

**PENGARUH PEMBERIAN MADU HUTAN DAN TRIGONA TERHADAP KADAR GULA
DARAH PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2
DI PUSKESMAS LABIBIA**

***THE EFFECT OF GIVING FOREST HONEY AND TRIGONA HONEY
ON BLOOD SUGAR LEVELS OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS
SUFFERERS AT THE LABIBIA HEALTH CENTER***



**NAMA : LA ODE YUSRAN ONTA
NIM : K012221008**



**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**PENGARUH PEMBERIAN MADU HUTAN DAN TRIGONA
TERHADAP KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2
DI PUSKESMAS LABIBIA**

**LA ODE YUSRAN ONTA
K012221008**



**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

***THE EFFECT OF GIVING FOREST HONEY AND TRIGONA HONEY
ON BLOOD SUGAR LEVELS OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS
SUFFERERS AT THE LABIBIA HEALTH CENTER***

**LA ODE YUSRAN ONTA
K012221008**



**STUDY PROGRAM S2 PUBLIC HEALTH
FACULTY PUBLIC HEALTH
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR, INDONESIA
2024**

**PENGARUH PEMBERIAN MADU HUTAN DAN TRIGONA
TERHADAP KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2
DI PUSKESMAS LABIBIA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

LA ODE YUSRAN ONTA
K012221008

kepada

**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**PENGARUH PEMBERIAN MADU HUTAN DAN TRIGONA
TERHADAP KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2
DI PUSKESMAS LABIBIA**

**LA ODE YUSRAN ONTA
K012221008**

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 22 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



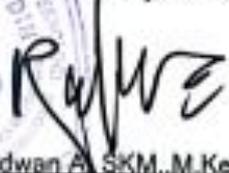
Prof. Dr. Ridwan A. S., M.M.Kes., M.Sc.PH
NIP 19671227 199212 1 001

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. drg. Andi Zulkifli Abdullah, M.Kes
NIP 19630105 199003 1 002

Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat,



Prof. Dr. Ridwan A. S., M.M.Kes., M.Sc.PH
NIP 19671227 199212 1 001

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin,



Prof. Sukri Palutturi, SKM, M.Kes., M.Sc.PH, Ph.D
NIP 19720529 200112 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Trigona terhadap Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Labibia" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ridwan A, SKM., M.Kes., M.Sc.PH sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. drg. Andi Zulkifli Abdullah., M.Kes sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (*International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*) sebagai artikel dengan judul "*The Effect of Forest Honey (Dorsata Sp.) and Trigona Honey (Trigona Sp.) on Changes in Blood Glucose Levels of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus in Labibia Health Center, Kendari City, Indonesia*". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Januari 2024



LA ODE YUSRAN ONTA
K012221008

Ucapan Terima Kasih

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ridwan A, SKM., M.Kes., M.Sc.PH sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. drg. Andi Zulkifli Abdullah., M.Kes sebagai Pembimbing Pendamping, dan kepada Tim Penguji Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes, Prof. Dr. Masni.,Apt.,MSPH dan Prof. Dr. Darmawansyah, SE.,MS. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Ibu Kepala Puskesmas Labibia Sutriani Umar.,S.Farm.,M.Kes.,Apt yang telah mengizinkan kami untuk melaksanakan penelitian di lapangan, dan kepada Bapak Kepala Balai Kekeparantinaan Kesehatan Kelas I Kendari dr. Laode Muhammad Hajar Dony atas kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Balai Kekeparantinaan Kesehatan Kelas I Kendari. Terima kasih juga kepada saudara Andi yang telah mengajak saya untuk mencari madu hutan dan mendistribusikan madu demi kelancaran penelitian dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam proses penelitian sampai selesai.

Kepada Direktorat Jenderal Tenaga Kesehatan Penyediaan Tenaga Kesehatan, saya mengucapkan terima kasih atas beasiswa yang diberikan selama menempuh program pendidikan magister. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program magister serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta, saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada istri (Mandaliana Susanti) dan anak-anak (Naya, Yumna dan Shezan) tercinta dan seluruh keluarga serta teman-teman FETP (Hasan, Frans, Erwin, Syaf, Laila, Imel) dan teman teman seperjuangan (Rani, Nana, Itin, Dara, Ilmi, Nico, Fivit, Sukma) atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,

La Ode Yusran Onta

ABSTRAK

La Ode Yusran Onta. **Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Trigona terhadap Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Labibia.** (dibimbing oleh Ridwan Amiruddin and Andi Zulkifli).

Latar belakang. Hiperglikemia yang disebabkan oleh kelainan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya adalah tanda penyakit metabolik yang dikenal sebagai diabetes melitus. Menurut Riset Kesehatan Dasar Nasional, tingkat prevalensi Diabetes Melitus di Indonesia pada kelompok usia lebih dari 15 tahun terus meningkat, meningkat dari 1,3% pada tahun 2013 menjadi 2% pada tahun 2018. Angka prevalensi di Puskesmas Labibia meningkat dari 0,52% pada tahun 2020 menjadi 0,67% pada tahun 2022. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh madu hutan dan madu trigona terhadap kadar gula darah penderita Diabetes Melitus tipe 2. **Metode.** Jenis penelitian yang digunakan adalah Quasi Eksperimen dengan rancangan nonrandomized pre-test posttest dengan kelompok kontrol. Jumlah sampel sebanyak 48 orang yang terdiri dari 24 orang pada kelompok madu hutan dan 24 orang pada kelompok madu trigona dengan metode purposive sampling. Analisis data menggunakan uji Wilcoxon dan uji Mann-Whitney. **Hasil.** Hasil penelitian menjelaskan, ada perbedaan kadar gula darah puasa sebelum dan setelah pemberian madu hutan ($p=0,001$), demikian halnya pemberian madu trigona ($p=0,000$). Namun tidak ada perbedaan kadar gula darah puasa antara pemberian madu hutan dan madu trigona sebelum dan setelah intervensi ($p=0,071$). **Kesimpulan.** Mengonsumsi madu hutan dan madu trigona dapat membantu penderita Diabetes Melitus Tipe 2 dalam mengelola gula darahnya sebagai pengobatan alternatif namun harus dikonsumsi secara kontinyu.

Kata Kunci: diabetes melitus tipe 2; kadar gula darah; madu hutan; madu trigona



ABSTRACT

La Ode Yusran Onta. **The Effect of Giving Forest Honey and Trigona Honey on Blood Sugar Levels of Type 2 Diabetes Mellitus Sufferers at the Labibia Health Center.** (supervised by Ridwan Amiruddin and Andi Zulkifli).

Background. Hyperglycemia, a metabolic disorder caused by abnormalities in insulin action, secretion, or both, is the hallmark of diabetes mellitus. As per the National Basic Health Research Report, the prevalence rate of Diabetes Mellitus among those aged 15 and above in Indonesia increased from 1.3% in 2013 to 2% in 2018. The prevalence rate at the Labibia Health Center increased from 0.5% in 2020 to 0.6% in 2022. **Aims.** This study aims to determine the Effect of Forest Honey and Trigona Honey on Changes in Blood Sugar Levels of Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. **Method.** Utilizing a nonrandomized pre-test post-test design with a control group, the study design is a quasi-experiment. The 48-person sample size was obtained using a purposive sampling technique, with 24 participants in the forest honey group and 24 participants in the trigona honey group. Wilcoxon and Mann-Whitney tests are used for data analysis. **Results.** The findings clarified why there were variations in fasting blood sugar levels before and after administering trigona honey ($p=0.000$) and forest honey ($p=0.001$). Nevertheless, there was no difference in fasting blood sugar levels before and after the intervention when forest honey and trigona honey were administered ($p=0.071$). **Conclusion.** Consuming forest honey and trigona honey can help persons with Type 2 Diabetes Mellitus manage their blood sugar as an alternate treatment but must be consumed continuously.

Keyword: blood sugar levels; forest honey; trigona honey; tipe 2 diabetes mellitus



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Tinjauan Umum Tentang Diabetes Melitus.....	12
B. Tinjauan Umum Tentang Kadar Gula Darah	28
C. Tinjauan Umum Tentang Lebah.....	31
D. Tinjauan Umum Tentang Madu.....	35
E. Tinjauan Umum Tentang Flavonoid	42
F. Kerangka Teori	55
G. Kerangka Konsep	56
H. Hipotesis Penelitian	57
I. Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	57
BAB III METODE PENELITIAN.....	61
A. Jenis dan Desain Penelitian	61
B. Tempat dan Waktu Penelitian	62
C. Populasi dan Sampel	62

D. Alat, Bahan dan Cara Kerja.....	65
E. Pengumpulan Data	68
F. Pengolahan dan Analisis Data	73
G. Penyajian Data.....	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	78
A. Gambaran Umum dan Lokasi penelitian	78
B. Hasil Penelitian	80
C. Pembahasan.....	92
D. Keterbatasan Penelitian	143
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	145
A. Kesimpulan	145
B. Saran	146
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Daftar Ukuran Kadar Gula Darah	30
Tabel 2. 2	Perbandingan Kandungan Madu Hutan dan Trigona.....	40
Tabel 2. 3	Persyaratan nilai mutu madu.....	41
Tabel 2. 4	Hasil Pengujian Madu Hutan dan Madu Trigona	42
Tabel 2. 5	Sintesa Penelitian	47
Tabel 4. 1	Distribusi Karakteristik Subyek Penelitian	81
Tabel 4. 2	Kadar GDP madu hutan dan madu trigona sebelum dan setelah intervensi di Puskesmas Labibia Tahun 2013.....	86
Tabel 4. 3	Perbedaan kadar GDP sebelum dan setelah pemberian madu hutan berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, IMT dan lama menderita DM di Puskesmas Labibia Tahun 2013	87
Tabel 4. 4	Perbedaan kadar GDP sebelum dan setelah pemberian madu trigona berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, IMT dan lama menderita DM di Puskesmas Labibia Tahun 2013	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lebah Apis Dorsata.....	32
Gambar 2. 2 Lebah ApisTrigona	34
Gambar 2. 3 Struktur Dasar Flavonoid.....	44
Gambar 2. 4 Kerangka Teori Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah	55
Gambar 2. 5 Kerangka Konsep Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah	56
Gambar 3. 1 Desain Penelitian Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah	61
Gambar 3. 2 Alur Penelitian Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah	70
Gambar 4. 1 Peta Wilayah Puskesmas Labibia	79
Gambar 4. 2 Rerata penurunan kadar GDP pada kelompok madu hutan dan madu trigona di Puskesmas Labibia	84

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Penjelasan Kepada Responden
- Lampiran 2 *Informed Consent*
- Lampiran 3 Kuisisioner
- Lampiran 4 Lembar Observasi
- Lampiran 5 SOP Pengemasan Madu dan Pengukuran Kadar Gula Darah
- Lampiran 6 Master Tabel
- Lampiran 7 *Output Stata*
- Lampiran 8 SK Pembimbing dan Penguji
- Lampiran 9 Izin Pengambilan Data Awal
- Lampiran 10 Rekomendasi Persetujuan Etik
- Lampiran 11 Surat Persetujuan Atasan Berwenang
- Lampiran 12 Permohonan Izin Penelitian
- Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian Badan Kesbangpols
- Lampiran 14 Izin Penelitian Dinas Kesehatan Kota Kendari
- Lampiran 15 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian
- Lampiran 16 Uji Flavonoid
- Lampiran 17 Dokumentasi
- Lampiran 18 *Curriculum Vitae*

DAFTAR SINGKATAN

Istilah/Singkatan	Kepanjangan
ATP	<i>Adenin Tri Phospat</i>
BBLR	Berat Badan Lahir Rendah
CDV	<i>Cardio Vaskuler Disease</i>
DF	<i>Diabetik Foot</i>
DM	Diabetes Melitus
DMG	Diabetes Melitus Gestasional
DMTI	Diabetes Melitus Tergantung Insulin
GAE	Gallic Acid Equivalent
GDP	Gula Darah Puasa
GDS	Gula Darah Sewaktu
HDL	Hight Density Lipoprotein
HLA	<i>Human Leucocyte Antigen</i>
IDDM	<i>Insulin Dependent Diabetes Melitus</i>
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IFG	<i>Impaired Fasting Glukose</i>
IG	Indeks Glikemik
IMT	Indeks Masa Tubuh
Kab	Kabupaten
Kec	Kecamatan
Kg	Kilogram
KHNK	<i>Koma Hiperosmolar Non Ketotik</i>
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
Maks	Maksimum
Ma.DM	<i>Makroangiopati Diabetik</i>
Mg	Miligram
Min	Minimum
Mi.DM	<i>Mikroangiopati Diabetik</i>
ML	Mili Liter
NCDs	<i>Non Communicable Disease</i>
ND	<i>Nefropati Diabetik</i>
NGSP	<i>National Glycohemoglobin Standardization Program</i>
Neu.D	<i>Neuropati Diabetik</i>
NIDDM	<i>Non Insulin Dependent Diabetes Melitus</i>
PERKENI	Perhimpunan Endokrinologi Indonesia
PH	Potensial Hidrogen
PKA	Protein Kinase A
P2PTM	Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular
RCT	<i>Randomized Controlled Trial</i>

Istilah/Singkatan	Kepanjangan
RD	<i>Retinopati Diabetik</i>
Riskesdas	Riset Kesehatan Dasar
RNS	<i>Reactive Nitrogen Species</i>
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>
SD	Standar Deviasi
SNI	Standar Nasional Indonesia
STR	Surat Tanda Registrasi
TC	Total Kolesterol
TDD	Tekanan Darah Diastolik
TDS	Tekanan Darah Sistolik
TG	Trigliserida
TNM	Terapi Nutrisi Medis
TTOG	Tes Toleransi Glukosa Oral
VLDL	<i>Very Low Density Lipoprotein</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dunia saat ini menghadapi permasalahan kesehatan yaitu adanya transisi epidemiologi. Transisi ini menimbulkan adanya beban ganda bagi seluruh negara di dunia. Permasalahan penyakit menular belum sepenuhnya berhasil dikendalikan dan penyakit tidak menular juga terus menunjukkan kecenderungan peningkatan kasus.

Data secara global, 41 juta dari 55 juta (71%) kematian pada tahun 2019 disebabkan oleh PTM, dengan 77% kejadian berada pada negara berpendapatan rendah dan menengah. *Cardio vaskuler Disease (CVD)* menyumbang sebagian besar kematian *Non Communicable Disease (NCDs)* pada tahun 2019 (17,9 juta orang), kanker berada pada posisi kedua (9,3 juta), diikuti oleh penyakit pernapasan (4,1 juta) dan diabetes (1,5 juta). Hingga 80% kematian dini akibat penyakit jantung dan stroke, dan sebagian besar kematian akibat Diabetes Melitus Tipe 2 yang dapat dicegah (Banatvala Nick and Bovet pascal, 2023).

Penyakit Diabetes Melitus (DM) ialah penyakit tidak menular yang menunjukkan angka kenaikan setiap tahunnya. Kematian prematur yang terjadi diseluruh dunia bukanlah salah satu dari penyebab yang diakibatkan oleh diabetes, namun diabetes juga menjadi penyebab utama kebutaan, penyakit jantung dan gagal ginjal (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Data yang dicatat oleh *International Diabetes Federation (IDF)* tahun 2021, bahwa 6,7 juta kematian akibat DM atau 1 orang kematian yang terjadi dalam setiap 5 detik. Terdapat 537 juta orang dewasa (umur 20 - 79 tahun) atau 1 dari 10 orang hidup dengan DM di seluruh dunia (*International Diabetes Federation, 2021*).

Cina merupakan negara urutan teratas dengan jumlah orang dewasa pengidap DM terbesar didunia sebanyak 140,87 juta dan Indonesia merupakan terbesar kelima sebanyak 19,47 juta. Namun secara prevalensi negara French Polynesia ialah negara dengan angka prevalensi DM terbesar yaitu 25,2%. Selanjutnya disusul New Caledonia, Northern Mariana Island dan Nauru dengan angka prevalensi yang sama yaitu 23,4% dan posisi kelima yaitu negara Marshall Island sebesar 23,0%. *IDF* melaporkan 4 dari 5 orang pengidap DM (81%) berada pada negara yang berpendapatan rendah dan menengah (*International Diabetes Federation, 2021*).

Kejadian DM di wilayah Pasifik Barat tahun 2021 yaitu sebanyak 205,6 juta dan total kematian DM sebanyak 2,3 juta. Wilayah Pasifik Barat menyumbang lebih dari sepertiga (38%) dari jumlah total orang dewasa yang hidup dengan DM. Lebih dari setengah (53%) orang dewasa yang hidup dengan diabetes tidak terdiagnosis. Angka kejadian DM di Asia Tenggara pada tahun 2021, Indonesia merupakan negara dengan angka prevalensi sebesar 10,8% dan menempati urutan ke

empat setelah Malaysia 20%, Singapura 14,9% dan Thailand 11,6%. (*International Diabetes Federation, 2021*).

Riset Kesehatan Dasar Nasional Kementerian Kesehatan RI, 2018 melaporkan bahwa rata-rata prevalensi berdasarkan diagnosis dokter pada semua umur yang tertinggi terdapat di Provinsi DKI Jakarta (2,6%) sedangkan Provinsi Sulawesi Tenggara, angka prevalensi DM yaitu 0,9%. Prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk umur ≥ 15 tahun pada tahun 2018 mencapai 2,0%. Prevalensi terbanyak terdapat di Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta sebesar 3,4% sedangkan Provinsi Sulawesi Tenggara, angka prevalensi DM yaitu 1,3%.

DM tipe 2 terkait angka insiden dan prevalensinya cenderung meningkat dari tahun ketahun. Laporan riskesdas nasional tahun 2018 melaporkan bahwa prevalensi DM kelompok umur ≥ 15 tahun sebesar 2,0% yaitu lebih tinggi dibanding tahun 2013 sebesar 1,5%. DM tipe 2 di Indonesia diprediksi akan terjadi peningkatan terus menerus dari 8,4 juta pada tahun 2000 dan akan menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030 (*Perkeni 2021*).

DM diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu DM tipe I dan DM tipe 2. DM tipe I dikenal sebagai *insulin dependent*, dimana pankreas gagal menghasilkan insulin ditandai dengan kurangnya produksi insulin dan DM tipe 2 dikenal dengan *non insulin dependent*, disebabkan ketidakmampuan tubuh menggunakan insulin secara efektif yang

dihasilkan oleh pankreas. DM tipe 2 jauh lebih umum dan menyumbang sekitar 90% dari semua kasus DM di seluruh dunia. Hal ini paling sering terjadi pada orang dewasa, namun juga semakin meningkat pada remaja (Muhartono, 2017).

Kejadian DM paling banyak terjadi pada 40 tahun keatas dan hal ini dikarenakan mengalami penurunan fungsi tubuh dan semakin bertambahnya usia akan mengakibatkan resistensi insulin. Penyakit DM merupakan salah satu penyakit degeneratif. Proporsi kejadian DM terbanyak terjadi pada umur 40 tahun keatas, sebagaimana data Kemenkes RI 2019 bahwa penderita DM yang berusia 44 – 54 tahun berjumlah 9,70% dan meningkat menjadi 11,20% pada usia >55 tahun.

DM tipe 2 ialah penyakit kronis yang dapat menyebabkan serangkaian komplikasi yang dapat menimbulkan kematian. Oleh karena itu, mencegah atau menunda terjadinya komplikasi adalah tujuan utama pengobatan DM tipe 2, dan mata rantai utama bagi mereka yang menderita DM adalah mempertahankan kadar gula darah atau kontrol glikemik dalam batas normal. Saat ini, pengobatan DM tipe 2 ialah pada intervensi gaya hidup seperti terapi nutrisi, aktivitas fisik, obat oral, obat suntik, pengobatan bedah, pengobatan komplementer dan alternatif (Pang et al. 2019).

Masyarakat telah banyak menggunakan obat – obat herbal dari bahan alam sebagai salah satu pilihan terapi dalam penyembuhan penyakit. Pemanfaatan obat-obat antidiabetik yang menggunakan bahan

alam untuk mengobati penyakit DM juga merupakan hal yang diminati. Banyak herbal atau tanaman obat yang digunakan dalam pengobatan DM (Astuti, Riani, and Elviana 2022).

Tanaman herbal sebagian besar mengandung senyawa golongan *flavonoid* yang bermanfaat sebagai antioksidan yang dapat mengatasi radikal bebas, dan mencegah senyawa toksik dalam tubuh. Selain itu, beberapa tanaman memiliki fungsi antidiabetes yang mampu menurunkan kadar gula darah sehingga dapat mencegah dan digunakan sebagai terapi pada diabetes (Firdausya and Amalia 2020).

Penggunaan madu sebagai pemilihan alternatif atau terapi komplementer sebagai kontrol glikemik pada orang diabetes masih sangat jarang, sementara madu merupakan salah satu herbal yang dapat dimanfaatkan oleh penderita DM. Madu adalah zat makanan yang diproduksi oleh lebah madu. Upaya untuk melakukan pengobatan atau mempertahankan kondisi kesehatan dalam rangka menurunkan kadar gula darah dapat dilakukan dengan pemanfaatan herbal sebagai pilihan non farmakologi.

Senyawa fenol terdapat dalam madu yang terdiri dari berbagai subkelas yaitu *flavonoids*, *phenolic acids*, *anthocyanins*, *stilbenes*, *lignans*, *tannins*, dan *oxidized polyphenol*. (Boukraâ 2013). Kandungan *fenolik* madu telah terbukti memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan. *Quercetin* adalah salah satunya komponen penting dalam madu yang

kegunaannya sebagai antidiabetes (Safi et al. 2016). *Quercetin* adalah salah satu senyawa yang terdapat dalam *flavonoid* (Ajie 2015).

Penelitian Ab Wahab et al (2018) pada 100 Perempuan pasca menopause yang diberikan Tualang *Honey* (madu hutan) 20 gr/hr selama 12 bulan membuktikan bahwa terdapat penurunan gula darah puasa yang signifikan pada kelompok Madu Tualang dibandingkan dengan kelompok *Honey Cocktail* yaitu dari 6,11 mmol/ L menjadi 5,71 mmol/L (*p value* = 0,021) pada kelompok Madu Tualang dibandingkan dengan kelompok *Honey Cocktail*. Selain itu, penelitian Jafar et al. (2017) pada 36 responden penderita DM tipe 2, diberikan Madu 70 gr/hr selama 4 minggu membuktikan bahwa madu menurunkan kadar gula darah puasa pada penderita DM tipe 2 sebesar $55,6 \pm 24,3$ mg/dl (*p value* = 0,000).

Penelitian Nur et al. (2018) pada pasien DM tipe 2 dengan komorbid yang diberikan madu trigona 60 gr/hr selama 7 hari membuktikan bahwa terdapat penurunan gula darah sewaktu pada kelompok madu trigona dan uji T tes dependent ditemukan bahwa terdapat perbedaan *mean* sebesar 90,50 mg/dl dengan standar deviasi (SD) 82,10 (*p value* = 0,021). Selain itu studi yang dilaksanakan oleh Widyawati, Nurhaedar Jafar (2013) pada pasien DM tipe 2 dengan terapi glibenklamid atau metformin yang diberikan madu trigona 70 gr/hr selama 4 minggu terjadi penurunan kadar gula darah sebesar $0,52 \pm 39,86$ meskipun tidak signifikan (*p value* = 0,38), namun madu trigona

aman dikonsumsi sebanyak 70 gr/hr yaitu 35 gr pagi dan 35 gr malam hari.

Melihat penelitian - penelitian terdahulu bahwa pemberian madu telah menunjukkan dan telah berperan dalam penurunan kadar gula darah. Namun untuk memberi kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, maka perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona, guna untuk melihat pengaruh terhadap perubahan kadar gula darah pada pasien DM tipe 2.

Angka prevalensi DM di Kota Kendari terus meningkat dari 0,91% tahun 2019 menjadi 0,98% pada tahun 2022. Selain itu di Kota Kendari, sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 4 tahun 2019 tentang standar teknis pemenuhan mutu pelayanan dasar pada standar pelayanan minimal bidang kesehatan bahwa penderita DM yang mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar tidak mencapai target 100%. Pada tahun 2019 capaian target 87,93% dan di tahun 2022 yaitu 92,4% (Dinkes Kota Kendari, 2022).

Puskesmas Labibia merupakan Puskesmas di Kota Kendari yang mengalami peningkatan trend kejadian DM setiap tahun. Angka prevalensi DM terus mengalami kenaikan dari 0,52% pada tahun 2020 menjadi 0,67% pada tahun 2022. Selain itu, pada tahun 2022, Puskesmas labibia merupakan salah satu puskesmas dengan capaian terendah atau tidak mencapai target dalam hal penderita DM yang

mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar yaitu sebesar 69,3% (Dinkes Kota Kendari, 2022).

Puskesmas Labibia setiap bulan melakukan pengecekan kadar gula darah sewaktu pada pasien DM yang berkunjung ke tempat pelayanan posbindu. Namun setiap bulannya tidak semua pasien DM berkunjung secara teratur dan pada pengecekan kadar glukosa darah yang dilakukan oleh petugas posbindu masih terdapat beberapa pasien DM yang kadar glukosa darahnya tidak terkontrol.

Karakteristik daerah pada Puskesmas Labibia berbeda dengan puskesmas lainnya yaitu terletak dipinggiran Kota. Wilayah kerja Puskesmas Labibia berbatasan dengan Kabupaten Konawe dan masih terdapat hutan atau perkebunan serta terdapat beberapa warga yang memiliki pekerjaan sebagai pencari madu. Berdasarkan hasil wawancara awal peneliti bersama pemegang program posbidu PTM, sebagian besar belum mengetahui bahwa madu merupakan pengobatan herbal yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar glukosa darah.

Latar belakang yang telah diuraikan menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian terkait pengaruh pemberian madu terhadap penderita DM di wilayah kerja Puskesmas Labibia Kota Kendari. Hal tersebut pula dilandaskan karena belum pernah dilakukan penelitian intervensi pemberian madu lokal yang berasal dari Sulawesi Tenggara pada penderita DM tipe 2 di Puskesmas Labibia Kota Kendari. Dalam

penelitian ini peneliti tertarik untuk menggunakan madu hutan dengan *spesies Apis Dorsata* dan madu trigona dengan *spesies Apis trigona*.

B. Rumusan Masalah

Latar belakang yang telah dipaparkan menjadi pokok permasalahan yaitu apakah terdapat pengaruh pemberian madu hutan (*Apis Dorsata*) dan madu trigona (*Apis Trigona*) terhadap perubahan kadar gula darah pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah kerja Puskesmas Labibia Kota Kendari ?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian madu hutan dan madu trigona terhadap kadar gula darah berdasarkan umur, jenis kelamin, indeks masa tubuh, dan lama menderita diabetes pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Labibia Kota Kendari

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui perbedaan kadar gula darah penderita Diabetes Melitus tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu hutan
- b. Untuk mengetahui perbedaan kadar gula darah penderita Diabetes Melitus tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu trigona

- c. Untuk mengetahui perbedaan kadar gula darah penderita Diabetes Melitus tipe 2 antara kelompok madu hutan dan kelompok madu trigona
- d. Untuk mengetahui perbedaan kadar gula darah pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu hutan berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, indeks masa tubuh dan lama menderita diabetes
- e. Untuk mengetahui perbedaan kadar gula darah pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu trigona berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, indeks masa tubuh dan lama menderita diabetes

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat menjadi informasi dan memberikan manfaat bagi masyarakat dan dapat diaplikasikan sebagai bentuk terapi non farmakologis yang murah dan mudah dilakukan secara mandiri dengan memanfaatkan madu hutan ataupun madu trigona serta menghilangkan keluhan DM, memperbaiki kualitas hidup dan mengurangi risiko komplikasi.

2. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini dapat menjadi sebagai referensi baru dalam hal mengontrol glikemik ataupun menurunkan kadar gula darah serta dapat menambah referensi tentang penatalaksanaan DM tipe 2 dalam

menurunkan kadar gula darah dengan pemberian madu hutan (Apis Dorsata) dan madu trigona (Apis Trigona).

3. Manfaat Bagi Instansi

Penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber informasi bagi Instansi setempat (Puskesmas Labibia dan Dinas Kesehatan Kota Kendari) serta penelitian ini juga dapat menjadi informasi dan rekomendasi bagi pengambil kebijakan untuk merencanakan langkah-langkah preventif dan promotive dalam hal penatalaksanaan penyakit DM serta dapat menekan angka morbiditas dan mortalitas DM.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Diabetes Melitus

1. Defenisi Diabetes Melitus

Perhimpunan Endokrinologi Indonesia (Perkeni) mendefenisikan Diabetes Melitus (DM) ialah suatu penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (Perkeni 2021).

DM ialah penyakit metabolik yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemik. Hiperglikemik berat dapat mengakibatkan gejala klasik seperti *poliuria*, *polidipsia*, kelelahan dan penurunan kinerja, penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan melalui gangguan penglihatan dan kerentanan terhadap infeksi ketoasidosis atau *sindrom hiperosmolar nonketoasidosis* dengan risiko koma. Hiperglikemik kronis juga menyebabkan ketidaknormalan dalam sekresi insulin dan/atau kerja insulin serta terkait dengan kerusakan dan disfungsi jangka panjang pada berbagai jaringan dan organ termasuk mata, ginjal, saraf, jantung dan pembuluh darah (Harreiter and Roden 2019).

Insulin berfungsi sebagai pengatur utama metabolisme glukosa, lipid dan protein. Hormon insulin ini dihasilkan oleh sel β (beta) pankreas dan mengubah glukosa dalam darah menjadi glikogen yang selanjutnya disimpan di dalam hati. Peran fisiologis

terintegrasi dari insulin bertujuan untuk menjaga homeostasis glukosa normal (Norton et al. 2022).

Pankreas menghasilkan hormon insulin dengan tujuan menjaga tingkat glukosa dalam batas normal. Ketika kadar glukosa tinggi dalam tubuh, glukosa tidak dapat diserap atau dimetabolisme oleh sel dengan efisien. Dampaknya, individu tersebut mungkin mengalami kekurangan energi yang menyebabkan kelelahan dan penurunan berat badan yang berkelanjutan (Maulana 2019).

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi penyakit DM dibagi menjadi 4 (empat) tipe yaitu:

a. Diabetes Melitus Tipe 1

DM I juga dikenal sebagai diabetes remaja atau diabetes melitus ketergantungan insulin atau *Insulin Dependent Diabetes Melitus* (IDDM). Kondisi ini ditandai dengan rusaknya sel β pankreas di pulau-pulau Langerhans yang memproduksi insulin, yang mengakibatkan defisiensi insulin secara total, sehingga pasien memerlukan insulin dari luar untuk mempertahankan kadar glukosa darah dalam batas normal. Biasanya, kerusakan pada sel β pankreas diakibatkan oleh suatu gangguan sistem antibodi yang disebut autoimunitas. Gangguan antibody diduga berkaitan dengan faktor genetik. Reaksi autoimun dapat dipicu oleh infeksi dalam tubuh (Krisnatuti et al, 2014).

Fase awal DM tipe I umumnya seseorang biasanya dalam kondisi sehat dan berat badan yang baik dan respons tubuh terhadap insulin tetap normal. Namun demikian, pengobatan DM tipe 1 harus dilakukan secara berkesinambungan, menyeluruh dan disiplin dalam hal pemeriksaan yang dilakukan dan pengobatan yang diberikan. (Krisnatuti et al, 2014).

DM tipe 1 masih dikategorikan sebagai penyakit yang tidak dapat dicegah dengan olahraga atau diet. DM tipe 1 hanya dapat diobati dengan insulin. Kadar gula darah dipantau secara ketat dengan pengukur glukosa darah. Tanpa insulin, ketosis dan ketoasidosis diabetesikum akan terjadi, yang dapat menyebabkan koma dan bahkan kematian. Insulin biasanya diberikan dalam bentuk suntikan (Krisnatuti et al, 2014).

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes tipe 2 juga dikenal sebagai diabetes melitus yang tidak bergantung pada insulin atau *Non Insulin Dependent Diabetes Melitus* (NIDDM). Penderita diabetes tipe 2 merupakan kelompok terbesar di seluruh dunia. (Suiraoaka 2012). DM tipe 2 disebabkan oleh kombinasi cacat dalam produksi insulin dan resistensi insulin atau penurunan sensitivitas insulin. Pada tahap awal, gangguannya utamanya ialah resistensi insulin, yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar insulin dalam darah (Maulana 2019).

Fase awal kelainan ini berhubungan dengan sensitivitas insulin, yang ditandai dengan peningkatan kadar insulin dalam darah, yang menyebabkan hiperglikemia. Pada fase ini, hiperglikemia dapat dikontrol dengan obat antidiabetes, yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan sensitivitas insulin atau mengurangi produksi glukosa didalam hati (Krisnatuti et al, 2014).

c. Diabetes Melitus Gestasional (DMG)

DMG identik dengan diabetes kehamilan dan DMG dilaporkan oleh perempuan hamil yang tidak pernah menderita DM tetapi mengalami peningkatan kadar glukosa darah selama kehamilan. Biasanya, DMG muncul dengan gangguan toleransi glukosa yang relatif ringan yang jarang memerlukan perhatian medis. Sebagian besar pasien DM memiliki homeostasis glukosa yang relatif normal pada paruh pertama kehamilan (hingga sekitar bulan ke-5), tetapi defisiensi insulin dapat terjadi pada paruh kedua kehamilan, tetapi kadar glukosa darah biasanya menjadi normal kembali setelah melahirkan. (Suiraoaka 2012).

DMG identik dengan perempuan hamil dan DMG disebabkan oleh tubuh yang tidak mampu memproduksi hormon insulin yang cukup selama kehamilan. GDM terjadi pada sekitar 2-5 persen dari semua kehamilan. Jenis diabetes ini cenderung berkembang menjadi diabetes tipe 2. DMG dapat berbahaya bagi kesehatan

ibu dan janin dalam kandungan. Konsekuensinya adalah makrosomia (bayi lahir dengan berat badan yang lebih tinggi dari normal), cacat janin, dan kelainan jantung bawaan. Diabetes melitus selama kehamilan biasanya sembuh dengan sendirinya setelah kelahiran (Krisnatuti et al, 2014).

d. Diabetes Melitus Tipe Lain

DM tipe lain ialah jenis DM lainnya termasuk yang disebabkan oleh kerusakan atau kelainan fungsi kelenjar pankreas. Faktor penyebab bisa melibatkan paparan bahan kimia, penggunaan obat – obatan tertentu atau penyakit yang mempengaruhi kelenjar pankreas tersebut (Suiraoaka 2012).

3. Etiologi Diabetes Melitus

Etiologi DM menurut (Nur Aini and Ledy Martha Aridiana 2016) sebagai berikut :

a. DM tergantung insulin (DMTI)

1) Faktor genetik

Penderita DM tidak mewarisi tipe I itu sendiri namun memiliki kecenderungan genetik untuk mengembangkannya. Sifat ini ditemukan pada individu dengan jenis antigen leukosit manusia *Human Leucocyte Antigen* (HLA), yang merupakan sekumpulan gen yang bertanggung jawab atas transfer antigen dan proses pertahanan kekebalan tubuh lainnya.

2) Faktor imunologi

DM tipe 1 ditandai dengan adanya respons autoimun atau respon abnormal, di mana antibodi menyerang atau melakukan mekanisme penyerangan terhadap jaringan normal dan bereaksi seolah-olah jaringan tersebut adalah benda asing.

b. DM tidak tergantung dengan insulin

1) Obesitas

Obesitas menyebabkan penurunan jumlah reseptor insulin pada sel target diseluruh tubuh, sehingga insulin yang ada menjadi kurang efektif meningkatkan metabolisme.

2) Usia

Usia merupakan faktor risiko utama kejadian penyakit degeneratif DM karena seiring bertambahnya usia maka akan berhubungan dengan meningkatnya resistensi insulin seperti halnya resistensi insulin terkait yang terjadi pada DM tipe 2.

3) Riwayat keluarga

4. Patofisiologi Diabetes Melitus

Fungsi sel tubuh dituntut dapat menjalankan fungsinya secara baik. Dalam menjalankan berbagai fungsi sel tubuh maka diperlukan bahan bakar berupa energi. Bahan bakar untuk tubuh berasal dari sumber makanan seperti karbohidrat, lemak dan protein. Makanan ini dipecah menjadi zat – zat sederhana melalui proses pencernaan

dan kemudian diolah untuk menghasilkan energi yang diperlukan oleh tubuh. Proses penghasilan energi, khususnya dari glukosa, melibatkan serangkaian proses metabolisme yang kompleks. Insulin memiliki peran penting dalam memastikan bahwa glukosa diangkut ke dalam sel, dimana kemudian mengalami transformasi menjadi energi.

Kadar glukosa diatur oleh insulin yang dihasilkan oleh sel β di pankreas. Insulin bertanggung jawab menjaga kadar glukosa darah dalam rentang normal, baik selama puasa maupun setelah makan. Rentang normal kadar glukosa darah berada antara 70 – 140 mg/dl. Insulin merupakan hormon yang diproduksi oleh sel β di pulau Langerhans. Setiap pankreas mengandung sekitar 100.000 pulau Langerhans dan masing – masing pulau ini mengandung sekitar 100 sel β .

Insulin memiliki peran yang sangat penting dalam mengatur kadar gula darah dan mengkoordinasikan penggunaan energi oleh jaringan tubuh. Sel - sel β pankreas yang memproduksi insulin dapat diibaratkan sebagai saklar yang membuka pintu untuk memungkinkan glukosa masuk ke dalam sel dan diubah menjadi energi. Ketika insulin tidak tersedia atau tidak dikenali oleh reseptor di permukaan sel, glukosa tidak dapat memasuki sel, menyebabkan glukosa tetap dalam darah dan meningkatkan kadar gula darah.

Tanpa glukosa untuk proses metabolisme, produksi energi terhenti dan tubuh mengalami kelemahan.

Kondisi pada keadaan DM, tubuh relatif kekurangan insulin, sehingga pengaturan kadar glukosa darah menjadi tidak terarah. Meskipun kadar glukosa darah sudah terjadi peningkatan, proses pemecahan lemak dan protein menjadi glukosa melalui gluconeogenesis di hati tidak dapat dihambat karena kurangnya insulin atau resistensi insulin sehingga kadar glukosa darah terus meningkat. Hal ini menyebabkan gejala khas DM, seperti poliuria (sering buang air kecil), polidipsi (haus berlebihan) polifagia (nafsu makan meningkat) kelemahan dan penurunan berat badan. Jika kondisi tersebut berlanjut, dapat menyebabkan keadaan darurat diabetes yang disebut sebagai ketoasidosis dan seringkali berpotensi fatal (Suiraoaka 2012).

5. Gejala dan Tanda Diabetes Melitus

Gejala dan tanda penyakit DM dibagi dalam dua kelompok yakni gejala utama klasik dan gejala tambahan (P2PTM, 2021).

- a. Gejala utama klasik, meliputi :
 - 1) Sering kecil (poliuria)
 - 2) Haus berlebihan (polidipsi)
 - 3) Nafsu makan meningkat (polifagi)
- b. Gejala tambahan, meliputi :
 - 1) Penyebab yang tidak jelas terhadap turunnya berat badan.

- 2) Gangguan sistem saraf tepi seperti kesemutan, terutama pada malam hari, sering merasa nyeri dan kesemutan di kaki
- 3) Gatal-gatal dan bisul
- 4) Penglihatan kabur, berupa pandangan yang kabur, mengakibatkan sering terjadi penukaran kacamata atau pengukuran kembali.
- 5) Mudah merasa lelah
- 6) Pada Wanita terjadi keputihan
- 7) Jika terjadi luka maka susah disembuhkan
- 8) Menjadi mudah mengantuk
- 9) Lemah syawat

6. Faktor Risiko Diabetes Melitus

Faktor risiko diabetes sama dengan faktor risiko untuk intoleransi glukosa yaitu :

- a. Faktor risiko yang bisa dimodifikasi
 - 1) Kurang aktivitas fisik
 - 2) Berat badan lebih / obesitas
 - 3) Hipertensi (>140/90 mmHg)
 - 4) Dislipidemia
 - 5) Diet tidak sehat (*unhealthy diet*)
 - 6) Diet tinggi gula dan rendah serat (Zulkifli, Andi et al. 2013)
- b. Faktor risiko yang tidak bisa dimodifikasi
 - 1) Ras dan etnik

- 2) Ras dan etnik
- 3) Terdapat riwayat keluarga dengan DM
- 4) Usia >45 tahun
- 5) Kehamilan dengan gula darah tinggi
- 6) Riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lahir bayi >4.000 grm
- 7) Riwayat lahir dengan berat badan lahir rendah (BBLR), kurang dari <2.500 grm (Zulkifli, Andi et al. 2013).

7. Komplikasi Diabetes Melitus

Komplikasi dari DM terbagi 2 (dua) yaitu komplikasi akut dan komplikasi kronik. Adapun rinciannya sebagai berikut :

a. Komplikasi akut

Kadar gula darah seseorang dapat mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan dalam waktu relatif singkat, yang dianggap sebagai komplikasi akut. Penurunan kadar glukosa darah dapat terjadi secara drastis jika seseorang melakukan program diet yang tidak sehat.. Perubahan ekstrim dan mendadak ini dampak berdampak serius pada kesejahteraan mental dan fisik seseorang.

Adapun komplikasi akut DM yakni (Maulana 2019) :

- 1) Hipoglikemik ialah kondisi dimana kadar glukosa darah seseorang berada dibawah nilai rujukan. Gejala hipoglikemik meliputi rasa lapar, berkeringat, menggigil, peningkatan

denyut jantung, pusing, gelisah dan dapat berujung pada keadaan koma.

- 2) Ketoasidosis diabetik-koma diabetik ialah defisiensi insulin yang mendadak dan parah yang disebabkan oleh infeksi, suntikan insulin yang terlewat, pola makan yang tidak terkendali atau stress.
- 3) Koma Hipersmolar Non Ketotik (KHNK) ialah akibat dari dehidrasi berat, hipotensi, dan syok. KHNK didefinisikan yakni suatu kondisi tubuh tanpa penimbunan lemak yang menyebabkan penderita menunjukkan pernapasan yang cepat dan dalam.
- 4) Koma lakto asidosis ialah suatu keadaan tubuh yang tidak mampu mengubah asam laktat menjadi bikarbonat. Hal ini mengakibatkan peningkatan konsentrasi laktat dalam darah yang menyebabkan terjadinya koma.

b. Komplikasi kronik

Komplikasi kronik dalam jangka yang waktu lama bisa menyebabkan kelainan pembuluh darah yang akhirnya dapat menyebabkan penyakit kardiovaskuler (penyakit jantung dan pembuluh darah), retinopatik diabetik (gangguan mata dan penglihatan) neuropatik diabetik (gangguan saraf yang menyebabkan luka dan amputasi pada kaki) dan nefropati diabetik (gangguan ginjal) (P2PTM, 2021).

Komplikasi kronis DM dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu komplikasi spesifik dan tak spesifik (Sari 2012).

1) Komplikasi spesifik

Adapun jenis-jenis komplikasi spesifik dan atau *mikroangiopati diabetik (Mi.DM)* yakni :

- a) Retinopati diabetik (RD), dapat menunjukkan gejala seperti penglihatan yang tiba – tiba kabur atau buram, seringkali disertai sensasi seolah – olah melihat melalui kabut. Dampaknya penderita sering mengganti kacamata karena perubahan yang terjadi pada penglihatan.
- b) Nefropati diabetik (ND), dapat menunjukkan gejala seperti adanya protein dalam urin, terjadi pembengkakan, tekanan darah tinggi dan kegagalan fungsi ginjal menahun.
- c) Neuropati diabetik (Neu.D), dapat menunjukkan gejala seperti penurunan sensasi terhadap getaran, sensasi panas seperti terbakar diujung tubuh, sensasi kesemutan, rasa nyeri dan penurunan sensasi terhadap dingin dan panas. Selain itu gejala lainnya melibatkan kelemahan otot pada lengan, peningkatan produksi keringat, lemah syawat sementara dan sensasi berdebar saat beristirahat.

d) Diabetik foot (DF) dan kelainan kulit, gejalanya yaitu meliputi seperti disfungsi kulit (dermopati diabetik), adanya gelembung berisi cairan dibagian kulit dan kulit yang rentan terhadap infeksi.

2) Komplikasi tak spesifik

Kelainan ini sama dengan *non-diabetes mellitus*, namun terjadinya lebih dini atau lebih mudah. Adapun komplikasi tak spesifik sebagai berikut :

- a) Kelainan pembuluh darah besar atau *makroangiopati diabetik (Ma.DM)*. Kelainan ini berupa timbunan zat lemak didalam dan dibawah pembuluh darah.
- b) Kakarakta lentis (kekeruhan pada lensa mata)
- c) Terdapat infeksi seperti TB paru dan infeksi saluran kencing.

8. Penatalaksanaan Diabetes Melitus

Tujuan penatalaksanaan secara umum ialah meningkatkan kualitas hidup penyandang DM. Tujuan penatalaksanaan DM antara lain (Perkeni 2021):

- a. Tujuan jangka pendek yakni menghilangkan keluhan DM, memperbaiki kualitas hidup dan mengurangi risiko komplikasi akut.
- b. Tujuan jangka Panjang yakni mencegah dan menghambat progresivitas penyulit mikroangiopati dan makroangiopati.

- c. Tujuan akhir penatalaksanaan yakni turunnya morbiditas dan mortalitas DM.

Pengendalian glukosa darah, tekanan darah, berat badan dan profil lipid melalui manajemen pasien secara komprehensif perlu dilakukan untuk mencapai tujuan penatalaksanaan DM.

- a. Langkah – langkah penatalaksanaan umum

- 1) Riwayat penyakit
- 2) Pemeriksaan fisik
- 3) Evaluasi laboratorium
- 4) Penapisan komplikasi

- b. Langkah – langkah penatalaksanaan khusus

Penanganan DM dimulai dengan menerapkan gaya hidup sehat, termasuk terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik, bersamaan dengan intervensi farmakologis menggunakan obat anti hiperglikemia secara oral dan/atau injeksi. Obat anti hiperglikemia secara oral dapat diberikan sebagai terapi tunggal atau dalam kombinasi. Dalam situasi yang mengakibatkan dekompensasi metabolik yang parah seperti ketoasidosis, stress berat, penurunan berat badan yang cepat atau ketonuria yang signifikan, sebaiknya penderita segera dirujuk kelayanan Kesehatan tingkat sekunder atau tersier.

Pengetahuan tentang pemantauan mandiri, tanda dan gejala hipoglikemia serta cara mengatasinya perlu disampaikan kepada

pasien. Pengetahuan tentang pemantauan mandiri ini sebaiknya diperoleh setelah menerima pelatihan khusus (Perkeni 2021).

1) Edukasi

Edukasi dengan tujuan promosi hidup sehat perlu selalu dilaksanakan sebagai bagian dari upaya pencegahan DM. Pemberdayaan penderita DM memerlukan partisipasi aktif dari pasien, keluarga dan masyarakat. Tim Kesehatan memiliki peranan penting dalam mendampingi individu menuju perubahan perilaku yang lebih sehat. Pengetahuan mengenai pemantauan mandiri terhadap kadar gula darah, tanda dan gejala hipoglikemia serta cara mengatasinya perlu disampaikan kepada penderita DM. Pemantauan kadar gula darah dapat dilakukan secara mandiri setelah mendapatkan pelatihan khusus.

2) Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Terapi nutrisi medis (TNM) ialah bagian penting dari penatalaksanaan DM secara komprehensif. Kunci keberhasilan TNM melibatkan partisipasi aktif dari seluruh anggota tim kesehatan, termasuk dokter, ahli gizi petugas Kesehatan lainnya serta pasien dan keluarganya. Untuk mencapai sasaran TNM yang optimal, informasi dan panduan yang diberikan sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan individu masing-masing penyandang DM.

3) Latihan jasmani

Latihan jasmani ialah salah satu pilar dalam penatalaksanaan DM tipe 2. Kegiatan jasmani sehari-hari dan Latihan jasmani dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali seminggu selama 30 – 45 menit dengan jumlah waktu 150 menit perminggu. Waktu jeda antar Latihan tidak lebih dari 2 hari berturut – turut. Kegiatan sehari-hari atau aktifitas harian bukan termasuk dalam Latihan jasmani. Latihan jasmani dianjurkan agar disesuaikan dengan usia dan status kebugaran jasmani dan status kesehatan lainnya.

4) Terapi farmakologis

Terapi farmakologis merupakan pilar ke 4 dalam penatalaksanaan DM tipe 2. Terapi farmakologis diberikan sesuai kompetensi yakni dokter. Terapi farmakologis diberikan pada saat terapi nutrisi oleh nutrisisionis atau pada saat Latihan aktivitas fisik. Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan injeksi.

9. Pencegahan dan Pengendalian Diabetes Melitus

Pencegahan dan pengendalian DM ialah sebagai berikut (Suiraoaka 2012) :

a. Pencegahan primer

- 1) Mengonsumsi makanan dengan pola makan gizi seimbang
- 2) Menjaga berat badan ideal

3) Tidak menggunakan zat atau obat yang dapat menimbulkan penyakit DM

b. Pencegahan sekunder

1) Pencegahan primer tetap dilaksanakan

2) Kontrol glikemik agar tidak terjadi komplikasi

3) Menanggulangi kadar gula darah dengan obat - obatan secara oral ataupun lewat injeksi

c. Pencegahan tersier

Pencegahan tersier ialah pencegahan yang dilakukan untuk mencegah kecatatan lebih lanjut akibat dari komplikasi yang sudah terjadi. Adapun pencegahan tersier dapat dilakukan seperti pemeriksaan pembuluh darah pada mata (pemeriksaan funduskopi tiap 6 – 12 bulan), pemeriksaan fungsi ginjal, pemeriksaan otak serta pemeriksaan tungkai.

B. Tinjauan Umum Tentang Kadar Gula Darah

1. Defenisi Kadar Gula Darah

Kadar gula atau glukosa darah terdapat dalam darah. Sumber utama gula berasal dari karbohidrat yang terkandung dalam makanan dan dapat disimpan dalam bentuk glikogen di hati serta otot rangka. Kadar gula darah dipengaruhi oleh berbagai enzim dan hormon dan yang memegang peranan penting ialah hormon insulin (Tandra 2014).

Defenisi kadar gula darah ialah zat energi utama bagi otak yang diperoleh melalui proses pemecahan senyawa karbohidrat. Kekurangan glukosa akan terjadi seperti kekurangan oksigen yang dapat menyebabkan gangguan fungsi otak, kerusakan jaringan dan bahkan kematian jika berlangsung lama. Gula darah ialah hasil pemecahan karbohidrat yang menghasilkan asam piruvat melalui energi adenosin trifosfat (ATP) dan dapat digunakan sebagai sumber energi untuk berbagai aktifitas sel.

Diagnosis DM didasarkan pada pemeriksaan kadar gula darah. Metode yang direkomendasikan untuk pemeriksaan kadar gula darah adalah menggunakan metode enzimatik dengan menggunakan plasma vena. Pemantauan efektifitas pengobatan dapat dilakukan melalui pemeriksaan kadar gula darah kapiler menggunakan glukometer. Diagnosis tidak dapat ditegakan hanya berdasarkan keberadaan glukosa dalam urin (glukosuria) (Perkeni 2021).

2. Macam – macam Pemeriksaan Kadar Gula Darah

Pemeriksaan kadar gula darah dapat dilakukan sebagai berikut :

a. Pemeriksaan gula darah sewaktu (GDS)

Pemeriksaan kadar gula darah sewaktu ialah pemeriksaan gula darah yang dilaksanakan tanpa memperhatikan batas waktu makan terakhir, jenis makanan yang dikonsumsi atau

kondisi tubuh saat pemeriksaan. Pemeriksaan ini dapat dilakukan pada berbagai waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan kondisi spesifik yang dapat mempengaruhi hasilnya.

b. Pemeriksaan gula darah puasa (GDP)

Pemeriksaan gula darah puasa ialah pemeriksaan kadar gula darah yang dilaksanakan setelah seseorang melakukan puasa selama 8 – 10 jam.

c. Pemeriksaan glukosa 2 jam post prandial

Pemeriksaan glukosa darah 2 jam post prandial ialah pemeriksaan kadar gula darah yang dilakukan atau dihitung 2 jam setelah seseorang menyelesaikan makan.

3. Daftar Ukuran Kadar Gula Darah

Daftar ukuran kadar gula darah baik pengambilan secara vena ataupun kapiler dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Daftar Ukuran Kadar Gula Darah

Kadar gula darah		Bukan DM	Belum Pasti DM	DM
Sewaktu	Plasma	<100 mg/dl	100–99 mg/dl	>200 mg/dl
	Vena			
	Plasma	<90 mg/dl	99-199 mg/dl	>200 mg/dl
	Kapiler			
Puasa	Plasma	<100 mg/dl	100-125 mg/dl	>126 mg/dl
	Vena			
	Plasma	<90 mg/dl	90-99 mg/dl	>100 mg/dl
	Kapiler			

Sumber : (Perkeni, 2021)

Kriteria diagnosis DM menurut Perkeni (2021) yaitu :

- a. Pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dl. Puasa ialah kondisi tidak terdapat asupan kalori minimal 8 jam
- b. Pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dl 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTOG) dengan beban glukosa 75 mg
- c. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dl dengan keluhan klasik
- d. Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$

4. Manfaat Pemeriksaan Kadar Gula Darah

Pemantauan kadar gula darah ialah metode umum untuk mengevaluasi kontrol glikemik. Hasil pemantauan kadar gula darah digunakan untuk menilai efektifitas pengobatan dan sebagai panduan dalam menyesuaikan pola makan, aktivitas fisik dan pengobatan guna mencapai kadar gula darah yang normal dan menghindari terjadinya hipoglikemik dan hiperglikemik.

C. Tinjauan Umum Tentang Lebah

1. Pengertian Lebah

Lebah memiliki jumlah jenis di dunia yang sangat banyak yaitu berkisar antara 20.000 –35.000 jenis. Lebah adalah golongan serangga yang menghasilkan madu, namun tidak semua lebah dapat menghasilkan madu. Penggolongan lebah yaitu lebah yang mampu menghasilkan madu dan lebah yang tidak menghasilkan madu. Lebah produsen madu yang telah lama diketahui manusia ialah

lebah dari golongan Genus *Apis* (*honey bee*). Selain Genus *Apis* ditemukan juga golongan lebah produsen madu ialah Genus *Trigona* (*stingless bees*) dan *Bombus* (*bumble bees*). Golongan lebah yang tidak memproduksi madu yaitu seperti lebah pemotong daun (*leaf cutter*) dan lebah parasitoid (Supeno and Erwan 2016).

Lebah madu termaksud dalam hewan bersayap atau insekta dan klasifikasinya adalah sebagai berikut (Harjanto et al. 2020):

Kigdom : *Animali*
Filum : *Arthropoda*
Kelas : *Insecta*
Onio : *Hymenoptera*
Family : *Apidae*
Genus : *Apis*

2. Pengertian Lebah *Apis* (*Apis Honey Bee*)



Gambar 2. 1 Lebah *Apis* Dorsata (Supeno and Erwan 2016)

Penggolongan dalam jenis lebah *Apis* terdiri dari dua yaitu *spesies* yang telah dibudidayakan dan jenis yang belum dapat

dibudidayakan. Jenis Apis yang telah dibudidayakan adalah *Apis cerana*, *Apis koschevnikovi*, *Apis mellifera*, *Apis nigrocincta*, *Apis nuluensis*, *Apis binghami* dan *Apis breviligulanasil* sedangkan yang belum dapat ditenakan adalah *Apis andreniformis*, *Apis dorsata*, *Apis florea*, dan *Apis laboriosa*. Madu dari jenis yang liar atau belum dapat dibudidayakan dikenal sebagai madu alam atau madu hutan dan di Indonesia, jenis lebah madu tersebut hanya terdapat di pulau Jawa, Sumatera, gugusan Kepulauan Sunda Kecil, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Supeno and Erwan 2016).

Lebah madu *Apis dorsata* di Indonesia memiliki nama berbeda beda disuatu daerah, seperti tawon Gung (Jawa), Odeng (Sunda), Sialang (Palembang), Lani (Sasak), niwa (Bima). Nama lebah ini dalam bahasa Indonesia disebut sebagai lebah hutan yang memiliki ukuran tubuh paling besar diantara lebah madu lainnya. *Apis dorsata* membangun sarang di alam terbuka, yaitu di atas pepohonan di hutan dengan membentuk sisiran sarang tunggal. Sisiran sarang ini berukuran besar bisa mencapai 1,5 m. Diameter sarang lebah ini sangat bervariasi, tergantung jumlah lebah yang tinggal didalamnya (Supeno and Erwan 2016).

Lebah madu *Apis dorsata* atau lebah madu hutan ini masih sulit untuk dibudidayakan sehingga masih mengandalkan produksinya secara liar di hutan. Kondisi tersebut membuat para

pemburu lebah madu harus memiliki usaha yang keras untuk menemukan sarang- sarang lebah dan pohon lebah madu di hutan. Namun hal tersebut cukup mudah bagi para pemburu profesional ataupun pemburu yang berpengalaman untuk mengenali tanda-tanda sarang lebah yang ada disekitaran pohon ataupun hutan (Supeno and Erwan 2016).

3. Pengertian Lebah Trigona (*Stingless Bees*)



Gambar 2. 2 Lebah ApisTrigona (Achyani and Dimas Wicandra 2019)

Lebah Trigona di wilayah Indonesia memiliki sekitar 40 jenis lebah tanpa sengat atau lazim disebut kelulut/klanceng/teuweul. Penyebutan nama lebah madu trigona pada masing-masing daerah berbeda-beda dan tak kalah unik misalnya kelulut (melayu), klanceng (jawa), teuweul (sunda), gala-gala (minang), keledan (Lombok), ketape (Sulawesi) (Harjanto et al. 2020).

Ukuran lebah trigona pada umumnya lebih kecil dari lebah madu jenis lainnya dan berwarna hitam seperti lalat, tidak bersengat, dengan panjang tubuhnya mencapai ± 6 mm. Lebah trigona hidup berkoloni dengan jumlah lebih dari 1.000 lebah pekerja. Dalam koloni

tersebut memiliki lebah jantan dan lebah ratu yang mempunyai tugas penting dalam aktivitas kawin serta membentuk telur-telur koloni baru yang akan dirawat oleh lebah pekerja. Lebah ratu dapat dikenali karena ukuran tubuhnya lebih besar dari lebah pekerja yaitu dapat mencapai 3-4 kali lebih besar (Askary Muhammad et al, 2022).

Sarang lebah trigona dapat dijumpai pada bambu dan lubang atau rongga batang kayu mati/hidup. Pada umumnya lebah trigona akan membuat sarang pada tempat yang dekat dengan sumber air dan keunikannya dalam membuat pintu keluar/masuk koloni yaitu mempunyai bentuk mirip seperti corong berlubang (Askary Muhammad et al 2022).

D. Tinjauan Umum Tentang Madu

1. Pengertian Madu

Defenisi madu menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8664:2018, yaitu cairan manis yang diproduksi oleh lebah madu yang berasal dari berbagai sumber nektar. SNI 8664:2018 mengembangkan pengertian madu ialah cairan alami yang umumnya memiliki rasa manis yang diproduksi oleh lebah madu dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman (*extrafloral nectar*) atau ekskresi serangga (Badan Standarisasi Nasional, 2018).

Madu dihasilkan atau dikumpulkan dari nektar bunga tanaman, nektar non bunga dan atau embun madu (*honeydew*).

Lebah madu membawa nektar dengan cara mengumpulkan dalam perut (*honey stomach*) yang biasa dikenal dengan *Crop* (tembolok). Lebah mempunyai perut yang dilengkapi dengan katup/klep stomadeal (*muscular/stomadeal valve*) yang berfungsi mengatur agar nektar yang dibawa tidak lolos ke perut tengah (*ventriculus*) hingga penuh sesuai dengan ukurannya (rerata sekitar 70 mg nektar) (Supeno and Erwan 2016).

Nektar yang telah terkumpul kemudian dibawa ke sarang untuk selanjutnya ditransfer ke lebah pekerja muda dan kemudian diproses dalam perut lebah pekerja muda secara enzimatik. Dalam perut lebah pekerja muda, gula-gula kompleks dari nektar tersebut dipecah menjadi gula-gula sederhana oleh enzim invertase. Proses inversi ini berjalan selama hampir setengah jam, yaitu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Supeno and Erwan 2016).

Tahapan selanjutnya ialah reaksi enzimatik atau oksidasi glukosa. Tahapan ini ialah mengubah sebagian kecil dari glukosa menjadi hidrogen peroksida dan asam glukonat. Asam glutamat ini memiliki fungsi untuk mengubah madu ke dalam lingkungan asam dengan pH sangat rendah yaitu berkisar antara pH 3-5. Tahapan selanjutnya ialah deposit tetesan kecil lebah madu pada sisi atas dari sel-sel madu. Tahapan terakhir ialah proses penguapan kadar air dari 80% menjadi hanya 17-18% dan memberikan tekanan osmotik

tinggi, dengan cara mengipas-ngipaskan kedua sayapnya (Supeno and Erwan 2016).

Lebah madu terdapat beberapa jenis seperti *Apis cerana* dan *Apis mellifera*, namun jenis lebah trigona adalah jenis lebah yang mengalami perkembangan pembudidayaan yang signifikan. Lebah trigona sp biasa dikenal dengan nama Klanceng atau apis trigona. lebah trigona ini mempunyai keistimewaan yaitu tidak memiliki sengat (*stingless bee*) serta mudah beradaptasi pada lingkungan baru. Budidayanya tidak sulit dibanding jenis lainnya. Karakteristik kombinasi rasa madu yang yaitu manis, asam dan pahit serta memberikan kesan rasa yang segar, sehingga cenderung diminati konsumen (Danggi erni and Sufrianto, 2022).

2. Manfaat Madu

Madu sejak zaman kuno tidak hanya dianggap sebagai makanan atau pemanis, tetapi juga digunakan sebagai obat. Madu juga dapat digunakan untuk merangsang penyembuhan luka, regenerasi jaringan serta meredakan gangguan saluran cerna, radang gusi, dan berbagai patologi lainnya. Efek terapeutik madu dihasilkan dari adanya berbagai molekul antioksidan, termasuk senyawa *fenolik*, seperti *flavonoid* dan asam fenolik. Beberapa penelitian *in vitro* dan *in vivo* telah menunjukkan aktivitas antimikroba, antivirus, antijamur, antikanker, dan antidiabetes (Cianciosi et al. 2018).

3. Kandungan Gizi pada Madu

Komposisi, rasa dan warna madu sangat tergantung pada jenis lebah, wilayah geografis, iklim, tanaman atau jenis sumber bunga yang menjadi sumber pakan lebah tersebut, faktor eksternal seperti musim dan lingkungannya serta cara pengelolaannya. Madu mengandung sekitar 180 jenis senyawa yang berbeda, termasuk air, asam amino, enzim, gula, protein, mineral esensial, vitamin, dan berbagai fitokimia. Kandungan senyawa yang terdapat pada madu yaitu air, glukosa, fruktosa maltose, sukrosa, karbohidrat, protein, vitamin, asam amino dan mineral (Cianciosi et al. 2018).

Madu memiliki kandungan vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, C, D, E, K, beta karoten, *flavonoid*, asam fenolik, asam urat dan asam nikotinat. Di dalam madu juga terdapat kandungan mineral dan garam atau zat lain seperti zat besi, fosfor, kalium, kalsium, khlor, magnesium, natrium, sulfur dan sodium serta enzim pencernaan dan antibiotika (Danggi erni and Sufrianto, 2022).

Madu alami mengandung banyak *flavonoid* (seperti *apigenin*, *pinokembrin*, *krisin*, *quercetin*, *kaempferol*, *galangin*, dan hesperetin), asam fenolik (seperti *pcoumaric*, *caffeic*, *ellagic* dan asam *ferulic*), asam askorbik, *katalase*, *tokoferol*, *reduced glutathione*, *superoxide dismutase*, produk reaksi Maillard dan peptid. Semua senyawa tersebut bekerjasama untuk membuktikan sinergi dari efek antioksidan (Eteraf-Oskouei and Najafi 2013).

4. Kandungan pada Madu Hutan dan Madu Trigona

Lebah Trigona menghasilkan jumlah madu yang sedikit jika dibandingkan dengan lebah Apis sp. Madu yang dihasilkan Trigona mempunyai aroma khusus, campuran rasa manis dan asam seperti lemon. Aroma madu tersebut berasal dari resin tumbuhan dan bunga yang dihinggapi lebah (Achyani and Dimas Wicandra 2019).

Peminat dan penikmat madu meyakini bahwa madu trigona mempunyai kualitas yang lebih baik dibanding madu lainnya, karena nilai kandungan gizi yang terdapat didalamnya. Total fenolik madu trigona lebih tinggi dengan rata-rata 784,3 mg GAE / kg dibandingkan Apis spp. madu rata-rata 590,5mg GAE / kg. *Gallic Acid Equivalent (GAE)* merupakan acuan umum untuk mengukur sejumlah senyawa fenolik yang terdapat dalam suatu bahan (Kek et al. 2014).

Kandungan gula pada madu trigona, dua kali lipat dibandingkan dengan kandungan gula pada polennya. Akan tetapi, kandungan protein pada polen jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein pada madu trigona, demikian juga halnya dengan kandungan asam pada madu hanya setengahnya dibandingkan dengan kandungan asam pada polen. Kandungan Vitamin C dari madu dan polen hampir sama. Kandungan vitamin C madu lebah trigona adalah 9.13%, sedangkan pada polennya mengandung 9,38% Vitamin C (Watiniasih, Suartini, and I Ketut Junitha 2015).

Perbandingan kandungan madu hutan (apis dorsata) dan madu trigona (apis trigona) adalah sebagai berikut ini :

Tabel 2. 2 Perbandingan Kandungan Madu Hutan dan Trigona

Sifat fisikokimia	Madu Hutan (Zulkhairi Amin <i>et al.</i>, 2018)	Madu Trigona (Syam <i>et al.</i>, 2016; Zulkhairi Amin <i>et al.</i>, 2018)
Kadar air (%)	23.30	25.00-31.00
pH	3.55-4.00	3.15-4.66
Jumlah gula pereduksi (%)	67.60	54.90-87.00
Glukosa (%)	29.50	8.10-31.00
Fruktosa (%)	29.60	31.11-40.20
Sukrosa (%)	0.60	0.31-1.26
Maltosa(%)	7.85	-
Kalsium (%)	0.18	0.017
Potasium (%)	0.51	0.07
Sodium (%)	0.26	0.012
Magnesium (%)	0.11	0.004
Vitamin A (ug/g)	-	0.50
Vitamin C (ug/g)	-	302.85
Vitamin E (ug/g)	-	9.95
Berat jenis	1.34	-
Konduktivitas listrik (mS/cm)	0.75-1.37	0.49-8.77
Hydroxymethylfurfural HMF (mg/kg)	46.17	8.80-69.00
Kandungan abu (g/100g)	0.19	0.01-0.12

Sumber : (Syam *et al.*, 2016; Zulkhairi Amin *et al.*, 2018)

Jenis lebah ataupun pengaruh suatu lingkungan seperti letak geografis, musim, jenis tanaman sumber nektar, cara hidup lebah (budidaya atau liar), cara pemanenan serta cara penanganan pasca panen dapat mempengaruhi hasil mutu madu. Parameter mutu madu telah ditetapkan dan sekaligus menjadi salah satu indikator madu asli yang valid yang tercantum dalam SNI 8664:2018. Persyaratan mutu madu berdasarkan SNI dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Persyaratan nilai mutu madu (SNI 8664:2018)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	
			Madu Hutan	Madu Trigona
Uji Organoleptik				
1	Bau	Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
2	Rasa	Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
Uji Laboratoris				
1	Aktivitas Enzim diastase	DN	Min 1	Min 1
2	Kadar air	% b/b	Maks 22	Maks 27,5
3	Glukosa	% b/b	Min 65	Min 55
4	Sukrosa, maks	% b/b	Maks 5	Maks 5
5	Keasaman, maks	ml NaOH 1N/kg	Maks 50	Maks 200
6	Padatan tidak larut dalam air	% b/b	Maks 0,7	Maks 0,5
7	Abu	% b/b	Maks 0,5	Maks 0,5

Sumber : (Badan Standarisasi Nasional, 2018)

Hasil Uji Madu Trigona dan Madu Hutan yang dilakukan oleh Rahayu et al. (2021) didapatkan sebagai mana tabel 2.3:

Tabel 2. 4 Hasil Pengujian Madu Hutan dan Madu Trigona

No	Jenis Uji	Satuan	Hasil Uji	
			Madu Hutan	Madu Trigona
Uji Organoleptik				
1	Bau	Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
2	Rasa	Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
Uji Laboratoris				
1	Aktivitas diastase	Enzim DN	0	0
2	Kadar air	% b/b	25,4	27,7
3	Glukosa	% b/b	65,4	41,1
4	Sukrosa, maks	% b/b	1,26	0,47
5	Keasaman, maks	ml NaOH 1N/kg	20,1	200
6	Padatan larut dalam air	tidak % b/b	0,73	0,64
7	Abu	% b/b	0	0,06

Sumber : (Rahayu et al. 2021)

E. Tinjauan Umum Tentang Flavonoid

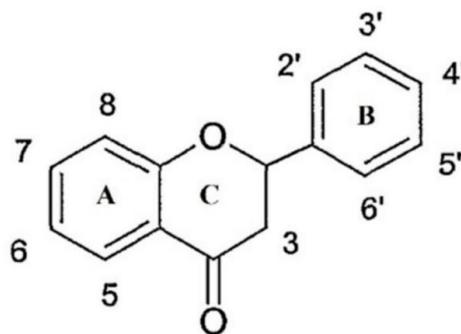
Polifenol merupakan golongan senyawa kimia heterogen yang dapat dibagi menjadi *non-flavonoid* (asam fenolat) dan *flavonoid* (*flavonol*, *flavon*, *flavanol*, *flavanon*, *anthocyanidin*, *chalcones*, dan *isoflavon*). Semua senyawa ini seringkali merupakan produk dari metabolisme tanaman sekunder dan dicirikan oleh adanya beberapa gugus fenolik yang terkait dengan struktur yang

kurang lebih kompleks. Metabolit sekunder berbeda dengan metabolit primer (klorofil, asam amino, dan karbohidrat sederhana) karena, meskipun memiliki fungsi ekologis yang penting, mereka tidak memediasi proses asimilasi, respirasi, transportasi, dan diferensiasi tanaman (Cianciosi et al. 2018).

Flavonoid adalah senyawa kimia alami dengan berat molekul rendah, dan sebagian besar larut dalam air. Mereka dibentuk oleh dua cincin benzena, diselingi oleh rantai linier tiga atom karbon (C6-C3-C6), struktur ini sering menyusun ulang dirinya menjadi tiga cincin dengan 15 atom karbon yang disebut A, B dan C. Umumnya senyawa ini memiliki setidaknya dua gugus fenolik (OH), dan sering dikaitkan dengan gula (glikosida), terutama glukosa bersama dengan *xilosa*, *galaktosa*, *rhamnosa*, *arabinosa*, *rutinosida*, dan *glukorhamnosa*. Ketika *flavonoid* tidak terkait dengan gula mereka disebut *aglikon*. *Flavonoid* kemudian diklasifikasikan menurut tingkat oksidasi cincin C dalam *flavanol*, *flavon*, *flavanonol*, *flavonol*, *flavanon*, *isoflavon*, *antosianin*, dan *antosianidin* (Cianciosi et al. 2018).

Asam fenolik (asam karboksilat fenol) mengandung cincin fenolik dan setidaknya satu fungsi asam karboksilat organik dan mereka dapat dibagi menurut strukturnya yaitu C6-C3 (misalnya, asam *pcoumaric*, *ferulic* dan *caffeic*), C6-C2 (misalnya, *acetophenones* dan asam fenilasetat) dan struktur C6-C1 (misalnya,

syringic, *vanillic* dan asam galat). Biasanya, sebagian besar senyawa ini terikat pada komponen struktural tumbuhan (selulosa, lignin), tetapi juga pada molekul organik jenis lain seperti glukosa, gula lain, atau *flavonoid* (Cianciosi et al. 2018).



Gambar 2. 3 Struktur Dasar Flavonoid (Cianciosi et al. 2018)

Penelitian – penelitian telah menunjukkan bahwa madu memiliki sifat antioksidan dan dapat mencegah kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Sifat antioksidan disebabkan oleh senyawa fenolik yang terdapat dalam madu dan telah dibuktikan bahwa aktivitas biologis berkorelasi dengan kandungan fenolik madu. Kandungan fenolik madu telah terbukti memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan. *Quercetin* adalah salah satunya komponen penting dalam madu yang kegunaannya sebagai antidiabetes (Safi et al. 2016).

Quercetin adalah salah satu senyawa yang terdapat dalam *flavonoid*. Mekanisme kerjanya terletak pada kemampuan quercetin untuk menghambat GLUT 2 di mukosa usus, sehingga mengurangi penyerapan glukosa. Hal ini menyebabkan berkurangnya

penyerapan glukosa dan fruktosa dalam usus dan dengan demikian menurunkan kadar glukosa darah. Dipercaya bahwa GLUT 2 adalah pengangkut utama glukosa dalam usus dalam kondisi normal. Flavonoid dapat mengurangi penyerapan glukosa. Ketika quercetin diberikan bersama dengan glukosa, hiperglikemia berkurang secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa quercetin dapat menghambat penyerapan glukosa melalui GLUT 2 (Ajie 2015).

Flavonoid dapat bertindak sebagai antioksidan. Kemampuan *flavonoid* untuk bertindak sebagai antioksidan dapat mengurangi stress oksidatif dan menurunkan ROS (*Reactive Oxygen Species*). Hal ini dapat menimbulkan efek protektif terhadap sel beta pankreas dan meningkatkan sensitivitas insulin. *Flavonoid* dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan kemampuannya sebagai zat anti oksidan. *Flavonoid* bersifat protektif terhadap kerusakan sel β sebagai penghasil insulin serta mampu meningkatkan sensitivitas insulin (Kaneto and Matsuoka 2015)

Flavonoid dapat meredam radikal bebas khususnya *reactive oxygen species* dengan mendonorkan hidrogen ke radikal hidroksil ataupun peroksid. *Flavonoid* yang telah kehilangan atom hidrogennya relatif bersifat stabil sehingga rantai reaksi pembentukan radikal bebas dapat terputus. Reaksi peredaman radikal bebas oleh fenol erat kaitannya dengan *flavonoid*. *Flavonoid* merupakan senyawa turunan fenol dengan struktur dasar berupa senyawa flavan (2-fenil-

benzo-piron). Sehingga reaksi *flavonoid* terhadap radikal bebas dapat mewakili reaksi yang terjadi juga pada fenol terhadap radikal bebas (Leliqia et al. 2020).

DM tipe 2 salah satu penyebabnya adalah stress oksidatif yang mampu menginduksi resistensi insulin pada jaringan perifer dan dapat merusak sekresi insulin dari sel β pankreas. Stres oksidatif akan menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel. Peroksidasi lipid pada membran sel akan melancarkan eritrosit mengalami hemolisis, menghasilkan hemoglobin bebas sehingga menurunkan kadar hemoglobin. Hiperglikemia menghasilkan peningkatan radikal bebas dalam sel, yang dapat menyebabkan stres oksidatif dan pembentukan *Reactive Oxygen Species* atau *Reactive Nitrogen Species (RNS)*. Stres oksidatif ini mempercepat timbulnya dan perkembangan diabetes. Kadar *malondialdehid* akan meningkat akibat peningkatan radikal bebas pada membran sel. Oleh karena itu, makanan bagi penderita DM tipe 2 juga diharapkan dapat mencegah penurunan *hemoglobin* dan meningkatkan *malondialdehid* (Aini et al. 2022).

Flavonoid juga mampu menghambat fosfodiesterase sehingga meningkatkan *caMP* pada sel β pankreas. Peningkatan *caMP* akan merangsang pengeluaran protein kinase A (PKA) yang dapat menstimulus sekresi insulin semakin meningkat (Ajie 2015).

Tabel 2. 5 Sintesa Penelitian

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
1	Asaduzzaman M et. al (2015)	<i>Effects of Honey Supplementation on Hepatic and Cardiovascular Disease (CVD) Marker in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats</i> <i>Journal of Diabetes & Metabolism</i>	<i>True Eksperimen</i>	36 Tikus Wistar (6 kelompok) : diet pelet standar dan air (K 1), <i>Streptozotocin</i> 65 mg/kg BB (K 2), Madu dosis 1,0 g/kg BB (K 3), Kolesterol 1,5% dan asam kolat (0,5%) dengan makanan (K 4), Madu dengan dosis 1,0 g/kg berat badan (K 5), <i>Glibenclamide</i> dengan dosis 0,5 mg/kg (K 6) (selama 21 hari)	Perlakuan lebah madu secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah pada tikus diabetes. TC, TG, LDL, VLDL menurun secara signifikan ($p < 0,05$) sedangkan HDL meningkat secara signifikan ($p < 0,05$). Kesimpulan: bahwa suplementasi madu bisa berkontribusi secara signifikan untuk mengontrol kadar glukosa darah serta profil lipid pada subyek diabetes.
2	Ab Wahab et al. (2018) https : // doi.org / 10.1016 / j . ctim . 2018.08.015	<i>Long-term effects of honey on cardiovascular parameters and anthropometric measurements of postmenopausal women</i> <i>Complementary Therapies in Medicine</i>	<i>Quasi Eksperimen</i>	100 perempuan Perempuan pasca menopause (50 grup Tualang Honey sachet 100% madu dan 50 grup <i>Honey Cocktail</i> sachet 95% madu, 4% roti lebah, dan 1% royal jelly. (20 g/hr selama 12 bulan) 37	1. Terdapat juga penurunan gula darah puasa yang signifikan dari 6,11 mmol/L pada baseline menjadi 5,71 mmol/L pada 12 bulan (F-statistic = 4,03, p value = 0,021) pada kelompok Madu Tualang dibandingkan dengan kelompok <i>Honey Cocktail</i> .

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	<i>Desain Penelitian</i>	Sampel	Temuan
					2. Indeks massa tubuh tetap tidak berubah pada 27 kg/m ² (F-statistic = 1.60, p-value = 0.010) selama 12 bulan intervensi pada kelompok Honey Cocktail
3	Jafar et al. (2017)	Khasiat madu menurunkan tekanan darah dan Hematologi parameter MKMI	<i>Quasi Eksperimen</i>	36 responden penderita DM tipe 2, dibagi menjadi 2 kelompok 1. Kelompok I, Madu sebanyak 70 gr/hr selama 4 minggu 2. Kelompok II, edukasi gizi	Terjadi penurunan signifikan kadar kolesterol total, LDL, Gula Darah Puasa (GDP) dan Tekanan Darah Diastolik (TDD) pada KI. KII. Terjadi perbedaan yang signifikan pada TDD antara KI dengan KII (p=0,04). Pemberian madu menurunkan kadar gula darah puasa pada penderita DM tipe 2 sebesar 55,6 ± 24,3 mg/dl (p value = 0,000). Kesimpulan dari penelitian menurunkan kadar GDP, kolesterol total, LDL, TDD dan TDS pada penderita DM tipe 2

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
4	Majid et al. (2013)	<p><i>Effects of natural honey on blood glucose and lipid profile in young healthy pakistani males</i></p> <p><i>Journal of Ayub Medical College Abbottabad</i></p>	Quasi Eksperimen	<p>70 Mahasiswa Army Medical College, Pakistan dibagi dalam 2 kelompok (70 g madu)</p> <p>1. 70 g madu (35 orang = kelompok madu hutan)</p> <p>2. Tanpa madu (35 orang = kelompok madu trigona) (selama 4 minggu)</p>	<p>Kadar glukosa puasa pada kedua kelompok meningkat. Namun, peningkatan pada kelompok eksperimen secara signifikan lebih sedikit dibandingkan pada kelompok madu trigona ($p < 0,05$).</p> <p>Kadar kolesterol total, LDL dan trigliserida pada kelompok madu trigona meningkat sedangkan pada kelompok eksperimen menurun secara signifikan ($p < 0,05$).</p>
5	Rashid et al. (2019)	<p><i>The Effect of Kelulut Honey on Fasting Blood Glucose and Metabolic Parameters in Patients with Impaired Fasting Glucose</i></p> <p><i>Journal of Nutrition and Metabolism</i></p>	Quasi Eksperimen	<p>60 orang berasal dari Universiti Sains Islam Malaysia yang sedang mengalami IFG puasa tinggi dan dibagi dalam 2 kelompok.</p> <p>1. Tanpa madu (Kelompok madu trigona)</p> <p>2. Madu Kelulut Malaysia 30 g/hari (Kelompok Perlakuan) (selama 30 hari)</p>	<p>Tidak ada perbedaan yang signifikan pada semua variabel yang diukur pada hari ke-30 dibandingkan dengan hari ke-1 pada kedua kelompok..</p> <p>Kesimpulan, asupan harian 30 g madu kelulut selama 30 hari menghasilkan efek yang tidak signifikan pada glukosa puasa, profil lipid puasa, dan parameter metabolik lainnya pada pasien dengan IFG.</p>

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
6	Enginyurt et al. (2017)	<p><i>The role of pure honey in the treatment of diabetes mellitus</i></p> <p><i>Biomedical Research</i></p>	<i>Randomized controlled trial (RCT)</i>	<p>64 orang yang terdiri dari dua kelompok yaitu 32 Poli DM tipe 2 usia 18-80 tahun dan 32 sehat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 5 g, 15 g, atau 25 g madu (Kelompok madu trigona tanpa DM) 2. Obat – obatan (Klp Kasus dengan DM) 3. 5 g madu setiap hari (Klp perlakuan dgn DM) (selama 4 bulan) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai <i>HbA1c</i> menurun pada kelompok yang diberi madu, signifikan antara kelompok yang diberi madu dan yang tidak ($p=0,002$) 2. Kolesterol signifikan antara kelompok yang diberi madu dan yang tidak ($p=0,001$). 3. Kelompok diabetes yang tidak diberi madu, kelompok yang mengonsumsi madu dengan dosis yang berbeda menunjukkan bahwa kadar trigliseridanya tidak berubah ($p=0,922$) 4. Perbedaan kadar <i>LDL</i> terdeteksi pada kelompok yang mengonsumsi madu ($p=0,009$) 5. Kelompok diabetes yang diberi madu dengan dosis berbeda dan tanpa madu $p<0,001$

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	<i>Desain Penelitian</i>	Sampel	Temuan
					6. Kelompok yang mengonsumsi madu dengan dosis berbeda tidak menunjukkan perubahan HDL nilai ($p = 0,786$).
7	Fatemeh Sadegi, Kohanmoo, and Akhlagh (2019)	<p><i>Effect of Natural Honey on Glycemic Control and Anthropometric Measures of Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial</i></p> <p><i>International Journal of Preventive Medicine</i></p>	Quasi Eksperimen	<p>53 pasien DM pada Klinik Diabetes Nader Kazemi di Shiraz (dibagi dalam 2 kelompok)</p> <p>1. diet pemeliharaan berat badan (Kelompok madu trigona)</p> <p>2. diet pemeliharaan berat badan +50 g/hari madu) (Kelompok Perlakuan) (selama 4 minggu)</p>	<p>HbA1c signifikan pada kontrol (-0,22%, $p = 0,03$) dan tidak meningkat secara signifikan pada kondisi madu (+0,17%, $p = 0,22$).</p> <p>Glukosa puasa tidak berubah secara signifikan pada madu atau kondisi kontrol tetapi konsentrasi insulin ($p = 0,01$) dan sekresi insulin (-10,7%, $p = 0,01$) menurun secara signifikan pada kondisi kontrol.</p> <p>Lingkar pinggang menurun dengan perlakuan madu dengan perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi ($p = 0,02$).</p>

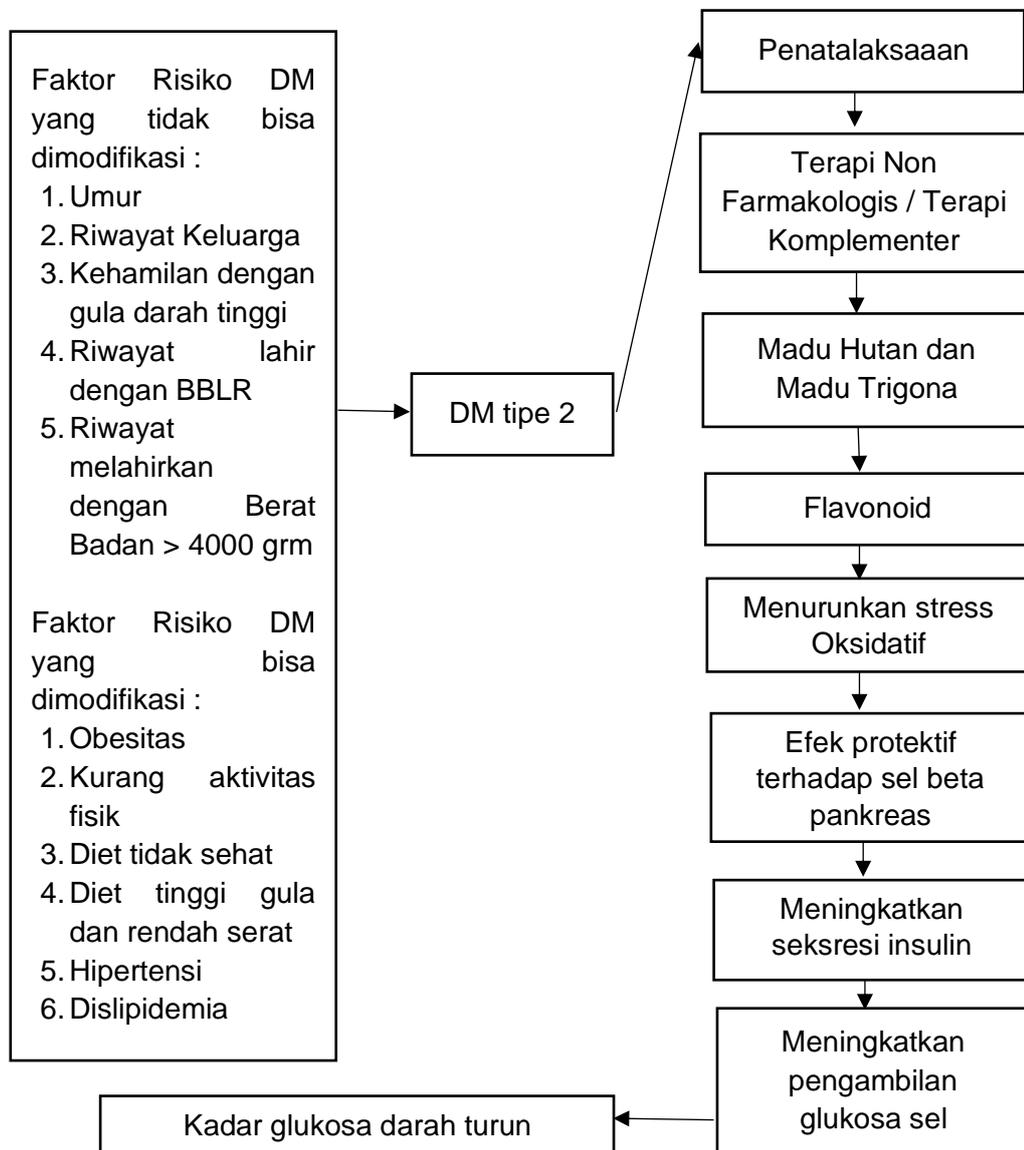
No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
8	Despland et al. (2017) http : // dx . doi . org /10.1016 / j.clnesp. 2017.01.009	<i>A randomized-controlled clinical trial of high fructose diets from either Robinia honey or free fructose and glucose in healthy normal weight males</i> <i>Clinical Nutrition ESPEN</i>	<i>Quasi Eksperimen</i>	8 orang sukarelawan yang berjenis kelamin Laki-Laki (selama 8 hari)	Mengonsumsi makanan selama 8 hari yang mengandung 25% energi seperti madu atau fruktosa dan glukosa murni sedikit menurunkan glukosa darah postprandial, tetapi tidak secara signifikan meningkatkan trigliserida plasma postprandial, atau merusak sensitivitas insulin hati dibandingkan dengan diet pati <i>isocaloric</i>
9	Safi et al. (2016)	<i>Gelam Honey Attenuates the Oxidative Stress-Induced Inflammatory Pathways in Pancreatic Hamster Cells</i> <i>Evidence-based Complementary and Alternative Medicine</i>	<i>True Eksperimen</i>	Madu Gelam yang di ekstrak	Kandungan Fenolik dan <i>Flavonoid</i> Total 10 g madu Gelam Malaysia (<i>Apis mellifera</i>) segar yang dicairkan diekstraksi menggunakan etil asetat dan ekstrak ditemukan mengandung 52 g asam <i>Gallic</i> per gram ekstrak kandungan fenolik total dan 6,92 g <i>quercetin</i> per gram ekstrak flavonoid total isi.

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
10	Rasad et al. (2018) https : // doi.org / 10 .1016/j.clnesp.2018.04.016	<i>The effect of honey consumption compared with sucrose on lipid profile in young healthy subjects (randomized clinical trial)</i> <i>Clinical Nutrition ESPEN</i>	<i>Quasi Eksperimen</i>	60 mahasiswa laki-laki Fakultas Kedokteran Universitas Isfahan dengan rentang usia 18-30 tahun, dibagi dalam 2 kelompok (70 g madu, selama 6 minggu) 1.70 g madu / hari (Kelompok madu hutan) 2.70 g sukrosa / hari (Kelompok madu trigona)	Kolesterol total menurun pada kelompok madu dan meningkat pada kelompok sukrosa ($p < 0,03$; $f: 4,56$) Selain itu, penurunan TC pada kelompok madu lebih signifikan daripada peningkatannya pada kelompok sukrosa ($p < 0,001$). Madu berkurang triasilgliserol sementara sukrosa meningkatkannya ($p < 0,001$; $F: 23,88$). Madu menyebabkan penurunan LDL yang signifikan dan sukrosa meningkatkannya secara signifikan ($p < 0,001$; $F: 23,88$).
11	Tomayahu, Mobiliu, and Dungga (2022)	Pengaruh Pemberian Minyak Zaitun dan Madu terhadap Penurunan Glukosa Darah pada Pasien DM tipe 2 di wilayah kerja PKM Kabila Kab. Gorontalo <i>Gorontalo Journal Health and Science Community</i>	<i>Pre Eksperimen</i>	30 responden penderita DM tipe 2 yang terdaftar pada PKM Kabila 1. Minyak zaitun (kelompok 1) 2. Madu (kelompok 2) 3. Minyak zaitun dan Madu (kelompok 3)	Terdapat pengaruh yang signifikan antara pemberian minyak zaitun dan madu terhadap penurunan glukosa darah pada pasien Diabtetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Kabila Kabupaten Bone Bolango dengan nilai $0,000 <$ dari $0,05$

No	Peneliti (tahun) dan Sumber Jurnal	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
12	Raatz, Johnson, and Picklo (2015) https : // doi.org / 10.3945 / jn. 115. 218016	<i>Consumption of Honey, Sucrose, and High-Fructose Corn Syrup Produces Similar Metabolic Effects in Glucose-Tolerant and -Intolerant Individuals</i> <i>The Journal of Nutrition</i>	<i>Quasi Eksperimen</i>	89 Relawan direkrut dari Grand Forks, North Dakota, untuk 1. Tiga pemanis bernutrisi [madu, sukrosa, dan sirup jagung) pada individu toleransi glukosa normal Glukosa normal (52 = (orang) 2. Toleransi glukosa terganggu (37 orang) (selama 4 minggu)	Berat badan dan glukosa serum, insulin, penanda inflamasi, dan konsentrasi kolesterol total dan <i>LDL</i> secara signifikan lebih tinggi pada kelompok <i>IGT</i> daripada kelompok GT pada awal. Glukosa, insulin, <i>HOMA-IR</i> , dan <i>OGTT iAUC</i> untuk glukosa atau insulin tidak berbeda dengan pengobatan, tetapi semua tanggapan secara signifikan lebih tinggi pada kelompok <i>IGT</i> dibandingkan dengan kelompok GT

F. Kerangka Teori

Kerangka teori disusun berdasarkan tinjauan pustaka dan dapat dilihat sebagai mana bagan dibawah ini :

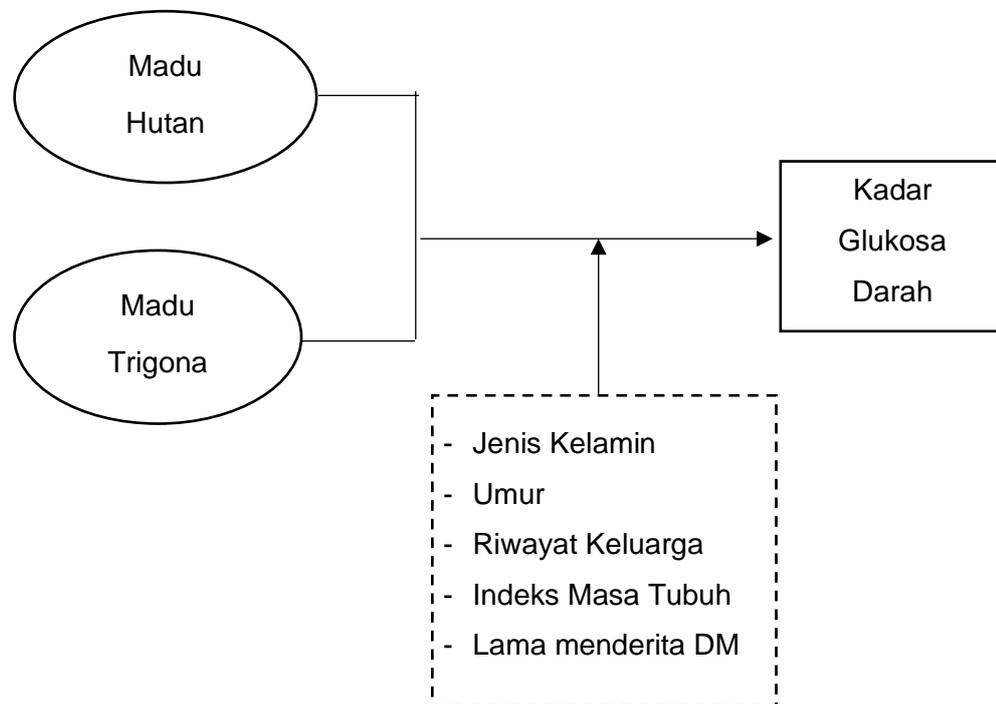


Gambar 2. 4 Kerangka Teori Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah

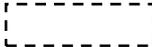
Sumber : dimodifikasi dari Perkeni (2021), Kaneto and Matsuoka (2015), Ajie (2015)

G. Kerangka Konsep

Penelitian membutuhkan kerangka konsep yang mengintegrasikan teori terhadap fakta yang akan menjadi dasar ketika penelitian ini dilakukan. Pada pemberian Madu Hutan merupakan kelompok madu hutan dan pemberian Madu Trigona merupakan kelompok madu trigona. Kerangka teori pada penelitian ini dijelaskan pada skema di bawah ini :



Keterangan :

-  : Variabel Independen
-  : Variabel Dependen
-  : Variabel Antara

Gambar 2. 5 Kerangka Konsep Pengaruh Pemberian Madu Hutan dan Madu Trigona Terhadap Kadar Gula Darah

H. Hipotesis Penelitian

1. Ada perbedaan kadar gula darah pada penderita DM tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu hutan
2. Ada perbedaan kadar gula darah pada penderita DM tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu trigona
3. Ada perbedaan kadar gula darah antara kelompok madu hutan dan kelompok madu trigona sebelum dan setelah intervensi
4. Ada perbedaan kadar gula darah pada penderita DM tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu hutan berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, IMT dan lama menderita DM.
5. Ada perbedaan kadar gula darah pada penderita DM tipe 2 sebelum dan setelah pemberian madu trigona berdasarkan jenis kelamin, umur, riwayat keluarga, IMT dan lama menderita DM

I. Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif

1. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah pasien yang telah didiagnosa oleh dokter bahwa menderita DM tipe 2

2. Madu Hutan

Madu yang tidak dibudidayakan atau madu yang berasal dari lebah Apis Dorsata dan berasal dari hutan Propinsi Sulawesi Tenggara dengan tekstur madu berwarna agak kekuningan dan terasa manis

3. Madu Trigona

Madu yang dibudidayakan di Propinsi Sulawesi Tenggara atau madu yang berasal dari lebah Apis Trigona dengan tekstur madu berwarna gelap atau kecoklatan dan terasa manis agak asam.

4. Kadar Gula Darah Penderita DM tipe 2

Kadar gula darah penderita DM tipe 2 ialah kadar gula darah puasa (GDP) yang diukur dengan menggunakan glukometer merek Accupro yang telah dikalibrasi serta pengambilan sampel darah melalui kapiler.

Kriteria Objektif :

- a. Tidak menurun, jika rata - rata kadar GDP pada pengukuran setelah intervensi sama atau lebih tinggi dari kadar gula darah pada pengukuran awal
- b. Menurun, jika rata - rata kadar GDP pada pengukuran setelah intervensi lebih rendah dari kadar gula darah pada pengukuran awal

5. Jenis Kelamin

Jenis Kelamin adalah perbedaan organ biologis dan dibuktikan dengan kartu identitas yang terdiri dari laki - laki dan perempuan.

6. Umur

Umur yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan identitas responden menderita DM tipe 2 yang dihitung sejak lahir

sampai diadakan penelitian yang dinyatakan dalam tahun di wilayah kerja Puskesmas Labibia Kota Kendari.

Kriteria Objektif :

- a. Masa lansia awal : $\geq 46 - 55$ tahun
- b. Masa lansia akhir : $\geq 56 - 65$ tahun

7. Riwayat Keluarga

Riwayat keluarga menderita diabetes melitus diketahui dengan pengisian kuesioner

Kriteria Objektif :

- a. Ada, jika terdapat keluarga menderita diabetes melitus
- b. Tidak ada, jika tidak terdapat keluarga menderita diabetes melitus

8. Indeks Massa Tubuh

Pada penelitian ini merupakan pengukuran tinggi badan dan berat badan yang dilakukan untuk mendapatkan Indeks Masa Tubuh (IMT) yang nantinya digunakan untuk menunjukkan derajat tidak obesitas dan obesitas.

Kriteria Objektif :

- a. Tidak obesitas : $IMT < 25 \text{ kg/m}^2$
- b. Obesitas : $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$

9. Lama Menderita DM

Lamanya subyek menderita DM sejak awal pertama kali didiagnosis DM oleh dokter sampai saat dilakukan penelitian dan dihitung dalam satuan tahun

Kriteria Objektif :

- a. Belum lama : ≤ 5 tahun
- b. Lama : > 5 tahun