

**PENGARUH TEPUNG KEDELAI (*GYCLINE MAX L MERR*) TERHADAP
KADAR *MALONDIALDEHYDE* (MDA)
Studi Eksperimental Terhadap Tikus Galur Wistar Jantan
Yang Diinduksi Timbal Asetat (Pb)**

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh:

Muh. Nabhan Riza Khatami

30101900130

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2023

SKRIPSI

**PENGARUH TEPUNG KEDELAI (GYCLINE MAX L MERR)
TERHADAP KADAR MALONDIALDEHYDE (MDA) STUDI
EKSPERIMENTAL TERHADAP TIKUS GALUR WISTAR JANTAN
YANG DIINDUKSI TIMBAL ASETAT (Pb)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Muh.Nabhan Riza Khatami

30101900130

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal 14 Agustus 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I

Dr. dr. Joko Wahyu W, M.Kes.

Anggota Tim Penguji

dr. Mohamad Riza, M.Si

Pembimbing II

dr. Hesty Wahyuningsih, M.Si. Med.

Prof. Dr. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes

Semarang, 21 Agustus 2023

Fakultas Kedokteran

Universitas Islam Sultan Agung



Dekan,

Dr. dr. Setyo Trisnadi, SH, Sp.KF.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Muh.Nabhan Riza Khatami

NIM : 30101900130

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“PENGARUH TEPUNG KEDELAI (*GYCLINE MAX L MERR*)
TERHADAP KADAR *MALONDIALDEHYDE* (MDA) Studi Eksperimental
Tikus Galur Wistar Jantan yang Diinduksi Timbal Asetat (Pb)”**

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar skripsi orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku

Semarang, 22 Agustus 2023



Muh.Nabhan R.K

PRAKARTA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji selalu dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas karunia rahmat serta hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Skripsi dengan judul “Pengaruh Tepung Kedelai (*Glycine Max L Merr*) Terhadap Kadar *Malondialdehyde* (MDA) Studi Eksperimental terhadap Tikus Galur Wistar Jantan Yang Diinduksi Timbal Asetat (Pb)”. Shalawat dan salam peneliti sampaikan pada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam beserta para wali yang kita nantikan syafaatnya di hari akhir kelak, amiin.

Tujuan dari penyusunan Skripsi ini sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Kedokteran dari Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. dr. Setyo Trisnadi, SH, Sp.KF. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Dr. dr. Joko Wahyu W, M.Kes. selaku dosen pembimbing I dan dr. Hesty Wahyuningsih, M.Si. Med. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
3. dr. Mohamad Riza, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes sebagai penguji skripsi yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Orangtua saya (Warji dan Johar Nur Aini), dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan do'a, bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi.

5. Silvia Faizatin Z yang memberikan motivasi peneliti dalam penyelesaian Skripsi
6. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.

Peneliti mengetahui bahwa skripsi ini belum sempurna. Karena itu peneliti berterima kasih sekali atas kritis dan saran yang membangun. Peneliti berharap penelitian ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di semua disiplin ilmu serta bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 21 Agustus 2023

Muh.Nabhan R.K



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PRAKARTA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1. Tujuan Umum.....	4
1.3.2. Tujuan Khusus.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2. Manfaat Praktis.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Malondialdehyde</i> (MDA).....	6
2.1.1. <i>Malondialdehyde</i> (MDA).....	6
2.1.2. Kadar MDA digunakan sebagai parameter untuk mengindikasikan tingkat stress oksidatif.....	7
2.1.3. Peroksidasi lipid oleh ROS.....	8
2.2. Kedelai.....	9
2.2.1. Pengertian Kedelai.....	9
2.2.2. Taksonomi Kedelai.....	10
2.2.3. Kandungan Zat Kedelai.....	11

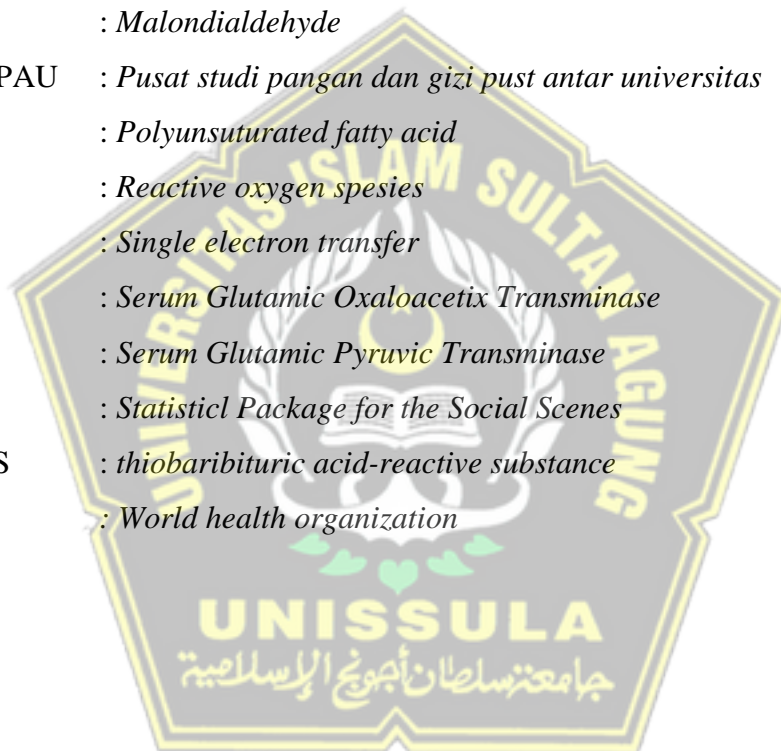
2.2.4. Kadar Timbal (Pb)	14
2.2.5. Vitamin E.....	15
2.3. Hubungan Kedelai dengan Kadar MDA	16
2.4. Kerangka Teori.....	17
2.5. Kerangka Konsep	17
2.6. Hipotesis	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Jenis penelitian dan Rancangan Penelitian.....	18
3.2. Variabel dan Definisi Operasional	18
3.2.1. Variabel.....	18
3.2.2. Definisi Operasional	18
3.3. Populasi dan Sampel.....	19
3.3.1. Populasi Penelitian.....	19
3.3.2. Sampel Penelitian	19
3.4. Instrumen dan Bahan Penelitian	20
3.4.1. Instrumen Penelitian	20
3.4.2. Bahan Penelitian	21
3.4.3. Cara Penelitian.....	21
3.5. Alur Penelitian.....	23
3.6. Kelompok Perlakuan	23
3.7. Tempat dan Waktu.....	24
3.7.1. Tempat penelitian	24
3.7.2. Waktu Penelitian.....	24
3.8. Analisis Hasil.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil Penelitian.....	25
4.1.1. Hasil Pengukuran Kadar MDA.....	25
4.1.2. Hasil Analisis Pengukuran Kadar MDA.....	26
4.2. Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1. Kesimpulan.....	32

5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37



DAFTAR SINGKATAN

CDC	: <i>Disease control prevention</i>
HAT	: <i>Hidrogen atom transfer</i>
HO	: <i>Hidroxy radical</i>
HO ₂	: <i>hydroperoxyl</i>
HPLC	: <i>High Performance Liquid Chromatography</i>
LOOH	: <i>Lipid hydroperoksida</i>
MDA	: <i>Malondialdehyde</i>
PSPG-PAU	: <i>Pusat studi pangan dan gizi pust antar universitas</i>
PUFA	: <i>Polyunsaturated fatty acid</i>
ROS	: <i>Reactive oxygen spesies</i>
SET	: <i>Single electron transfer</i>
SGOT	: <i>Serum Glutamic Oxaloacetix Transminase</i>
SGPT	: <i>Serum Glutamic Pyruvic Transminase</i>
SPSS	: <i>Statisticl Package for the Social Scenes</i>
TBARS	: <i>thiobaribituristic acid-reactive substance</i>
WHO	: <i>World health organization</i>



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tepung Kedelai	10
Gambar 2.2.	Kerangka Teori	17
Gambar 2.3.	Kerangka Konsep	17
Gambar 3.1.	Alur Penelitian.....	23
Gambar 4.1.	Rerata kadar MDA antar kelompok (K1: tikus normal, K2: tikus diinduksi Pb asetat, K3: tikus diinduksi Pb asetat + vitamin E, K4: tikus diinduksi Pb asetat + tepung kedelai).	27



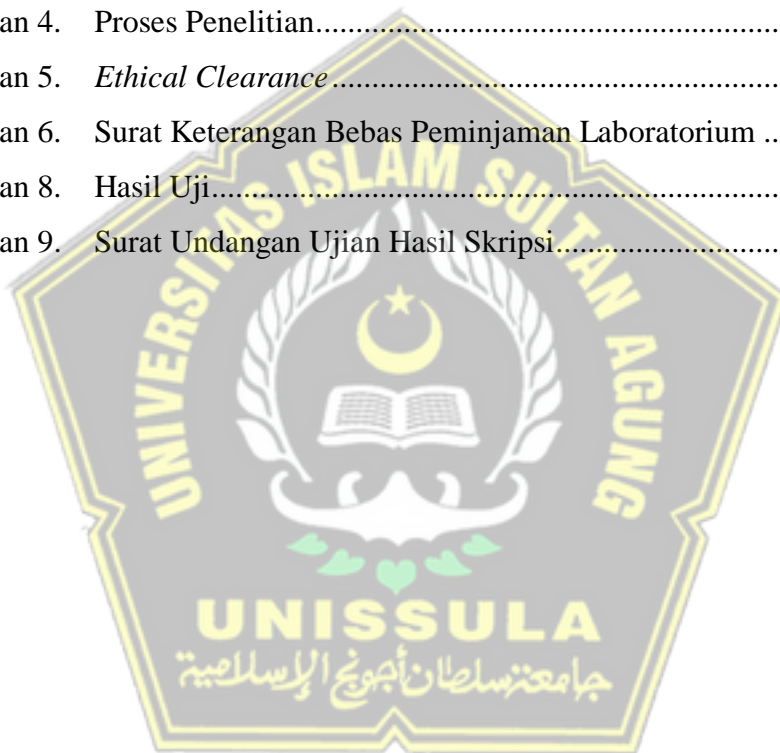
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran Kadar MDA.....	26
Tabel 4.2.	Rerata kadar MDA, hasil uji normalitas homogenitas dan <i>One Way Anova</i>	26
Tabel 4.3.	Hasil analisis rerata kadar MDA uji <i>Post hoc</i> LSD	28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Deskripsi data pengukuran tepung kedelai terhadap kadar MDA yang diinduksi Pb asetat antar kelompok	37
Lampiran 2.	Hasil analisis normalitas distribusi data dan homogenitas varian data kadar MDA dengan uji Shapiro-Wilk dan lavene Test.....	39
Lampiran 3.	Hasil analisis deskriptif dan signifikansi perbedaan rerata kadar MDA dengan uji <i>One Way Anova</i> dan <i>Post Hoc LSD</i>	40
Lampiran 4.	Proses Penelitian.....	41
Lampiran 5.	<i>Ethical Clearance</i>	42
Lampiran 6.	Surat Keterangan Bebas Peminjaman Laboratorium	43
Lampiran 8.	Hasil Uji.....	45
Lampiran 9.	Surat Undangan Ujian Hasil Skripsi.....	47



INTISARI

Timbal merupakan logam beracun yang dapat berperan sebagai radikal bebas atau oksidan dalam tubuh. Ketidakseimbangan jumlah oksidan dan antioksidan dapat menyebabkan kondisi stres oksidatif. Salah satu marker dari stres oksidatif adalah aktifitas lipid peroksidase yang bisa diukur dari kadar *Malondialdehyde* (MDA). Kedelai merupakan sumber pangan fungsional yang memiliki kandungan isoflavon sebagai antioksidan. Antioksidan dapat menangkal radikal bebas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung kedelai terhadap kadar MDA pada tikus putih galur wistar jantan yang diinduksi Pb asetat.

Jenis penelitian eksperimental ini menggunakan *post-test only control group design*. Subjek penelitian adalah 24 ekor tikus jantan yang dibagi 4 kelompok perlakuan selama 14 hari, yaitu: Kelompok I (K1) kontrol positif; Kelompok II (K2) tikus diberikan 500 mg Pb asetat oral; Kelompok III (K3) tikus diberikan 500 mg Pb asetat oral dan 1,8 IU Vitamin E; Kelompok IV (K4) tikus diberikan 500 mg Pb asetat oral dan 0,45 gram tepung kedelai. Kadar MDA setelah perlakuan dihitung menggunakan spektrofotometer dengan metode *thiobarbituric-reactive substance* (TBARS). Perbedaan antar kelompok dianalisis dengan uji *One Way Anova* dilanjutkan dengan *Post Hoc LSD*.

Rerata kadar MDA pada K1 = $1,50 \pm 0,17$ nmol/ml; K2 = $10,10 \pm 0,42$ nmol/ml; K3 = $2,12 \pm 0,23$ nmol/ml; K4 = $1,93 \pm 0,27$ nmol/ml. Uji *One Way Anova* didapatkan perbedaan antar kelompok signifikan ($p = 0,000$; $p < 0,05$). *Post Hoc LSD* didapatkan perbedaan antar masing-masing kelompok signifikan ($p < 0,05$).

Pemberian tepung kedelai berpengaruh terhadap kadar MDA tikus jantan yang diinduksi timbal asetat.

Kata kunci: Tepung kedelai, timbal, *malondialdehyde*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Timbal yaitu logam beracun banyak digunakan namun menimbulkan kerusakan lingkungan dan berbagai gangguan kesehatan. Toksisitas timbal bersifat kumulatif, artinya paparan timbal bertambah di dalam tubuh dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti anemia, gangguan fungsi ginjal, sistem saraf, gangguan otak dan kulit. (Ismanto, 2019). Tubuh yang tidak seimbang dalam jumlah antioksidan dan oksidan, timbal dapat berfungsi sebagai radikal bebas dan dapat menyebabkan kondisi stres oksidatif yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar oksidan dan penurunan kadar antioksidan. Aktivitas lipid peroksidase adalah salah satu cara untuk mengetahui kondisi stres oksidatif. Kadar *Malondialdehyde* (MDA) adalah indikatornya. MDA adalah senyawa yang menjadi indikator aktivitas radikal bebas dalam sel, sehingga menjadi indikator radikal bebas adalah komponen ditemukan semua cairan biologis tubuh, dan mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan dapat membantu mengurangi stres oksidatif. Isoflavon, adalah sebuah bahan yang termasuk dalam golongan flavonoid dan berfungsi sebagai antioksidan alami dalam makanan. (Astuti *et al.*, 2009). Isoflavon memiliki sifat antioksidan yang kuat dan membantu mencegah peroksidasi lipid. Sebagai antioksidan primer, isoflavon menangkap radikal bebas, mencegah reaksi radikal bebas terjadi selama proses oksidasi lipid.. (Astuti S, 2008).

Stres oksidatif yang berkepanjangan dapat menjadi faktor risiko timbulnya penyakit degeneratif. (Incalza MA *et al.*, 2018). Berdasarkan Riskesdas, jumlah penyakit degeneratif di Indonesia meningkat pada 2013 dan 2018. Misalnya, hipertensi meningkat 25,8% hingga 34,1%, obesitas meningkat 14,8% hingga 21,8%, stroke meningkat 7% hingga 10,9%, diabetes meningkat 3% hingga 5,37%, gagal ginjal kronis meningkat 2% hingga 3,8%, kanker meningkat 1,4% hingga 1,8%, dan penyakit jantung meningkat 1,5%. Penyakit degeneratif merupakan penyebab kematian yang signifikan, dan menurut Kementerian Kesehatan, terdapat 63 juta kasus hipertensi di Indonesia pada tahun 2019, dengan angka kematian 427.000. Pada tahun 2020, prevalensi diabetes akan mencapai 6,2% atau sekitar 10,8 juta orang. Pada tahun 2021 Indonesia menjadi negara kelima di dunia dan penderita diabetes akan meningkat menjadi 19,47 juta jiwa atau sekitar 10,6% dari jumlah penduduk. Penularan penyakit degeneratif lainnya, seperti kanker, sangat tinggi. Angka kasus kanker di Indonesia sebesar 136,2 kasus per 100.000 penduduk, menempatkannya di urutan ke-8 di Asia Tenggara dan di urutan ke-23 di Asia secara keseluruhan. Pada tahun 2020, WHO melaporkan jumlah kasus kanker di Indonesia sebanyak 396.914 dan kematian sebanyak 234.511. Penyebab penyakit degeneratif salah satunya adalah radikal bebas.

Kacang kedelai (*Glycine max (L.) Merr.*) adalah sumber pangan fungsional mengandung komponen (isoflavon dan tokoferol) pada kedelai 4.778,1 µg/g (Ramasamy A *et al.*, 2018). Tokoferol utama yang ditemukan

adalah α -tocopherol, γ -tocopherol, dan δ -tocopherol. Protein kedelai mempunyai konsentrasi isoflavon yang tinggi, hingga 1 g/kg yang memiliki efek sebagai antioksidan yang jika dikonsumsi dapat menangkal radikal bebas. Penelitian dilakukan (Ramasamy A *et al.*, 2018) menunjukkan pemberian minyak kedelai terhadap ginjal tikus yang diinduksi obat memberikan hasil yang signifikan ($p < 0,005$) dengan menurunkan serum nitrogen urea darah, kreatinin, urea, asam urat dan volume urin, berat ginjal, natrium urin, kalium urin, dan protein total. Penelitian yang dilakukan oleh Khan (2012), Tikus wistar jantan yang menerima pengobatan preventif mengandung tepung kedelai bisa menurunkan risiko dari cedera hati akut akibat CCl₄. Percobaan ini berhasil dengan meningkatkan konsentrasi antioksidan intraseluler seperti GSH, mengurangi pembentukan MDA, dan mengurangi kadar enzim hati SGOT dan SGPT.

Berdasarkan uraian diatas, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh tepung kedelai terhadap kadar MDA yang diinduksi Pb asetat. Di laboratorium pusat studi pangan dan gizi (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Tikus putih galur wistar jantan diberikan tepung kedelai.

1.2. Rumusan Masalah

“Apakah terdapat pengaruh pemberian tepung kedelai terhadap kadar MDA pada tikus putih galur wistar jantan yang diinduksi Pb asetat?”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui bagaimana pemberian tepung kedelai berdampak pada kadar MDA pada tikus putih galur wistar jantan yang diinduksi oleh Pb asetat.

1.3.2. Tujuan Khusus

1.3.2.1. Mengetahui rata-rata kadar MDA kelompok tikus galur wistar yang hanya diberi pakan standar saja

1.3.2.2. Mengetahui rata-rata kadar MDA kelompok tikus galur wistar yang diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB.

1.3.2.3. Mengetahui rata-rata kadar MDA kelompok tikus galur wistar yang diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + Vitamin E 1,8 IU/200 gr/BB.

1.3.2.4. Mengetahui rata-rata kadar MDA kelompok tikus galur wistar yang diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + tepung kedelai 0,45 g.

1.3.2.5. Mengetahui perbedaan rata-rata kadar MDA pada tikus galur wistar yang diinduksi Pb asetat antar kelompok perlakuan.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian digunakan untuk bahan kajian mengenai pengaruh kacang kedelai pada kadar MDA pada tikus putih galur wistar jantan yang diinduksi Pb astatat.

1.4.2. Manfaat Praktis

Untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang penggunaan kacang kedelai sebagai alternatif untuk mengatasi stress oksidatif.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Malondialdehyde* (MDA)

2.1.1. *Malondialdehyde* (MDA)

Malondialdehyde (MDA) yakni senyawa dialdehida yang merupakan produk akhir dari peroksidasi lipid. Pembentukannya dapat terjadi melalui proses enzimatik maupun non-enzimatik.. (Gil, 2002).

Malondialdehyde (MDA) terdapat dalam sirkulasi atau merupakan hasil akhir dari proses peroksidasi lipid, yang merusak rantai asam lemak dan menghasilkan zat yang berbahaya dalam sel. Jumlah MDA berhubungan dengan tingkat peroksidasi lipid (Siswonoto, 2008). Mengukur radikal bebas sangatlah sulit karena sifatnya yang tidak stabil, memiliki waktu paruh pendek, dan cepat hilang. MDA sebagai gantinya, digunakan sebagai substansi yang umumnya digunakan sebagai petanda biologis stres oksidatif dan peroksidasi lipid. MDA sering digunakan sebagai petunjuk penting untuk berbagai kondisi klinis yang terkait dengan peroksidasi lipid. (Anggraeni, Setyaningrum and Listiawan, 2017).

Terdapat beberapa metode untuk mengukur kadar MDA, antara lain adalah dengan menggunakan tes *Thiobarbituric Reactive Substance* (TBARS) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur kadar MDA. Pengukuran TBARS terdapat dua metode

yaitu kolorimetri dan fluoresens. metode pengukuran MDA lain yang disebut *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), metode paling sensitif dan spesifik dalam mengukur kadar MDA dalam serum (Arkhaesi, 2008).

2.1.2. Kadar MDA digunakan sebagai parameter untuk mengindikasikan tingkat stress oksidatif

(Pham-Huy, Ai, Lien He and ChuongPhamHuy, 2008) menyatakan bahwa MDA terbentuk dalam tubuh sebagai hasil dari stres oksidatif, di mana terjadi ketidakseimbangan *Reactive oxygen species* (ROS) terbentuk karena produksi ROS dengan ketersediaan antioksidan dalam tubuh tidak seimbang. Dibandingkan dengan antioksidan, maka radikal bebas lebih tinggi. Kelebihan radikal hidroksil dan peroksinitrit dapat menyebabkan serangan pada lipoprotein dan membran sel, yang menyebabkan pembentukan peroksida lipid. Grotto *et al.* (2009) ketika radikal bebas menyerang asam lemak polyunsaturated (PUFA), peroksida lipid merupakan komponen utama membran sel. Hal ini disebabkan bahwa PUFA memiliki ikatan rangkap karbon-karbon, yang merupakan target utama radikal bebas. Radikal bebas melemahkan ikatan karbon-hidrogen pada PUFA, menyebabkan transfer hidrogen. Atom hidrogen yang dibebaskan membentuk radikal lipid dan, setelah oksidasi, radikal lipid peroksil. Radikal peroksil kemudian akan mengalami reaksi dengan PUFA lain, menyebabkan pemindahan

elektron, dan akhirnya menghasilkan lipid hidroperoksida dan radikal lipid lainnya. Proses reaksi ini berlangsung secara berantai. MDA menjadi salah satu produk akhir dari peroksidasi lipid dan berfungsi sebagai biomarker biologis peroksidasi lipid untuk menilai tingkat stres oksidatif. Peroksidasi lipid dapat mengganggu fisiologi membran sel, menyebabkan gangguan aliran cairan dan permeabilitas, mengubah transport ion, dan menghambat reaksi metabolisme (Grotto *et al.*, 2009).

2.1.3. Peroksidasi lipid oleh ROS

Stres oksidatif yang tidak terkontrol bisa mengakibatkan kerusakan pada berbagai sel, jaringan, dan organ karena terjadi kerusakan oksidatif. Peningkatan radikal bebas atau ROS (*Reactive Oxygen Species*) dapat menyebabkan kerusakan lipid secara langsung. *hidroksil* (HO) dan *hidroperoksil* (HO₂) adalah komponen ROS yang mampu menyebabkan peroksidasi lipid. Reaksi redoks oleh reaksi Fenton menghasilkan hidroksil radikal, dimana Fe²⁺ berinteraksi hidroksiperoxida (H₂O₂), menghasilkan reaksi haber weiss ketika superoksida bereaksi dengan Fe³⁺. Kerusakan lipid dan kondisi dyslipidemia selain itu juga dapat meningkatkan stres oksidatif. Pada kondisi stres oksidatif, peroksidasi lipid dapat menyebabkan terbentuknya malondialdehid (MDA) (Ayala, A. and Argüelles, 2014).

Peroksidasi lipid adalah proses oksidasi dari asam lemak poliunsaturasi (*Polyunsaturated fatty acids*/PUFAs) seperti asam linoleat dan asam arakidonat oleh radikal bebas. Mekanisme dasar peroksidasi lipid melibatkan oksidasi oleh oksigen molekuler (autoksidasi). Proses peroksidasi lipid akan berlangsung menerus sampai substratnya habis atau terjadi terminasi. Peroksidasi lipid memainkan peran penting dalam berbagai kondisi patologis seperti peradangan, aterosklerosis, penyakit neurodegeneratif, dan kanker. Stres oksidatif menjadi penyebab utama gangguan pada makromolekul peroksidasi lipid. Hasil dari proses peroksidasi lipid yaitu produksi utama lipid *hidroperoksida* (LOOH) dan produk sekunder seperti MDA, propanal, heksanal, dan 4-hidroksinonenal. MDA digunakan sebagai biomarker untuk mengidentifikasi peroksidasi lipid yang terjadi pada asam lemak omega-3 dan omega-6. MDA dihasilkan dari dekomposisi asam arakidonat dan PUFA melalui proses enzimatik dan non-enzimatik.. (Ayala, A. and Argüelles, 2014).

2.2. Kedelai

2.2.1. Pengertian Kedelai

Kedelai yaitu tanaman pangan yang serbaguna, dapat dibuat menjadi berbagai jenis setelah diolah. Tanaman kedelai memiliki batang berbentuk semak tinggi berkisar antara 30 hingga 100 cm. Ada tiga hingga enam cabang dapat dihasilkan dari setiap batang.

Ada dua jenis pertumbuhan batang kedelai yaitu pertumbuhan terbatas dan pertumbuhan tidak terbatas (Wahyuni, Hidayat and Martha, 2015).

2.2.2. Taksonomi Kedelai

Kedelai (*Glycine max L.*) adalah tanaman polongan. Kedelai termasuk dalam salah satu dari kategori berikut:

Kingdom: *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

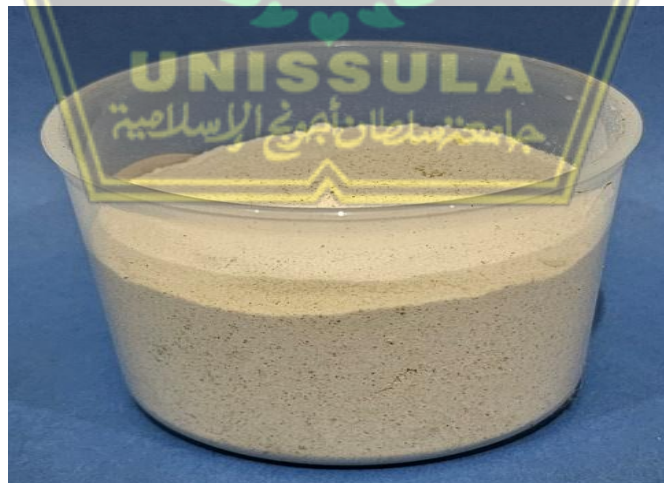
Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Fabales*

Famili : *Fabaceae*

Genus : *Glycine*

Spesies : *Glycine max L.* (Agriculture, 2016)



Gambar 2.1. Tepung Kedelai

2.2.3. Kandungan Zat Kedelai

Secara keseluruhan, kandungan Protein dan minyak kedelai kering mencapai 60%, karbohidrat 35%, dan abu 5%. Lemak pada kedelai disimpan dalam vesikel yang mengandung lipid. Lemak pertama terkandung dalam kedelai yaitu lemak tak jenuh. Kedelai mengandung berbagai jenis asam lemak, seperti oleat, stearat, palmitat, linoleat, dan asam stearat, serta asam lemak kecil seperti myristate, arakid, behenat, palmitoleat, dan arakid.

Kedelai mengandung protein dengan tingkat kekayaan yang signifikan, berkisar antara 36% hingga 46%. Protein ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu albumin dan globulin. Protein larut dalam garam (Globulin) menjadi yang dominan, mencapai sekitar 80% total protein pada kedelai. Karbohidrat merupakan komponen ketiga yang signifikan dalam kedelai, mencapai sekitar 35% dari berat kering kedelai. Karbohidrat dalam hal jumlah berada di posisi kedua setelah protein dan minyak kedelai. Keterbatasan dalam pemanfaatan karbohidrat dalam kedelai karena beberapa karbohidrat larut yang terdapat dalam kedelai, seperti raffinosa dan stachyose, tidak dapat dicerna oleh manusia karena kekurangan enzim yang berperan dalam mengurai senyawa di dalam usus manusia. Senyawa ini akan digunakan oleh bakteri di usus manusia untuk proses metabolisme, yang menyebabkan produksi gas (flatulensi). Melalui dengan beberapa proses pengolahan, komposisi karbohidrat kedelai

dapat diubah sehingga senyawa ini dapat dicerna manusia. Penggunaan karbohidrat pada kedelai lebih disukai dalam pakan ternak, terutama ruminansia, karena ternak tersebut lebih efisien dalam mencerna karbohidrat kedelai. Kandungan oligosakarida dalam kedelai memiliki dampak positif pada manusia, Misalnya, meningkatkan jumlah koloni bakteri probiotik yang baik di saluran usus manusia dan membantu mencegah diare, memiliki efek pencahar yang alami, dan menghasilkan nutrisi seperti vitamin. Selain itu, oligosakarida juga membantu mengurangi metabolit yang beracun dan Enzim tersebut memiliki sifat yang merugikan, tetapi juga berperan dalam melindungi fungsi hati dari efek metabolit beracun. Selain itu, enzim tersebut juga menunjukkan potensi sebagai zat antikanker.

Mineral, vitamin, dan asam fitat adalah beberapa mikronutrien dan fitokimia yang ditemukan dalam kedelai. (0,17% hingga 6,16%), sterol (0,25% hingga 0,46%), dan saponin (0,17% hingga 6,16%). Kandungan inorganik utamanya terdiri dari mineral kalium dengan konsentrasi tinggi, yang dipengaruhi oleh varietas tanaman, lokasi pertumbuhan, dan musim. Beberapa mineral minor yang terkandung dalam kedelai meliputi besi, seng, serta senyawa yang larut dan tidak larut air. Kedelai mengandung berbagai jenis vitamin. Tiamin, riboflavin, niacin, dan asam folat adalah vitamin larut air. Ada dalam jumlah yang signifikan pada kedelai. Pada vitamin A dan E, yang

larut lemak, juga terdapat dalam kedelai, namun keduanya cenderung tidak stabil selama proses pengolahan kedelai.

Phyate adalah bentuk garam dari asam inositol hexafosfat yang terdiri dari kalsium, magnesium, dan kalium. Phyate berfungsi sebagai sumber utama fosfor di kedelai, dan jumlah kandungannya dapat berbeda-beda tergantung pada jenis varietas kedelai. Tumbuhnya dan metode pengujian yang digunakan. Salah satu kelompok mikronutrien penting lainnya dalam kedelai yaitu, Isoflavon adalah salah satu kelompok *phytoestrogen*. *Phytoestrogen* adalah senyawa non-steroid yang dapat berinteraksi dengan dan mengaktifkan reseptor estrogen (ERs) α dan β . Isoflavon adalah contoh senyawa non-nutrisi karena tidak menyediakan energi dan bukanlah vitamin, senyawa ini memainkan peran penting dalam pengobatan penyakit dan oleh karena itu dianggap sebagai senyawa pangan fungsional. Isoflavon termasuk dalam kelompok senyawa Flavonoid yang memiliki struktur dasar terdiri dari dua cincin benzil yang dihubungkan oleh 3 jembatan karbon dan tidak tertutup dalam cincin, sehingga termasuk dalam kelompok senyawa Flavonoid. Flavonoid adalah kelompok senyawa fenolik yang paling banyak jumlahnya dalam kedelai. (Michael dkk,2013).

2.2.4. Kadar Timbal (Pb)

Timbal ditubuh dapat berfungsi sebagai radikal bebas atau oksidan. Ketidakseimbangan antara jumlah antioksidan dan oksidan dalam tubuh bisa menyebabkan peningkatan atau penurunan kadar oksidan. Aktivitas lipid peroksidase, yang dapat diukur dari kadar MDA salah satu penanda dari stres oksidatif. MDA yaitu senyawa yang menunjukkan adanya radikal bebas di sel, Radikal bebas ini hadir dalam hampir semua cairan biologis tubuh.

Kadar MDA pada darah merupakan indikator tingkat stres oksidatif di tubuh. Radikal bebas dapat berasal dari proses internal tubuh (endogen) atau dari lingkungan eksternal (eksogen). Reaksi peroksidasi lipid menghasilkan senyawa MDA. (Ismanto, 2019).

Menurut *Disease Control and Prevention* (CDC), kadar timbal darah normal adalah sekitar 10 µg/dL. Nilai Biological Exposure Indices (BEIs) dari US EPA adalah 30 µg/dL, sementara *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa kadar timbal sekitar 10-25 µg/dL. Tingkat timbal 10 µg/dL menunjukkan keracunan timbal dan memerlukan perawatan. Kadar timbal darah pada individu di atas 10 g/dL. Pemeriksaan vena dilakukan waktu 3 bulan setelahnya apabila hasilnya menunjukkan kadar timbal 15 µg/dL. Kadar timbal 25 g/dL, menunjukan pemeriksaan vena dilakukan waktu 1 bulan sampai 1 minggu setelah pengambilan sampel darah melalui perifer. (Ardyanto, 2005).

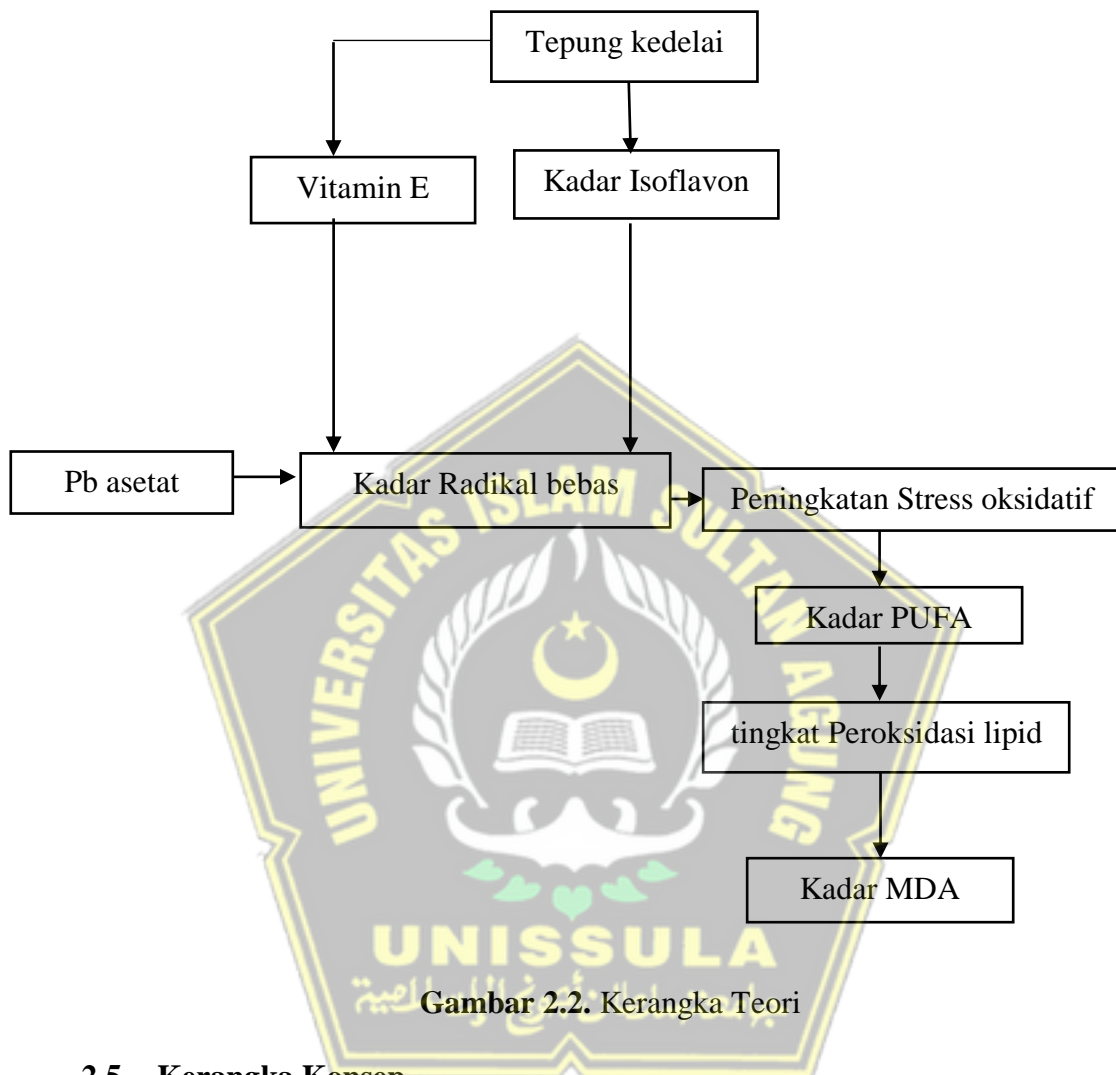
2.2.5. Vitamin E

vitamin E sebagai antioksidan dalam fungsinya melindungi hepatosit dengan memutus rantai reaksi radikal bebas. Vitamin E selain itu juga dapat berfungsi bertindak sebagai antioksidan preventif yang menghambat pembentukan dari radikal bebas pada tahap awal (inisiasi) reaksi. Ketika terjadi paparan timbal, Vitamin E bertindak dengan merespons rantai peroksil dan radikal aloksil. dan mencegah terbentuknya radikal bebas. Vitamin E pada paparan timbal bekerja mengalirkan hidrogen ke dalam reaksi peroksidasi lemak, menghambat aktivitas lebih lanjut dari peroksida, dan memutus rantai reaksi radikal bebas, sehingga mengurangi kerusakan sel. Radikal bebas menjadi stabil dan tidak reaktif karena vitamin E memberikan atom hidrogen dengan gugus -OH ke radikal bebas. (Hariyatmi, 2004). Mostafa *et al.* (2010), menyatakan vitamin E adalah salah satu antioksidan paling banyak di alam dan memiliki sifat lipofilik. Vitamin E berfungsi untuk mencegah peroksidasi lemak dalam membran sel. Vitamin E sifat lipofiliknya sebagai antioksidan untuk melindungi timbal dari radikal bebas. Timbal tidak dapat membentuk radikal bebas di membran sel hati ketika vitamin E diberikan. Sebelum dapat menyebabkan peroksidasi lipid akibatnya, radikal bebas menjadi stabil dan tidak reaktif. (Mostafa MH *et al.*, 2010).

2.3. Hubungan Kedelai dengan Kadar MDA

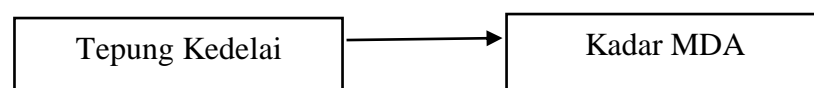
Kedelai merupakan sumber alami antioksidan, dan salah satu komponen penting Isoflavon adalah senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam kedelai. Kelompok flavonoid yang paling umum ditemukan di kedelai adalah isoflavon. Kelompok senyawa ini termasuk dalam kelompok senyawa flavonoid terbesar yang ada dalam kedelai. Senyawa seperti genistein, daidzein, dan glicitein adalah isoflavon kedelai. (Evans *et al.*, 2011). Beberapa mekanisme dari isoflavon sebagai hidrogen atom transfer (HAT) di mana isoflavon menyumbangkan atom hydrogen dan single elektron transfer (SET) di mana elektron ditransfer mengurangi ion logam, radikal, dan karbonil. Mekanisme dari transfer hidrogen bisa mencegah tahap awal peroksidasi lipid dengan berinteraksi dengan radikal lipid. (Aytul, 2010). Peroksidasi lipid yakni reaksi yang melibatkan serangan oksidan pada lipid yang memiliki ikatan rangkap ganda, seperti asam lemak poliunsaturasi (PUFA). Peroksidasi lipid mengakibatkan pemisahan dari atom hidrogen ke rantai karbon PUFA, kemudian diganti oleh oksigen, membentuk lipid peroksi radikal dan lipid hidroperoksida (Ayala, A. and Argüelles, 2014). PUFA ketika dirusak oleh radikal bebas, produk samping yang disebut MDA dihasilkan. MDA dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur tingkat kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh peroksidasi lipid (Retno, Widyastuti and Suarsana, 2012).

2.4. Kerangka Teori



Gambar 2.2. Kerangka Teori

2.5. Kerangka Konsep



Gambar 2.3. Kerangka Konsep

2.6. Hipotesis

Pemberian tepung kedelai memiliki pengaruh pada kadar MDA tikus galur wistar jantan diinduksi Pb asetat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis penelitian dan Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan desain *Post Test Control Group Design*.

3.2. Variabel dan Definisi Operasional

3.2.1. Variabel

3.2.1.1. Variabel Bebas

Tepung kedelai

3.2.1.2. Variabel Tergantung

Kadar MDA.

3.2.1.3. Variabel Prakondisi

Pb asetat.

3.2.2. Definisi Operasional

3.2.2.1. Tepung Kedelai

Pembuatan tepung kedelai dilakukan di PSPG UGM.

Tikus diberi tepung kedelai setiap hari selama empat belas hari. Pemberian tepung kedelai dilakukan melalui teknik sonde. Pemberian tepung kedelai kepada tikus menggunakan sonde dengan dosis 0,45 g/200gBB.

Skala pengukuran: Ordinal

3.2.2.2. Kadar MDA

MDA Merupakan hasil sekunder radikal bebas yang diukur pada serum wistar menggunakan spektrofotometer. metode *thiobarbituric reactive substance* (TBARS). Kadar MDA di dalam serum tikus galur wistar jantan (nmol/ml) yang diuji dengan menggunakan spektrofotometer.

Skala pengukuran: Rasio

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi Penelitian

Subjek dalam penelitian ini yang digunakan adalah tikus galur Wistar jantan yang dipelihara di Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, selama bulan April 2023.

3.3.2. Sampel Penelitian

3.3.2.1. Kriteria Inklusi

- a. Berat 200 gram
- b. Usia tikus 2 bulan
- c. Sehat penampilan luar: gerak tampak aktif, makan dan minum normal

3.3.2.2. Kriteria *Drop out*

- a. Tikus yang mati selama proses penelitian

3.3.2.3. Besar Sampel

Besar sampel keseluruhan yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan standar WHO yaitu minimal 5 hewan coba pada setiap kelompok perlakuan. Untuk menghindari *lost of follow* setiap kelompok ditambah 1 ekor sehingga setiap kelompok perlakuan terdapat 6 ekor tikus. Pada penelitian terdapat 4 kelompok dan total jumlah sampel dalam penelitian terdapat 24 ekor hewan coba.

3.3.2.4. Cara Sampling

Sampel diperoleh dengan *simple random sampling*. Tikus sebanyak 50 ekor kriteria tikus yang digunakan pada penelitian yaitu berat 200 gram, sehat dan usia 2 bulan. Teknik pengambilan ini dilakukan secara acak. Pada awalnya tikus diberi nomer urut dan diundi terpilih 24 hewan coba selanjutnya dibagi 4 kelompok dan setiap kelompok menjadi 6 ekor.

3.4. Instrumen dan Bahan Penelitian

3.4.1. Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan:

1. Kandang tikus dan perlengkapannya (tempat makan dan minum)
2. Sonde oral
3. Alat untuk menimbang berat badan tikus (timbangan digital)

4. Disposable syringe
5. Tabung reaksi
6. Spektrofotometer
7. Mikropipet 100 μ
8. Sentrifuge
9. Cuvet

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan digunakan dalam penelitian meliputi tepung kedelai dan tikus galur wistar jantan berumur 2 bulan.

3.4.3. Cara Penelitian

3.4.3.1. Penentuan dosis tepung kedelai

Tepung kedelai menggunakan sediaan 25 g.

Angka konversi berat badan manusia (70 kg) dibandingkan dengan berat badan tikus (200 gram) yaitu 0,018. (Ngatidjan, 2006).

Maka dosis untuk tikus = faktor konversi x dosis standar

$$= 0,018 \times 25 \text{ g}$$

$$= 0,45\text{g}/200\text{gBB}/\text{hari}$$

3.4.3.2. Penentuan dosis Pb asetat

Timbal asetat diberikan secara peroral melalui sonde pada 24 ekor tikus. Setiap tikus diberi dosis 1 cc per hari selama 14 hari, di luar pemberian pakan standar. Dosis

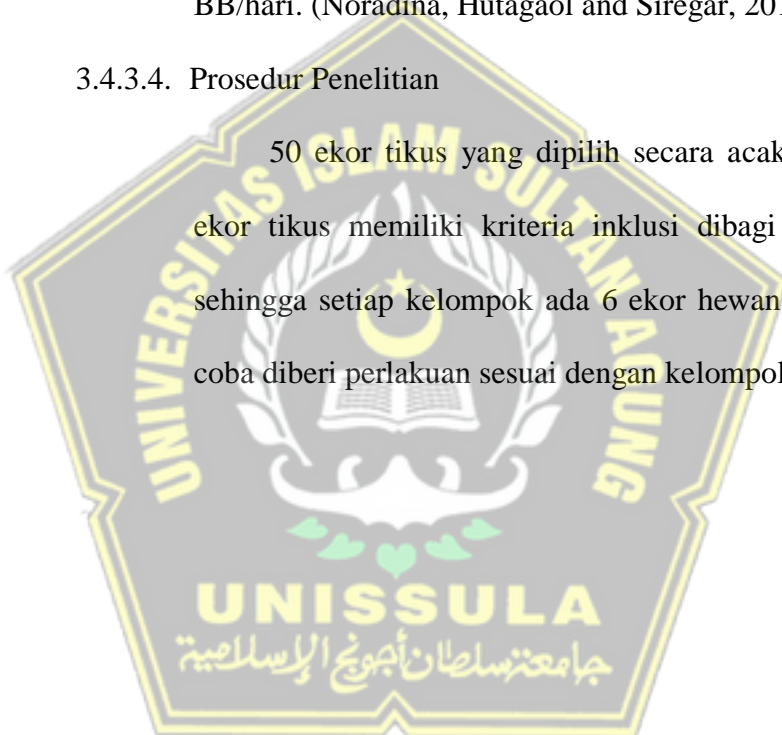
yang digunakan adalah 500 mg/kgBB/hari untuk setiap tikus dalam penelitian ini.

3.4.3.3. Penentuan dosis vitamin E

Vitamin E digunakan dalam perlakuan yaitu vitamin E sintetik bentuk tablet dengan kandungan 100 mg. Pemberian vitamin E dilakukan dengan dosis 1,8 IU/200g BB/hari. (Noradina, Hutagaol and Siregar, 2017).

3.4.3.4. Prosedur Penelitian

50 ekor tikus yang dipilih secara acak (random) 24 ekor tikus memiliki kriteria inklusi dibagi 4 kelompok, sehingga setiap kelompok ada 6 ekor hewan coba. Hewan coba diberi perlakuan sesuai dengan kelompok.



3.5. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.6. Kelompok Perlakuan

1. Kelompok 1 (K1): kelompok kontrol diberi pakan standar.
2. Kelompok 2 (K2): kelompok kontrol negatif diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB.
3. Kelompok 3 (K3): kelompok positif diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + vitamin E 1,8 IU/200grBB
4. Kelompok 4 (K4): kelompok perlakuan diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + tepung kedelai 0,45 g.

3.7. Tempat dan Waktu

3.7.1. Tempat penelitian

Pusat Studi Pangan dan Gizi Pusat Antar Universitas (PSPG-PAU) Universitas Gadjah Mada.

Analisis data dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Sultan Agung.

3.7.2. Waktu Penelitian

April 2023.

3.8. Analisis Hasil

Hasil data diolah dengan perangkat *Statistic Product and Service Solution* (SPSS). Data tersebut diuji normalitasnya dengan uji *shapiro-wilk* dan diuji untuk homogenitas menggunakan uji *Lavene Test*. Nilai p dari kedua uji tersebut lebih besar dari 0,05, data dianggap normal dan homogen, selanjutnya, dilakukan uji *One Way Anova* untuk mengetahui terdapat perbedaan di antara empat kelompok. Setelah itu, dilakukan uji *post hoc* untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara kelompok tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian menggunakan *post-test only control group design* dilaksanakan bulan April 2023 hingga Mei 2023 di Laboratorium Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Digunakan 24 ekor tikus galur wistar jantan yang telah diadaptasikan selama 1 minggu sebelumnya. Tikus tersebut kemudian diacak lalu dibagi menjadi empat kelompok. Setiap kelompok terdapat 6 ekor tikus.

1. Kelompok 1 (K1): kelompok kontrol diberi pakan standar.
2. Kelompok 2 (K2): kelompok kontrol negatif diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB.
3. Kelompok 3 (K3): kelompok positif diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + vitamin E 1,8 IU
4. Kelompok 4 (K4): kelompok perlakuan diberi pakan standar + Pb asetat 500 mg/kgBB + tepung kedelai 0,45 g.

4.1.1. Hasil Pengukuran Kadar MDA

Hasil pengukuran kadar MDA pada penelitian ini disajikan dalam tabel 4.1 yang diperoleh dari data 24 subjek yaitu 6 ekor tikus dari kelompok K1-K4.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kadar MDA

	Kelompok			
	K1	K2	K3	K4
Kadar MDA (nmol/ml)	1,31	9,85	1,88	1,82
	1,50	10,42	2,07	1,95
	1,76	10,67	2,33	1,57
	1,44	9,47	2,45	2,33
	1,63	9,97	2,01	2,14
	1,38	10,10	1,95	1,76

4.1.2. Hasil Analisis Pengukuran Kadar MDA

Hasil analisis dari penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 4.2 yang mencakup uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, uji homogenitas menggunakan uji *Levene test* dan uji perbedaan menggunakan metode *One Way Anova*.

Tabel 4.2. Rerata kadar MDA, hasil uji normalitas homogenitas dan *One Way Anova*

Variabel		Kelompok				<i>p-value</i>
		K1	K2	K3	K4	
Kadar MDA (nmol/ml)	Mean SD	1,50 ± 0,17	10,10 ± 0,42	2,12 ± 0,23	1,93 ± 0,27	
	<i>Shapiro-Wilk</i>	0,825*	0,980*	0,383*	0,960*	
	<i>Levene Test</i>					0,242 ⁺
	<i>One Way Anova</i>					0,000 [^]

Keterangan: Tanda* menunjukkan bahwa distribusi data normal ($p > 0,05$) Tanda + menunjukkan bahwa data homogen berdasarkan uji *lavene test* ($p > 0,05$). dan Tanda ^ menunjukkan hasil yang signifikan untuk uji *One Way Anova* ($p < 0,05$)

Kadar MDA dari 4 kelompok perlakuan ditampilkan bentuk grafik dan tabel. Tabel 4.2 Menunjukkan data kadar MDA pada kelompok tikus yang tidak diinduksi Pb asetat, (K1) sebesar

1,50±0,17 nmol/ml, sedangkan pada kelompok tikus diinduksi Pb asetat (K2) sebesar 10,10±0,42 nmol/ml. Pada kelompok dimana tikus diinduksi Pb asetat yang diberi vitamin E dengan dosis 1,8 IU/200grBB (K3) sebesar 2,12±0,23 nmol/ml. Sedangkan pada kelompok tikus diinduksi Pb asetat yang diberi tepung kedelai dengan dosis 0,45 g/200grBB/hari (K4) sebesar 1,93±0,27 nmol/ml. Grafik dari rata-rata kadar MDA antar kelompok disajikan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. Rerata kadar MDA antar kelompok (K1: tikus normal, K2: tikus diinduksi Pb asetat, K3: tikus diinduksi Pb asetat + vitamin E, K4: tikus diinduksi Pb asetat + tepung kedelai).

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas *Levene test* menunjukkan distribusi data yang normal ($p > 0,05$). Hasil analisis kemudian menggunakan uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa nilai ($p < 0,05$) menunjukkan pengaruh yang signifikan dari

tepung kedelai pada kadar MDA pada tikus galur wistar jantan yang diinduksi oleh Pb asetat. Kadar MDA dari masing-masing kelompok data juga dinilai dengan uji *Post Hoc* LSD, hasilnya disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil analisis rerata kadar MDA uji *Post hoc* LSD

	K2	K3	K4
K1	0,000	0,002	0,019
K2		0,000	0,000
K3			0,276

Tabel 4.3 Menunjukkan rata-rata kadar MDA antar kelompok secara keseluruhan berbeda signifikan ($p = 0,000 > 0,05$).

4.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh tepung kedelai yang diberikan selama 14 hari sebagai terapi tambahan terhadap stres oksidatif dimana yang diukur adalah kadar MDA ($p = 0,005$). Kelompok IV memiliki kadar MDA lebih rendah dari kelompok II, di mana tepung kedelai ditambahkan dengan dosis 0,45 g. Ini menunjukkan bahwa pemberian tepung kedelai berdampak pada penurunan kadar MDA.

Kelompok I menunjukkan kadar MDA terendah yaitu ($1,50 \pm 0.17$ nmol/ml) karena pada kelompok I tidak diberikan perlakuan dan tidak diinduksi Pb asetat.

Kelompok II diberikan pakan standar dan Pb asetat 500 mg menunjukkan kadar MDA ($10,10 \pm 0.42$ nmol/ml). Timbal termasuk dalam

kategori xenobiotik, Xenobiotik melakukan proses metabolisme dalam tubuh, dan peran utama dari proses ini dilakukan oleh hati. Proses metabolisme xenobiotik terdiri dari dua tahap. Senyawa xenobiotic dalam tubuh dihidroksilasi oleh sitokrom oksidase P450 pada tahap pertama ini aktivitas xenobiotik dihentikan dan diubah senyawa menjadi bentuk yang lebih larut air. Kurang lebih 50% zat xenobiotik, termasuk obat, dimetabolisme enzim sitokrom P450. Fase kedua selanjutnya, senyawa xenobiotik dikongugasi menjadi metabolit yang lebih polar oleh enzim tertentu, seperti glutation. Tujuan meningkatkan kelarutan zat xenobiotik dalam air sehingga bisa diekskresikan melalui empedu atau urin. Timbal jika mengalami akumulasi besar dan jangka waktu lama, karena kadar enzim kongugasi tidak seimbang dengan jumlah timbal yang terakumulasi, proses kongugasi senyawa dapat terganggu. Timbal akibatnya, tidak dapat berinteraksi dengan zat xenobiotik secara optimal. (Christyaningsih *et al.*, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Tan Jackie (2011), disimpulkan bahwa memberikan dosis oral timbal asetat sebanyak 500 mg/kgBB pada tikus selama 14 hari dapat secara signifikan menurunkan kadar serum antioksidan total.

Kelompok III menunjukkan kadar MDA ($2,12 \pm 0,23$ nmol/ml) dengan vitamin E 1,8 IU. Penambahan antioksidan dapat membantu menghentikan proses peroksidasi lipid, yang merupakan proses di mana lipid dirusak oleh senyawa radikal bebas. α -tokoferol, juga dikenal sebagai vitamin E, mampu menghentikan reaksi berantai dari radikal bebas dengan

menggabungkan hidrogen dari fenolat ke dalam radikal bebas yang berasal dari asam lemak tak jenuh ganda yang mengalami peroksidasi (Hariyatmi., 2006). Vitamin E sebagai antioksidan, melindungi lapisan biologis dari radikal bebas, terutama asam lemak tak jenuh yang terdapat dalam fosfolipid membran. (Gunawan SG, 2007). Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan alami yang menetralkan radikal bebas dan senyawa oksigen. Peran pentingnya adalah menahan membran sel mengoksidasi asam lemak tak jenuh. (Lyn P., 2006). Penelitian Christijanti *et al.* (2010) menunjukkan vitamin E mampu menghentikan reaksi peroksidasi lipid dengan memberikan satu atom hidrogen dari gugus -OH pada lipid peroksidasi yang berbentuk radikal, membuat radikal tidak cukup reaktif dan tidak bisa merusak struktur lainnya.

kelompok IV penambahan tepung kedelai dengan dosis 0,45 g menunjukkan kadar MDA ($1,93 \pm 0,27$ nmol/ml). Kedelai sangat kaya akan vitamin A,E,K lemak, protein. Kadar protein pada kacang biasanya 20-25%, tetapi pada kedelai, kadar proteinnya mencapai 40%. Kedelai juga memiliki kadar protein yang beragam, seperti tepung kedelai dengan kadar protein sekitar 50%, konsentrat protein kedelai dengan kadar 70%, dan isolat protein kedelai dengan kadar 90%. (Winarsi, Purwanto and Dwiyantri, 2010). Peroksidasi lipid pada prosesnya, oksidan menyerang lipid yang memiliki ikatan karbon yang ganda, seperti PUFA. Akibatnya, hidrogen dari rantai karbon terlepas dan diganti dengan oksigen, yang menghasilkan lipid *peroxyl radicals* dan lipid hidroperoksida. PUFA yang terdegradasi radikal

bebas disebut MDA, atau *malondialdehyde*. Tepung kedelai mempunyai kandungan isoflavon yang tinggi. Isoflavaon adalah salah satu komponen utama antioksidan kedelai. Kandungan daidzein sekitar 67,69%, genistein sekitar 89,42%, dan glicitein sekitar 20,02% di tepung kedelai berfungsi mencegah kadar MDA meningkat pada tikus. Kedelai dapat membantu kesehatan tubuh karena kandungan isoflavonya yang berfungsi sebagai antioksidan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa tepung kedelai berpengaruh terhadap kadar MDA. Sebelumnya, penelitian Himah *et al.* (2018) menyatakan bahwa penggunaan dari tepung kedelai mampu mencegah peningkatan kadar MDA disebabkan oleh diazinon pada hati tikus Wistar jantan. Penelitian oleh Kuribayashi *et al.* (2010) menyatakan pemberian vitamin bisa mengurangi perubahan dari MDA dan kerusakan pada pembuluh darah pada kelinci yang mengalami stres oksidatif akibat induksi kortikosteroid. Di sisi lain, penelitian Endrinaldi, E. dan Asterina, A. (2014) Ditemukan bahwa pemberian Pb asetat mengakibatkan peningkatan pembentukan senyawa MDA akibat peroksidasi lipid.

Penelitian Sudjarwo *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pemberian timbal asetat dapat meningkatkan secara signifikan tingkat Serum Glutamic Pyruvic Transminase (SGPT) dan Serum Glutamic Oxaloacetix Transminase (SGOT) yang ditemukan pada darah mencit. Keterbatasan pada penelitian ini tidak mengevaluasi mekanisme kerja dari komponen-komponen aktif dalam kedelai yang mempengaruhi MDA.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang bagaimana tepung kedelai memengaruhi kadar MDA pada tikus diinduksi Pb asetat, dapat dikatakan bahwa:

- 5.1.1. Rata-rata kadar MDA pada kelompok tikus tanpa diinduksi Pb asetat (K1) sebesar $1,50 \pm 0,17$ nmol/ml.
- 5.1.2. Rata-rata kadar MDA pada kelompok tikus diinduksi Pb asetat (K2) sebesar $10,10 \pm 0,42$ nmol/ml.
- 5.1.3. Rata-rata kadar MDA pada kelompok tikus diinduksi Pb asetat yang diberi vitamin E dengan dosis 1,8 IU/200grBB (K3) sebesar $2,12 \pm 0,23$ nmol/ml.
- 5.1.4. Rerata kadar MDA pada kelompok tikus diinduksi Pb asetat yang diberi tepung kedelai dengan dosis 0,45g/200grBB (K4) sebesar $1,93 \pm 0,27$ nmol/ml.
- 5.1.5. Pemberian tepung kedelai berdampak signifikan pada kadar MDA tikus galur wistar jantan yang diinduksi Pb asetat. (nilai $p = 0,005$).

5.2. Saran

Dibutuhkan studi lebih dalam untuk mengevaluasi mekanisme kerja dari komponen-komponen aktif dalam kedelai yang mempengaruhi MDA.



DAFTAR PUSTAKA

- Agriculture, [[USDA] United State Departement of (2016) 'Glycine soja. Redbean'.
- Anggraeni, S., Setyaningrum, T. and Listiawan, M.Y. (2017) 'Perbedaan Kadar Malondialdehid (MDA) sebagai Petanda Stres Oksidatif pada Berbagai Derajat Akne Vulgaris', *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit Dan Kelamin*.
- Ardyanto, D. (2005) 'Deteksi Pencemaran Timah Hitam dalam Darah Masyarakat yang Terpajan Timbal Plumbum. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*', Vol. 2. Available at: <https://doi.org/http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-KESLING-2-1-07.pdf>.
- Arkhaesi, N. (2008) 'Kadar Malondialdehyde (MDA) serum sebagai indikator prognosis keluaran pada sepsis neonatorum.'
- Astuti *et al.* (2009) 'Kualitas spermatozoa tikus yang diberi tepung kedelai kaya isoflavon, seng (Zn) dan vitamin E'.
- Astuti S (2008) 'Isoflavon kedelai dan potensinya sebagai penangkap radikal bebas.', *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* [Preprint].
- Ayala, A., M.M. and Argüelles, S. (2014) 'Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*'. Available at: [https://doi.org/2\(2\):1-31](https://doi.org/2(2):1-31).
- Aytul, K.K. (2010) 'Antimicrobial and Antioxidant Activities of Olive Leaf Extract And its Food Applications. Tesis. Turki: graduate school of engineering and sciences of Izmir institute of technology.'
- Christyaningsih *et al.* (2010) 'Pengaruh Asam Askorbat Terhadap Kadar Timbal Fetus Dan Aktivitas Enzim Sitokrom P450 1A1 (CYP1A1) Pada Induk Mencit Terintoksikasi Timbal'.
- Evans, M. *et al.* (2011) 'The effect of synthetic genistein on menopause symptom management in healthy postmenopausal women: A multicenter, randomized, placebo-controlled study. *Maturitas*'.
- Gil, P. et al (2002) 'Malondialdehyde: A possible marker of ageing', *Gerontology*'. Available at: <https://doi.org/10.1159/000058352>.
- Grotto *et al.* (2009) 'Importance of the lipid peroxidation biomarkers and methodological aspects for malondialdehyde quantification. *Quimm Nova*'.

- Gunawan SG (2007) 'Farmakologi dan Terapi'.
- Hariyatmi. (2006) 'Kemampuan vitamin E sebagai antioksidan terhadap radikal bebas pada usia lanjut'.
- Hariyatmi (2004) 'Kemampuan vitamin E sebagai antioksidan terhadap radikal bebas pada usia lanjut.'
- Incalza MA *et al.* (2018) 'Oxidative stress and reactive oxygen species in endothelial dysfunction associated with cardiovascular and metabolic diseases.', *Vascul Pharmacol.* 2018 Jan;100:1-19. doi: 10.1016/j.vph.2017.05.005. Epub 2017 Jun 1. PMID: 28579545. [Preprint].
- Ismanto, H. (2019) 'Hubungan Kadar Timbal (Pb) dengan Kadar Malondialdehid (MDA) dalam Darah pada Ibu Hamil di Wilayah Pantai Kabupaten Brebes', *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 18(2), pp. 28–34. Available at: <https://doi.org/10.14710/mkmi.18.2.28-34>.
- Lyn P. (2006) 'The Role of Free Radical Damage and the Use of Antioxidants in the Pathology and Treatment of Lead Toxicity.'
- Mostafa MH *et al.* (2010) 'Effect of Alpha Acid and Vitamin E on Heavy Metals Intoxication in Male Albino Rats'.
- Noradina, Hutagaol, A. and Siregar, Y. (2017) 'Pemberian Vitamin E Terhadap Fragilitas Eritrosit Pada Mencit (*Mus musculus*, L.) yang Dipapari Tuak', *Jurnal Ilmiah Keperawatan Imelda*, 3(2), pp. 361–369.
- Pham-Huy, Ai, Lien He, H. and ChuongPhamHuy (2008) 'Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. International journal of Biomedical Science', 4.
- Ramasamy A *et al.* (2018) 'Evaluation of the Protective Role of Glycine Max Seed Extract (Soybean Oil) In Drug-Induced Nephrotoxicity In Experimental Rats.'
- Retno, T., Widyastuti, S. and Suarsana, N. (2012) 'Pengaruh pemberian isoflavan terhadap peroksidasi lipid pada hati tikus normal. Indonesia Medicus Veterinus'.
- Siswonoto, S. (2008) 'Hubungan Kadar Malondialdehid Plasma Stroke Iskemik Akut Correlation of Plasma Malondyaldehyde With Program Pasca Sarjana Program Pendidikan Dokter Spesialis I'.
- Wahyuni, Y., Hidayat, T. and Martha, C. w. (2015) 'Pembuatan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Pemilihan Biji Kacang Kedelai Bagi Petani Kedelai Untuk Diterapkan Didesa Tumpang Kabupaten Malang. In:

Seminar Nasional Teknologi. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.'

Winarsi, Purwanto and Dwiyanti (2010) 'Kandungan protein dan isoflavon pada kedelai dan kecambah kedelai. Jurnal Biota',.

