

**HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN eGFR PASIEN
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT
ISLAM SITI RAHMAH PADANG**

SKRIPSI



LASTARI

2110070100106

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH PADANG**

2025

**HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN eGFR PASIEN
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT
ISLAM SITI RAHMAH PADANG**

SKRIPSI



Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran pada Fakultas Kedokteran
Universitas Baiturrahmah

LASTARI

2110070100106

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH PADANG**

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**Judul: Hubungan Kadar HbA1c dengan eGFR Pasien Diabetes
Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang**

Disusun Oleh:

LASTARI

2110070100106

Telah disetujui

Padang, 27 Agustus 2025

Pembimbing 1

Pembimbing 2

(dr. Rifkind Malik, M.Biomed)

(Dr. dr. Debie Anggraini, Sp.PK)

Penguji 1

Penguji 2

(dr. Bun Yurizali, Sp.PD)

(dr. Rosmaini, M.SI)

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Lastari

NIM : 2110070100106

Mahasiswa : Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran
Universitas Baiturrahmah Padang

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini berupa skripsi dengan judul “**Hubungan Kadar HbA1c Dengan eGFR Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang**” adalah asli dan belum pernah dipublikasi atau diajukan untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Baiturrahmah maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan orang lain. Kecuali pembimbing dan pihak lain sepengetahuan pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul buku aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Apabila terdapat penyimpangan didalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis, serta sanksi lain sesuai norma dan hukum yang berlaku.

Padang, 27 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,

Lastari

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya kami masih dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah. Kami menyadari sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak penyusunan proposal sampai dengan terselesaikannya skripsi ini. Bersama ini kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan setinggi tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Musliar Kasim, MS selaku Rektor Universitas Baiturrahmah yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di Universitas Baiturrahmah.
2. dr. Rendri Bayu Hansah, Sp.PD, FINASIM sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah yang telah memberikan sarana dan prasarana kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik dan lancar.
3. dr. Rifkind Malik, M.Biomed selaku dosen pembimbing satu saya yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing kami dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. dr. Debie Anggraini, Sp.PK selaku dosen pembimbing dua yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penyusunan skripsi.
5. dr. Bun Yurizali, Sp.PD dan dr. Rosmaini, M.SI selaku dosen penguji saya yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi bimbingan , saran dan arahan agar terselesaikannya penulisan skripsi ini.

6. Keluarga yang penulis cintai, Orangtua dan Nenek penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan moral maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh teman sejawat FK angkatan 2021 (Trape21us) yang tidak pernah berhenti memberikan motivasi untuk selalu berjuang dan belajar.
8. Serta pihak lain yang tidak mungkin kami sebutkan satu-persatu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 27 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,

Penulis

ABSTRAK

HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN eGFR PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT ISLAM SITI RAHMAH PADANG

LASTARI

Latar Belakang: Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan gangguan metabolisme kronis yang ditandai oleh resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas. Salah satu komplikasi yang sering terjadi adalah penurunan fungsi ginjal, yang dapat dipantau melalui estimasi laju filtrasi glomerulus (eGFR). Kadar HbA1c sebagai indikator kontrol glikemik jangka panjang berpotensi berhubungan dengan eGFR pada pasien DMT2.

Tujuan: Menilai hubungan antara kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2.

Metode: Penelitian ini merupakan studi observasional dengan pendekatan cross-sectional. Data dikumpulkan dari 46 rekam medis pasien DMT2 yang menjalani pemeriksaan di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang pada tahun 2025. Analisis hubungan antara kadar HbA1c dan nilai eGFR pasien DMT2 dilakukan menggunakan uji korelasi Speaman.

Hasil: Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kadar HbA1c dan nilai eGFR dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,355 dan p -value = 0,015 ($p < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar HbA1c, cenderung diikuti oleh peningkatan nilai eGFR, meskipun kekuatan korelasinya lemah hingga sedang.

Kesimpulan: Terdapat hubungan positif yang signifikan antara kadar HbA1c dan nilai eGFR pada pasien DMT2. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar HbA1c dapat menjadi indikator yang berpotensi berhubungan dengan fungsi ginjal, meskipun kekuatan korelasinya lemah hingga sedang. Pemantauan HbA1c secara rutin tetap penting dalam penatalaksanaan DMT2, namun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami implikasi klinis dari hubungan ini secara menyeluruh.

Kata Kunci: Diabetes Melitus Tipe 2, HbA1c, eGFR, Fungsi Ginjal.

ABSTRACT

THE CORELLATION BETWEEN HbA1c LEVEL AND eGFR IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS AT SITI RAHMAH ISLAMIC HOSPITAL PADANG

LASTARI

Background: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disorder characterized by insulin resistance and pancreatic β -cell dysfunction. One of its complications was impaired kidney function, which was assessed by estimated glomerular filtration rate (eGFR). Glycated Hemoglobin (HbA1c) as an indicator of long-term glycemic control was presumed to be associated with eGFR in T2DM patients. **Objective:** To determine the correlation between HbA1c levels and eGFR in T2DM patients. **Method:** A cross-sectional study was conducted on 46 T2DM patients at Siti Rahmah Islamic Hospital Padang in 2025. Data on HbA1c and creatinine serum were collected from medical records, and eGFR values were calculated. The correlation between HbA1c levels and eGFR was analyzed using Spearman's corellation test. **Result:** A total of 46 T2DM patients were included. A significant positive correlation was found between HbA1c levels and eGFR values with a correlation coefficient $r=0.355$ and $p=0.015$ ($p<0.05$). Higher HbA1c levels were followed by higher eGFR values, although the correlation strength was weak to moderate. **Conclusion:** There was a significant positive correlation between HbA1c levels and eGFR in T2DM patients. Although the correlation is weak to moderate, HbA1c could be considered as a potential indicator associated with kidney function.

Keyword: Type 2 diabetes mellitus, HbA1c, eGFR, Kidney function.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan Kesehatan	5
1.4.2 Manfaat Bagi Institusi Pendidikan.....	5
1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Diabetes Melitus	6
2.1.1 Definisi	6
2.1.2 Klasifikasi.....	6
2.2 Diabetes Melitus Tipe 2	7
2.2.1 Definisi	7
2.2.2 Epidemiologi	7
2.2.3 Etiologi.....	8
2.2.4 Faktor Risiko	8
2.2.5 Patofisiologi.....	10
2.2.6 Manifestasi Klinis	13
2.2.7 Diagnosis.....	14
2.2.8 Tatalaksana dan Pencegahan	16
2.2.9 Komplikasi	17
2.3 HbA1c	19
2.4 eGFR	20
2.4.1 Definisi.....	20
2.4.2 Klasifikasi Nilai eGFR.....	21
2.4.3 Penggunaan Rumus CKD-EPI 2021 dalam eGFR	22
2.4.4 Penggunaan eGFR dalam Praktik Klinis	23
2.4.5 Strategi Pengelolaan eGFR	23
2.5 Hubungan Kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2	24
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS.....	25

3.1 Kerangka Teori	25
3.2 Kerangka Konsep.....	25
3.3 Hipotesis.....	25
BAB IV METODE PENELITIAN	26
4.1 Ruang Lingkup Penelitian.....	26
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian	26
4.3 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	26
4.4 Populasi Penelitian.....	26
4.4.1 Populasi Target	26
4.4.2 Populasi Terjangkau.....	26
4.5 Sampel Penelitian	27
4.5.1 Cara Pengambilan Sampel	27
4.5.2 Besar Sampel	27
4.6 Variabel Penelitian.....	28
4.6.1 Variabel Independen	28
4.6.2 Variabel Dependen	29
4.7 Definisi Operasional	29
4.8 Cara Pengumpulan Data.....	30
4.8.1 Jenis Data	30
4.8.2 Cara Kerja	30
4.9 Alur Penelitian.....	31
4.10 Pengolahan dan Analisis Data	31
4.10.1 Pengolahan Data.....	31
4.10.2 Analisis Data.....	32
4.11 Etika Penelitian.....	33
4.12 Jadwal Penelitian	33
BAB V HASIL PENELITIAN.....	34
5.1 Karakteristik Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin	34
5.2 Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	34
5.3 Nilai eGFR pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	35
5.4 Hubungan kadar HbA1c dan nilai eGFR pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.....	35
BAB VI PEMBAHASAN.....	38
6.1 Karakteristik Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin.	38
6.2 Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	39
6.3 Nilai eGFR pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	39
6.4 Hubungan antara kadar HbA1c dan nilai eGFR Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Periode Januari - Juni 2025.....	41
BAB VII PENUTUP	43

7.1 Kesimpulan.....	43
7.2 Saran.....	43
7.3 Kelemahan Penelitian	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Diabetes Melitus.....	7
Tabel 4.1	Definisi Operasional.....	29
Tabel 4.2	Jadwal Penelitian.....	33
Tabel 5.1	Karakteristik Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Periode Januari-Juni 2025.....	34
Tabel 5.2	Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Periode Januari-Juni 2025.....	34
Tabel 5.3	Nilai eGFR pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Periode Januari-Juni 2025.....	35
Tabel 5.4	Hubungan Antara kadar HbA1c dan nilai eGFR Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Periode Januari - Juni 2025	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Teori.....	25
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	25
Gambar 4.1 Alur Penelitian.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Kode Etik.....	53
Lampiran 2.	Surat Izin Penelitian dari Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	54
Lampiran 3.	Surat Selesai Penelitian dari Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang	55
Lampiran 4.	Master Tabel	56
Lampiran 5.	Hasil Olah Data.....	58
Lampiran 6.	Dokumentasi Penelitian.....	61
Lampiran 7.	Biodata Penulis	62

DAFTAR SINGKATAN

ADA	: <i>American Diabetic Association</i>
CKD-EPI	: <i>Chronic Kidney Disease-Epidemiology Collaboration</i>
DKD	: <i>Diabetic Kidney Disease</i>
DM	: <i>Diabetes Melitus</i>
DMT1	: <i>Diabetes Melitus Tipe 1</i>
DMT2	: <i>Diabetes Melitus Tipe 2</i>
eGFR	: <i>estimated Glomerular Filtration Rate</i>
HbA1c	: <i>Hemoglobin Glikosilasi</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
KDIGO	: <i>Kidney Disease Improving Global Outcomes</i>
RISKESDAS	: <i>Riset Kesehatan Dasar</i>
SKI	: <i>Survei Kesehatan Indonesia</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah secara menetap, atau hiperglikemia persisten.^{1,2} Kondisi ini terjadi akibat gangguan pada sekresi insulin, resistensi kerja insulin, atau keduanya.³ Penyakit ini dipicu pola hidup tidak sehat, merokok dan konsumsi lemak berlebih yang tidak diimbangi cukupnya aktivitas fisik.⁴

Diabetes melitus diklasifikasikan menjadi beberapa tipe berdasarkan mekanisme dan penyebabnya. Diabetes melitus tipe 1 (DMT1) disebabkan oleh destruksi sel β pankreas yang mengurangi produksi insulin, umum terjadi pada anak-anak atau remaja.⁵ Sementara itu, diabetes melitus tipe 2 (DMT2), tipe diabetes paling umum, ditandai oleh gangguan progresif sekresi insulin dan resistensi insulin, dengan faktor risiko utama obesitas dan gaya hidup tidak sehat.⁶ Terdapat pula diabetes melitus gestasional, terjadi selama kehamilan dan umumnya kembali normal setelah persalinan.^{7,8} Tipe lain mencakup diabetes akibat faktor spesifik, seperti penyakit genetik, endokrinopati, atau penggunaan obat tertentu.

International Diabetes Federation (IDF) melaporkan bahwa pada tahun 2021, sekitar 10,5% populasi dewasa dunia berusia antara 20 dan 79 tahun mengidap diabetes, dengan jumlah penderita mencapai 537 juta jiwa. Diabetes menyebabkan 6,7 juta kematian pada 2021, tercatat 1 kematian setiap 5 detik.⁹ Tanpa intervensi, diperkirakan jumlah ini akan terus meningkat hingga 643 juta jiwa pada tahun 2030 dengan 240 juta penderita yang tidak terdiagnosis. dan terus meningkat hingga 783 juta jiwa pada tahun 2045.¹⁰

Indonesia menempati urutan ke-5 dengan kasus penderita diabetes tertinggi, tercatat sekitar 19,47 juta penderita pada tahun 2021 dan diperkirakan meningkat menjadi 28,6 juta penderita pada tahun 2045.¹⁰ Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 mencatat prevalensi DM pada penduduk usia 15 tahun ke atas mencapai 11,7%, dari 10,9% pada tahun 2018.¹¹ Di Sumatera Barat, jumlah penderita diabetes tercatat meningkat signifikan dari 39.922 orang pada tahun 2021 menjadi 52.355 orang pada tahun 2023.¹² Profil Kesehatan Kota Padang mencatat angka kasus diabetes tertinggi, dengan jumlah 13.519 penderita pada tahun 2021 menjadi 13.733 di tahun 2022 dan sedikit menurun menjadi 13.433 di tahun 2023.¹³ Peningkatan angka ini menunjukkan pentingnya upaya pencegahan yang lebih efektif untuk menanggulangi prevalensi DM yang terus berkembang.¹⁴

Manifestasi klinis diabetes melitus (DM) mencakup poliuria (sering berkemih), polidipsia (sering merasa haus), polifagia (sering merasa lapar), penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas, kelelahan, serta penyembuhan luka yang lambat.¹⁵ Pada DMT1, gejala khas meliputi peningkatan frekuensi berkemih, rasa haus yang berlebihan, rasa lapar yang intens, penurunan berat badan tanpa sebab dan cepat merasa lelah. Sementara itu, pada DMT2, gejala umumnya serupa dengan DMT1 tetapi sering kali ringan atau tidak spesifik, sehingga sering terdiagnosis setelah munculnya komplikasi atau penyakit penyerta.¹⁶

Salah satu komplikasi utama dari DMT2 adalah gangguan fungsi ginjal, yang dapat dievaluasi menggunakan parameter *estimated Glomerular Filtration Rate* (eGFR).¹⁷ Parameter ini berperan penting dalam memantau kesehatan ginjal pasien DMT2.¹⁸ Penurunan eGFR berhubungan dengan buruknya kontrol glikemik, yang dapat dinilai melalui pengukuran kadar hemoglobin terglikasi (HbA1c).

HbA1c menggambarkan rata-rata kadar glukosa dalam darah selama tiga bulan terakhir, sehingga menjadi indikator utama dalam memantau fungsi ginjal dan kontrol glikemik pada pasien DMT2. Pemeriksaan kadar HbA1c secara berkala sangat penting untuk mencegah komplikasi yang serius, termasuk penurunan fungsi ginjal.¹⁹ Dalam upaya pemantauan untuk mendeteksi adanya gangguan pada fungsi ginjal, eGFR dihitung berdasarkan kadar kreatinin serum menggunakan formula *Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration* (CKD-EPI) untuk mengevaluasi hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2.²⁰ Penurunan eGFR yang terdeteksi pada tahap awal dapat menjadi indikasi adanya penurunan fungsi ginjal, yang memerlukan intervensi segera untuk mencegah progresivitas komplikasi pada pasien dengan kontrol glikemik yang buruk.²¹

Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang berbeda terkait hubungan kadar HbA1c dan eGFR pasien DMT2. Penelitian Martini Widhyasih (2021) menemukan bahwa kadar HbA1c yang lebih tinggi berkorelasi dengan penurunan eGFR.²² Penelitian Rixi Gahung (2016) tidak menemukan hubungan signifikan antara kedua parameter tersebut.²³ Perbedaan hasil penelitian ini mengindikasikan perlunya pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh kontrol glikemik terhadap fungsi ginjal.²⁴

Kontrol glikemik yang buruk dapat mempercepat progresivitas komplikasi ginjal, sementara kontrol glikemik yang optimal dapat memperlambat penurunan fungsi ginjal. Jika kadar HbA1c tidak terkontrol dengan baik, komplikasi ginjal pada pasien DMT2 cenderung berkembang lebih cepat.²⁵ Pengendalian glikemik yang baik dapat memperlambat penurunan eGFR dan mencegah kerusakan ginjal lebih lanjut.²⁶

Semakin tinggi kadar HbA1c, semakin kecil nilai eGFR yang dihasilkan, yang menegaskan pentingnya pengelolaan glikemik yang baik untuk mencegah komplikasi ginjal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyelidiki hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2 di Poli Penyakit Dalam Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang, mengingat besarnya dampak komplikasi ginjal terhadap kualitas hidup pasien DMT2 dan tingginya beban biaya yang ditimbulkan akibat komplikasi tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

“Bagaimana hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang?”.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik pasien DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang berdasarkan usia dan jenis kelamin.
2. Mengetahui kadar HbA1c pada pasien DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.
3. Mengetahui nilai eGFR pada pasien DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.
4. Menganalisis hubungan kadar HbA1c dan nilai eGFR pasien DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Ilmu Pengetahuan Kesehatan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan pasien DMT2, terutama dalam upaya pencegahan komplikasi ginjal melalui pengendalian glikemik yang efektif serta langkah-langkah yang tepat dalam upaya intervensi risiko peningkatan kadar HbA1c pada pasien DMT2.

Hal ini membuka peluang kolaborasi lebih lanjut antara bidang ilmu kedokteran dan kesehatan masyarakat dalam meningkatkan penyuluhan serta edukasi kepada pasien DMT2 dan masyarakat tentang pentingnya menjaga kadar HbA1c untuk mengendalikan kadar glukosa darah yang sehat dan efektif kepada pasien DMT2.

1.4.2 Manfaat Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan berpotensi memperkaya literatur ilmiah sebagai data penelitian bagi institusi dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi dan bahan perbandingan bagi peneliti yang akan datang baik berupa data ataupun pengembangan penelitian untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik terkait hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2.

1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan serta pengalaman bagi peneliti mengenai betapa pentingnya menjaga kadar HbA1c dalam upaya mempertahankan eGFR pada pasien DMT2 dan sebagai salah satu syarat yang digunakan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

2.1.1 Definisi

Diabetes melitus (DM) adalah gangguan metabolisme yang ditandai oleh hiperglikemia akibat defisiensi insulin, resistensi terhadap insulin, atau keduanya.²⁷ DM dengan hiperglikemia kronis menyebabkan terjadinya kegagalan, disfungsi dan kerusakan beberapa organ dalam jangka waktu yang lama, khususnya pada organ mata, ginjal, sistem saraf, jantung dan pembuluh darah.^{10,28}

Diabetes melitus adalah suatu penyakit di mana kadar glukosa melebihi batas normal, karena tubuh tidak mampu memproduksi atau memanfaatkan insulin dengan tepat dan baik.²⁹ Insulin adalah hormon yang dihasilkan pankreas dan merupakan zat utama penjaga keseimbangan kadar glukosa dalam tubuh. Insulin berperan sebagai hormon untuk membantu glukosa masuk ke dalam sel, sehingga dapat menghasilkan energi atau menyimpannya sebagai cadangan energi.³⁰

2.1.2 Klasifikasi

Klasifikasi diabetes melitus menurut American Diabetes Association (ADA, 2023) disusun berdasarkan dasar patofisiologi serta gambaran klinis yang mendasari terjadinya penyakit. Pemahaman mengenai klasifikasi ini diperlukan agar dapat membedakan mekanisme terjadinya penyakit dan menentukan penatalaksanaan yang sesuai. Secara umum, diabetes melitus terbagi menjadi empat kategori utama, yaitu tipe 1, tipe 2, gestasional, serta kelompok lain yang lebih jarang ditemui.³¹

Tabel 2.1 Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi	Keterangan
Diabetes Melitus Tipe 1	Destruksi sel beta, umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut. a. Melalui proses imunologik b. Idiopatik
Diabetes Melitus tipe 2	Variasi mulai dari resistensi insulin yang dominan dengan kekurangan insulin relatif hingga cacat sekresi yang dominan dengan resistensi insulin. ³²
Diabetes Melitus Gestasional/Kehamilan	Diabetes melitus gestasional adalah keadaan diabetes atau intoleransi glukosa yang timbul selama masa kehamilan, dan biasanya berlangsung hanya sementara. ³³
Diabetes Melitus Tipe Lain	1. Defek genetik fungsi sel beta 2. Defek genetik kerja insulin 3. Penyakit eksokrin pankreas 4. Endokrinopati 5. Karena obat/zat kimia 6. Infeksi/Imunologi 7. Sindroma genetik lain

2.2 Diabetes Melitus Tipe 2

2.2.1 Definisi

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) adalah penyakit metabolik kronis yang terjadi ketika kadar glukosa darah dalam tubuh terlalu tinggi akibat turunnya produksi insulin dan/atau insulin yang telah diproduksi tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya oleh tubuh karena ketidakmampuan tubuh untuk menghasilkan insulin maupun merespons insulin menggunakan glukosa sebagai komponen utama dari sumber energi secara efektif.³⁴

2.2.2 Epidemiologi

Prevalensi DMT2 lebih tinggi pada perempuan dibandingkan pada laki-laki.³⁵ Perempuan memiliki risiko yang lebih tinggi terkena DMT2 karena secara fisiologis memiliki peluang peningkatan indeks masa tubuh yang lebih besar.

Berdasarkan hasil laporan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018, prevalensi DMT2 di Indonesia mencapai 8,5% pada populasi dewasa. Hal ini mencerminkan peningkatan yang berkelanjutan di seluruh wilayah dunia.

2.2.3 Etiologi

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit metabolik yang ditandai oleh gangguan pada pengaturan kadar glukosa darah akibat ketidakseimbangan antara produksi insulin oleh sel beta pankreas dan respons tubuh terhadap insulin. Pankreas memiliki dua jenis sel endokrin utama: sel alfa menghasilkan hormon glukagon yang berfungsi untuk meningkatkan kadar glukosa darah, dan sel beta menghasilkan hormon insulin yang berfungsi menurunkan kadar glukosa darah. Keseimbangan antara kedua hormon ini sangat penting untuk mengatur kadar glukosa dalam tubuh. Gangguan pada keseimbangan ini dapat menyebabkan hiperglikemia, yang merupakan kondisi utama pada DMT2.³⁶

2.2.4 Faktor Risiko

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) dipengaruhi oleh faktor risiko yang dapat dibagi menjadi dua kategori: yang dapat diubah dan yang tidak dapat diubah.³⁷ Beberapa faktor risiko yang dapat diubah pada kasus DMT2 meliputi:

1. Gaya hidup

Penderita DMT2 dianjurkan menjaga gaya hidup serta menerapkan:

- Perubahan pola makan menjadi lebih sehat dengan asupan rendah glukosa, rendah lemak jenuh, tinggi serat, dan kaya nutrisi serta menghindari makanan olahan.³⁸
- Menjaga jeda makan minimal 3 jam sebelum dan memilih camilan ringan berprotein atau karbohidrat kompleks yang tidak mengandung

glukosa seperti oatmeal atau sedikit mengandung glukosa seperti buah-buahan karena konsumsi glukosa dapat mengganggu tidur.³⁹

- Menjaga pola tidur dengan rutinitas tidur yang teratur setiap malam dan menghindari stimulasi perangkat elektronik dan konsumsi kafein sebelum tidur untuk meningkatkan kualitas tidur.³⁹

2. Tingkat Aktivitas Fisik

Berolahraga teratur dengan berjalan cepat, bersepeda, atau berenang selama 150 menit per minggu, dapat menurunkan kadar glukosa darah, meningkatkan sensitivitas insulin dan membantu tubuh menggunakan glukosa lebih efisien, sehingga mengurangi resistensi insulin dan menstabilkan kadar glukosa darah.⁴⁰⁻⁴⁶

3. Manajemen Stress

Mengelola stress secara efektif dengan cara-cara berikut:

- Teknik relaksasi seperti meditasi dan yoga.
- Bagi cerita untuk mengurangi stress & memperoleh dukungan sosial.⁴⁷
- Melakukan hobi dan aktivitas yang menyenangkan untuk meningkatkan suasana hati dan mengurangi tekanan stress.

Selain itu, beberapa faktor yang tidak dapat diubah, diantaranya:

1. Usia

Risiko terjadinya DM2. meningkat seiring bertambahnya usia, terutama setelah 45 tahun.

2. Genetika dan Riwayat Keluarga

Faktor genetik atau riwayat keluarga dengan DM meningkatkan risiko terkena penyakit ini.⁴⁸

2.2.5 Patofisiologi

Diabetes melitus tipe 2 adalah penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan sekresi insulin, resistensi insulin, atau keduanya. Hormon insulin yang disekresikan oleh sel β pankreas, berperan dalam menjaga keseimbangan glukosa darah dengan mencegah peningkatan atau penurunan glukosa yang signifikan.⁴⁹

Tubuh penderita DMT2 kehilangan kemampuan untuk memproduksi insulin dalam jumlah cukup atau menggunakan insulin secara efektif, sehingga mengakibatkan gangguan regulasi glukosa yang berkelanjutan. Kondisi ini dapat menyebabkan komplikasi serius pada berbagai sistem organ, termasuk jantung, pembuluh darah, mata, saraf, ginjal, dan kulit.⁵⁰

Mekanisme patofisiologi DMT2 melibatkan interaksi kompleks dari berbagai faktor yang dikenal sebagai "*The Egregious Eleven*", yang meliputi:

1. **Disfungsi Sel β Pankreas:** Sel β yang bertanggung jawab untuk memproduksi insulin mengalami disfungsi, yang memperburuk resistensi insulin dan mempercepat kematian sel β secara progresif melalui mekanisme lipotoksitas dan stres oksidatif.
2. **Resistensi Insulin:** Kondisi dimana sel-sel tubuh, terutama di otot, hati, dan jaringan adiposa, mengalami penurunan sensitivitas terhadap insulin, sehingga tidak dapat merespons hormon insulin secara optimal dan menghambat pengambilan glukosa dari darah. Kadar glukosa dalam darah yang terus meningkat dapat menyebabkan hiperglikemia kronis, yang merupakan faktor utama dalam perkembangan DMT2.

3. **Hilangnya Efek Incretin:** Penurunan sekresi GLP-1 dan peningkatan pemecahannya oleh enzim dipeptyl peptidase-4 (DPP-4) menghambat kemampuan tubuh untuk menghasilkan insulin yang cukup setelah makan. Hal ini menyebabkan peningkatan kadar glukagon dan memperparah hiperglikemia.
4. **Disfungsi Sel α Pankreas:** Hiperaktivitas sel α pankreas yang mengakibatkan pelepasan glukagon secara berlebihan. Keadaan ini menyebabkan hiperglukagonemia, yaitu peningkatan kadar glukagon dalam darah. Glukagon berlebihan memperburuk hiperglikemia dengan menghambat penyerapan glukosa oleh jaringan perifer dan meningkatkan pelepasan glukosa dari hati.
5. **Disfungsi Jaringan Adiposa:** Jaringan adiposa terganggu, terutama pada individu yang mengalami obesitas, menghasilkan pelepasan asam lemak bebas dalam jumlah berlebih berlebih, yang memicu resistensi insulin dan inflamasi sistemik. Hal ini memperburuk hiperglikemia dan gangguan metabolik.
6. **Disfungsi Hati:** Hati berperan dalam mempertahankan kadar glukosa melalui proses glukoneogenesis. Kadar glukosa darah yang tinggi meningkatkan kondisi resistensi insulin sehingga mengurangi kemampuan hati untuk merespons sinyal insulin dan terus menghasilkan glukosa dalam jumlah yang berlebihan, kondisi ini memperburuk hiperglikemia. Sel hati yang resistens terhadap insulin berkontribusi pada peningkatan produksi glukosa yang lebih besar dan memperburuk keadaan metabolik.

7. **Disfungsi Otot:** Otot rangka mengalami gangguan pengambilan glukosa akibat penurunan fungsi transporter GLUT-4. Akumulasi asam lemak bebas dalam sel otot meningkatkan stres oksidatif, memperburuk resistensi insulin.
8. **Dysbiosis Usus:** Ketidakseimbangan mikrobiota usus memengaruhi metabolisme glukosa dan memperburuk resistensi insulin. Dysbiosis juga menyebabkan inflamasi sistemik dan gangguan efek incretin.⁵¹
9. **Inflamasi Kronis dan Disfungsi Sistem Kekebalan:** Inflamasi kronis pada DM2 dapat merusak sel β pankreas, menurunkan produksi insulin dan meningkatkan resistensi insulin di jaringan perifer. Inflamasi sistemik ini tidak hanya memperburuk hiperglikemia dengan mengganggu metabolisme glukosa tetapi juga mempercepat progresivitas penyakit melalui disfungsi metabolik yang berkelanjutan.
10. **Tingkat Amilin Rendah:** Amilin, hormon yang disekresikan bersama insulin, berperan memperlambat pengosongan lambung, mengurangi sekresi glukagon dan meningkatkan rasa kenyang. Penurunan kadar amilin pada DM2 mengakibatkan gangguan pada kontrol glukosa, sehingga memicu hiperglikemia dan memperburuk regulasi glukosa metabolik.
11. **Disfungsi Ginjal:** Peningkatan aktivitas *Sodium Glucose coTransporter-2* (SGLT-2) di ginjal, sehingga meningkatkan reabsorpsi glukosa dan memperburuk hiperglikemia. Mekanisme ini mendasari strategi terapi yang meliputi peningkatan sensitivitas insulin, pengurangan produksi glukosa, dan penargetan jalur incretin untuk kontrol glikemik optimal.⁵²

2.2.6 Manifestasi Klinis

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) adalah penyakit metabolik kronis yang berkembang secara perlahan dan ditandai oleh gangguan sekresi insulin dari pankreas serta resistensi insulin pada jaringan perifer. Kondisi ini menyebabkan hiperglikemia kronis, yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mengakibatkan berbagai gejala dan komplikasi serius. Berikut gejala khas penyakit ini:

1. Poliuria: Terjadi peningkatan frekuensi buang air kecil, terutama di malam hari (nokturia). Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar glukosa dalam darah yang melewati ambang batas ginjal untuk glukosa berkisar antara 180-200 mg/dL pada orang dewasa sehat. Jika kadar glukosa dalam darah melewati nilai tersebut, ginjal tidak mampu menyerap kembali glukosa yang difiltrasi, sehingga glukosa mulai muncul dalam urin (glukosuria).
2. Polidipsi: Merupakan rasa haus yang berlebihan. Kadar glukosa yang tinggi menyebabkan dehidrasi, dan tubuh mencoba untuk mengimbangi kehilangan cairan dengan menimbulkan rasa haus yang intens.⁵³
3. Polifagi: Nafsu makan yang meningkat. Karena sel-sel tubuh tidak dapat memanfaatkan glukosa secara efektif untuk energi, tubuh merasa lapar dan mencari asupan makanan lebih banyak untuk menghasilkan energi.
4. Penurunan berat badan tanpa sebab: Meskipun gejala polifagi menyebabkan peningkatan asupan makanan, penurunan berat badan dapat terjadi karena tubuh menggunakan lemak dan protein sebagai sumber energi alternatif.
5. Gejala lain: seperti kesemutan pada kaki, rasa gatal, luka yang sulit sembuh. Gejala-gejala ini berkaitan langsung dengan tingginya kadar glukosa dalam darah.⁵⁴

2.2.7 Diagnosis

Terdapat beberapa metode diagnostik yang direkomendasikan oleh organisasi kesehatan internasional seperti WHO dan IDF untuk mengidentifikasi dan mengelola DMT2. Diagnosis DMT2 ditegakkan berdasarkan pemeriksaan kadar glukosa darah, yang dianjurkan menggunakan metode enzimatik dengan bahan plasma darah vena. Penggunaan dara vena atau kapiler dapat dilakukan sesuai dengan kriteria diagnostik WHO. Pemeriksaan glukosa darah kapiler juga dapat digunakan untuk pemantauan obat.^{55,56}

Pemeriksaan diagnostik yang umum dilakukan meliputi:

1. **Tes Hemoglobin Terglykasi (HbA1c):** Tes ini mencerminkan rata-rata kadar glukosa darah selama dua hingga tiga bulan terakhir dan digunakan untuk diagnosis serta pemantauan DMT2.
 - < 5,7%: Normal.
 - 5,7-6,4%: Prediabetes.
 - $\geq 6,5\%$ pada dua tes terpisah: Diabetes.
2. **Alternatif jika Tes HbA1c Tidak Tersedia:**
 - **Tes Glukosa Darah Sewaktu:** Kadar glukosa darah ≥ 200 mg/dL (11,1 mmol/L) menunjukkan DMT2, terutama jika disertai gejala klasik seperti poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan tiba-tiba tanpa sebab.^{57,58}
 - **Tes Glukosa Darah Puasa:**
 - a. <100 mg/dL (5,6 mmol/L): Normal.
 - b. 100-125 mg/dL (5,6 hingga 6,9 mmol/L): Prediabetes.
 - c. ≥ 126 mg/dL (7 mmol/L) pada dua tes terpisah: Diabetes.

3. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO):

- a. <140 mg/dL (7,8 mmol/L) setelah dua jam: Normal.
- b. 140-199 mg/dL (7,8 hingga 11,0 mmol/L): Prediabetes.
- c. ≥ 200 mg/dL (11,1 mmol/L) setelah dua jam: Diabetes.

Skrining rutin direkomendasikan bagi orang dewasa berusia ≥ 35 tahun, atau pada individu di bawah usia tersebut dengan obesitas dan satu atau lebih faktor risiko diabetes. Selain itu, wanita dengan riwayat diabetes gestasional, individu dengan prediabetes, serta anak-anak obesitas dengan riwayat keluarga DMT2.⁵⁹

Tes tambahan seperti antibodi autoimun dapat dilakukan untuk membedakan antara DMT1 dan DMT2 setelah diagnosis ditegakkan, karena penanganannya berbeda. Penilaian kadar HbA1c perlu diuji setidaknya dua kali setahun, atau lebih sering jika terdapat perubahan pengobatan atau target terapi belum tercapai. Target kadar HbA1c umumnya di bawah 7%, namun disesuaikan dengan usia dan kondisi kesehatan. Kriteria diagnostik lainnya meliputi:

1. Gejala klasik + glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/dL.
2. Gejala klasik + glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL.
3. Gejala klasik + GD 2 jam setelah TTGO ≥ 200 mg/dL.
4. Tanpa gejala klasik + 2x glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL.
5. Tanpa gejala klasik + 2x glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/dL.
6. Tanpa gejala klasik + 2x GD 2 jam setelah TTGO ≥ 200 mg/dL.
7. HbA1c $\geq 6,5\%$.

Panduan ini mengacu pada rekomendasi WHO, IDF dan data dari Riskesdas yang secara konsisten menekankan pentingnya deteksi dini dan pengelolaan terintegrasi untuk mencegah komplikasi jangka panjang DMT2.⁶⁰

2.2.8 Tatalaksana dan Pencegahan

Pengelolaan DMT2 yang optimal sangat penting untuk mencegah atau memperlambat perkembangan komplikasi. Hal ini mencakup pengendalian kadar glukosa darah, tekanan darah, kolesterol, serta penerapan gaya hidup sehat seperti diet seimbang, aktivitas fisik teratur dan penghentian kebiasaan merokok.⁶¹ Pemeriksaan medis secara berkala diperlukan untuk mendeteksi dini adanya komplikasi yang mungkin timbul dan memastikan perawatan yang sesuai. Edukasi pasien berperan penting dalam meningkatkan kepatuhan terhadap pengelolaan penyakit, yang pada akhirnya dapat membantu mempertahankan kualitas hidup yang lebih baik.⁶²

Bagi pasien dengan diagnosis pradiabetes, modifikasi gaya hidup dapat membantu mencegah dan menghentikan risiko perkembangan DM, diantaranya:⁵⁶

1. Mengonsumsi Makanan Sehat

Diet seimbang yang rendah lemak jenuh, rendah kalori, dan tinggi serat sangat dianjurkan. Terutama buah, sayuran, biji-bijian, kacang dan ikan.

2. Aktivitas Fisik Teratur

Targetkan setidaknya 150 menit aktivitas fisik aerobik sedang hingga berat per minggu, seperti jalan cepat, bersepeda, berlari, atau berenang.

3. Menurunkan Berat Badan

Penurunan berat badan sebesar 7-10% dari berat badan awal dapat secara signifikan mengurangi risiko DMT2 pada individu obesitas.

4. Menghindari Ketidakaktifan

Melakukan aktivitas ringan seperti berdiri dan bergerak setiap 30 menit selama aktivitas duduk berkepanjangan, membantu mengurangi resistensi insulin risiko DMT2.

Pasien yang didiagnosis DMT2 menerapkan pengelolaan efektif mencakup:

- **Kontrol Glukosa Darah:** Melalui kombinasi diet, olahraga, obat antidiabetik oral atau insulin. Dalam kasus DMT2 yang lebih lanjut, penggunaan insulin mungkin diperlukan untuk mengontrol glukosa darah dengan lebih baik. Target kadar HbA1c yang dianjurkan adalah <7% (53 mmol/mol), namun dapat disesuaikan berdasarkan kondisi pasien.
- **Pencegahan Komplikasi Kardiovaskular:** Pengelolaan tekanan darah dan lipid secara ketat, serta pertimbangkan pemberian terapi antiplatelet pada pasien dengan risiko tinggi komplikasi.
- **Perawatan Mata dan Kaki:** Pemeriksaan rutin untuk mendeteksi retinopati diabetes dan neuropati perifer serta mencegah ulkus diabetik.

2.2.9 Komplikasi

Komplikasi DMT2 adalah serangkaian masalah kesehatan serius yang dapat berkembang akibat kondisi DMT2 yang tidak terkontrol dengan baik. Berikut adalah beberapa komplikasi utama yang dapat terjadi.^{28,63}

1. Penyakit Jantung

Penderita DMT2 berisiko tinggi mengalami penyakit jantung koroner dan serangan jantung. Diabetes meningkatkan risiko aterosklerosis akibat kerusakan pembuluh darah dan pembentukan plak yang bisa menyumbat arteri, meningkatkan kemungkinan serangan jantung dan stroke.⁶⁴

2. Kerusakan Saraf (Neuropati)

Neuropati diabetik adalah komplikasi umum yang memengaruhi saraf, terutama di ekstremitas. Tingginya kadar glukosa darah yang tidak terkontrol dapat merusak serabut saraf, menyebabkan gejala seperti kesemutan, nyeri, bahkan kehilangan sensasi. Neuropati dapat meningkatkan risiko luka yang tidak terdeteksi pada kaki, yang jika tidak dirawat dapat berujung pada amputasi.⁶⁵

3. Penyakit Ginjal (Nefropati)

Kerusakan ginjal pada penderita DM atau Nefropati Diabetik adalah komplikasi serius yang dapat berkembang seiring waktu. Tingginya kadar glukosa darah yang kronis dapat merusak pembuluh darah di ginjal, yang dapat mengarah pada gagal ginjal. Kasus yang parah mungkin memerlukan perawatan seperti dialisis atau bahkan transplantasi ginjal.⁶⁶

4. Masalah Mata (Retinopati)

DM dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah di bagian mata, yang dikenal sebagai retinopati diabetik. Retinopati bisa menyebabkan perubahan di retina yang penting untuk penglihatan, bahkan hingga kehilangan penglihatan jika tidak diobati. Pemeriksaan mata rutin sangat penting bagi orang dengan DM untuk mendeteksi masalah ini sejak dini.

5. Gangguan Kulit

Orang dengan DM juga rentan mengalami gangguan kulit, seperti kulit kering, infeksi kulit yang sering, dan masalah lainnya. Kulit yang kering bisa menjadi lebih rentan terhadap luka dan infeksi, sementara kadar glukosa darah yang tinggi dapat memperburuk kondisi kulit tertentu.

2.3 HbA1c

HbA1c (Hemoglobin Glikosilasi) adalah parameter penting dalam pengelolaan diabetes yang mengukur seberapa banyak glukosa yang terikat pada hemoglobin dalam sel darah merah. Proses ini terjadi ketika glukosa dalam darah secara permanen berikatan dengan hemoglobin, menghasilkan HbA1c. Sel darah merah memiliki masa hidup sekitar 120 hari, kadar HbA1c mencerminkan kadar glukosa darah rata-rata selama 2-3 bulan terakhir. HbA1c menjadi indikator yang dapat diandalkan untuk menilai kontrol glikemik dalam jangka waktu yang lebih panjang.⁶⁷

Kadar HbA1c pada individu sehat berkisar antara 4-6%, yang mencerminkan kadar glukosa darah rata-rata dalam kisaran 70-120 mg/dl. Pengukuran HbA1c dilakukan melalui tes darah, yang dapat dilakukan di laboratorium maupun menggunakan alat tes cepat di klinik. Pasien dan tenaga kesehatan dapat memahami efektivitas pengelolaan kadar glukosa darah selama beberapa bulan terakhir dengan pemeriksaan rutin.

Kadar HbA1c umumnya diukur setiap 3 bulan untuk pasien diabetes, dengan target untuk menjaga nilainya di bawah 7%. Target ini dapat bervariasi tergantung pada kondisi kesehatan individu. Kadar HbA1c yang lebih tinggi dari 7% mengindikasikan perlunya penyesuaian pengobatan atau perubahan gaya hidup untuk mencapai kontrol glikemik yang lebih baik.⁶⁸

Kadar HbA1c yang tinggi meningkatkan risiko komplikasi mikrovaskuler seperti retinopati diabetik, nefropati dan neuropati. Penurunan HbA1c sebesar 1% dapat mengurangi risiko komplikasi mikrovaskuler hingga 40%, yang menegaskan pentingnya kontrol yang baik.⁶⁹

Pasien disarankan untuk mencapai kontrol HbA1c yang efektif dengan mengikuti saran berikut:

1. Menerapkan pola makan sehat dan seimbang
2. Melakukan aktivitas fisik secara teratur
3. Secara konsisten memonitor kadar glukosa darah

Upaya diatas membantu mempertahankan kadar HbA1c penderita diabetes dalam kisaran angka yang diinginkan, sehingga mengurangi risiko komplikasi dan meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan. Penelitian yang terus berkembang mengungkapkan hubungan antara kadar HbA1c dan berbagai komplikasi diabetes lainnya. Temuan dari penelitian ini memperkuat pentingnya pengelolaan HbA1c tidak hanya untuk pengendalian glikemik tetapi juga untuk pencegahan komplikasi serius yang dapat berdampak pada kesehatan jangka panjang pasien. HbA1c tetap menjadi indikator utama dalam pengelolaan diabetes dan merupakan alat penting bagi dokter dan pasien untuk memahami serta mengendalikan penyakit ini.⁷⁰

2.4 eGFR

2.4.1 Definisi

Penilaian fungsi ginjal penting dalam diagnosis dan pengelolaan penyakit ginjal. Salah satu parameter utama untuk menilai fungsi ginjal adalah estimasi laju filtrasi glomerulus (eGFR). eGFR digunakan untuk menilai kemampuan ginjal untuk menyaring limbah metabolik dan kelebihan cairan dari darah. Parameter ini dihitung berdasarkan kadar kreatinin serum, yang merupakan produk sampingan dari metabolisme otot, serta mempertimbangkan faktor demografi seperti usia, dan jenis kelamin.⁷¹ Data yang di dapat umumnya lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan nilai kadar kreatinin serum saja.

2.4.2 Klasifikasi Nilai eGFR

Nilai eGFR diklasifikasikan ke dalam lima kategori utama sebagai berikut:⁷²

1. **Normal ($\geq 90 \text{ mL/min/1,73 m}^2$):** Menunjukkan fungsi ginjal yang optimal tanpa adanya kerusakan struktural atau fungsional.
2. **Penurunan ringan ($60\text{-}89 \text{ mL/min/1,73 m}^2$):** Fungsi ginjal masih berada dalam batas normal tetapi mungkin terdapat indikasi kerusakan ginjal yang mendasari. Dalam kategori ini, penting untuk memeriksa keberadaan marker lain, seperti albuminuria, untuk menentukan adanya risiko progresi penyakit ginjal.⁷³
3. **Penurunan moderat ($30\text{-}59 \text{ mL/min/1,73 m}^2$):** Menunjukkan adanya penurunan kapasitas filtrasi ginjal. Pada tahap ini, gejala klinis seperti kelelahan, retensi cairan, hipertensi atau anemia ringan akibat gangguan pada fungsi ginjal mungkin mulai muncul.
4. **Penurunan berat ($15\text{-}29 \text{ mL/min/1,73 m}^2$):** Fungsi ginjal sangat terbatas, yang dapat menyebabkan gejala klinis lebih jelas seperti edema, gangguan elektrolit dan peningkatan risiko komplikasi kardiovaskular. Evaluasi yang lebih intensif diperlukan, termasuk perencanaan terapi penggantian ginjal (dialisis atau transplantasi).
5. **Gagal ginjal ($<15 \text{ mL/min/1,73 m}^2$):** Menandakan gagal ginjal terminal, dengan ketidakmampuan ginjal untuk mempertahankan homeostasis tubuh. Pasien pada tahap ini sering kali membutuhkan intervensi segera berupa dialisis atau transplantasi ginjal untuk mempertahankan kehidupan.

2.4.3 Penggunaan Rumus CKD-EPI 2021 dalam eGFR

Salah satu rumus yang digunakan untuk menghitung dan menilai eGFR adalah CKD-EPI 2021, yang merupakan pembaruan dari rumus CKD-EPI sebelumnya.⁷¹ Rumus ini menghilangkan penyesuaian berdasarkan ras untuk mengurangi bias rasial yang terdapat pada rumus sebelumnya dan memberikan estimasi yang lebih adil dan akurat bagi semua individu.⁷⁴

Rumus CKD-EPI 2021 digunakan untuk menghitung eGFR dengan menggunakan serum kreatinin, usia, jenis kelamin, dan status tubuh pasien. Penyesuaian berdasarkan ras tidak digunakan dalam rumus ini, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi eGFR bagi pasien dari latar belakang rasial dan etnis. Berikut adalah rumus CKD-EPI 2021:⁷⁵

- Untuk Pria:

$$eGFR = 141 \times \min\left(\frac{\text{serum kreatinin}}{0.9}, 1\right)^{-0.411} \times \max\left(\frac{\text{serum kreatinin}}{0.9}, 1\right)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{age}}$$

- Untuk Wanita:

$$eGFR = 144 \times \min\left(\frac{\text{serum kreatinin}}{0.9}, 1\right)^{-0.411} \times \max\left(\frac{\text{serum kreatinin}}{0.9}, 1\right)^{-1.209} \times (0.993)^{\text{age}} \times 0.813$$

Keterangan:

Serum kreatinin	: Diukur dalam satuan mg/dL
$\min$	: Nilai minimum (lebih kecil) antara $\frac{\text{Serum Kreatinin}}{0.9}$ dan 1
$\max$	: Nilai maksimum (lebih besar) antara $\frac{\text{Serum Kreatinin}}{0.9}$ dan 1
age	: Usia pasien dalam tahun
Faktor Jenis Kelamin	: Pada wanita, hasil dikalikan dengan faktor 0.813 untuk memperhitungkan perbedaan fisiologis terkait kelamin

2.4.4 Penggunaan eGFR dalam Praktik Klinis

eGFR diterapkan secara luas dalam praktik medis untuk:

1. **Deteksi dini kerusakan ginjal:** Nilai eGFR yang rendah dapat mengidentifikasi kerusakan ginjal sebelum gejala klinis muncul. Pada populasi umum, pemeriksaan eGFR sering digunakan sebagai skrining untuk mengevaluasi potensi risiko penyakit ginjal kronis.⁷⁶
2. **Pemantauan perkembangan penyakit:** Pemantauan eGFR secara teratur memungkinkan deteksi perubahan fungsi ginjal, terutama pada pasien dengan risiko tinggi seperti pasien DM2.
3. **Dasar pengambilan keputusan terapi:** Informasi mengenai eGFR digunakan untuk menyesuaikan dosis obat yang dimetabolisme oleh ginjal. Obat-obatan seperti metformin dan inhibitor Renin-Angiotensin System (RAS) sering memerlukan penyesuaian dosis berdasarkan nilai eGFR.

2.4.5 Strategi Pengelolaan eGFR

Pencegahan penurunan progresif eGFR pada pasien DM2 dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang direkomendasikan berikut:⁷⁷

1. **Kontrol kadar HbA1c:** Target HbA1c <7% dianggap optimal dalam mengurangi risiko komplikasi mikrovaskular. Namun, target ini dapat disesuaikan berdasarkan kondisi klinis individu.
2. **Pemantauan rutin eGFR dan albuminuria:** Pemeriksaan secara berkala dapat membantu mendeteksi masalah lebih awal dan memungkinkan intervensi lebih cepat. Albuminuria juga merupakan indikator penting yang harus dipertimbangkan bersamaan dengan eGFR untuk menilai risiko perkembangan CKD.

3. **Pengelolaan komorbiditas:** Hipertensi dan dislipidemia perlu dikelola dengan cermat untuk mengurangi beban ginjal. Penggunaan inhibitor Angiotensin converting Enzyme (ACE) atau Angiotensin II Receptor Blockers (ARB) dianjurkan untuk memperlambat progresi.⁷⁸
4. **Modifikasi gaya hidup:** Pasien dianjurkan untuk menjaga pola makan rendah protein dan sodium serta meningkatkan aktivitas fisik untuk mendukung kesehatan ginjal.
5. **Terapi farmakologis:** Obat-obatan seperti SGLT2 inhibitor dan GLP-1 receptor agonist terbukti memberikan manfaat kardiovaskular dan melindungi ginjal pada pasien dengan DMT2 dan CKD.⁶³

Pendekatan yang terintegrasi dapat memperlambat progresi kerusakan ginjal pasien diabetes dan kualitas hidup pasien dapat meningkat secara signifikan.

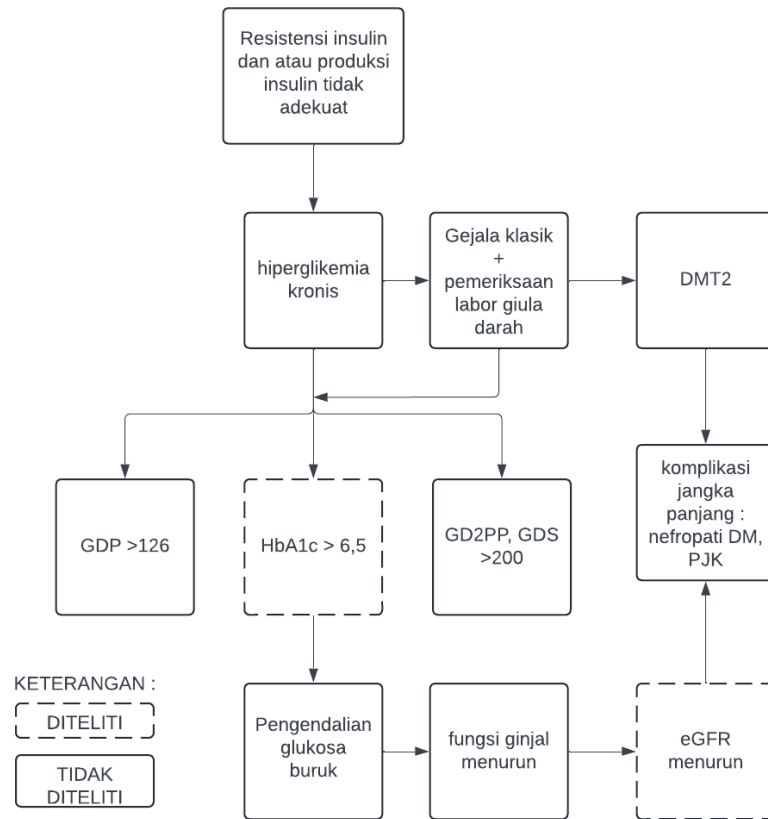
2.5 Hubungan Kadar HbA1c dengan eGFR pasien DMT2

Kadar HbA1c pasien DMT2 menggambarkan kontrol glikemik jangka panjang dan sering berkorelasi dengan penurunan eGFR, yang menunjukkan kerusakan ginjal progresif.⁷⁹ Hiperglikemia kronis pada pasien DMT2 memicu stres oksidatif dan glikasi protein, yang dapat merusak mikrovaskular ginjal.

Kondisi ini berkontribusi pada peradangan dan fibrosis ginjal, mempercepat progresivitas penyakit ginjal diabetik (Diabetic Kidney Disease/DKD). Selain itu, kadar HbA1c yang tinggi juga berhubungan dengan peningkatan tekanan intraglomerular, yang menyebabkan hiperfiltrasi pada tahap awal dan kemudian penurunan eGFR pada tahap lanjut.⁸⁰ Penurunan eGFR yang terus-menerus dapat menjadi prediktor penting terhadap gagal ginjal jika tidak ditangani dengan pengelolaan yang tepat.⁷⁷

BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Teori



Gambar 3.1 Kerangka Teori

3.2 Kerangka Konsep



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

3.3 Hipotesis

H0: Tidak terdapat hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.

H1: Terdapat hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup bidang ilmu kedokteran, khususnya Ilmu Penyakit Dalam dan Ilmu Patologi Klinik.

4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang, dimulai pada bulan November 2024 hingga September 2025. Penelitian mencakup tahap persiapan, pengumpulan data, analisis, hingga laporan hasil penelitian.

4.3 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah analitik korelatif dengan menggunakan metode *cross sectional*. Dilakukan suatu observasi penelitian serentak untuk mengumpulkan data dari rekam medis pasien yang telah menjalani pemeriksaan kadar HbA1c dalam penggunaan metode ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien dengan DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.⁸¹

4.4 Populasi Penelitian

4.4.1 Populasi Target

Pasien penderita DMT2 yang telah menjalani pemeriksaan kadar glukosa darah di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang tahun 2023.

4.4.2 Populasi Terjangkau

Pasien penderita DMT2 di poli Penyakit Dalam Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang tahun 2023 yang sesuai dengan kriteria inklusi sampel.

4.5 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rekam medis pasien penderita DMT2 di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

1. Kriteria Inklusi

- Pasien DMT2 pemilik data rekam medis pemeriksaan kadar HbA1c.
- Pasien DMT2 yang memiliki data rekam medis kreatinin.

2. Kriteria Eksklusi

- Pasien dengan data rekam medis yang tidak lengkap (HbA1c atau kreatinin tidak tersedia)

4.5.1 Cara Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* yaitu penetapan sampel dengan cara memilih sampel diantara populasi sesuai dengan kriteria inklusi, dengan tujuan mengambil sampel dari populasi berdasarkan suatu kriteria tertentu.

4.5.2 Besar Sampel

Rumus untuk melakukan perhitungan ukuran sampel penelitian analitik korelatif adalah sebagai berikut:⁸²

$$n = \left\{ \frac{z_{\alpha} + z_{\beta}}{0,5 \ln \frac{(1+r)}{(1-r)}} \right\}^2 + 3$$

Keterangan:

n = besar sampel

Z_{α} = nilai Z untuk α (tingkat kesalahan tipe I) dengan $\alpha = 5\%$, maka $Z_{\alpha} = 1,96$

$Z\beta$ = nilai Z untuk β (kesalahan tipe II) dengan $\beta = 10\%$, maka $Z\beta = 0,84$

$\ln$ = logaritma natural

r = koefisien korelasi yang diharapkan antara dua variabel

$$n = \left\{ \frac{1,96 + 0,84}{0,5 \ln \frac{(1 + 0,403)}{(1 - 0,403)}} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{2,80}{0,5 \ln \frac{(1,403)}{(0,597)}} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{2,80}{0,5 \ln(2,350)} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{2,80}{0,5 \cdot 0,8544} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{2,80}{0,4272} \right\}^2 + 3$$

$$n = \{6,557\}^2 + 3$$

$$n = 43 + 3$$

$$n = 46$$

Dengan demikian, jumlah sampel minimal yang dibutuhkan penelitian ini adalah sebanyak 46 sampel.

4.6 Variabel Penelitian

4.6.1 Variabel Independen

Variabel independen adalah variabel yang memengaruhi atau menyebabkan timbulnya variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar HbA1c: Nilai glukosa darah yang mengikat residu hemoglobin di eritrosit, dinyatakan dalam persen, dikategorikan ke dalam nilai normal, pra-diabetes dan diabetes.

4.6.2 Variabel Dependen

Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari variabel independen. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah eGFR pada pasien DMT2.

4.7 Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian ini dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Definisi Operasional

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	HbA1c	HbA1c adalah pemeriksaan yang memberi gambaran kadar glukosa darah yang terikat pada hemoglobin dalam eritrosit yang mencerminkan kontrol glikemik 2-3 bulan terakhir. ⁸⁰	Hasil ukur melalui sampel darah pasien yang dilihat di rekam medis.	1. Terkontrol: (HbA1c <7%) 2. Tidak terkontrol: (HbA1c ≥7%)	Ordinal
2	eGFR	eGFR adalah estimasi laju filtrasi glomerulus untuk menilai fungsi ginjal secara tidak langsung dan menentukan kebutuhan terapi lanjut pasien. ⁷⁴	Hasil hitungan dengan rumus CKD-EPI.	1. Normal: (≥ 90 mL/min/1.73 m ²) 2. Penurunan ringan: (60-89 mL/min/1.73 m ²) 3. Penurunan moderat: (30-59 mL/min/1.73 m ²) 4. Penurunan berat: (15-29 mL/min/1.73 m ²) 5. Gagal ginjal: (<15 mL/min/1.73 m ²)	Ordinal

3	Usia	Perhitungan lamanya hidup dalam tahun yang dihitung sejak dilahirkan. ⁸³	Data Rekam Medis	1. Dewasa: (26-45 tahun) 2. Lansia: (46-64 tahun) 3. Manula: (≥ 65 tahun)	Ordinal
4	Jenis kelamin	Kelompok manusia berdasarkan ciri biologisnya ⁸⁴	Data Rekam Medis	1. Laki-laki 2. Perempuan	Nominal

4.8 Cara Pengumpulan Data

4.8.1 Jenis Data

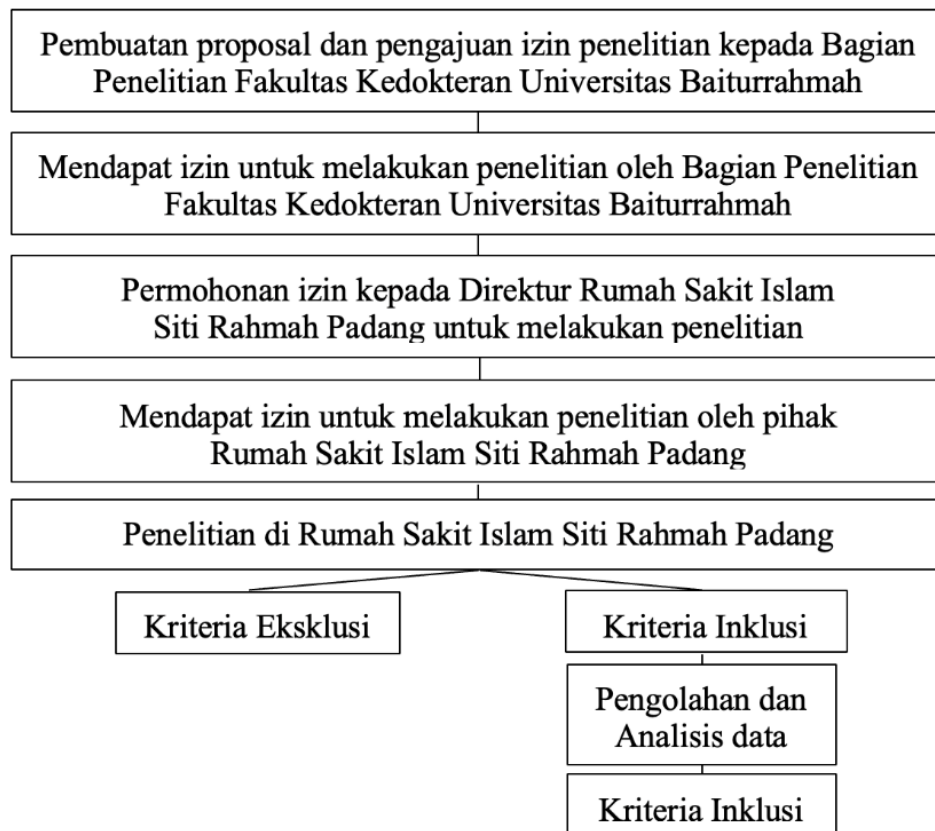
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dimana data diperoleh melalui data rekam medis pasien diabetes melitus tipe 2.

4.8.2 Cara Kerja

Sebelum melakukan proses pengumpulan data, dilakukan:

1. Penelitian dilaksanakan setelah mendapatkan surat izin penelitian dari bagian penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah.
2. Peneliti mengajukan surat izin melakukan penelitian dan pengambilan data di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang.
3. Pihak Rumah Sakit Islam Siti Rahmah memberikan izin untuk penelitian.
4. Peneliti melakukan pengambilan sampel berdasarkan kriteria inklusi
5. Peneliti mengumpulkan dan mencatat data dari rekam medis.
6. Peneliti melakukan pengolahan dan analisis data yang telah diambil.

4.9 Alur Penelitian



Gambar 4.1 Alur Penelitian

4.10 Pengolahan dan Analisis Data

4.10.1 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengumpulkan data rekam medis yang telah diisi oleh sampel. Kemudian data akan direkap ke dalam aplikasi *Microsoft excel* 2021. Data yang diperoleh akan menggunakan program SPSS untuk menilai hubungan kadar HbA1c dengan eGFR pasien DM tipe 2.

Data yang diperoleh akan diolah dengan tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. *Editing*

Tahapan kegiatan yang dilakukan untuk memeriksa kembali kelengkapan data yang telah dikumpulkan.

2. *Coding*

Tahapan kegiatan yang dilakukan untuk merubah data menjadi kode agar mempermudah pengolahan dan analisis data. Kode yang digunakan dengan merubah huruf dapat berubah menjadi angka/bilangan.

3. *Processing*

Tahapan kegiatan lanjutan setelah data yang telah di *coding* kemudian di-*entry* atau dimasukkan ke dalam tabel berdasarkan kelompok data di variabel yang telah di tentukan dan selanjutnya diproses menggunakan program komputer.

4. *Cleaning*

Tahapan kegiatan pemeriksaan kembali data yang telah dimasukkan apakah masih terdapat kesalahan atau tidak.

4.10.2 Analisis Data

1. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan karakteristik dan menentukan rata-rata dari setiap variabel penelitian. Pada penelitian ini, dilakukan penghitungan rata-rata kadar HbA1c dan eGFR.

2. Analisis Bivariat

Analisis Korelasi antara kadar HbA1c dan eGFR pada penderita DM tipe 2 akan dianalisis secara bivariat untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat. Analisis yang digunakan adalah uji korelasi *Spearman* yang bertujuan untuk menguji korelasi antara dua variabel dengan skala ordinal.

4.11 Etika Penelitian

Dalam melakukan penelitian, peneliti telah memperhatikan prinsip etika penelitian yang harus diperhatikan, diantaranya:

1. Memperoleh persetujuan etik (*Ethical Clearance*) Fakultas Kedokteran Universitas Baiturrahmah.
2. Peneliti menjunjung tinggi kerahasiaan data responden.
4. Data hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.
5. Biaya yang diperlukan selama penelitian merupakan tanggung jawab dari peneliti

4.12 Jadwal Penelitian

Tabel 4.2 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan									
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1.	Penyusunan proposal										
2.	Ujian proposal dan Revisi Proposal										
3.	Pengambilan data										
4.	Pengolahan data										
5.	Penyusunan laporan hasil										
6.	Ujian akhir proposal dan Revisi										