan, 2019).

Minyak kelapa sawit yang digoreng berkali-kali akan meningkatkan angka peroksida. Hal ini mengindikasikan bahwa minyak tersebut dapat meningkatkan peroksidasi lipid. Terdapat penelitian yang menunjukkan minyak kelapa sawit yang digoreng berkali-kali meningkatkan MDA dan menurunkan enzim SOD, CAT, juga GSH. Hal ini menunjukkan bahwa penggorengan berulang kali pada minyak dapat menyebabkan stres oksidatif (Septian dan Thadeus, 2012; Sukalingam dkk., 2016; Astuti, 2019).

2.6 Hubungan santan dengan kadar MDA

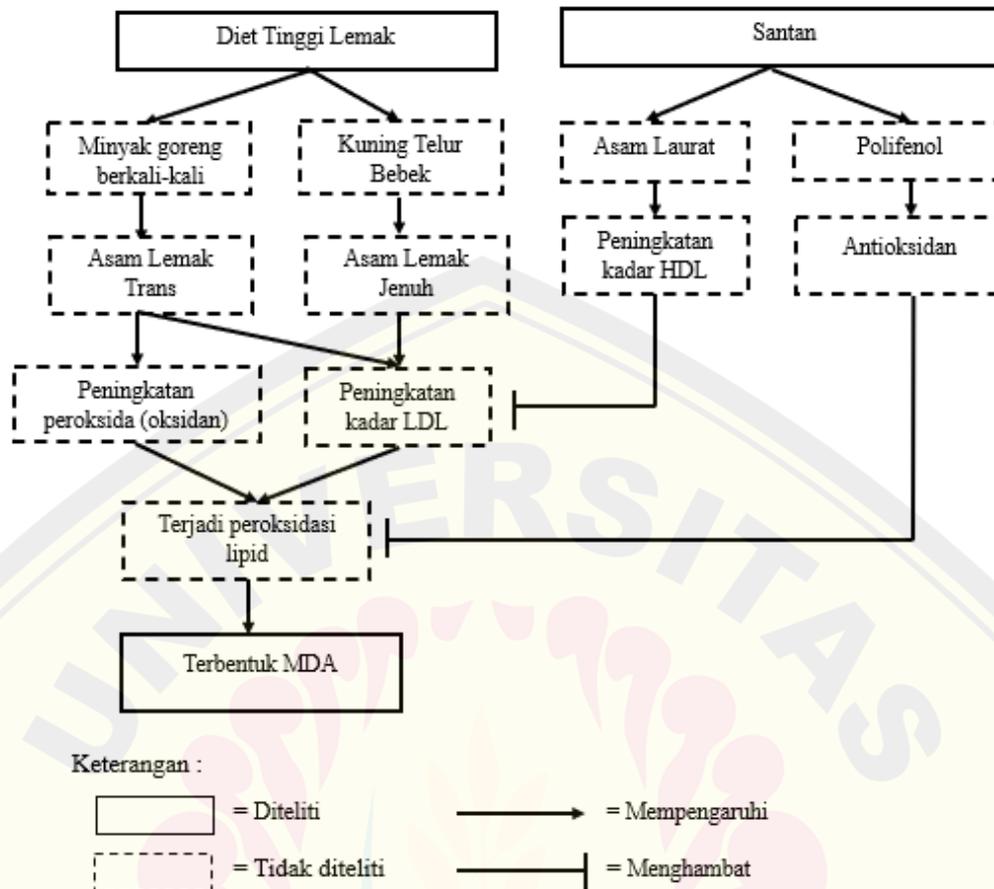
Santan merupakan air yang diekstrak dari buah kelapa dan mengandung berbagai zat, antara lain asam laurat dan senyawa polifenol. Asam laurat adalah salah satu jenis *medium chain fatty acid* (MCFA). Komposisi MCFA yang terdapat pada santan yaitu asam laurat, asam miristat, dan asam palmitat, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar kolesterol total, LDL, dan HDL. Namun, asam laurat khususnya ditemukan memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar kolesterol HDL (Mensink, 2016; Karunasiri dkk., 2020).

Sifat dari asam laurat ini akan membantu mengurangi kolesterol yang terdapat pada dinding arteri. Hal ini akan mencegah terjadinya proses peroksidasi lipid pada kolesterol LDL dan juga mencegah aterosklerosis. HDL juga memiliki fungsi antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi pada LDL dengan cara menghentikan reaksi peroksidasi lipid. Sehingga ketika proses peroksidasi lipid terhambat, dapat menyebabkan tidak terbentuknya produk MDA (Sorani dkk., 2015).

Santan juga memiliki senyawa polifenol yang dapat menghentikan reaksi peroksidasi lipid pada LDL maupun PUFA. Senyawa polifenol ini sebagian besar diperoleh dari sumber daya alam salah satunya santan. Secara luas senyawa ini digunakan sebagai antioksidan, yaitu pencegahan oksidasi untuk melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Alyaqoubi dkk., 2015; Cicero dan Colletti, 2018). Antioksidan ini menghentikan proses peroksidasi lipid dengan cara memutus rantai atau menghambat langkah radikal lipid ketika rantai peroksidasi dimulai pada tahap propagasi. Penghentian ini menyebabkan proses peroksidasi lipid terhambat, sehingga tidak terbentuknya produk MDA (Costa dkk., 2021).

2.7 Kerangka teori

Penelitian ini memiliki kerangka teori yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



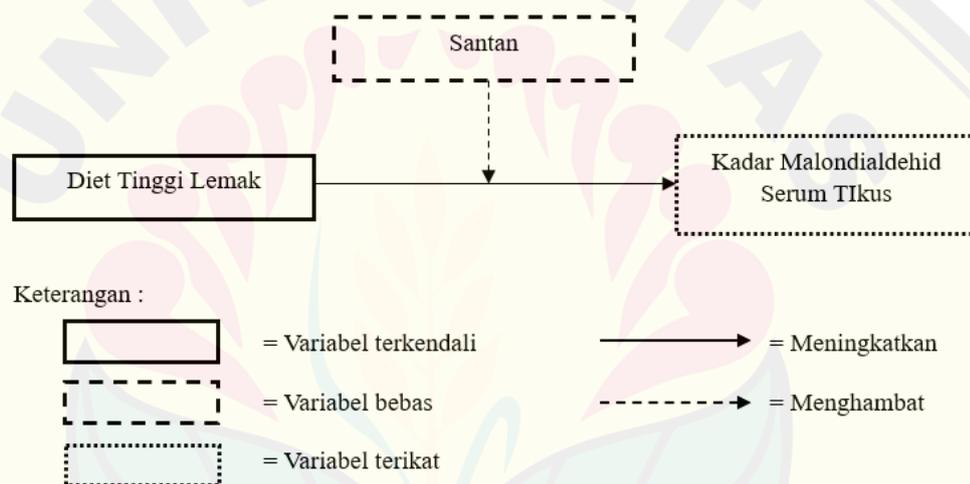
Gambar 2.3 Bagan kerangka teori

Diet dengan tinggi lemak jenuh menyebabkan peningkatan kadar LDL pada darah. Hal ini akan menyebabkan ketidakseimbangan kadar LDL, sehingga akan rentan terjadinya proses peroksidasi lipid. Lemak trans juga dapat merangsang respon peradangan dan menjadi sumber utama radikal bebas. Lemak trans berupa minyak yang digoreng berkali-kali akan menyebabkan perubahan pada minyak dan meningkatkan peroksida pada minyak. Konsumsi lemak jenuh dan transi ini meningkatkan resiko terjadinya peroksidasi lipid. Dimulailah tahapan peroksidasi lipid, mulai dari tahap inisiasi, propagasi, degradasi, dan terminasi. Pada tahap degradasi terbentuk produk aldehid dari proses peroksidasi lipid yaitu malondialdehid (MDA). Sehingga jika banyaknya LDL akan membuat terjadi proses peroksidasi lipid dan terjadi peningkatan MDA. LDL juga akan berubah menjadi LDL teroksidasi (oxLDL), yang memiliki sifat aterogenik. Santan

memiliki kandungan yang dapat menghambat peningkatan kadar MDA, yaitu asam laurat dan senyawa polifenol. Asam laurat nantinya akan menyeimbangkan kadar LDL, dengan cara meningkatkan HDL. Peningkatan ini dapat mengurangi kadar kolesterol dan juga fungsi HDL sebagai antioksidan. Senyawa polifenol juga merupakan antioksidan yang dapat memutus rantai peroksidasi lipid. Kedua kandungan tersebut dapat menghambat terbentuknya produk peroksidasi lipid yaitu MDA, sehingga tidak terjadi kenaikan pada kadar MDA.

2.8 Kerangka konsep dan hipotesis

Penelitian ini memiliki kerangka teori yang dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Bagan kerangka konsep

Santan akan menghambat terjadi peningkatan kadar MDA serum pada tikus dikarenakan senyawa yang ada pada santan, yaitu asam laurat dan senyawa polifenol. Kedua senyawa ini dapat menghambat proses peroksidasi lipid yang terjadi karena diet tinggi lemak. Berdasarkan kerangka konsep tersebut, hipotesis penelitian ini adalah santan dapat menghambat kenaikan nilai kadar MDA serum pada tikus yang diberikan pakan tinggi lemak.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental murni dengan pengacakan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Penelitian ini menggunakan rancangan *posttest only randomized control grup design*. Hasil MDA dalam serum hewan coba pada kelompok kontrol dibandingkan dengan kelompok perlakuan. Rancangan ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Bagan rancangan penelitian

Keterangan :

Kelompok Negatif = Tikus yang diberikan pakan tinggi lemak

Kelompok kontrol = Tikus diberi pakan biasa

Kelompok perlakuan 1 = Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa 25%

Kelompok perlakuan 2 = Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa 50%

Kelompok perlakuan 3 = Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa 100%

3.2 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah hewan coba dan laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Penelitian dilakukan sejak bulan Januari hingga Oktober 2023.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1. Populasi

Populasi pada penelitian adalah tikus jantan galur wistar (*rattus norvegicus*)

3.3.2. Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah tikus jantan galur wistar (*rattus norvegicus*) dengan memenuhi kriteria sebagai berikut :

a. Kriteria Inklusi

- 1) Tikus wistar jantan
- 2) Sehat ditandai dengan gerakan yang aktif dan tingkah laku yang normal
- 3) Berat badan 150-200 gram
- 4) berusia 2-3 Bulan.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Bulu kusam, rontok, dan botak
- 2) Aktivitas kurang dan tidak aktif
- 3) Berat badan turun > 10% setelah masa adaptasi
- 4) cacat, sakit, dan/atau mati.

c. Kriteria drop out

Tikus yang mati hingga akhir penelitian.

3.3.3. Besar Sampel

Perumusan besar sampel pada penelitian ini menggunakan rumus Federer.

Rumus Federer = $(t - 1)(r - 1) \geq 15$

Keterangan :

t = Jumlah pengulangan di setiap kelompok

r = Jumlah kelompok perlakuan

Diketahui jumlah kelompok perlakuan terdapat 5 kelompok, sehingga $r = 5$. Maka jumlah pengulangan di setiap kelompok adalah sebagai berikut,

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(t - 1)(5 - 1) \geq 15$$

$$(t - 1) 4 \geq 15$$

$$4t - 4 \geq 15$$

$$4t \geq 15 + 4$$

$$t \geq 19/4$$

$$t \geq 4.75 \approx 5$$

Jadi jumlah pengulangan pada setiap kelompok yaitu 5. Maka besar sampel pada penelitian total 25 sampel.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini ada 3 yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkontrol, yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pemberian santan kelapa pada tikus putih jantan.

b. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar MDA serum pada tikus putih jantan.

c. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah pemberian pakan tinggi lemak.

3.5 Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Hasil ukur	Skala data
1.	Pakan Tinggi Lemak	Pakan tinggi lemak yang digunakan yaitu minyak goreng kelapa sawit bekas dengan 9 kali penggorengan tahu sebanyak 450 gram dan kuning telur bebek mentah. Dengan banyaknya pemberian minyak goreng bekas sejumlah 3 mL tiap hari dan kuning telur bebek sejumlah 2,5 mL/200 gBB tiap 2 hari.	ml	Ordinal
2.	Santan	Santan merupakan hasil perasan daging buah kelapa tua dengan usia 11-13 bulan yang digiling dan diencerkan dengan air berdasarkan konsentrasi. Kelompok dengan konsentrasi 25%, dengan perbandingan santan dan air yaitu 1 : 4. Kelompok dengan konsentrasi 50%, dengan perbandingan santan dan air yaitu 1 : 2. Kelompok dengan konsentrasi 100%, yaitu santan murni tanpa pengenceran.	ml	Ordinal
3.	MDA	Kadar MDA pada serum darah tikus yang diambil melalui intrakardiak dan diperiksa menggunakan metode Thiobarbituric acid (TBA)	nmol/ml	Rasio

3.6 Instrumen Penelitian

3.6.1. Perawatan tikus

Alat dan bahan yang dipakai saat perawatan tikus yaitu kandang, tutup kandang, timbangan, tempat makan, tempat minum, sekam dan pakan standar.

3.6.2. Pembuatan dan pemberian pakan tinggi lemak

Alat yang dipakai dalam membuat pakan tinggi lemak yaitu timbangan, baskom, wajan penggorengan, beaker glass dan sonde. Untuk bahan yang diperlukan yaitu minyak goreng, tahu, dan kuning telur bebek.

3.6.3. Pembuatan dan pemberian santan

Alat yang digunakan yaitu pisau, penyaring, baskom, *beaker glass*, kompor, dan sonde. Bahan yang dibutuhkan untuk membuat santan kelapa yaitu daging kelapa.

3.6.4. Pengukuran kadar MDA serum

Bahan yang dibutuhkan yaitu darah tikus, reagen TCA, reagen TBA, dan aquades. Sedangkan untuk alat yang dibutuhkan spektrofotometri, vortex, mikropipet, tip, *centrifuge*, dan *waterbath*.

3.7 Prosedur penelitian

3.7.1. Uji kelayakan etik

Penelitian ini sudah mendapatkan ijin etik oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Jember nomor 1796/H25.1.11/KE/2023 (lampiran 1.2).

3.7.2. Pemeliharaan dan aklimatisasi hewan coba

Pemeliharaan dan aklimatisasi hewan coba dilakukan selama 7 hari sebelum nantinya hewan coba diberikan perlakuan. Hewan diberikan pakan standar dan minum secara *ad libitum*. Tempat tinggal hewan coba yaitu pada bak plastik kotak yang memiliki penutup kawat serta diberi alas sekam. Pengaturan tempat mulai dari sirkulasi udara, penerangan, suara (<85 dB) dan suhu ruangan (20-26°C). Pengaturan dijaga dengan mengamati lingkungan sekitar dan melihat melalui alat ukur yang ada. Penjagaan ini bertujuan agar hewan coba tidak ketakutan dan tidak stress.

3.7.3. Randomisasi dan pengelompokan hewan coba

Tikus putih jantan sebanyak 25 yang sudah memenuhi kriteria inklusi maupun eksklusif. Setiap tikus diberikan tanda angka mulai 1 – 25 di bagian ekornya. Setelah itu dengan memakai aplikasi *random picker*, angka yang muncul dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok kontrol, kelompok negatif, kelompok perlakuan 1, kelompok perlakuan 2, dan kelompok perlakuan 3. Masing-masing kelompok terdiri lima tikus dapat dilihat melalui Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengelompokan hewan coba

Kelompok	Perlakuan yang diberikan
Kelompok Kontrol	Pemberian pakan standar
Kelompok Negatif	Pemberian pakan tinggi lemak
Kelompok Perlakuan 1	Pemberian pakan tinggi lemak dan santan kelapa konsentrasi 25%
Kelompok Perlakuan 2	Pemberian pakan tinggi lemak dan santan kelapa konsentrasi 50%
Kelompok Perlakuan 3	Pemberian pakan tinggi lemak dan santan kelapa konsentrasi 100%

3.7.4. Pembuatan pakan tinggi lemak

Pakan tinggi lemak/*high fat diet* (HFD) yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan kuning telur bebek dan minyak goreng bekas. Pembuatan minyak goreng bekas dengan cara menggoreng 450 gram tahu kedalam 1 liter minyak goreng dan dilakukan sebanyak ≥ 9 kali. Penggorengan menggunakan teknik *deep fat frying* dengan suhu 150 - 165°C. sedangkan untuk kuning telur, dipisahkan dan selanjutnya dikocok. Kuning telur bebek ini diberikan secara mentah.

3.7.5. Pembuatan santan kelapa

Pembuatan santan dengan cara memarut daging buah kelapa. Hasil parutan dikumpulkan dan diperas menggunakan kain, sehingga mendapat santan kelapa. Santan yang didapatkan diencerkan menjadi 3 konsentrasi yaitu 25%, 50%, dan 100%. Konsentrasi 25% dibuat dengan perbandingan santan dan air yaitu 1:4. Konsentrasi 50% dibuat dengan perbandingan santan dan air yaitu 1:2. Konsentrasi 100% merupakan santan murni tanpa diencerkan.

3.7.6. Pemberian pakan tinggi lemak

Pemberian kuning telur bebek diberikan sebanyak 2,5 mL/200gBB setiap dua hari dan pemberian minyak goreng bekas diberikan sebanyak 3 mL/hari. Pakan tinggi lemak ini diberikan pada kelompok positif dan kelompok perlakuan. Pemberian ini dilakukan pada pagi hari dan menggunakan sonde lambung. Pemberian pakan tinggi lemak ini dilakukan selama 45 hari.

3.7.7. Pemberian santan kelapa

Pemberian dilakukan dengan menggunakan sonde lambung dan menyesuaikan konsentrasi juga dosis pemberian menyesuaikan lambung tikus. Konsentrasi terbagi menjadi 25%, 50%, 100%. Dosis yang diberikan tidak boleh melebihi lambung tikus yaitu 5 ml/KgBB/hari.

3.7.8. Terminasi hewan coba

Terminasi hewan coba dilakukan pada hari ke-46 dengan menginjeksi xylazin dengan dosis 5mg/KgBB dan ketamin dengan dosis 75 mg/KgBB secara intraperitoneal. Setelah terminasi dan pengambilan sampel selesai, hewan coba dibakar hingga menjadi abu, lalu dikubur dengan kedalaman 0,5 meter.

3.7.9. Pengambilan darah tikus

Pengambilan darah tikus diambil melalui jantung tikus. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Tikus yang telah diterminasi ini akan dibedah perutnya dengan membentuk V-shape
- 2) Setelah dibedah akan terlihat bagian jantung
- 3) Darah diambil melalui jantung hingga habis
- 4) Setelah itu dimasukkan kedalam tabung *vacutainer*

3.7.10. Pembuatan larutan MDA

Larutan reagen yang dibuat untuk pemeriksaan MDA yaitu,

- 1) TCA 30% v/w (30% = 30 g/100 mL)

Padatan TCA ditimbang seberat 30 gram dilarutkan dengan aquades 100 mL. Caranya yaitu larutan dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL ditambah aquades hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen.

- 2) TBA 10% (10% = 10 g/100 mL)

Padatan TBA ditimbang seberat 10 gram dilarutkan aquades 100 mL.

Caranya yaitu larutan dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL ditambah aquades hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen.

3.7.11. Pengukuran kadar MDA

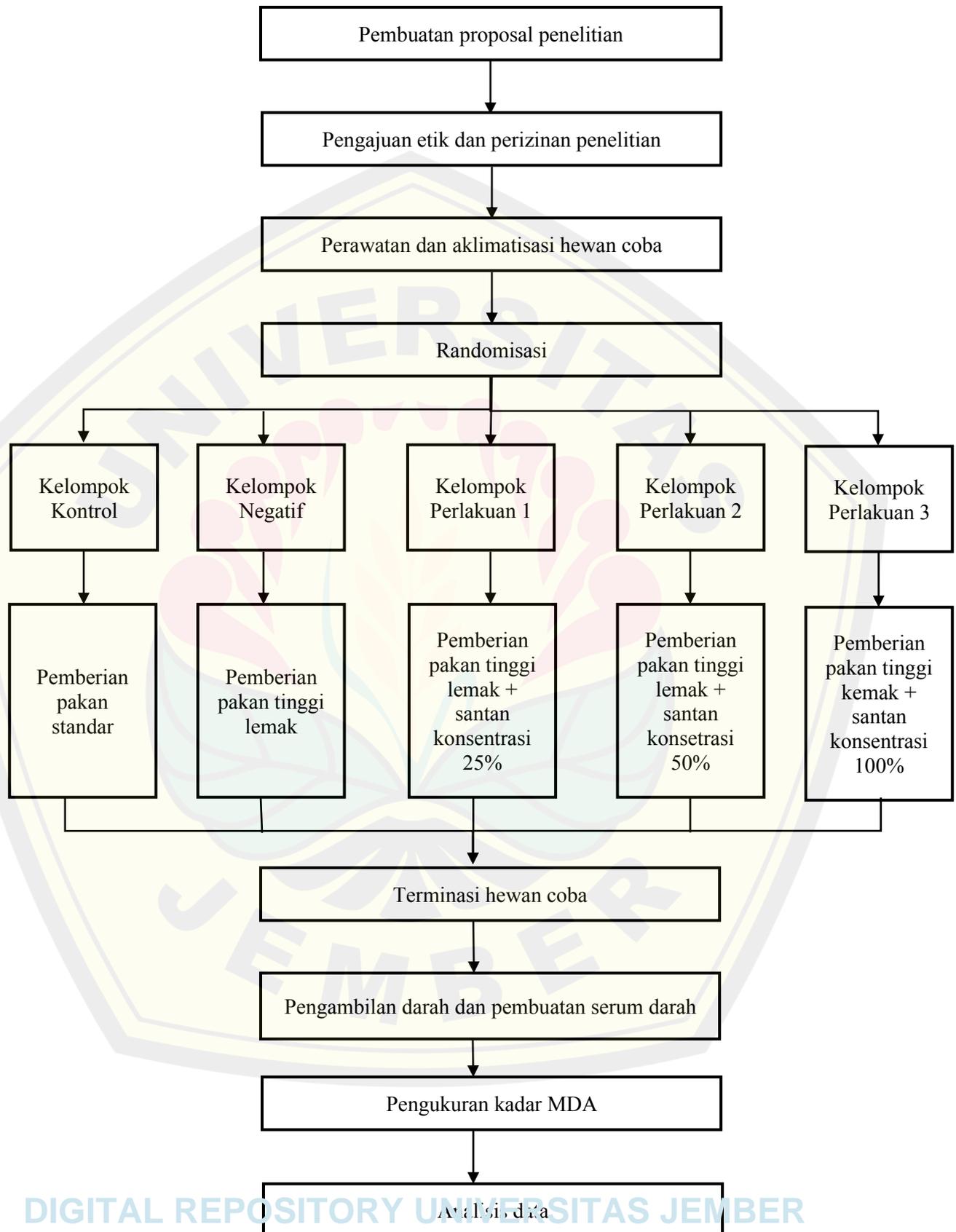
- 1) Masukkan darah tikus pada tabung *vacutainer plain*
- 2) Lakukan *sentrifuge* pada 3000 rpm selama 15 menit
- 3) ambil 0,5 mL serum dengan mikropipet dan masukan ke dalam tabung reaksi
- 4) tambahkan 0,5 mL 30% *trichloacetic acid* (TCA)
- 5) sentrifuge pada 3000 rpm selama 5 menit
- 6) Ambil 0,5 mL supernatan dan tambahkan 0,5 mL 10% TBA
- 7) Rebus dengan suhu 100° C selama 30 menit
- 8) Selanjutnya, direndam dalam air es selama 10 menit
- 9) Baca absorbansi supernatan dengan panjang gelombang 532 nm
- 10) masukan hasil pada kurva standar yang sudah ditentukan.

3.8 Metode analisis

Data yang didapatkan dilakukan analisis statistik one way ANOVA menggunakan aplikasi SPSS. Pemilihan ini berdasarkan tujuan untuk mengkomparasikan rata – rata antara 2 kelompok lebih dan memiliki data yang bebas. One way ANOVA ini dapat membantu menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Syarat untuk melakukan uji one way ANOVA adalah mempunyai distribusi yang normal dan seragam. Jika data tidak berdistribusi normal maka akan dilakukan uji Kruskal Wallis. Sedangkan jika datanya heterogen maka akan dilakukan uji Welch ANOVA.

3.9 Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

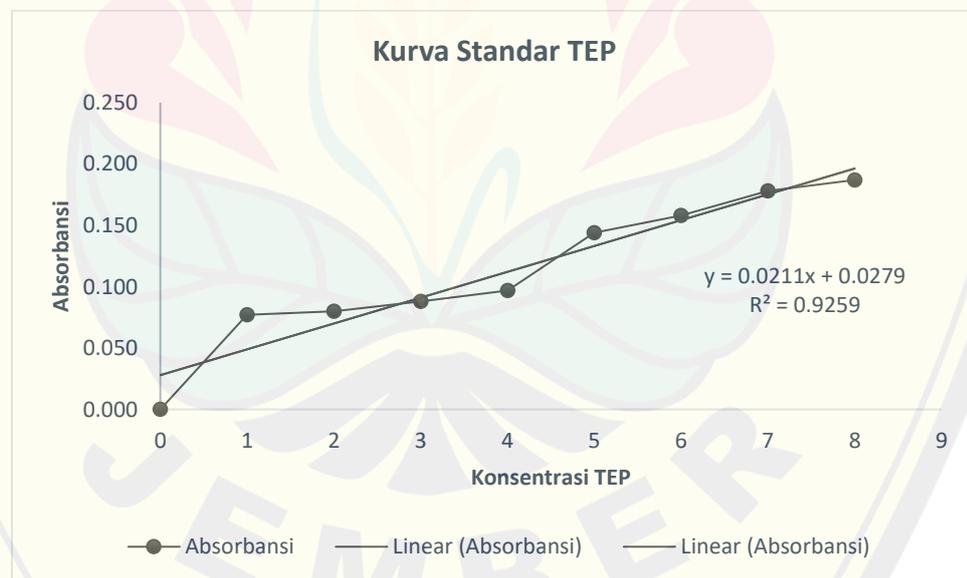


Gambar 3.2 Skema Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan pada 1 Januari 2023 di rumah hewan coba dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Sebanyak 25 ekor tikus dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Setelah 7 hari dilakukan randomisasi dan dibagi menjadi 5 kelompok, yang terdiri dari 1 kelompok kontrol, 1 kelompok negatif, dan 3 kelompok perlakuan bertingkat. Pemberian pakan tinggi lemak dan santan dilakukan selama 45 hari dan diberikan melalui sonde lambung. Selama masa pemberian perlakuan, terdapat satu tikus yang mati pada kelompok negatif. Pada hari ke-46 yaitu pada tanggal 6 Maret 2023 dilakukan terminasi dan pengambilan sampel darah tikus. Sampel darah kemudian diperiksa di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Hasil pemeriksaan MDA serum yang telah dikonversi menggunakan persamaan kurva standar tetraetoksipropin yang dapat dilihat melalui Gambar 4.1.

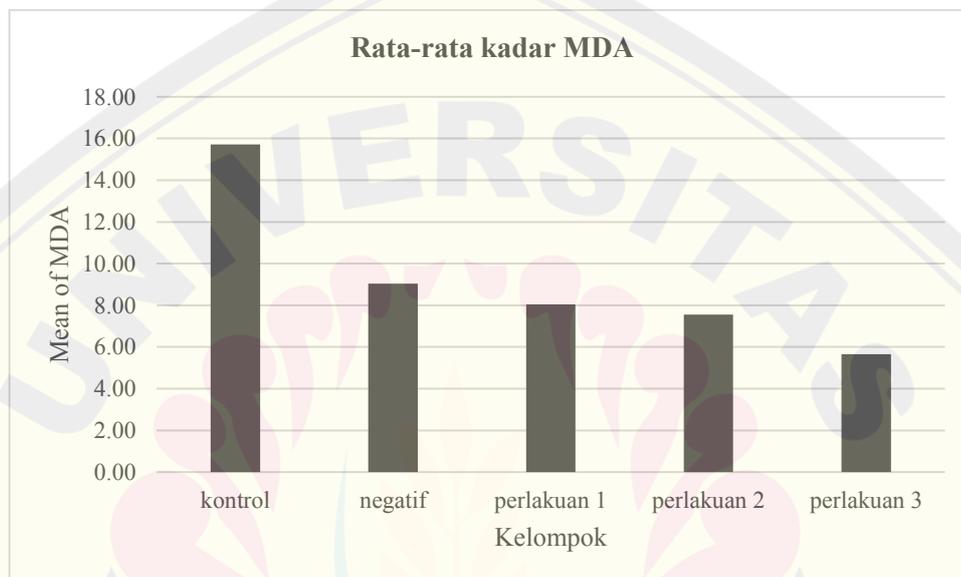


Gambar 4.1 Kurva Standar larutan TEP

Gambar diatas menunjukkan persamaan kurva standar untuk mengukur kadar MDA (Desminarti dan Anwar, 2012). Melalui persamaan tersebut didapatkan hasil rata-rata kadar MDA yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan kurva pada Gambar 4.2

Tabel 4.1 Rata-rata kadar MDA Serum

Kelompok	N	Mean ± SD
Kontrol	5	15.72 ± 15.14
Negatif	4	9.05 ± 7.47
Perlakuan 1	5	8.05 ± 4.14
Perlakuan 2	5	7.56 ± 3.72
Perlakuan 3	5	5.65 ± 2.51



Gambar 4.2 Tabel rata-rata kadar MDA serum

Keterangan :

Kontrol : Diberikan pakan standar

Negatif : Diberikan pakan tinggi lemak

Perlakuan 1 : Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa dengan konsentrasi 25%

Perlakuan 2 : Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa dengan konsentrasi 50%

Perlakuan 3 : Diberikan pakan tinggi lemak dan santan kelapa dengan konsentrasi 100%

Melihat data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata antar kelompok kontrol dibandingkan dengan kelompok lainnya memiliki nilai yang tinggi, sehingga nilai ini akan menjadi acuan untuk menilai kelompok pakan tinggi lemak dan kelompok perlakuan. Rata-rata kadar MDA pada kelompok pakan tinggi lemak memiliki rata-rata yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol, akan tetapi jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan hampir sama. Sedangkan

pada kelompok perlakuan bertingkat didapatkan rata-rata yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol dan pakan tinggi lemak. Pada kelompok ini juga terlihat semakin besar konsentrasinya, semakin rendah rata-rata nilainya. Maka jika berdasarkan hasil penelitian, santan tidak bisa dinilai apakah menghambat kenaikan atau justru sebaliknya, meskipun terdapat kecenderungan semakin menurun nilai rata-rata nilainya.

4.2 Analisis Data

Melihat data diatas maka diperlukan uji untuk mengetahui perbedaan signifikan antar kelompok yaitu one-way ANOVA. Syarat uji one-way ANOVA adalah data terdistribusi normal dan homogen. Sehingga diperlukan untuk uji normalitas (uji shapiro wilk) dan uji homogenitas (uji levene). Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji Shapiro Wilk dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil uji normalitas *shapiro wilk*

Kelompok	Statistic	df	Sig.
Kontrol	0.855	5	0.211
Negatif	0.947	4	0.700
Perlakuan 1	0.956	5	0.783
Perlakuan 2	0.919	5	0.523
Perlakuan 3	0.983	5	0.948

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk, didapatkan hasil semua kelompok $p > 0,05$. Maka interpretasinya bahwa data terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas yaitu menggunakan uji Levene, dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas *levene*

statistic	df1	df2	Sig.
3.384	4	19	0.030

Berdasarkan uji levene yang telah dilakukan, didapatkan signifikan $< 0,05$. Maka dapat diinterpretasikan data tidak homogen. Karena data terdistribusi normal, akan tetapi tidak homogen, sehingga uji dilanjutkan dengan ANOVA Welch. Hasil uji ANOVA Welch dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil uji *Anova Welch*

statistic	df1	df2	Sig.
0.772	4	8.741	0.571

Hasil uji ANOVA Welch menunjukkan signifikansi $0,571 > 0,05$. Hasil analisis data ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok-kelompok tersebut. Maka santan belum dipastikan dapat menghambat kadar MDA serum pada tikus yang diberikan pakan tinggi lemak.

4.3 Pembahasan

Rendahnya nilai rata-rata kadar MDA pada kelompok pakan tinggi lemak, dikarenakan metode pakan tinggi lemak yang digunakan tidak menunjukkan naiknya kadar MDA. Sumber minyak yang digoreng berulang kali memang benar memiliki angka peroksida yang tinggi (Astuti, 2019; Sinurat dan Silaban, 2021). Terdapat studi yang menunjukkan minyak yang digoreng berulang kali mengalami kenaikan kadar MDA. Namun pada penelitian tersebut menggunakan minyak kelapa sawit olein dan menggoreng kripik dari kentang manis (Leong dkk., 2012). Pada penelitian lain juga menunjukkan bahwa minyak yang digoreng berkali-kali dapat meningkatkan kadar MDA dan bahkan menurunkan koenzim antioksidan seperti SOD, CAT, dan GSH. Pada penelitian ini juga dilakukan penggorengan menggunakan kentang manis (Sukalingam dkk., 2016). Belum ada penelitian yang menunjukkan dengan 9 kali menggoreng tahu dan kuning telur bebek dipastikan dapat meningkatkan kadar MDA. Akan tetapi penelitian ini dapat meningkatkan kadar profil lipid dan aterosklerosis (Hanung dkk., 2019; Jannah dkk., 2020). Sehingga, dapat dipastikan metode ini belum bisa menaikkan nilai MDA.

Santan memiliki komposisi asam lemak jenuh dengan mayoritas jenis asam lemak rantai tengah. Pada penelitian Liu dkk bahwa, asam lemak jenuh rantai tengah memiliki pengaruh pada penurunan kadar kolesterol total (Liu dkk., 2017). Namun beberapa penelitian menunjukkan asam lemak jenuh rantai tengah tidak berpengaruh signifikan pada kolesterol total (DemiRci, 2021; McKenzie, 2021). Sedangkan pada penelitian santan oleh Karunasiri dkk, tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan kadar kolesterol total, LDL, dan HDL pada

kelompok yang diberikan santan. Kadar profil lipid ini berhubungan dengan terjadi proses peroksidasi lipid. Sehingga terdapat hubungan profil lipid dengan besarnya kadar MDA (Umara dkk., 2020). Oleh karena itu, kadar MDA pada kelompok pakan tinggi lemak dibandingkan dengan kelompok santan tidak jauh beda rata-ratanya.

Pada kelompok santan bertingkat menunjukkan nilai rata-rata yang paling rendah dibandingkan kelompok kontrol dan kelompok pakan tinggi lemak. Hal ini disebabkan adanya senyawa polifenol pada santan. Zat fenolik ini melindungi makromolekul seperti lipid, protein, dan DNA dari kerusakan oksidatif. Terdapat penelitian uji antioksidan santan pada sel ragi dengan uji TBARS yang menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang diberi hidrogen peroksida (Karunasiri dkk., 2020). Komponen senyawa antioksidan paling banyak pada santan yaitu katekin (Wijayaratna, 2015). Senyawa itu dapat menghasilkan dan menangkap radikal bebas secara langsung (penghapusan ROS dan agen chelating logam) atau tidak langsung (induksi enzim antioksidan dan penghambatan enzim prooksidan) (Zeb, 2020). Mekanisme aksi katekin sebagai penangkal anion superoksida yaitu Nox (NADPH oxidase). NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate) merupakan koenzim yang memiliki peran penting dalam reaksi antioksidan yang dapat menghentikan pembentukan MDA (Zainuddin dkk., 2022). Koenzim ini terlibat dalam sistem antioksidan enzimatik seperti glutathione peroksidase (GPx) dan superoksid dismutase (SOD). Keduanya memiliki mekanisme kerja yang sinergis. SOD berperan dalam mengubah superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen. Superoksida merupakan jenis ROS yang dapat merusak sel dan memicu reaksi peroksidasi lipid. GPx berperan dalam konversi hidrogen peroksida menjadi air dan lipid yang lebih stabil. Mekanisme tersebut dapat mengurangi potensi kerusakan oksidatif dan pembentukan MDA (Ayala dkk., 2014).

Keterbatasan pada penelitian ini bahwa radikal bebas menjadi penyebab akan terbentuknya MDA. Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya radikal bebas seperti faktor lingkungan, kondisi tikus, dan genetika tikus. Pemeriksaan juga memengaruhi akan hasil MDA. Metode ini memang mudah dan

murah, namun memiliki sensitivitas dan spesifitas yang kurang. Hal ini karena TBA bereaksi juga dengan senyawa seperti glukosa, asam amino, bilirubin, dan albumin. Uji TBARS juga perlu diperhatikan kondisi keasaman dan kondisi suhu (Grotto dkk., 2009; Aguilar Diaz De Leon dan Borges, 2020).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian dapat disimpulkan, bahwa pakan tinggi lemak yang dipakai pada penelitian ini memiliki nilai MDA yang rendah. Meskipun terdapat kecenderungan tidak mengalami peningkatan nilai MDA pada kelompok santan dengan konsentrasi bertingkat, Akan tetapi santan tidak terbukti menghambat kenaikan kadar MDA atau sebaliknya.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan disarankan untuk lebih memilih instrumen yang dapat diandalkan seperti pemilihan pakan tinggi lemak yang jauh lebih baik, sehingga dapat melihat apakah santan ini dapat menghambat kenaikan kadar MDA. Penelitian juga bisa dikembangkan pada santan yang dikonsumsi oleh masyarakat, yaitu berupa santan yang sudah diolah menjadi masakan dan dihubungkan dengan indikator kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar Diaz De Leon, J. dan C. R. Borges. 2020. Evaluation of oxidative stress in biological samples using the thiobarbituric acid reactive substances assay. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*. (159)
- Alyaqoubi, S., A. Abdullah, M. Samudi, N. Abdullah, Z. R. Addai, dan K. H. Musa. 2015. Study of antioxidant activity and physicochemical properties of coconut milk (pati santan) in malaysia
- Astuti, T. D. 2019. Pengaruh penggorengan berulang terhadap kualitas minyak goreng. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*. 1(2):62–66.
- Ayala, A., M. F. Muñoz, dan S. Argüelles. 2014. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2014:1–31.
- Azzam, A. 2021. Is the world converging to a ‘western diet’? *Public Health Nutrition*. 24(2):309–317.
- Caballero, B., L. Allen, dan A. Prentice. 2013. *Encyclopedia of Human Nutrition*. Edisi 3. Elsevier/Academic Press.
- Chatterjea, M. N. dan R. Shinde. 2012. *Textbook of Medical Biochemistry*. Edisi 8th ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publications (P) Ltd.
- Cicero, A. F. G. dan A. Colletti. 2018. Polyphenols effect on circulating lipids and lipoproteins: from biochemistry to clinical evidence. *Current Pharmaceutical Design*. 24(2):178–190.
- Costa, M., S. Losada-Barreiro, F. Paiva-Martins, dan C. Bravo-Díaz. 2021. Polyphenolic antioxidants in lipid emulsions: partitioning effects and interfacial phenomena. *Foods*. 10(3):539.
- DemiRci, M. dan M. Başalan. 2021. Effects of medium-chain free fatty acids on performance, some biochemical parameters and meat fatty acids profile of broiler chickens. *Thai J Vet Med*.
- Desminarti, S. dan F. Anwar. 2012. EFEK bubuk tempe instan terhadap kadar malonaldehid (mda) serum tikus hiperglikemik. 6(2)
- Duan, Y., L. Zeng, C. Zheng, B. Song, F. Li, X. Kong, dan K. Xu. 2018. Inflammatory links between high fat diets and diseases. *Frontiers in Immunology*. 9:2649.

- Ekanayaka, R. A. I., N. K. Ekanayaka, B. Perera, dan P. G. S. M. De Silva. 2013. Impact of a traditional dietary supplement with coconut milk and soya milk on the lipid profile in normal free living subjects. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2013:1–11.
- Emami, S. R., M. Jafari, R. Haghshenas, dan A. Ravasi. 2016. Impact of eight weeks endurance training on biochemical parameters and obesity-induced oxidative stress in high fat diet-fed rats
- Grotto, D., L. S. Maria, J. Valentini, C. Paniz, G. Schmitt, S. C. Garcia, V. J. Pomblum, J. B. T. Rocha, dan M. Farina. 2009. Importance of the lipid peroxidation biomarkers and methodological aspects for malondialdehyde quantification. *Química Nova*. 32(1):169–174.
- Haggag, M. E.-S. Y. E.-S., R. M. Elsanhoty, dan M. F. Ramadan. 2014. Impact of dietary oils and fats on lipid peroxidation in liver and blood of albino rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 4(1):52–58.
- Hanung, A., F. Saktini, dan A. R. Gumay. 2019. PENGARUH frekuensi penggorengan minyak jelantah terhadap diameter dan gambaran histopatologi lumen aorta tikus wistar (*rattus novergicus*). 8(1)
- Huang, L., L. Gao, dan C. Chen. 2021. Role of medium-chain fatty acids in healthy metabolism: a clinical perspective. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 32(6):351–366.
- Izwardy, D. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. 2018.
- Jannah, B. M., S. Isdadiyanto, dan A. J. Sitaswi. 2020. Histopathological of white rats aorta induced by high-fat feed after administered by neem leaf ethanolic extract
- Jiang, S., H. Liu, dan C. Li. 2021. Dietary regulation of oxidative stress in chronic metabolic diseases
- Karunasiri, A. N., M. Gunawardane, C. M. Senanayake, N. Jayathilaka, dan K. N. Seneviratne. 2020. Antioxidant and nutritional properties of domestic and commercial coconut milk preparations. *International Journal of Food Science*. 2020:1–9.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2014. Pedoman Gizi Seimbang. 2014.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Laporan Nasional Risesdas 2018. 2018.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. Analisis Ketahanan Pangan Tahun 2022. 2022.

- Leong, X.-F., J. Salimon, M. R. Mustafa, dan K. Jaarin. 2012. Effect of repeatedly heated palm olein on blood pressure-regulating enzymes activity and lipid peroxidation in rats. *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS*. 19(1):20–29.
- Lieberman, M. 2013. MARKS' basic medical biochemistry: a clinical approach, fourth edition
- Liu, Y., Y. Zhang, X. Zhang, Q. Xu, X. Yang, dan C. Xue. 2017. Medium-chain fatty acids reduce serum cholesterol by regulating the metabolism of bile acid in c57bl/6j mice. *Food & Function*. 8(1):291–298.
- McKenzie, K. M. 2021. Medium-chain triglyceride oil and blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomized trials
- Mensink, R. P. 2016. Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis. *World Health Organization*
- Mulyani, H. dan A. Sujarwanta. 2018. *Lemak dan Minyak*. Edisi 1. Kota Metro: Lembaga Penelitian UM Metro.
- N. Wijayaratna, R. N., Uthpala. 2015. Comparison of the basic nutritional characteristics of the first extract and second extract of coconut milk. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 3(10):9516–9521.
- Noeman, S. A., H. E. Hamooda, dan A. A. Baalash. 2011. Biochemical study of oxidative stress markers in the liver, kidney and heart of high fat diet induced obesity in rats. *Metabolic Syndrome*
- Popkin, B. M. dan S. W. Ng. 2022. The nutrition transition to a stage of high obesity and noncommunicable disease prevalence dominated by ultra-processed foods is not inevitable. *Obesity Reviews*. 23(1)
- Rachmi, C. N., M. Li, dan L. Alison Baur. 2017. Overweight and obesity in indonesia: prevalence and risk factors—a literature review. *Public Health*. 147:20–29.
- Raghavendra, S. N. dan K. S. M. S. Raghavarao. 2011. Aqueous extraction and enzymatic destabilization of coconut milk emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 88(4):481–487.
- Rodwell, V. W. 2015. *Harper's Illustrated Biochemistry*. A Lange medical book. Edisi 30. ed. New York: McGraw-Hill.

- Sartika, R. A. D. 2008. Pengaruh asam lemak jenuh, tidak jenuh dan asam lemak trans terhadap kesehatan. *Kesmas: National Public Health Journal*. 2(4):154.
- Septian, A. dan M. S. Thadeus. 2012. PERUBAHAN histopatologik pembuluh darah aorta dan kadar malondialdehyde (mda) pada mus musculus galur swiss derived akibat pemberian minyak jelantah. 24
- Sinurat, D. I. dan R. Silaban. 2021. Analysis of the quality of used cooking oil used in frying chicken. 04(1)
- Soran, H., J. D. Schofield, dan P. N. Durrington. 2015. Antioxidant properties of hdl. *Frontiers in Pharmacology*. 6
- Sukalingam, K., K. Jaarin, Q. H. M. Saad, S. Mohamed, dan F. Othman. 2016. Research article consumption of add-x and repeatedly heated palm oil on the blood pressure and oxidative stress markers in ovaectomized rats. *Int. J. Pharmacol.*
- Tan, B. L. dan M. E. Norhaizan. 2019. Effect of high-fat diets on oxidative stress, cellular inflammatory response and cognitive function. *Nutrients*. 11(11):2579.
- Tsao, R. 2010. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*. 2(12):1231–1246.
- Umara, T. A., S. Nasution, C. A. Adella, L. S. Lintang, M. O. Prabudi, dan D. Edianto. 2020. Correlation between serum malondialdehyde (mda) levels and lipid profile in menopausal women in dr. pirngadi hospital medan. 7(2)
- USDA dan HHS. 2015. 2015-2020 dietary guidelines for americans. *United States Department of Agriculture*. (8)
- Wang, X., J. Wang, J. Zhang, B. Zhao, J. Yao, dan Y. Wang. 2010. Structure–antioxidant relationships of sulfated galactomannan from guar gum. *International Journal of Biological Macromolecules*. 46(1):59–66.
- Zainuddin, A., I. Wiani, D. Kurnia, F. Ramadhanty, dan R. Padilah. 2022. Prediction of the mechanism of action of catechin as superoxide anion antioxidants and natural antivirals for covid-19 infection with in silico study. 13(3)
- Zeb, A. 2020. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. [Persetujuan Ethical clearence](#)

Lampiran 2. [Bebas plagiasi](#)

Lampiran 3. [Data kadar MDA serum antar kelompok](#)

Lampiran 4. [Hasil uji analisis statistik SPSS](#)

Lampiran 5. [Dokumentasi penelitian](#)

