

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pra Lansia

Memasuki fase usia lanjut atau yang akrab disebut lansia senantiasa diiringi oleh penurunan performa fisik serta degradasi fungsi organ internal yang secara langsung memengaruhi derajat kesehatan. Seiring bertambahnya usia, proses penyusutan jaringan tubuh terjadi secara gradual, sehingga menempatkan kelompok populasi ini pada kategori risiko tinggi terhadap paparan berbagai penyakit degeneratif (Panggraita et al., 2021).

Tahap lanjut usia merupakan fase penutup dalam siklus perkembangan hidup manusia, di mana *World Health Organization* (WHO) membagi kategorisasi kelompok usia ini ke dalam empat periode yang terstruktur. Periode tersebut diawali oleh usia paruh baya (*middle age*) yang mencakup individu pada rentang usia 45–59 tahun, disusul oleh kelompok lanjut usia (*elderly*) bagi masyarakat yang menginjak usia 60–74 tahun, kemudian kategori lanjut usia tua (*old*) untuk mereka yang telah mencapai usia 75–90 tahun, serta diakhiri oleh populasi lansia sangat tua (*very old*) yang usianya telah melewati angka 90 tahun (Wahyuni et al., 2023).

B. Diabetes Melitus

1. Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) dipahami sebagai sebuah patologi kronis berupa disfungsi metabolik yang dicirikan oleh adanya lonjakan kadar glukosa darah di atas ambang batas normal (Bingga, 2021), Berdasarkan

definisi WHO, patofisiologi DM berakar pada kekacauan sistem metabolisme, di mana organ pankreas mengalami kegagalan dalam menyintesis hormon insulin sesuai kebutuhan fisiologis tubuh, atau ketika insulin yang disekresikan tidak dapat bekerja secara efektif. Hambatan fungsional ini memicu penurunan kemampuan penyerapan glukosa oleh sel-sel tubuh dari aliran darah, yang pada akhirnya memicu kerusakan sistemik (Alpian et al., 2022).

Kondisi hiperglikemia atau peningkatan kadar gula darah yang berlangsung secara persisten merupakan indikator utama dari manifestasi gangguan metabolik menahun yang disebut diabetes melitus tipe 2 (Rumengan et al., 2025). Mengutip estimasi data *International Diabetes Federation* (IDF), prevalensi penderita diabetes usia dewasa di Indonesia diproyeksikan menyentuh angka 20,4 juta jiwa. Statistik ini memosisikan Indonesia pada peringkat kelima secara global terkait akumulasi kasus diabetes terbesar. Eskalasi figur ini didorong oleh interaksi berbagai determinan, seperti pergeseran perilaku hidup sehat, dinamika urbanisasi, serta faktor hereditas atau kerentanan genetik.

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) dibagi dalam beberapa klasifikasi, yaitu :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi	Deskripsi
Tipe 1	Destruksi sel beta pankreas, umumnya berhubungan dengan defisiensi insulin absolut 1. Autoimun 2. Idiopatik

Klasifikasi	Deskripsi
Tipe 2	Bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin
Diabetes Melitus Gestasional	Diabetes yang didiagnosis pada trimester kedua atau ketiga kehamilan dimana sebelum kehamilan tidak didapatkan diabetes
Tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain	1. Sindroma diabetes monogenik (<i>diabetes neonatal, maturity-onset diabetes of the young (MODY)</i>) 2. Penyakit eksokrin pankreas (fibrosis kistik, pankreatitis) 3. Disebabkan oleh obat atau zat kimia (misalnya penggunaan glukokortikoid pada terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ).

Sumber : (Perkeni, 2021)

Secara garis besar, diabetes melitus dikelompokkan ke dalam dua variasi utama, yakni DM Tipe 1 dan DM Tipe 2. Walaupun kedua tipe ini sama-sama dicirikan oleh lonjakan konsentrasi glukosa dalam darah, dasar patofisiologi dan pemicunya sangat bertolak belakang. Kerusakan pada sel β pankreas akibat respons autoimun menjadi penyebab utama DM Tipe 1, yang berakibat pada kegagalan tubuh dalam memproduksi hormon insulin. Sebaliknya, pada kasus DM Tipe 2, organ pankreas umumnya masih sanggup menyintesis insulin. Hanya saja, sel-sel tubuh mengalami penurunan sensitivitas (resistensi insulin) atau volume insulin yang disekresikan kurang mencukupi kebutuhan. Kondisi ini sering kali diperparah oleh penambahan usia, kegemukan (obesitas), serta perilaku hidup yang kurang sehat,

sehingga memicu tingginya kadar gula darah secara persisten (Lestari et al., 2021).

Tabel 2. 2 Kadar Tes Laboratorium Darah Untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes

	HbA1c (%)	Gula darah puasa (mg/Dl)	Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/Dl)
Diabetes	$\geq 6,5$	126	≥ 200
Pre-Diabetes	5,7 – 6,4	100-125	140-199
Normal	$< 5,7$	70-99	70-139

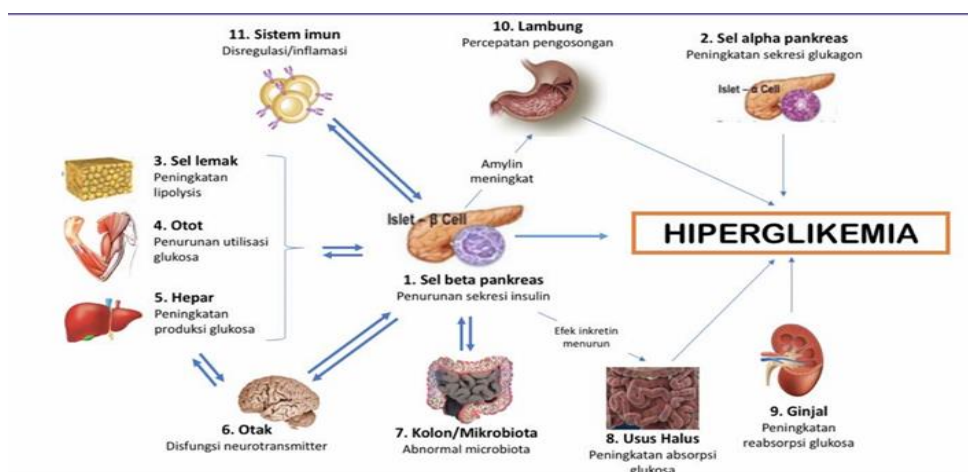
Sumber : (Perkeni, 2021)

3. Etiologi Diabetes Melitus

Manifestasi klinis diabetes melitus dapat dipicu oleh kombinasi multiplikasi faktor, yang meliputi garis keturunan keluarga, obesitas, pergeseran gaya hidup secara drastis, kebiasaan merokok, kurangnya olahraga, penuaan, pola makan buruk, hingga ketidakpatuhan terhadap terapi obat. Selain faktor fisik, tekanan psikologis atau stres turut memegang andil dalam memengaruhi fluktuasi glukosa darah pasien DM tipe 2. Tingginya beban stres yang tidak dibarengi dengan mekanisme koping atau pengelolaan stres yang efektif dapat memperburuk kondisi pasien, sehingga mempersulit upaya pengendalian kadar gula darah agar tetap stabil (Nursucita dan Handayani, 2021).

4. Patofisiologi Diabetes Melitus

Perkembangan penyakit DM tipe 2 berlangsung melalui beberapa fase klinis secara bertahap. Pada fase awal, sel beta pankreas masih mampu melakukan kompensasi terhadap fenomena resistensi insulin dengan meningkatkan volume sekresi (*insulin output*), sehingga ambang batas toleransi glukosa tubuh masih terlihat normal. Namun, seiring berjalannya waktu dan progresi penyakit, sel beta pankreas mengalami kelelahan dan tidak lagi sanggup mempertahankan kondisi hiperinsulinemia tersebut. Dampaknya, muncul gangguan toleransi glukosa yang ditandai dengan lonjakan gula darah pascamakan (*postprandial*). Memasuki tahap lanjutan, penurunan sekresi insulin yang dibarengi dengan peningkatan produksi glukosa oleh organ hati terjadi secara kontinu. Hal ini memicu manifestasi DM tipe 2 yang nyata, diikuti dengan kenaikan kadar glukosa darah puasa hingga berakhir pada fase disfungsi atau kegagalan total sel beta pancreas (Umayya dan Wardani, 2023).



Sumber: (Perkeni, 2021)

Gambar 2. 1 Patogenesis Diabetes Melitus

Menurut panduan Perkeni, (2021), patogenesis terjadinya kondisi hiperglikemia secara komprehensif dipicu oleh sebelas mekanisme gangguan organ yang saling berkaitan (*egregious eleven*), dengan rincian sebagai berikut:

1. Penurunan Fungsi Sel Beta Pankreas

Degradasi performa sel beta telah berlangsung signifikan bahkan sejak diagnosis awal diabetes melitus tipe 2 ditegakkan. Intervensi farmakologis yang menyasar jalur ini umumnya memanfaatkan golongan obat seperti sulfonilurea, meglitinid, penghambat dipeptidil peptidase-4 (DPP-4), serta agonis *glucagon-like peptide* (GLP-1).

2. Malafungsi Sel Alfa Pankreas

Keterlibatan sel alfa pankreas dalam memicu lonjakan gula darah telah diidentifikasi sejak tahun 1970. Sel ini memproduksi glukagon, yang kadarnya cenderung meningkat di dalam plasma saat tubuh dalam kondisi berpuasa, sehingga memicu produksi glukosa oleh hati (*hepatic glucose production*) secara masif melampaui batas normal. Kelompok obat yang berfungsi memblokir sekresi atau reseptor glukagon meliputi *amiling*, penghambat DPP-4, serta *GLP-1 receptor agonist* (GLP-1 RA).

3. Gangguan pada Sel Adiposa (Lemak)

Munculnya resistensi sel lemak terhadap efek antilipolisis insulin memicu percepatan proses lipolisis, yang berujung pada penumpukan asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*) di dalam plasma. Tingginya

kadar FFA merangsang jalur glukoneogenesis sekaligus memicu resistensi insulin di jaringan otot dan hepar, yang pada akhirnya mengacaukan proses sekresi insulin (fenomena lipotoksitas). Agen terapeutik tiazolidinedion digunakan untuk mengatasi gangguan pada jalur ini.

4. Resistensi Insulin pada Jaringan Otot

Pasien DM tipe 2 mengalami disfungsi insulin multipel di area intramioselular yang dipicu oleh hambatan fosforilasi tirosin. Kondisi ini mengganggu mekanisme transportasi glukosa menuju sel otot, menurunkan efisiensi sintesis glikogen, serta menghambat proses oksidasi glukosa. Penanganan medis pada jalur otot ini mengandalkan jenis obat metformin dan tiazolidinedion.

5. Disfungsi Organ Hepar (Hati)

Kondisi resistensi insulin yang masif pada organ hati menstimulasi proses glukoneogenesis, sehingga memicu lonjakan produksi glukosa hati dalam keadaan basal. Obat metformin menjadi pilihan utama untuk menekan laju glukoneogenesis pada jalur patofisiologi ini.

6. Gangguan Regulasi di Otak

Secara fisiologis, insulin bertindak sebagai penekan nafsu makan yang kuat. Pada individu dengan obesitas (baik penderita diabetes maupun non-diabetes), tubuh akan membentuk mekanisme kompensasi berupa hiperinsulinemia akibat resistensi insulin. Namun, karena resistensi tersebut juga terjadi di otak, sinyal kenyang

terhambat sehingga asupan makanan justru meningkat. Obat penyeimbang pada jalur neurologis ini meliputi amilin, bromokriptin, dan GLP-1 RA.

7. Ketidakseimbangan Mikrobiota Kolon (Usus Besar)

Pergeseran profil dan komposisi bakteri atau mikrobiota di dalam usus besar ikut andil dalam memperparah kondisi hiperglikemia. Pola mikrobiota usus terbukti memiliki keterkaitan erat dengan diabetes melitus tipe 1, tipe 2, dan obesitas, yang mendasari mengapa tidak semua individu dengan berat badan berlebih otomatis berkembang menjadi diabetes. Pemanfaatan prebiotik dan probiotik diproyeksikan sebagai salah satu pemicu perbaikan regulasi gula darah di jalur ini.

8. Malabsorpsi dan Defisiensi di Usus Halus

Glukosa yang masuk melalui sistem pencernaan merangsang respons insulin yang jauh lebih masif dibandingkan dengan induksi glukosa via intravena. Fenomena yang disebut efek inkretin ini dikontrol oleh dua hormon utama, yaitu *glucose-dependent insulinotropic polypeptide* (GIP) dan *glucagon-like polypeptide-1* (GLP-1). Pada pasien DM tipe 2, terjadi defisiensi GLP-1 serta resistensi terhadap hormon GIP, ditambah dengan fakta bahwa hormon inkretin sangat cepat dipecah oleh enzim DPP-4. Obat penghambat DPP-4 bekerja khusus untuk mengatasi kendala ini. Selain itu, pemecahan polisakarida menjadi monosakarida di usus halus yang

dibantu enzim alfa-glukosidase juga memicu lonjakan gula darah pascamakan; jalur ini dihambat menggunakan obat acarbosa.

9. Peningkatan Reabsorpsi pada Ginjal

Ginjal memainkan peran krusial dalam patogenesis DM tipe 2 melalui penyaringan sekitar 163 gram glukosa per hari. Dalam kondisi normal, 90% glukosa yang tersaring akan diserap kembali oleh enzim *sodium glucose co-transporter-2* (SGLT-2) di tubulus proksimal konvoluta, sedangkan 10% sisanya diserap oleh *sodium glucose co-transporter-1* (SGLT-1) di tubulus asenden dan desenden, sehingga urine bebas dari glukosa. Namun, pada penderita diabetes, ekspresi gen SGLT-2 meningkat tajam yang mengakibatkan penyerapan kembali glukosa ke dalam darah menjadi berlebihan. Obat penghambat SGLT-2 (seperti canagliflozin, empagliflozin, dan dapagliflozin) bekerja dengan menghalangi reabsorpsi ini agar glukosa dapat dibuang melalui urine.

10. Keterlambatan Pengosongan Lambung

Penurunan volume amilin merupakan dampak langsung dari kerusakan sel beta pankreas pada penderita diabetes. Defisit amilin ini mengakibatkan laju pengosongan lambung menjadi lebih cepat dan mempercepat absorpsi glukosa di usus halus, yang berkorelasi langsung pada lonjakan kadar glukosa darah pascamakan (*postprandial*).

11. Aktivasi Sistem Imun dan Inflamasi Kronis

Paparan sitokin memicu respons fase akut berupa inflamasi sistemik derajat rendah melalui aktivasi sistem imun bawaan (*innate*), yang berkaitan erat dengan patogenesis DM tipe 2 serta risiko komplikasi makrovaskular seperti aterosklerosis dan dislipidemia. Inflamasi menahun ini memicu stres pada retikulum endoplasma akibat tingginya beban metabolisme untuk memproduksi insulin.

Secara klinis, DM tipe 2 ditandai oleh kombinasi resistensi insulin perifer, penurunan kapasitas produksi insulin, serta peradangan kronis derajat rendah di jaringan perifer (otot, hepar, dan adiposa). Riset ilmiah beberapa dekade terakhir mempertegas korelasi kuat antara obesitas, resistensi insulin, dan reaksi inflamasi, yang memosisikan DM tipe 2 bukan sekadar gangguan metabolisme murni, melainkan juga sebuah penyakit yang didasari oleh kelainan sistem imun (*immune disorder*) beserta berbagai komplikasi metabolik penyertanya (Perkeni, 2021).

5. Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe 2

Determinan risiko yang memicu manifestasi DM tipe 2 secara garis besar dikelompokkan menjadi dua kategori, yakni faktor risiko yang bersifat permanen (tidak dapat diubah) serta faktor risiko perilaku (dapat diubah) (Nasution et al., 2021):

1) Faktor yang tidak dapat diubah

1. Pertambahan Usia

Probabilitas kemunculan diabetes melitus cenderung mengalami peningkatan yang signifikan setelah seseorang menginjak usia ≥ 45 tahun (Nasution et al., 2021).

2. Dimensi Jenis Kelamin

Korelasi kausalitas yang mendasari hubungan gender dengan diabetes belum terpetakan secara eksak, namun data epidemiologi di Amerika Serikat menunjukkan angka prevalensi yang lebih dominan pada kelompok Perempuan (Nasution et al., 2021).

3. Riwayat Garis Keturunan (Hereditas)

Individu yang memiliki ikatan darah langsung (seperti orang tua kandung maupun saudara kandung) dengan riwayat penderita diabetes mempunyai kerentanan yang jauh lebih besar untuk mengidap penyakit yang sama (Nasution et al., 2021).

2) Faktor yang dapat di ubah

1. Perilaku dan Kebiasaan Makan

Modernisasi zaman mendesak pergeseran pola konsumsi masyarakat dari pangan alami menuju diet modern yang padat energi, dicirikan oleh tingginya asupan natrium, gula, dan lemak jenuh. Masifnya peredaran makanan siap saji (*fast food*) dan

pangan olahan kemasan karena alasan praktis berisiko memicu lonjakan glukosa darah secara drastis (Nasution et al., 2021).

2. Papan Asap Rokok

Kandungan nikotin dalam rokok menjadi stimulator resistensi insulin serta mengacaukan regulasi homeostasis glukosa. Zat ini merusak morfologi sekaligus menyusutkan volume sel beta pankreas, memicu stres oksidatif, menginduksi inflamasi sistemik kronis yang ditandai dengan kenaikan *C-reactive protein*, serta mendegradasi responsivitas insulin pada jaringan hepatis dan otot, hingga memicu hiperglikemia.

3. Konsumsi Alkohol

Kebiasaan mengonsumsi minuman beralkohol dalam takaran berlebih dapat mengganggu metabolisme glukosa dan memperparah kondisi resistensi insulin.

4. Tekanan Psikologis (Stres)

Kondisi stres psikologis yang kronis memicu pengaktifan aksis tubuh untuk menyekresikan hormon kortisol dan katekolamin secara berlebihan. Tingginya kadar hormon stres ini menghambat kerja sel beta pankreas dalam melepaskan insulin, memacu jalur glukoneogenesis di hati, serta menghambat penyerapan glukosa oleh jaringan perifer, yang berujung pada hiperglikemia persisten.

5. Tingkat Aktivitas Fisik

Gaya hidup sedentari atau minim olahraga menjadi pemicu utama diabetes. Kurangnya mobilisasi fisik berkorelasi langsung dengan kenaikan berat badan di atas 5 kg, yang meningkatkan kerentanan tubuh terhadap onset diabetes melitus (Nasution et al., 2021).

6. Penatalaksanaan Diabetes Melitus

Intervensi farmakologis pada pasien diabetes harus berjalan secara simultan bersama dengan terapi gizi medis serta latihan jasmani yang teratur guna membentuk pola hidup sehat.

1) Penatalaksanaan farmakologis terdiri dari obat oral

Terapi ini bertumpu pada penggunaan obat antihiperglikemia oral, yang berdasarkan mekanisme kerjanya dikelompokkan ke dalam beberapa golongan (Kemenkes, 2020), antara lain:

1. Metformin

Bekerja menurunkan konsentrasi glukosa darah melalui perbaikan sensitivitas insulin tanpa menstimulasi sekresi hormon tersebut dari pankreas. Metformin bekerja spesifik menghambat proses produksi glukosa oleh hati (glukoneogenesis) serta meningkatkan ambilan glukosa di jaringan perifer.

2. Tiazolidinedion (TZD)

Obat ini bertindak sebagai agonis spesifik bagi enzim *peroxisome proliferator-activated receptor gamma* (PPAR- γ), yaitu reseptor insulin yang tersebar di jaringan adiposa, otot, dan hati. TZD efektif mengurangi resistensi insulin dengan merangsang ekspresi protein pengangkut glukosa, sehingga mengoptimalkan penyerapan glukosa oleh sel otot dan lemak, serta meminimalisasi pembentukan glukosa hepatic.

2) Penatalaksanaan non-farmakologis

Tata laksana non-obat diwujudkan melalui modifikasi perilaku hidup sehat yang meliputi beberapa aspek:

1. Manajemen Pola Makan

Pengaturan diet difokuskan pada pemilihan bahan pangan dengan indeks glikemik (IG) rendah, pembatasan gula sederhana, dan optimalisasi serat pangan demi menjaga stabilitas glukosa darah. Pola makan terstruktur dengan prinsip tepat jumlah, jenis, dan jadwal makan krusial untuk mencegah lonjakan glukosa akibat resistensi insulin (Saranianingsi et al., 2025), Pasien dianjurkan membatasi asupan tinggi lemak trans dan lemak jenuh seperti daging berlemak dan susu *full cream*, serta beralih ke sumber protein berkualitas seperti hidangan laut (*seafood*), ayam tanpa kulit, daging tanpa lemak, olahan susu

rendah lemak, serta protein nabati seperti tempe, tahu, dan kacang-kacangan (Decroli, 2019).

2. Aktivitas Fisik Terstruktur

Olahraga dengan durasi kumulatif minimal 150 menit per minggu (misalnya jalan cepat selama 30 menit dengan frekuensi tiga kali seminggu), yang divariasikan dengan senam diabetes, senam kaki, atau relaksasi otot progresif, terbukti efektif menaikkan sensitivitas insulin dan menurunkan glukosa darah. Latihan fisik tipe aerobik membantu mengoptimalkan pembakaran glukosa otot guna mencegah komplikasi jangka panjang (Helmi et al., 2024).

3. Kontrol Berat badan

Manajemen berat badan ideal melalui sinergi diet dan olahraga berperan penting mengikis resistensi insulin dan menekan risiko hiperglikemia pada pasien DM tipe 2, sekaligus mencegah deposisi lemak visceral yang merusak sistem metabolisme.

4. Manajemen Stres

Aplikasi teknik relaksasi (seperti relaksasi autogenik maupun latihan otot progresif) berkontribusi menurunkan kadar gula darah melalui optimalisasi fungsi insulin. Metode ini sangat ideal dikombinasikan dengan senam diabetes untuk

memberikan hasil terapeutik yang maksimal (Helmi et al., 2024).

5. Penghentian Kebiasaan Merokok

Menghentikan paparan asap rokok merupakan pilar gaya hidup sehat yang krusial untuk meminimalkan risiko komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular serta membantu stabilisasi glukosa.

6. Faktor Gizi Makro (Serat Pangan)

Nutrisi spesifik yang memiliki pengaruh besar terhadap regulasi DM tipe 2 adalah serat. Defisit asupan serat sering kali memicu lonjakan glukosa darah, karena komponen ini berfungsi memperlambat laju pencernaan karbohidrat, mereduksi nilai indeks glikemik hidangan, serta menaikkan responsivitas sel terhadap hormon insulin (Soviana dan Maenasari, 2019).

Aktivitas antioksidan yang disumbangkan oleh kombinasi flavonoid, beta-karoten, serta vitamin C dan E memiliki kapasitas untuk menekan intensitas stres oksidatif sekaligus meminimalisasi pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS). Mekanisme pertahanan seluler ini memberikan perlindungan (*protective effect*) pada sel beta pankreas dari risiko kerusakan jangka panjang serta berkontribusi nyata dalam menaikkan sensitivitas jaringan tubuh terhadap insulin (Auliah, 2024). Sebagai strategi pelengkap, intervensi non-farmakologis berbasis pangan

fungsional dapat diterapkan guna mengontrol keparahan diabetes melitus. Di antara komoditas pangan lokal yang potensial dijadikan terapi alternatif adalah buah naga merah dan daun kelor. Perpaduan kedua bahan alam ini menghasilkan beberapa bentuk interaksi klinis, yaitu:

1. Interaksi Positif (Sinergis)

- a. Karakteristik Komposisi Gizi

- 1) Buah naga merah menyimpan cadangan serat pangan larut air yang tinggi (khususnya pektin) serta agen antioksidan layaknya vitamin C, vitamin E, beta-karoten, dan flavonoid. Keberadaan komponen ini efektif memperlambat laju absorpsi glukosa di saluran cerna dengan cara meningkatkan viskositas (kekentalan) cairan usus, sekaligus berperan aktif mengoptimalkan fungsi dan sensitivitas insulin pada penderita DM tipe 2 (Auliah, 2024).

- 2) Daun kelor dibekali dengan zat gizi mikro esensial yang meliputi vitamin A (dalam bentuk beta-karoten), vitamin C (asam askorbat), vitamin E, selenium, dan flavonoid. Ragam nutrisi ini bekerja secara sinergis menurunkan kadar gula darah melalui stimulasi sekresi insulin, menjaga keseimbangan hormon pengatur gula, serta melindungi sel-sel tubuh penderita diabetes melitus tipe 2 dari paparan radikal bebas. Salah satu jenis flavonoid dominan, yaitu *quercetin-3-glycoside*, diketahui mampu menghambat absorpsi glukosa pada mukosa usus halus sehingga efektif menekan risiko hiperglikemia (Novianty et al., 2023).

b. Efek Anti-Diabetes Terintegrasi

Berbagai pembuktian empiris menegaskan bahwa konsumsi rutin buah naga merah yang dibarengi dengan air rebusan daun kelor memberikan dampak signifikan dalam menurunkan konsentrasi glukosa darah pasien diabetes melitus tipe 2 (Auliah, 2024) (Novianty et al., 2023).

c. Mekanisme Antioksidan Sinergis

Penggabungan buah naga merah dan daun kelor menginduksi efek hipoglikemik yang optimal pada penderita DM tipe 2 melalui jalur kerja ganda. Serat pektin yang bersumber dari buah naga berperan menunda penyerapan gula di usus, sedangkan senyawa aktif *isothiocyanate* serta flavonoid *quercetin-3-glycoside* yang terkandung di dalam daun kelor bertindak memblokir aktivitas enzim alfa-glukosidase sekaligus merangsang pelepasan insulin dan memicu proses regenerasi sel beta pankreas yang rusak (Pramesti dan Niken Sukesu, 2020) (Age, 2021).

2. Interaksi Negatif (Efek Samping)

Bahan pangan fungsional tetap berisiko menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan apabila dikonsumsi melebihi dosis anjuran yang rasional. Intervensi campuran buah naga merah dan dekokta daun kelor dalam jumlah yang berlebihan berpotensi memicu gejala klinis akibat penurunan gula darah yang terlalu drastis (hipoglikemia), seperti sakit kepala (pusing), tubuh gemetar, timbulnya keringat dingin, bahkan risiko

penurunan kesadaran. Di samping itu, efek pencernaan berupa akumulasi gas (perut kembung) atau rasa tidak nyaman pada ulu hati juga dapat terjadi. Oleh sebab itu, konsumsi kedua bahan ini harus dibatasi pada takaran yang wajar dan direkomendasikan untuk diberikan sebelum mengonsumsi makanan utama guna meningkatkan toleransi serta adaptasi sistem gastrointestinal.

C. Buah Naga Merah

Buah naga merah merupakan jenis komoditas tanaman fungsional yang tumbuh subur di wilayah beriklim tropis kering. Karakteristik visual daging buahnya dipengaruhi oleh eksistensi pigmen alami antosianin yang memiliki kapabilitas tinggi sebagai agen antioksidan penangkal radikal bebas (Priyanti dan Latifah, 2024).

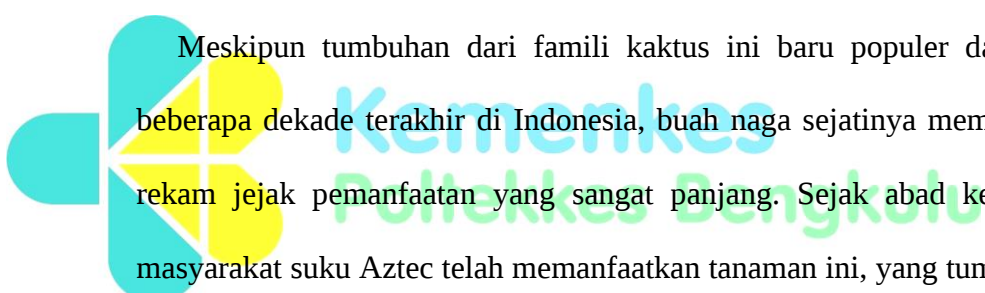
1. Gambaran Umum Buah Naga Merah



Gambar 2. 2 Buah Naga Merah

Secara botani, buah naga merah tergolong ke dalam kelompok tumbuhan sukulen menahun (tanaman tahunan). Klasifikasi ilmiah dan taksonomi dari buah naga merah dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Cactales
Famili : Cactaceae
Genus : Hylocereanea
Species : Hylocereus polyrhizu



Meskipun tumbuhan dari famili kaktus ini baru populer dalam beberapa dekade terakhir di Indonesia, buah naga sejatinya memiliki rekam jejak pemanfaatan yang sangat panjang. Sejak abad ke-13, masyarakat suku Aztec telah memanfaatkan tanaman ini, yang tumbuh secara liar di kawasan hutan Amerika Selatan dan Amerika Tengah dengan sebutan *pitaya*. Jalur persebaran global tanaman ini berawal ketika seorang warga negara Prancis membawanya ke Vietnam untuk dibudidayakan sebagai tanaman hias. Kini, buah naga dikategorikan sebagai *superfood* karena kepadatan zat gizinya yang luar biasa serta kelimpahan senyawa antioksidan di dalamnya yang krusial untuk menunjang kesehatan tubuh (Aryanta, 2022).

Tumbuhan yang dikenal secara global dengan istilah *dragon fruit* (*Hylocereus undatus*) ini merupakan jenis kaktus endemik di kawasan Meksiko, Amerika Tengah, serta bagian utara Amerika Selatan seperti

Kolombia. Pada fase awal penemuannya, tanaman ini lebih sering difungsikan sebagai elemen dekorasi atau tanaman hias karena struktur morfologinya yang unik, eksotis, serta keindahan bentuk bunga dan buahnya.

Komoditas ini mulai diintroduksi ke pasar Indonesia pada periode tahun 1990-an dan menyebar luas untuk dibudidayakan secara komersial sejak awal era 2000-an, dengan sentra produksi utama di wilayah Jombang, Mojokerto, Jember, dan Pasuruan. Sebagai varietas buah baru, buah naga berhasil menarik minat masyarakat dengan cepat berkat tampilan warnanya yang mencolok serta karakteristik cita rasa perpaduan manis-asam yang menyegarkan.

2. Kandungan Gizi Buah Naga Merah

Profil biokimia buah naga merah diperkaya oleh keberadaan senyawa antioksidan penting seperti polifenol, vitamin C, dan flavonoid. Sifat fungsional ini diperkuat oleh pigmen antosianin yang bekerja aktif mereduksi kerusakan sel akibat stres oksidatif. Selain itu, buah naga mengandung zat gizi mikro yang padat meliputi kalsium, fosfor, zat besi, beta-karoten, vitamin B1 (tiamin), serta vitamin B2 (riboflavin) (Lanongbuka Camelia Ribka et al., 2022).

Tabel 2. 3 Kandungan Zat Gizi Buah Naga Merah

Zat Gizi	Kandungan per 100 g
Air	85,7 g
Energi	71 kal
Protein	1,7 g
Lemak	3,1 g
Karbohidrat	9,1 g

Zat Gizi	Kandungan per 100 g
Serat	3,2 g
Abu	0,4 g
Kalsium	13 mg
Natrium	10 mg
Kalium	128 mg
Fosfor	14 mg
Zat Besi	0,4 mg
Seng	0,4 mg
Magnesium	0,10 mg
Vitamin B1	0,5 mg
Vitamin B2	0,3 mg
Vitamin B3	0,5 mg
Vitamin C	1 mg
Vitamin E	0,4 mg

Sumber: (Fadila, 2024) (Hipni et al., 2024)

3. Hubungan Buah Naga Merah dengan Diabetes Melitus

Keberadaan senyawa betasianin memberikan kapabilitas bagi buah naga merah untuk bertindak sebagai penepis radikal bebas yang andal.

Komoditas ini juga berkontribusi dalam mereduksi konsentrasi gula darah sekaligus meminimalkan risiko patologi kardiovaskular pada pasien diabetes. Efek regulasi glukosa tersebut didorong oleh stimulasi zat antioksidan, terutama flavonoid, yang mengemban tugas memproteksi sel beta pankreas dari ancaman degradasi serta menaikkan responsivitas seluler terhadap hormon insulin (Lanongbuka Camelia Ribka et al., 2022).

Di samping densitas seratnya yang tinggi, buah naga merah dibekali oleh likopen, sejenis pigmen karotenoid yang esensial dalam menaikkan sensitivitas jaringan tubuh terhadap insulin demi

mewujudkan toleransi glukosa yang lebih optimal. Karakteristik serat pada buah naga mampu mengikat molekul air, sehingga menciptakan pembatas yang menghambat kontak langsung antara glukosa dengan mukosa dinding usus sebelum memasuki sirkulasi darah. Dampaknya, volume penyerapan gula menjadi lebih lambat dan menyusut, yang berimplikasi pada ringannya beban kerja pankreas dalam melepaskan insulin untuk menstabilkan glukosa darah (Ayuni, 2020).

Secara klinis, intervensi buah naga merah dengan takaran 200 gram yang diberikan secara kontinu selama 15 hari terbukti efektif memicu penurunan kadar gula darah (Auliah, 2024). Temuan tersebut sejalan dengan studi terdahulu yang memperlihatkan konsistensi bukti ilmiah bahwa buah naga merah (*H. polyrhizus*) mengintegrasikan komponen serat serta molekul antioksidan (seperti betalain, likopen, dan flavonoid) yang bekerja melalui jalur hambatan absorpsi gula, perlindungan sitoprotektif sel beta, dan perbaikan sensitivitas insulin guna menekan indeks hiperglikemia (Ayuni, 2020).

D. Daun Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) diklasifikasikan sebagai tumbuhan herbal yang menyandang predikat *mega superfood* karena kontribusinya yang besar dalam mendongkrak kebugaran sekaligus mengoptimalkan derajat kesehatan makro. Seluruh bagian dari pohon kelor memiliki nilai guna yang tinggi, mulai dari sistem perakaran, kulit akar, batang, komponen bunga, biji, hingga bagian daunnya (Novianty et al., 2023).

1. Gambaran Umum Daun Kelor



Gambar 2. 3 Daun Kelor

Spesies kelor (*Moringa oleifera*) yang paling banyak dibudidayakan di wilayah Indonesia merupakan bagian dari famili *Moringaceae* yang sebaran habitat alaminya berada di kawasan tropis maupun subtropis.

Struktur taksonomi ilmiah dari tanaman kelor dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub-divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Brassicales

Famili : Moringaceae

Genus : Moringa

Spesies : *Moringa oleifera*

Indonesia dianugerahi berbagai kekayaan flora berkhasiat obat, salah satunya adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) yang potensial digunakan dalam menekan konsentrasi glukosa darah (Pangesti et al., 2024). Secara historis, pohon kelor merupakan tanaman endemik asal

India yang telah diintegrasikan ke dalam sistem pengobatan konvensional sejak ribuan tahun silam. Karakteristik morfologinya dicirikan oleh helai daun berukuran mikro berbentuk bulat telur terbalik dengan panjang berkisar antara 1–2 cm (Steffi et al., 2024).

Semua bagian anatomi dari tanaman kelor baik akar, kulit luar, percabangan batang, bunga, buah, maupun bijinya menyimpan khasiat terapeutik yang melimpah. Meskipun demikian, bagian daun diketahui sebagai kompartemen yang mengonsentrasikan zat aktif paling banyak, sehingga menjadikannya bahan baku utama dalam pengobatan herbal (Age, 2021).

2. Kandungan Gizi Daun Kelor

Formulasi biokimia daun kelor memuat zat fungsional yang andal dalam menstabilkan gula darah. Di antaranya terdapat beta-karoten (provitamin A) dan senyawa antioksidan yang bertugas membentengi sel tubuh dari kerusakan akibat paparan radikal bebas. Daun kelor juga diperkaya oleh asam askorbat yang memacu sekresi hormon insulin dari pankreas. Lebih lanjut, keberadaan vitamin C esensial untuk memelihara regulasi hormon insulin pada penderita diabetes melitus (DM), sedangkan kandungan vitamin E di dalamnya bertindak sebagai agen preventif terhadap keparahan diabetes (Novianty et al., 2023).

Tabel 2. 4 Kandungan Zat Gizi Daun Kelor

Zat Gizi	Kandungan per 100 g
Energi	92 kal
Protein	6,7 g
Lemak	1,6 g
Karbohidrat	14,3 g

Zat Gizi	Kandungan per 100 g
Serat	8,2 g
Beta Karoten	1,98 ng
Kalsium	1077mg
Kalium	400 mg
Magnesium	42 mg
Seng	0,80 gr
Fosfor	76 mg
Potassium	259 mg
Tembaga	0,15 mg
Besi	8 mg
Sulphur	137 mg
Vitamin B1	0,06 mg
Vitamin B2	0,05 mg
Vitamin B3	0,8 mg
Vitamin C	220 mg
Vitamin D	10,8 mg

Sumber: (Deepak et al., 2021) (Muda et al., 2024)

3. Hubungan Daun Kelor dengan Diabetes Melitus

Kelimpahan zat gizi makro dan mikro pada daun kelor seperti protein berkualitas, kalsium, magnesium, fosfor, zat besi, serat pangan, serta vitamin A dan C yang berperan vital dalam mengoptimalkan efisiensi jalur metabolisme tubuh. Hal inilah yang mendasari besarnya potensi daun kelor untuk diaplikasikan sebagai terapi herbal komplementer (pendamping) bagi pasien diabetes melitus (Age, 2021). Eksistensi senyawa antioksidan penangkap radikal bebas seperti polifenol, flavonoid, beta-karoten, asam askorbat, serta vitamin C dan E pada daun kelor berkontribusi mengontrol aktivitas kerja hormon insulin sekaligus menghambat pemecahan dan penyerapan gula di saluran gastrointestinal. Berbagai eksperimen ilmiah mengonfirmasi bahwa konsumsi dekokta (air rebusan) daun kelor secara teratur

menghasilkan penurunan kadar glukosa darah sewaktu maupun puasa secara signifikan pada penderita DM tipe 2.

Aplikasi dosis intervensi rebusan daun kelor dalam berbagai uji klinis cukup variatif. Salah satu protokol menggunakan takaran 300 mg daun kelor yang diekstraksi dalam 3 gelas air hingga menyusut menjadi 1 gelas, untuk diminum sekali sehari selama periode 4 hari (Syamra et al., 2018), Riset alternatif menguji dosis 10 gram daun kelor yang direbus dan dikonsumsi satu kali sehari selama 7 hari berturut-turut, yang terbukti menurunkan glukosa darah secara bermakna. Efektivitas perbaikan glukosa ini sangat dipengaruhi oleh ketepatan takaran dosis, durasi masa intervensi, serta tingkat kepatuhan pasien dalam mengonsumsi ramuan daun kelor tersebut secara konsisten (Novianty et al., 2023).

E. Konseling Gizi

1. Pengertian

Konseling gizi didefinisikan sebagai interaksi komunikasi dua arah yang bertujuan memetakan serta membedah kendala kesehatan klien melalui penggalan data, guna membantu mereka menemukan jalan keluar atas gangguan nutrisi yang dihadapi. Layanan ini memiliki kontribusi nyata terhadap perbaikan status gizi seseorang. Edukasi dan pemahaman yang disalurkan oleh seorang konselor berfungsi menuntun klien dalam mengenali masalah sekaligus merumuskan solusi pemulihan yang paling efektif. Di samping itu, konseling diarahkan untuk memperkuat

kemandirian klien dalam mengambil keputusan demi mengatasi problematika gizi tersebut. Sasaran utama dari intervensi konseling ini mencakup individu yang mengidap gangguan kesehatan berbasis gizi, mereka yang berfokus pada tindakan preventif (pencegahan), serta masyarakat yang berkomitmen menjaga status gizi seimbang secara berkelanjutan (Khairani et al., 2023).

2. Tujuan

Tujuan mendasar dari konseling gizi adalah mengawal dan mendampingi klien dalam mentransformasi perilaku makan sehari-hari agar derajat kesehatan dan kualitas nutrisinya meningkat. Efek transformasi ini menyasar tiga ranah utama, yaitu wawasan pengetahuan, sikap, serta tindakan nyata klien. Melalui komunikasi dua arah yang terjalin selama proses konseling, konselor dan klien dapat saling bertukar sudut pandang. Konselor mengemban tugas sebagai penyedia informasi sah dan pembimbing positif untuk meluruskan persepsi atau mitos gizi yang keliru di masyarakat. Konselor juga memfasilitasi klien agar mampu menetapkan sikap dan mengambil keputusan strategis terkait tata laksana gizinya. Singkatnya, orientasi utama konseling gizi bertumpu pada modifikasi perilaku gizi klien demi mencapai kualitas hidup yang lebih sehat. Merujuk pada literatur *Pendidikan dan Konsultasi Gizi*, sasaran spesifik dari proses ini dijabarkan menjadi beberapa poin (Sukraniti et al., 2018).

1. Menuntun klien dalam mengidentifikasi, membedah akar masalah, serta memformulasikan berbagai alternatif jalan keluar. Klien diberikan ruang untuk mengutarakan hambatan, memahami pemicunya, dan memperoleh edukasi taktis mengenai penanganannya.
2. Mengintegrasikan kebiasaan makan dan pemenuhan gizi yang seimbang sebagai bagian dari gaya hidup permanen klien, termasuk perbaikan dalam aktivitas fisik dan manajemen menu harian.
3. Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan individu atau keluarga klien tentang gizi. Melalui konseling klien mendapatkan informasi pengetahuan tentang gizi, diet dan kesehatan.

3. Manfaat

Berdasarkan panduan akademis oleh Sukraniti (2018), layanan konseling gizi dirancang untuk memberikan stimulasi manfaat positif bagi klien, yang meliputi:

1. Membantu klien memahami esensi gangguan kesehatan dan gizi yang sedang dialami melalui pemaparan karakteristik penyakit, faktor pencetus, serta gejala klinisnya.
2. Mendukung klien dalam mengurai hambatan kesehatan dengan menyajikan opsi taktis dan jalan keluar yang rasional.
3. Memotivasi dan mengarahkan klien untuk aktif mencari solusi mandiri, sekaligus meyakinkan mereka bahwa mereka memiliki kapasitas internal untuk memperbaiki kondisi fisiknya.

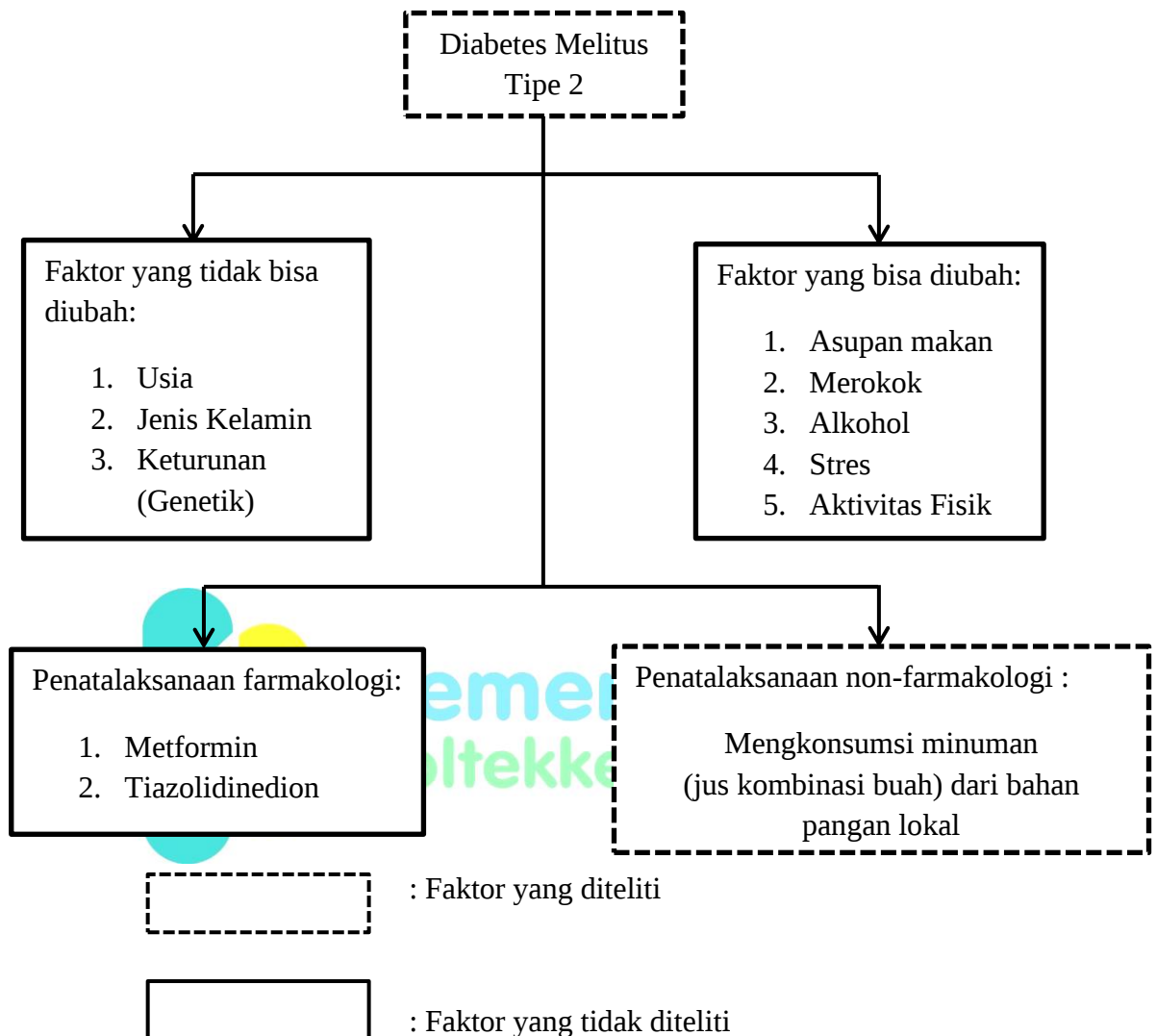
4. Mengawal serta mendampingi klien dalam menyaring dan menetapkan metode penanganan yang paling aplikatif dan sesuai dengan kondisi personalnya.
5. Menunjang efektivitas penyembuhan penyakit melalui manajemen perbaikan asupan zat gizi yang disesuaikan dengan panduan diet klinis pasien.

4. Media Leaflet

Leaflet diartikan sebagai instrumen informasi cetak ringkas yang memuat intisari atau rangkuman materi edukatif. Penyusunan pesannya disintesis dari berbagai referensi terpercaya, baik buku teks maupun sumber digital. Supaya mampu menarik perhatian pembaca, media ini dirancang secara sistematis dengan menyisipkan visualisasi, diagram, atau ilustrasi menarik yang dibalut dengan struktur bahasa yang sederhana, lugas, serta komunikatif (Darsad, 2020).

Pemanfaatan media visual dalam skema pendidikan kesehatan terbukti mempermudah transfer pengetahuan karena sifatnya yang menarik atensi mata. Leaflet tetap menjadi media promosi kesehatan yang eksis dan diminati karena karakteristiknya yang praktis, ringkas, mudah diarsipkan, serta gampang dibawa ke mana saja. Penyampaian pesan lewat leaflet dengan diksi yang membumi sangat efektif membantu audiens menyerap informasi, sekaligus memicu komunikasi interaktif antara pasien dan keluarga dalam menyukseskan program konseling gizi (Pratiwi dan Paramitha, 2022).

F. Kerangka Teori



Modifikasi: (Nasution et al., 2021) (Kemenkes, 2020).

Gambar 2. 4 Kerangka Teori

G. Hipotesis Penelitian

- H_0 Tidak terdapat pengaruh dari pemberian intervensi kombinasi jus buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan air rebusan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap fluktuasi kadar glukosa darah sewaktu pada kelompok pra-lansia penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar, Kota Bengkulu.
- H_a Terdapat pengaruh dari pemberian intervensi kombinasi jus buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan air rebusan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap fluktuasi kadar glukosa darah sewaktu pada kelompok pra-lansia penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar, Kota Bengkulu.

