BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Defenisi

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah (hiperglikemia) yang terjadi akibat gangguan pada sekresi insulin dan kerja insulin. Penyakit ini muncul karena tubuh tidak mampu memproduksi insulin yang cukup atau tidak dapat menggunakan insulin secara efektif, sehingga terjadi gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Ketika tubuh tidak mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup atau sel-sel tubuh tidak dapat menggunakan insulin secara efektif, kadar glukosa darah akan meningkat (American Diabetes Association, 2023) kondisi ini dapat menyebabkan berbagai komplikasi kronis pada organ seperti mata, ginjal dan pembuluh darah (American Diabetes Association/ ADA, 2014)

2. Klasifikasi

- **Diabetes Melitus Tipe 1**

  DM tipe-1 merupakan penyakit autoimun dengan ditandai defisiensi insulin yang mutlak akibat kerusakan sel kelenjar pankreas. Meskipun dapat terjadi pada semua usia, DM tipe-1 paling sering muncul pada masa remaja dengan puncak timbuln ya sekitar masa pubertas (Fauziani et al., 2024).

- **Diabetes Melitus Tipe 2**

  Diabetes tipe 2 adalah bentuk diabetes yang paling umum, menyumbang sekitar 90-95% dari semua kasus diabetes. Pada diabetes tipe ini, tubuh tidak dapat menggunakan insulin secara efektif (resistensi insulin) dan seiring waktu, pankreas tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk mengimbangi kebutuhan tubuh, diabetes tipe 2 semakin umum terjadi pada anak (Fauziani et al., 2024).

- **Diabetes Gestasional**

  Diabetes gestasional adalah kondisi yang terjadi selama kehamilan ketika tubuh tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk memenuhi kebutuhan tambahan selama masa kehamilan. Meskipun biasanya hilang setelah melahirkan, wanita yang mengalami diabetes gestasional memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan diabetes tipe 2 di kemudian hari (Hadayati et al., 2024).

3. Faktor Risiko

- **Genetik**

  Penderita DM cendrung diturunkan atau diwariskan. Anggota keluarga penderita diabetes melitus memiliki kemungkinan lebih besar terserang atau mengidap penyakit ini dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak menderita penyakit diabetes melitus (Fanani, 2022)

- **Usia**

  Pada usia > 40 tahun dan usia lanjut biasanya sebagian penyakit timbul hampir secara ekslusif pada satu kelompok usia tertentu saja. Sebagai contohnya penyakit degeneratif seperti diabetes melitus yang pada umumnya diderita oleh orang orang usia lebih dari 40 tahun (Fanani, 2022)

- **Berat badan**

  Berat badan berlebih atau obesitas dapat menjadi faktor risiko diabetes melitus (DM). Kondisi obesitas dapat menyebabkan resistensi insulin dan gangguan dalam toleransi glukosa. Akibatnya, dapat terjadi hiperinsulinemia, glukotoksisitas, dan lipotoksisitas pada sel β pankreas. Hal ini menyebabkan kegagalan dalam memproduksi insulin yang cukup untuk mengatasi resistensi insulin, sehingga kadar gula darah meningkat dan individu tersebut didiagnosis menderita diabetes. (Harefa et al., 2023).

- **Aktivitas Fisik**

  Kurangnya bergerak atau beraktivitas dapat mengontrol gula darah menjadi naik atau turun seperti pada penelitian Ramadhani et al.(2022) menyatakan orang dengan aktivitas fisik yang kurang memiliki peluang 2.7 kali lebih tinggi untuk menderita diabetes melitus (Rahmadhani et al., 2022).

- **Pola makan**

  Pola makan yang tidak sehat berkontribusi pada perkembangan diabetes dengan meningkatkan resistensi insulin dan memperburuk kontrol glukosa darah. Kebiasaan makan yang tinggi lemak jenuh dan gula, rendah serat menyebabkan masalah kegemukan,gizi lebih, serta meingkatkan radikal bebas yang memicu munculnya berbagai penyakit

  degenartif seperti DM (Kurniasari et al., 2021).

4. Gejala

Gejala diabetes melitus dapat dikenali melalui beberapa tanda yang mencolok, seperti sering buang air kecil yang disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah yang memaksa ginjal untuk mengeluarkan glukosa melalui urin, diikuti dengan rasa haus yang berlebihan akibat kehilangan cairan, serta sering merasa lapar meskipun sudah makan, karena tubuh tidak dapat memanfaatkan glukosa dengan baik; selain itu, penderita juga sering mengalami kelelahan dan rasa lemas, akibat kurangnya energi dari glukosa, dan dapat mengalami pandangan berbayang yang disebabkan oleh fluktuasi kadar gula darah yang mempengaruhi penglihatan. Kondisi ini dapat memberikan dampak buruk berupa kerusakan gangguan fungsi seperti kegagalan berbagai organ, terutama mata, ginjal, saraf, jantung dan pembuluh darah lainnya (Husna et al., 2022)

B. Tikus Wistar Jantan

Tikus *(Rattus norvegiacus)* strain wistar merupakan tikus albino yang sering digunakan dalam penelitian. Sejarah tikus strain Wistar dimulai pada awal abad ke-20 di Wistar Institute di Philadelphia. Strain ini berasal dari perkawinan tikus Wistar dengan tikus perkawinan tikus Wistar dengan tikus jantan liar Norwegia yang ditangkap di Berkeley, California (Wati et al., 2021) Tikus albino ini dikembangkan oleh Institut Wistar pada tahun 1906 para ahli yaitu Henry H. Donaldson dalam upaya untuk men standarisasi produksi tikus albino Strain wistar yang dapat diandalkan untuk penelitian. Melalui seleksi keturunan dan perkawinan silang, tikus Wistar berkembang menjadi strain yang stabil genetiknya, memberikan keandalan dalam penelitian ilmiah.

Rattus norvegiacus strain wistar memiliki karakteristik morfologi yaitu memiliki kepala yang lebar, telinga yang panjang, ekor yang panjangnya proposional dengan tubuhnya (panjangnya kurang dari panjang tubuh). Fenotip albino pada tikus Wistar termanifestasi dalam warna bulu yang pucat, dengan mata yang menonjol dalam warna merah muda atau merah (Schröder et al., 2020). Selain itu, tikus ini memiliki ukuran tubuh yang moderat hingga besar untuk tikus laboratorium. memiliki usia reproduksi pada 7-10 minggu dengan berat badan 100-227 g, dan lama kehamilan 19-22 hari (Wati et al., 2021).



Gambar 1Tikus wistar jantan

Tikus Wistar banyak digunakan dalam penelitian di bidang farmakologi, toksikologi, dan biomedis, termasuk untuk mempelajari kualitas spermatozoa, efek obat, serta berbagai model penyakit. Hal ini dikarenakan tikus ini memiliki sifat yang jinak, ukuran tubuh yang sesuai, dan kestabilan genetik yang baik. Selain itu, tikus Wistar jantan lebih sering dipilih dalam penelitian karena kemampuan metabolisme obatnya yang relatif lebih cepat, sehingga tikus jantan lebih sensitif terhadap perlakuan obat dibandingkan betina. Penggunaan tikus jantan juga memberikan hasil yang lebih konsisten karena tidak terpengaruh oleh kondisi kehamilan atau fluktuasi hormonal (Amriani et al., 2021).

C. Malondialdehid (MDA)

1. Pengertian

Malondialdehid (MDA) adalah senyawa organik dengan rumus kimia $CH_2(CHO)_2$, yang merupakan produk sekunder dari peroksidasi lipid, terutama pada asam lemak tak jenuh ganda. Senyawa ini terbentuk sebagai respons terhadap stres

oksidatif, yaitu kondisi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas seperti *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan kapasitas antioksidan tubuh (Mushawwir et al., 2019). Dalam tubuh manusia, MDA merupakan salah satu aldehida reaktif yang dapat membentuk ikatan kovalen dengan protein (advanced lipoxidation end-products/ALE) atau DNA (DNA adduct seperti M1G), sehingga bersifat mutagenik dan toksik bagi sel. Sifat ini menjadikan MDA sebagai salah satu penanda penting untuk menilai tingkat kerusakan oksidatif pada jaringan tubuh. Saat ini MDA digunakan sebagai biomarker stres oksidatif, yang merefleksikan kerusakan oksidatif pada membran sel. Peningkatan kadar MDA memiliki implikasi serius terhadap kesehatan, di antaranya kerusakan pembuluh darah, penyakit jantung, perubahan integritas membran sel, serta induksi mutasi DNA yang berpotensi memicu karsinogenesis dan penyakit genetik (Sulaiman et al., 2024).

2. Hubungan MDA dengan DM

Stres oksidatif yang ditandai oleh peningkatan kadar MDA ini juga berkontribusi pada berbagai komplikasi diabetes melitus yang bersifat degeneratif, diabetes melitus di mana kerusakan saraf terjadi akibat efek toksik dari glukosa tinggi dan stres oksidatif, menyebabkan gejala seperti kesemutan, mati rasa, dan nyeri. Selain itu, diabetes melitus juga dapat menyebabkan retinopati diabetik, di mana kerusakan pada pembuluh darah retina akibat kadar gula darah yang tinggi mengakibatkan gangguan penglihatan dan bahkan kebutaan jika tidak ditangani dengan baik (Ainah et al., 2024). Peningkatan kadar MDA juga ditemukan pada kondisi degeneratif lainnya seperti kanker, di mana stres oksidatif dapat memicu mutasi genetik yang mendukung proliferasi sel abnormal. Dengan demikian, hubungan antara MDA dan diabetes melitus menunjukkan bahwa stres oksidatif memainkan peran sentral dalam patogenesis berbagai kondisi kronis ini. Oleh karena itu, pengelolaan stres oksidatif melalui pola hidup sehat, konsumsi makanan kaya antioksidan, zat bioaktif, menjadi langkah penting untuk mencegah atau memperlambat perkembangan penyakit diabetes melitus (Maharani et al., 2021).

3. Pengukuran Kadar MDA

Pengukuran kadar malondialdehid (MDA), yang merupakan produk akhir dari peroksidasi lipid dan digunakan sebagai biomarker stres oksidatif, dilakukan dengan berbagai metode yang dirancang untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi MDA dalam sampel biologis seperti serum, plasma, urin, atau jaringan tubuh. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS), di mana MDA bereaksi dengan thiobarbituric acid (TBA) dalam kondisi panas untuk membentuk kompleks berwarna merah muda yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm (Situmorang et al., 2020) Proses pengukuran ini melibatkan beberapa tahap penting, seperti pengambilan sampel biologis, persiapan reagen TBA, inkubasi campuran pada suhu tinggi untuk memicu reaksi kimia antara MDA dan TBA, pendinginan campuran setelah reaksi selesai, serta sentrifugasi untuk memisahkan supernatan dari endapan sebelum dilakukan pembacaan absorbansi. Selain metode TBARS, pengukuran kadar MDA juga dapat dilakukan dengan teknik High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), yang menawarkan sensitivitas dan spesifisitas lebih tinggi dibandingkan metode TBARS. Dalam metode ini, MDA dipisahkan dari komponen lain dalam sampel menggunakan kolom kromatografi khusus dan dideteksi berdasarkan waktu retensi serta area puncak pada kromatogram.

4. Kadar MDA

Kadar MDA merupakan indikator umum yang digunakan untuk menilai tingkat stres oksidatif salah satunya tikus wistar yang mengalami kondisi patologis seperti diabetes melitus yang diakibatkan dari kurangnya aktivitas pertahanan antioksidan sehingga dapat menyerang makro molekul diantaranya lipid, karbohidrat, protein dan asam nukleat (Prawitasari, 2019). Kadar MDA yang normal adalah rentang konsentrasi dalam tubuh menunjukkan tingkat stres oksidatif masih dalam batas wajar dan tidak menunjukkan kerusakan sel yang signifikan akibat radikal bebas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Angirekula et al, 2018) kadar MDA normal pada tikus wistar berada di kisaran 2,02-4,65 μmol/L.

D. Penatalaksanaan DM Melalui Makanan dan Minuman Fungsional

Walaupun kepatuhan penderita terhadap prinsip gizi dan perencanaan makan merupakan salah satu kendala pada pelayanan diabetes melitus, terapi gizi menjadi salah satu komponen utama keberhasilan penatalaksanaan diabetes melitus melalui penerapan 5 pilar, penyuluhan, terapi obat-obatan, olahraga, pemantauan kadar gula darah serta terapi diet nutrisi.

1. Penyuluhan

Ketidakpatuhan pada penderita diabetes melitus dapat menghambat tercapainya tujuan pengobatan, yang sebenarnya tidak diperlukan. Namun, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan penyuluhan bagi pasien beserta keluarganya dalam upaya pencegahan terjadinya komplikasi dalam DM. Pengobatan diabetes melitus memerlukan adanya keseimbangan antara beberapa kegiatan yang merupakan bagian dalam kehidupan sehari-hari seperti makan, tidur, bekerja dan lainnya. Dengan memberikan penyuluhan pasien diharapkan dapat mempunyai pengetahuan yang cukup tentang diabetes, serta merubah perilakunya yang nantinya dapat mengendalikan kondisi penyakitnya sehingga penderita dapat hidup lama (Suyono et al 2002)

2. Terapi Obat-Obatan

Terapi pengobatan ditambahkan jika sasaran glukosa darah belum tercapai dengan pengaturan makan dan latihan jasmani. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terapi obat-obatan sangat mempengaruhi kejadian hiperglikemia pada penderita DM tipe II. Hal ini dapat dibuktikan melalui penelitian (Dewi et al.,2021) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kejadian Hiperglikemia dengan terapi obat-obatan yang dapat diartikan terapi obat-obatan yang kurang pada penderita DM dapat mengalami lebih besar kejadian hiperglikemia (Dewi et al., 2021).

3. Olahraga

Pengobatan, penyuluhan dan terapi lainnya merupakan faktor penting, namun hal tersebut dapat menjadi sia-sia karena dalam penerapannya diperlukan olahraga yang bukan hanya menurunkan berat badan tetapi juga dapat menyebabkan berkurangnya glukosa dalam darah. Pada saat berolahraga resistensi insulin berkurang, sebaliknya

sensitivitas insulin meningkat, sehingga menyebabkan berkurangnya kebutuhan insulin. Namun respon ini hanya terjadi sementara setiap kali berolahraga tidak menetap. Oleh karena itu olahraga ini harus dilakukan terus menerus dan teratur (Dewi et al.,2021).

4. Pemantauan Kadar Gula Darah

Pemantauan kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus (DM) merupakan aspek penting dalam pengelolaan penyakit untuk mencapai kontrol glikemik yang optimal dan mencegah komplikasi. Pemantauan ini dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu pemeriksaan di fasilitas kesehatan dan pemantauan glukosa darah mandiri (PGDM) menggunakan glukometer di rumah. pemeriksaan kadar gula darah diperlukan sebagai bagian dari perawatan penyakitnya, peserta memilih makanan yang dapat mengontrol kadar gula darah tetap baik, peserta mengikuti semua hal yang disarankan dokter, peserta rutin menggunakan obat anti hiperglikemianya secara rutin dan teratur. Hal tersebut yang mengindikasikan self management peserta cukup dan tinggi (Novitasari et al., 2022).

5. Terapi Diet Nutrisi

Terapi diet merupakan terapi utama yang akan dilakukan dalam penatalaksanaan diabetes mellitus. Prinsip terapi diet pada pasien diabetes mellitus meliputi makanan seimbang dengan jumlah kalori yang sesuai kondisi tubuh, ketepatan waktu makan dan jenis makanan yang dikonsumsi terutama bagi pasien yang menggunakan insulin (Suhartik, 2022). Terapi diet ini membantu kontrol metabolik, lipid dan tekanan darah dalam tubuh yang mana diperlukannya pangan fungsional berupa, sayur-sayuran, buah-buahan, umbi-umbian, biji-bijian dan rimpang-rimpangan yang dapat diolah menjadi makanan dan minuman fungsional (Aziz et al., 2022). Selain itu, pangan fungsional tersebut mengandung senyawa antioksidan dan zat bioaktif yang dapat menetralisir radikal bebas berupa hydrogen peroksida, hidroksil, oksigen singlet, malondialdehid yang akan menyerang sel-sel endetil pada pembuluh darah DM (Prawitasari, 2019) Penelitian (Widiana et al., 2022) menyatakan bahwa, peningkatan kadar MDA pada tikus wistar jantan hiperglikemia induksi aloksan dapat diturunkan dengan melakukan pemberian ekstrak sirih merah yang mengandung antioksidan berupa flavonoid. Peneltian lainnya yang telah dilakukan Siahaan et al (2024) yang membahas tentang

minuman sehat Mar'ke Bilar yang berdampak mengalami penurunan kadar MDA dalam darah yang dihasilkan dari antioksidan dan zat bioaktif berupa (fenol, antosianin, tanin, flavonoid vitamin C) pada atlet PPLP Sumatera Utara (Siahaan et al., 2024).

1. Markisa ungu

Markisa ungu (*Passiflora edulis var. edulis*) adalah tanaman yang berasal dari daerah tropis dan subtropis di Amerika Selatan, khususnya Brasil. Di negara asalnya, markisa tumbuh liar di hutan-hutan basah dengan banyak spesies berbeda. Di Indonesia, markisa banyak ditanam di daerah dataran tinggi seperti diwilayah Gowa, Malino, (Sulawesi Selatan), di Sumatera Utara wilayah yang membudidayakan markisa ungu adalah Payung, Simpang Empat Naman Teran, Kabanjahe, Berastagi, Tiga Panah, Dolat Rakyat, Merek dan Barus Jahe (Zulfida et al ., 2022).



Gambar 2. Markisa Ungu

Markisa ungu memiliki ukuran buah yang lebih kecil dibandingkan varietas kuning (*Passiflora flavicarpa*). Diameter buah berkisar antara 3,5–7 cm dengan panjang 4–9 cm. Buah ini memiliki kulit tebal berwarna ungu gelap saat matang, sementara sari buahnya berwarna kuning cerah. Tanaman ini membutuhkan waktu sekitar 1–1,5 tahun untuk mulai berbuah setelah ditanam. Selain itu, sari buah markisa ungu yang mmengandung (beta karoten, vitamin C dan Flavonoid) dapat menurunkan ketebelan dinding aorta (Manshur et al., 2020).

Tabel 1. Kandungan Gizi Buah Markisa Ungu Per 100 gram

Kandungan Gizi	Kadar / Satuan
Energi	144,0 kkal
Protein	3,5 gr
Lemak	1,2 gr
Karbohidrat	29,8 gr
Serat	11.4 gr
Kalsium	27 mg
Fospor	203,0 mg
Zat Besi	1,4 mg
Kalium	453,8 mg
Seng	0,1 mg
Beta karoten	969 mcg
Vitamin B1	0,02 mg
Vitamin C	10 mg
Kadar Air	64,7 gr

Sumber : (Tabel Komposisi Pangan Indonesia,2017)

2. Kesemek

Buah kesemek (*Diospyros kaki*) merupakan buah yang termasuk dalam genus *Diospyros* dan famili Ebenaceae. Buah ini memiliki sejarah panjang dalam budidaya dan pemanfaatan, terutama di Asia Timur Kesemek telah lama dibudidayakan dan dimanfaatkan, terutama di kawasan Asia Timur, buah ini sendiri berasal dari daerah subtropis di Cina dan Jepang, di mana budidayanya telah berlangsung selama lebih dari 2.000 tahun. Tanaman ini juga tumbuh di wilayah pegunungan Himalaya dan India bagian utara. Dari Cina, kesemek menyebar ke Jepang pada zaman kuno, kemudian mencapai Eropa Selatan dan Amerika pada abad ke-19. Di Indonesia, kesemek diperkenalkan pada masa penjajahan Jepang sebagai bagian dari upaya konservasi di dataran tinggi. Di Indonesia sendiri wilayah yang sudah membudidayakannya adalah Jawa Barat dan Jawa Timur, di mana buah ini ditanam pada daerah-daerah tinggi di pegunungan (Redaksi Health, 2012).

Di Indonesia, tanaman kesemek tumbuh baik di daerah dengan ketinggian 1.000–1.500 meter di atas permukaan laut, seperti Berastagi (Sumatera Utara), Garut (Jawa Barat), Magetan dan Batu (Jawa Timur). Sentra produksi utama meliputi wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, serta Sumatera Utara. Tanaman ini memiliki tinggi 6 - 8 m, batang yang tegak, bulat, berkayu, kasar, dan berwarna hijau kotor. Buah kesemek berbentuk bulat dengan diameter 6 - 8 cm, ketika masih muda berwarna hijau dan setelah tua berwarna kuning. Pada pangkal buah terdapat kelopak bunga yang terdiri dari 4. Pangkal buah agak cekung kedalam dan ditutupi dengan kelopak bunga berwarna hijau kecoklatan.



Gambar 3. Kesemek

Buah kesemek memiliki rasa yang manis seperti madu dan berwarna oranye kekuningan yang menjadi ciri khas dari buah ini, Selain rasanya yang manis buah ini memiliki keunggulan yang mengandung senyawa antioksidan yang sangat efektif dalam menangkal radikal bebas yang dapat menimbulkan penyakit degeneratif seperti hipertensi, diabetes melitus, penyakit jantung osteoporosis, stenosis spinal (Haryanto et al ., 2025).

Buah kesemek mengandung tanin dan senyawa fenol. Senyawa fenol merupakan salah satu jenis komponen fitokimia yang penting untuk kesehatan. Senyawa fenol dalam buah kesemek dapat berperan sebagai antioksidan dengan cara menghambat proses oksidasi dan proses pembentukan radikal bebas. Sifat antioksidan tersebut dapat mencegah terjadinya berbagai penyakit, seperti kanker, diabetes, dan penyakit jantung (Wau et al., 2019)

Tabel 2. Kandungan Gizi Buah Kesemek Per 100 gram

Kandungan Gizi	Kadar/Satuan
Energi	70 Kal
Karbohidrat	18,59 gr
Serat	3,6 gr
Protein	0,58 gr
Lemak	0,19 gr
Vitamin B2 (Riboflavin)	0,05 mg
Vitamin C	11 mg
Vitamin A	0 mcg
Kalsium	6 mg
Fosfor	26 mg
Zat Besi	0,3 mg

Sumber : Daftar Kandungan Gizi Bahan Makanan (DKGBM) 2019

3. Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) merupakan tanaman yang berasal dari wilayah tropis Amerika Selatan, khususnya Peru dan Kolombia, di mana telah dibudidayakan selama ribuan tahun. Dari Amerika Selatan, tanaman ini menyebar ke berbagai belahan dunia melalui perdagangan dan eksplorasi. Di Asia, termasuk Indonesia, ubi jalar mulai dikenal sejak masa kolonial yang dibawaw oleh bangsa eropa dan menjadi salah satu sumber pangan penting. Di Indonesia, ubi jalar ungu telah banyak dibudidayakan di daerah dataranrendah hingga dataran rendah seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, serta Sumatera Utara karena kondisi tanah dan iklim yang mendukung pertumbuhannya.



Gambar 4.Ubi Jalar Ungu

Pemanfaatan ubi ini sendiri dapat dikonsumsi langsung setelah direbus atau dikukus sebagai makanan pokok alternatif pengganti nasi. Selain itu, ubi ini juga dapat diolah menjadi berbagai produk pangan seperti keripik, tepung ubi jalar, kue, es krim, puding, hingga minuman sehat berbasis sari ubi ungu. Di industri pangan modern, ekstrak antosianin dari ubi jalar ungu digunakan sebagai pewarna alami untuk produk makanan dan minuman karena sifatnya yang aman bagi kesehatan. Pemanfaatan ini juga mendukung pengembangan produk-produk fungsional berbasis bahan alami (Armanzah et al., 2016)

Tanaman ini dikenal karena warna ungunya yang mencolok, yang dihasilkan oleh kandungan antosianin, yaitu senyawa fenolik dengan sifat antioksidan. Ubi jalar ungu memiliki variasi bentuk dan ukuran yang dipengaruhi oleh varietas serta kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Ciri khas ubi ini terletak pada daging umbinya yang berwarna ungu tua hingga kehitaman serta rasanya yang manis. Ubi jalar ungu memiliki keunggulan kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar putih dan ubi jalar kuning. Keunggulan ubi jalar ungu adalah terdapat kandungan antosianin yang berperan penting sebagai antioksidan kuat untuk menetralisir radikal bebas penyebab penuaan dini dan pemicu aneka penyakit degeneratif seperti kanker dan diabetes melitus (Farida et al.,2022)

Tabel 3. Kandungan Gizi Ubi Jalar Ungu Per 100 gram

Kandungan Gizi	Kadar/Satuan

Energi	123 kkall
Protein	1,8 gr
Lemak	0,7 gr
Karbohidrat	27,9 gr
Kalsium	30 mg
Pasfor	49 mg
Besi	0,7 mg
Vitamin A	7.7000 SI
Vitamin C	22 mg
Vitamin B1	0.09 mg
Serat	4 gr
Antosianin	110,51 mg
Vitamin C	21,43 mg

Sumber : Kemenkes RI, 2018

4. Komposisi Minuman Mar'ke Bilar

Minuman Mar'ke Bilar terbuat dari perpaduan tiga jenis bahan pangan lokal yang telah melalui beberapa tahapan seperti pencucian, pengukusan, pengupasan, penghalusan, penyaringan, pemanasan, pendiginan, pencampuran, pengemasan, yang kemudian dibuat menjadi beberapa komposisi sesuai tiga jenis formulasi.



Gambar 5.Minuman Mar'ke Bilar

Tiga jenis bahan pangan yang dipadukan menghasilkan minuman sari berwarna merah mirabela, dengan konsistensi yang sedikit kental dan rasa manis yang berasal dari ubi jalar ungu. Minuman Mar’ke Bilar memiliki aroma khas dari buah markisa ungu, disertai aroma sitrus yang mampu mengurangi bau langu, sehingga membuatnya lebih menggugah selera untuk dinikmati.

Tabel 4.Komposisi Formulasi Minuman Mar’ke Bilar

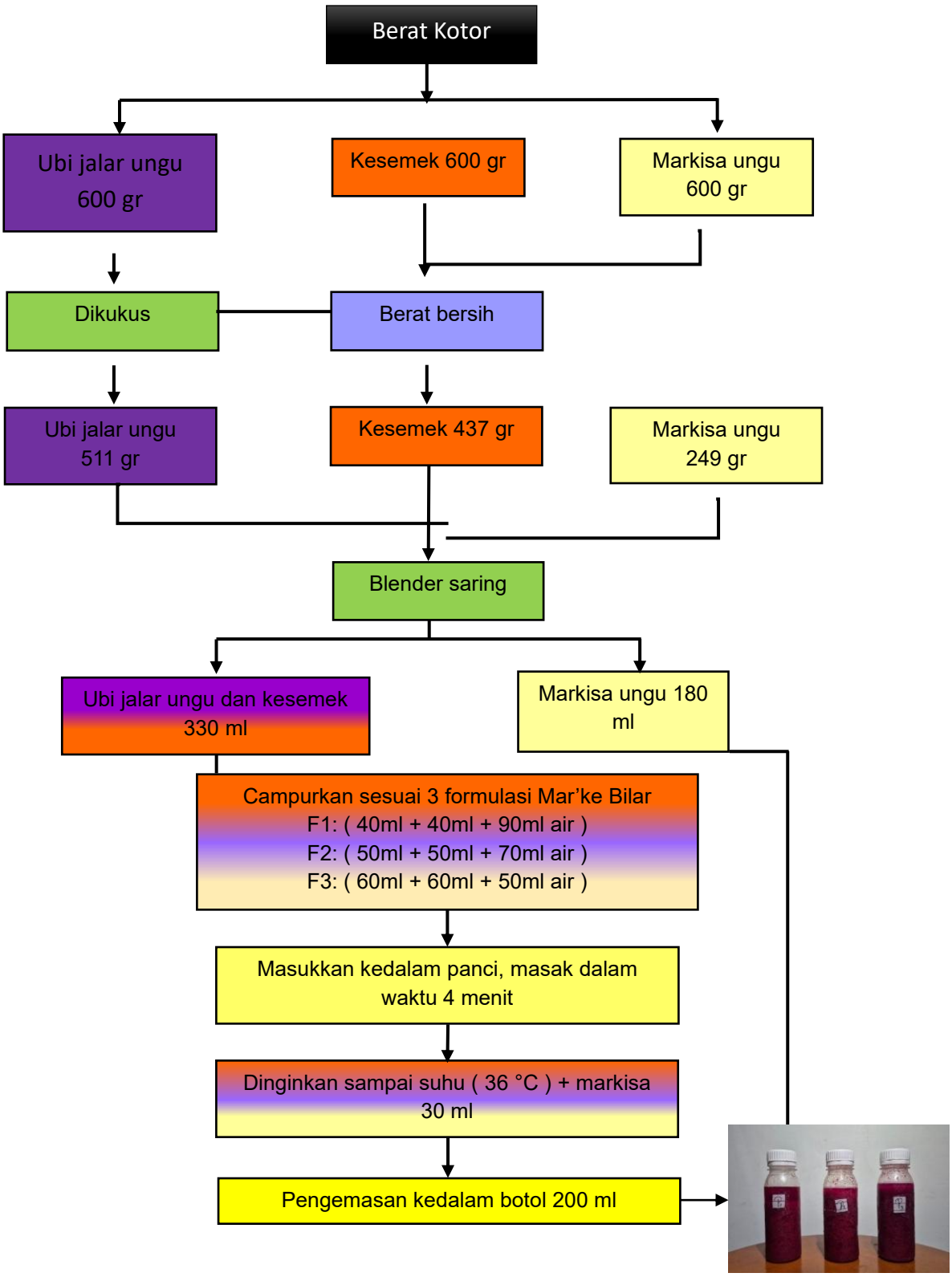
Komposisi Formulasi	Sari ubi jalar ungu	Sari kesemek	Markisa	Air
1	40ml	40ml	30ml	90ml
2	50ml	50ml	30ml	70ml
3	60ml	60ml	30ml	50ml

E. Peneltian Terdahulu yang Berhubungan dengan DM

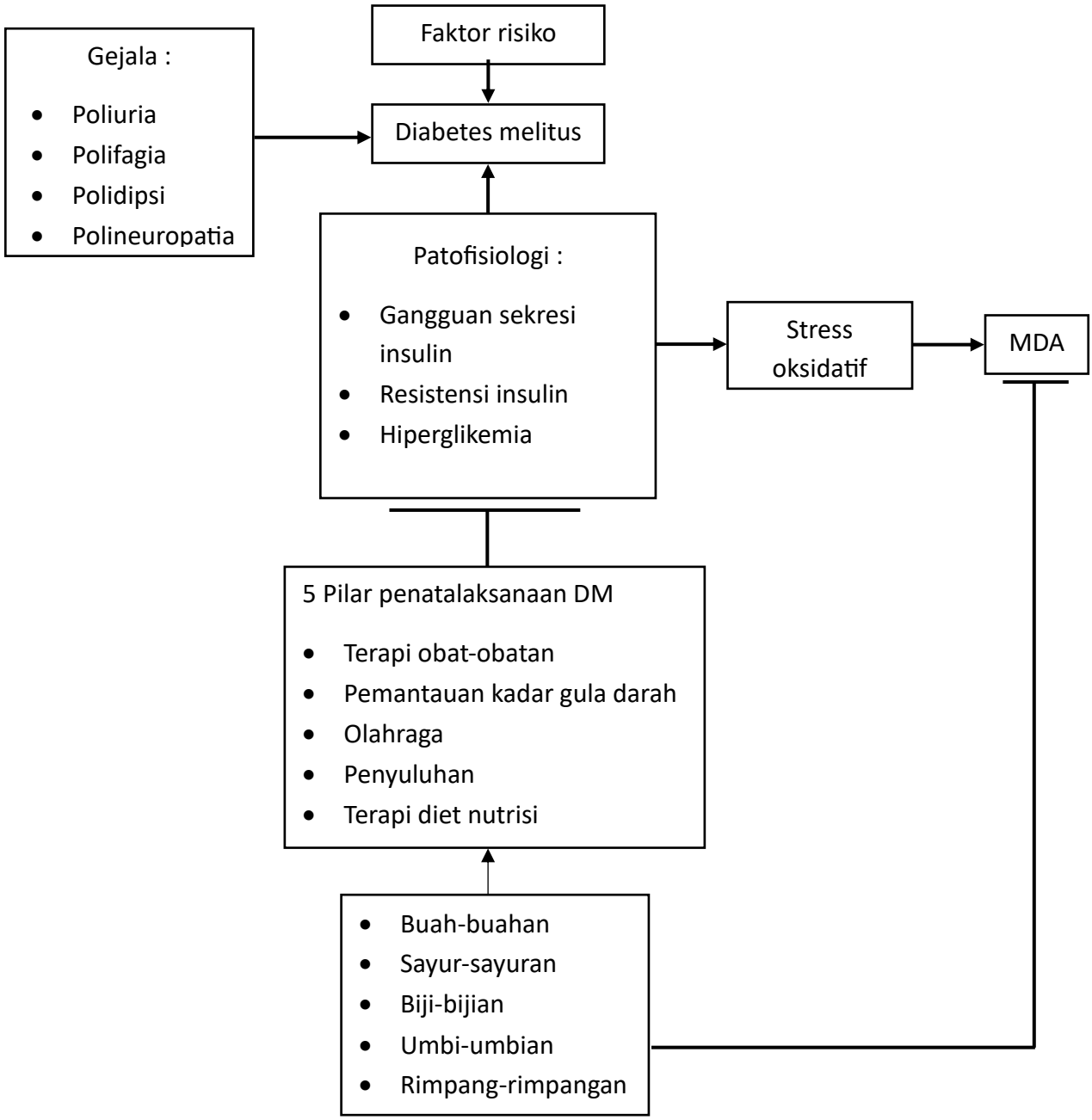
1) Penelitian yang telah dilakukan oleh, Widaryanti et al., 2022. Pemberian rebusan sereh yang mengandung ekstrak air tanaman sereh mengandung senyawa polifenol utama yaitu, rutin, isoquercetin, cathecin dan quercetin yang dapat berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi malondialdehid (MDA) pada tikus wistar jantan Diabetes.
2) Penelitian yang telah dilakukan oleh, Makwa et al., 2024. Kandungan daun Brugueira gymnorhhiza mengandung senyawa metabolik sekunder yang berperan sebagai antioksidan dan zat bioaktif (flavonoid, fenol, tanin, saponin, steroid, dan triterpenoid) berpengaruh terhadap penurunan kadar MDA mencit yang mengalami diabetes dan berpengaruh terhadap gambaran histopatologi pankreas mencit yang mengalami diabetes.
3) Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Monikasari et., al 2023. Pemberian ekstrak bekatul beras hitam berpengaruh terhadap kadar MDA dan trigliserida pada tikus diabetes melitus tipe 2, karena adanya kandungan antioksidan berupa antosianin yang mampu menurunkan kadar MDA dan trigliserida serta meningkatkan kadar antioksidan berupa Superoksida dismutase (SOD).
4) Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Ahlulkemal et al., 2024 Pemberian beras analog dan glimepirid yang mengandung antioksidan Fenolik dan Beta-karoten mampu menurunkan kadar MDA pankreas pada tikus wistar DM tipe 2 dengan lama pemberian 21 hari.
5) Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Widiana et al., 2022. Peningkatan kadar MDA pada tikus wistar jantan hiperglikemia yang induksi aloksan dapat diturunkan dengan melakukan pemberian ekstrak sirih merah yang mengandung antioksidan berupa flavonoid.
6) Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Siahaan et al., 2024. Pemberian Minuman sehar Mar'ke berdampak mengalami penurunan kadar MDA dalam darah yang dihasilkan dari antioksidan dan zat bioaktif berupa (fenol, antosianin, tanin, flavonoid vitamin C) pada atlet PPLP Sumatera Utara

7) Pada penelitian yang telah dilakukan oleh, Siahaan et al., 2023. Kandungan zat bioaktif dan antioksidan pada minuman sehat Mar'ke Bilar seperti (antosianin, vitamin C, beta karoten serta zat flavonoid) yang mengurangi proses lipogenesis serta kandungan tersebut mampu melawan radikal bebas.
8) Penelitian yang telah dilakukan oleh, Doloksaribu et al., 2024. Membahas mengenai adanya hubungan antara asupan antioksidan dengan Pro Oksidan (MDA) dan antioksidan endogen (SOD) pada atlet sepakbola yang menunjukkan bahwa semakin meningkat vitamin C maka kadar MDA akan semakin menurun.

F. Skema Alur Pembuatan Mar'ke Bilar



G. Kerangka Teori



Sumber : (Burkeet al., 2008) yang sudah dimodifikasi

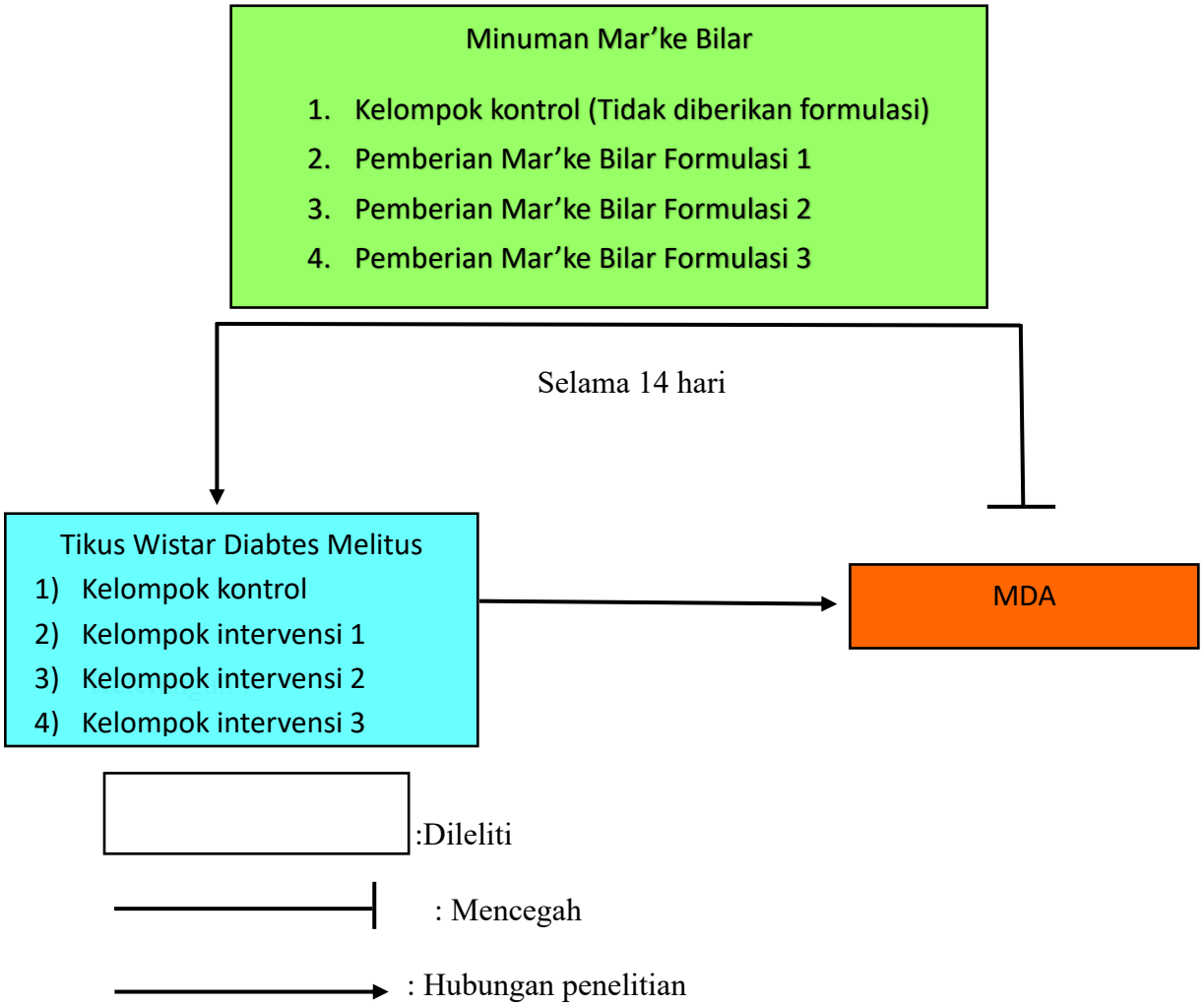
Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik yang berkembang melalui interaksi kompleks antara berbagai faktor risiko seperti genetik, usia, berat badan, aktivitas fisik, dan pola makan, yang dapat memicu gejala seperti polyuria, polifagia,

polidipsi, polineuropatia. Kondisi resistensi, gangguan insulin, hiperglikemia dapat menyebabkan terjadinya stress oksidatif. Hal ini terjadi karena adanya kadar glukosa yang tinggi dalam darah pada penderita DM memicu produksi radikal bebas sehingga terjadi stress oksidatif yang disebabkan kurangnya aktivitas pertahanan antioksidan yang dapat meningkatkan kadar MDA. Dalam mencegah terjadinya peningkatan kadar MDA diperlukan penatalksanaan pada penderita diabetes melitus yang melibatkan pendekatan komprehensif dengan menerapkan 5 pilar yaitu :

1) Terapi obat-obatan
2) Pemantauan kadar gula darah
3) Olahraga
4) Penyuluhan
5) Terapi diet nutrisi

Penerapan 5 pilar penatalaksanaan diperlukan pemberian sumber bahan makanan yang mengandung antioksidan dan zat bioaktif yang dapat diperoleh dari berbagai pangan seperti buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, umbi-umbian dan rimpang-rimpangan yang dapat mencegah peningkatan kadar MDA.

H. Kerangka Konsep



Variabel Independent : Minuman Mar'ke Bilar

Variabel Dependent : Kadar MDA

Pada penelitian ini minuman Mar'ke Bilar sebagai variabel independen dan kadar MDA sebagai variabel dependen dengan tikus wistar jantan yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kontrol dan perlakuan. Kelompok perlakuan diberikan minuman mar'ke Bilar dengan tiga formulasi berbeda yang dapat menurunkan kadar MDA pada tikus perlakuan selama 14 hari, sedangkan kelompok kontrol tidak mendapatkan perlakuan berupa 3 formulasi.

I.Defenisi Operasional

Tabel 5. Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Skala
1.	Minuman Mar'ke Bilar	Minuman yang terbuat dari sari markisa, kesemek dan ubi jalar ungu yang diolah dengan tahapan pencucian, pengukusan, pengupasan, penghalusan, penyaringan, pemanasan, pendinginan, pencampuran, dan pengemasan dan terbagi menjadi 3 formulasi: a. Formulasi 1 terdiri dari sari ubi jalar ungu 40 ml + sari kesemek 40 ml + sari markisa ungu 30 ml + 90 ml air. b. Formulasi 1 terdiri dari sari ubi jalar ungu 50 ml + sari kesemek 50 ml + sari markisa ungu 30 ml + 70 ml air. c. Formulasi 1 terdiri dari sari ubi jalar ungu 60 ml + sari kesemek 60 ml + sari markisa ungu 30 ml + 50 ml air	Ordinal
2.	Tikus Wistar Jantan Diabetes Melitus	Tikus jenis *Rattus Movergicus Strain Wistar* dengan berjenis kelamin jantan yang memiliki ciri bulu Tikus wistar jantan berkelamin Jantan tidak ada kelainan anatomi, berusia 2-3 bulan dan memiliki berat badan 150-250	Ordinal

		gram. Intervensi yang dilakukan berupa pemberian sari Mar'ke Bilar, yang dibagi ke dalam empat kelompok perlakuan: • Kelompok kontrol, yaitu kelompok tanpa pemberian sari Mar'ke Bilar a. Kelompok 1, yaitu kelompok yang diberikan sari Mar'ke Bilar Formulasi 1 b. Kelompok 2, yaitu kelompok yang diberikan sari Mar'ke Bilar Formulasi 2 c. Kelompok 3, yaitu kelompok yang diberikan sari Mar'ke Bilar Formulasi 3	
3.	Kadar MDA	MDA adalah senyawa dialdehida yang merupakan produk akhir dari peroksidasi lipid dan biomaker stress oksidatif. Kadar. Pengukuran MDA dilakukan dengan pengambilan sampel darah sebanyak 5cc dan diperiksa menggunakan kit human MDA sandwich Elisa (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) di Laboratorium Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya (FKUB) Malang.	…..ng/ml Skala : Rasio

J. Hipotesis

Ha : Pemberian sari Mar'ke Bilar efektif dalam menurunkan kadar MDA pada tikus wistar jantan diabetes melitus