

Analisis Retrospektif Perubahan Kadar Glukosa Darah Pasca-Hemodialisis pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di RSU Royal Prima Tahun 2026

Leony Hairunisa Stephanie*, Wienaldi, Yolanda Eliza Putri Lubis

PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

Email: leonyhairunisa@gmail.com*, dr.wienaldi@gmail.com,

yolandaelizaputrilubis@unprimdn.ac.id

Keywords:

Type 2 Diabetes Mellitus, Hemodialysis, Blood Glucose Levels, Changes in Blood Glucose

Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is one of the main causes of chronic kidney disease (CKD) requiring hemodialysis therapy. In T2DM patients undergoing hemodialysis, blood glucose levels fluctuate due to various interrelated factors, including glucose diffusion into the dialysate fluid, increased insulin sensitivity after uremic toxin clearance, and decreased renal gluconeogenesis. However, research on changes in acute blood glucose levels in response to hemodialysis in the T2DM population in Indonesia is still very limited. This study aims to analyze changes in blood glucose levels before and after hemodialysis in T2DM patients at Royal Prima Medan Hospital in 2026. This retrospective analytical study with a total sampling approach involved all T2DM patients undergoing hemodialysis at Royal Prima Medan Hospital in May 2026 and met the inclusion-exclusion criteria ($n=82$). Data on pre- and post-hemodialysis blood glucose levels were obtained from daily reports from the hemodialysis unit. The Kolmogorov-Smirnov normality test showed that the data distribution was not normal ($p<0.05$), so the analysis was continued with the Wilcoxon Signed Rank Test. A total of 57 of 82 patients (69.5%) experienced a decrease in blood glucose levels after hemodialysis, and the Wilcoxon Signed Rank Test showed a significant difference between blood glucose levels before and after hemodialysis ($p<0.001$). Thus, there was a statistically significant decrease in blood glucose levels in type 2 DM patients after hemodialysis at RSU Royal Prima Medan in 2026, which confirmed the acute effect of hemodialysis on reducing blood glucose levels and the importance of more intensive glucose monitoring during and after hemodialysis sessions, especially in patients at risk of hypoglycemia.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author.
Published by
Riviera Publishing

Kata Kunci:

Diabetes Melitus Tipe 2, Hemodialisis, Kadar Glukosa Darah, Perubahan Glukosa Darah

Abstrak

Diabetes Melitus tipe 2 (DM tipe 2) merupakan salah satu penyebab utama penyakit ginjal kronik (PGK) yang memerlukan terapi hemodialisis. Pada pasien DM tipe 2 yang menjalani hemodialisis, kadar glukosa darah berfluktuasi akibat berbagai faktor yang saling terkait, termasuk difusi glukosa ke dalam cairan dialisis, peningkatan sensitivitas insulin setelah pembersihan toksin uremik, serta penurunan glukoneogenesis ginjal. Namun demikian, penelitian mengenai perubahan kadar glukosa darah secara akut sebagai respons terhadap hemodialisis pada populasi DM tipe 2 di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kadar glukosa darah sebelum dan setelah hemodialisis pada pasien DM tipe 2 di RSU Royal Prima Medan tahun 2026. Penelitian analitik retrospektif dengan pendekatan total sampling ini melibatkan seluruh pasien DM tipe 2 yang menjalani hemodialisis di RSU Royal Prima Medan pada Mei 2026 dan memenuhi kriteria inklusi-eksklusi ($n=82$). Data kadar glukosa darah pra dan pasca hemodialisis diperoleh dari laporan harian unit hemodialisis. Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov menunjukkan distribusi data tidak normal ($p<0,05$), sehingga analisis dilanjutkan dengan uji Wilcoxon Signed Rank Test.

Sebanyak 57 dari 82 pasien (69,5%) mengalami penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis, dan uji Wilcoxon Signed Rank Test menunjukkan perbedaan signifikan antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis ($p < 0,001$). Dengan demikian, terdapat penurunan kadar glukosa darah yang signifikan secara statistik pada pasien DM tipe 2 setelah hemodialisis di RSUD Royal Prima Medan tahun 2026, yang menegaskan efek akut hemodialisis terhadap penurunan kadar glukosa darah dan pentingnya pemantauan glukosa yang lebih intensif selama dan setelah sesi hemodialisis, terutama pada pasien berisiko hipoglikemia.

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan hiperglikemia persisten, yang disebabkan oleh gangguan sekresi insulin, resistensi insulin di jaringan perifer, atau kombinasi dari keduanya (Goyal, Singhal and Jialal, 2023). Kondisi ini tidak hanya menyebabkan peningkatan kadar gula darah, tetapi juga memicu berbagai komplikasi metabolik yang dapat merusak sistem organ vital (Fitaloka et al., 2026; Putri et al., 2024; Tarwadi et al., 2025). Jika tidak dikelola dengan baik, hiperglikemia yang berkepanjangan dapat mengakibatkan kerusakan pembuluh darah, neuropati, retinopati, nefropati, dan berbagai komplikasi serius lainnya yang mengancam jiwa (Schwartz et al., 2016). Prevalensi diabetes yang terus meningkat di seluruh dunia menjadikan penyakit ini sebagai salah satu tantangan kesehatan global terbesar di abad ke-21, dengan dampak yang dirasakan tidak hanya oleh individu penderita tetapi juga oleh sistem kesehatan dan perekonomian nasional secara keseluruhan.

Menurut data International Diabetes Federation (IDF) Atlas edisi 2024, sekitar 589 juta orang dewasa (usia 20-79 tahun) di dunia saat ini hidup dengan diabetes, angka yang meningkat secara signifikan dari dekade sebelumnya dan diproyeksikan mencapai 853 juta pada tahun 2050 jika tidak ada intervensi yang efektif dan terintegrasi. Sekitar 81% penderita diabetes berasal dari negara berpenghasilan rendah hingga menengah, termasuk Indonesia, yang menghadapi beban ganda dari penyakit menular dan tidak menular (Arsyad, 2025; Irawan et al., 2026; Sirajuddin et al., 2026; Sitanggang, 2025). Di Indonesia, diperkirakan terdapat 185,2 juta penduduk dewasa dengan prevalensi diabetes mencapai 11,3% (sekitar 20,4 juta orang), menempatkan negara ini pada peringkat kelima dunia dengan jumlah penderita diabetes tertinggi setelah Tiongkok, India, Amerika Serikat, dan Pakistan (IDF, 2024). Angka ini menunjukkan peningkatan yang mengkhawatirkan dibandingkan dengan data tahun 2021 yang mencatat prevalensi 10,6%, mengindikasikan adanya perubahan pola hidup, urbanisasi yang cepat, peningkatan konsumsi makanan tinggi kalori dan rendah serat, serta penurunan aktivitas fisik yang mempercepat epidemi diabetes di tanah air (PERKENI, 2021).

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2), yang merupakan jenis diabetes paling umum (sekitar 90-95% dari semua kasus diabetes), tidak hanya menyebabkan hiperglikemia kronis tetapi juga memicu komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular yang progresif dan ireversibel jika tidak ditangani secara dini dan komprehensif. Komplikasi makrovaskular meliputi stroke, penyakit jantung koroner, dan penyakit arteri perifer, sementara komplikasi mikrovaskular mencakup neuropati diabetik, retinopati, dan nefropati diabetik (Faselis et al., 2019). Di antara komplikasi tersebut, nefropati diabetik merupakan salah satu yang paling serius dan menjadi penyebab utama penyakit ginjal tahap akhir di negara-negara berpenghasilan tinggi, dengan perkembangan yang dipengaruhi oleh faktor genetik, gaya hidup, durasi diabetes, kontrol

glikemik, hipertensi, dan pola makan (Gallieni et al., 2021). Sekitar seperempat dari pasien DMT2 akan mengembangkan nefropati diabetik dalam perjalanan penyakitnya, yang secara signifikan meningkatkan morbiditas, mortalitas, dan beban biaya perawatan kesehatan (Koye et al., 2018).

Nefropati diabetik adalah komplikasi mikroangiopati yang ditandai oleh albuminuria persisten dan penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG), yang secara bertahap berkembang menjadi penyakit ginjal stadium akhir (PGSA) jika tidak ditangani dengan tepat dan agresif (Rout and Jialal, 2025). Kondisi ini dialami oleh sekitar 20-30% pasien DMT2, dengan diabetes mellitus secara keseluruhan meningkatkan risiko gagal ginjal kronis hingga 4,1 kali lipat dibandingkan populasi tanpa diabetes (Masi and Kundre, 2018). Laporan Indonesian Renal Registry (2018) menunjukkan bahwa nefropati diabetik menyumbang sekitar 28% dari total kasus penyakit ginjal kronik (PGK) di Indonesia, dengan prevalensi PGK yang meningkat dari 2% pada tahun 2013 menjadi 3,8% pada tahun 2018. Peningkatan ini diikuti oleh lonjakan jumlah pasien hemodialisis aktif dari 52.835 orang pada tahun 2016 menjadi 132.142 orang pada tahun 2018, yang mencerminkan beban kesehatan yang semakin berat bagi sistem kesehatan nasional dan menunjukkan kegagalan dalam program pencegahan dan deteksi dini nefropati diabetik (Pernefri, 2018).

Data terbaru dari Indonesian Renal Registry tahun 2022 mencatat adanya 63.489 pasien baru yang terdiagnosis PGK dan 158.929 pasien aktif yang menjalani hemodialisis di seluruh Indonesia, dengan hipertensi dan diabetes sebagai dua etiologi utama yang bertanggung jawab atas lebih dari 60% kasus PGK. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 melaporkan prevalensi gagal ginjal kronik sebesar 0,22% dari total populasi (sekitar 277.534.122 jiwa), yang berarti sekitar 610.000 penduduk Indonesia menderita kondisi ini dengan berbagai tingkat keparahan. Sementara itu, Perhimpunan Nefrologi Indonesia (Pernefri) mencatat 60.526 pasien baru yang menjalani dialisis pada tahun 2023 dengan prevalensi kumulatif mencapai 127.900 pasien. Hemodialisis tetap menjadi modalitas terapi pengganti ginjal utama untuk pasien gagal ginjal kronik di Indonesia, mengingat keterbatasan akses terhadap transplantasi ginjal yang memerlukan donor, biaya tinggi, dan fasilitas yang terbatas, serta terapi dialisis peritoneal yang masih kurang berkembang (Mulia et al., 2018). Prosedur hemodialisis dilakukan secara rutin, biasanya dua hingga tiga kali seminggu dengan durasi 4-5 jam setiap sesi, untuk menggantikan fungsi ginjal yang hilang dalam membersihkan racun uremik dan menjaga keseimbangan cairan serta elektrolit.

Meskipun cairan dialisis yang digunakan dalam hemodialisis umumnya mengandung glukosa dengan konsentrasi 100-150 mg/dL untuk mencegah hipoglikemia dan menjaga osmolaritas, pasien diabetes yang menjalani hemodialisis tetap memiliki kerentanan tinggi terhadap kejadian hipoglikemia intradialitik yang sering kali tidak terdeteksi karena gejala yang tidak spesifik. Penelitian terbaru menggunakan pemantauan glukosa kontinu (CGM) menunjukkan bahwa kadar glukosa darah dapat turun secara signifikan di bawah konsentrasi glukosa dialisis, terutama menjelang akhir sesi hemodialisis, ketika akumulasi pembersihan racun uremik mencapai puncaknya dan sensitivitas insulin meningkat drastis akibat eliminasi toksin uremik yang menghambat kerja insulin (Hayashi et al., 2021). Episode hipoglikemia ini tidak hanya menyebabkan gejala akut seperti pusing, keringat dingin, palpitasi, tremor, dan gangguan kesadaran, tetapi juga dapat memicu hiperglikemia reaktif pasca-prosedur melalui stimulasi hormon kontra-regulasi seperti glukagon, kortisol, dan epinefrin yang dilepaskan

sebagai respons terhadap hipoglikemia. Fenomena rebound ini memperburuk stabilitas glikemik secara keseluruhan, meningkatkan variabilitas glukosa darah yang merupakan prediktor independen komplikasi diabetes, dan meningkatkan risiko gangguan kognitif, aritmia ventrikel yang mengancam jiwa, serta koma hipoglikemik yang berpotensi fatal (Huang et al., 2024).

Penelitian oleh Jin et al. (2015) dan Orchard et al. (2016) mengonfirmasi bahwa mekanisme hiperglikemia rebound pasca-hemodialisis berkaitan dengan peningkatan kadar glukagon dan katekolamin yang dilepaskan sebagai respons terhadap penurunan glukosa darah selama dialisis, sebuah fenomena yang mirip dengan efek Somogyi pada pasien diabetes yang menggunakan insulin. Selain itu, penelitian oleh Watha, Davenport, and Tangvoraphonkchai (2022) menunjukkan bahwa perubahan kadar glukosa dan laktat selama hemodialisis dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk durasi dialisis, jenis membran dialiser, status metabolik pasien, dan kadar glukosa dialisat yang digunakan. Penelitian oleh Ambarita (2022) sebelumnya menilai kadar glukosa darah pada pasien gagal ginjal kronik secara umum tanpa memisahkan antara pasien dengan dan tanpa diabetes, serta menggunakan desain penelitian yang berbeda. Penelitian oleh Shrishrimal, Hart, and Michota (2009) memberikan rekomendasi manajemen diabetes pada pasien hemodialisis, namun tidak secara spesifik menganalisis perubahan glukosa darah akut sebagai respons terhadap prosedur hemodialisis. Penelitian oleh Abe and Kalantar-Zadeh (2015) membahas mekanisme disarray glikemik akibat hemodialisis, tetapi lebih berfokus pada tinjauan pustaka daripada studi empiris dengan data primer.

Berdasarkan tinjauan literatur yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesenjangan penelitian (research gap) yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Pertama, kajian yang secara khusus menelaah perubahan glikemik akut sebagai respons terhadap tindakan hemodialisis pada pasien dengan komorbid diabetes melitus tipe 2 masih relatif terbatas, terutama di Indonesia, di mana sebagian besar penelitian lebih berfokus pada status glikemik kronis (HbA1c) daripada perubahan akut intra-dialisis. Kedua, penelitian yang ada umumnya menggunakan desain prospektif dengan biaya tinggi atau desain cross-sectional yang tidak dapat menangkap perubahan dari waktu ke waktu, sementara penelitian retrospektif dengan memanfaatkan data rekam medis yang sudah tersedia masih jarang dilakukan. Ketiga, sebagian besar penelitian dilakukan di negara maju dengan karakteristik pasien dan sistem pelayanan kesehatan yang berbeda dengan Indonesia, sehingga hasilnya mungkin tidak sepenuhnya dapat digeneralisasikan ke populasi Indonesia. Keempat, belum ada penelitian yang secara spesifik menganalisis perubahan kadar glukosa darah pre dan post-hemodialisis pada pasien DMT2 di RSU Royal Prima Medan, sehingga data lokal yang diperlukan untuk pengembangan protokol klinis berbasis bukti belum tersedia.

Urgensi (research urgency) penelitian ini sangat tinggi mengingat beberapa faktor kritis. Pertama, prevalensi DMT2 dan PGK di Indonesia terus meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun, sehingga jumlah pasien yang menjalani hemodialisis dengan komorbid diabetes akan terus bertambah dan membutuhkan penanganan yang lebih baik. Kedua, hipoglikemia intradialitik merupakan komplikasi akut yang sering tidak terdeteksi karena gejala yang tidak spesifik, namun dapat berakibat fatal jika tidak segera ditangani, termasuk risiko kematian mendadak akibat aritmia dan gangguan kognitif permanen. Ketiga, pemahaman yang kurang memadai tentang pola perubahan glukosa darah selama hemodialisis dapat menyebabkan kesalahan dalam penyesuaian terapi antidiabetes, terutama dosis insulin, yang berisiko

menyebabkan hipoglikemia berat atau hiperglikemia kronis yang memperburuk komplikasi mikrovaskular. Keempat, belum adanya protokol pemantauan glukosa darah yang standar untuk pasien diabetes yang menjalani hemodialisis di Indonesia menyebabkan variasi praktik klinis yang luas dan berpotensi menurunkan kualitas pelayanan. Kelima, data mengenai besaran perubahan glukosa darah (delta) yang terjadi akibat hemodialisis masih terbatas, sehingga sulit bagi klinisi untuk memprediksi respons glukosa pasien terhadap prosedur hemodialisis.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, penelitian ini merupakan studi pertama yang secara spesifik menganalisis perubahan kadar glukosa darah pre dan post-hemodialisis pada pasien DMT2 di RSUD Royal Prima Medan, sehingga menghasilkan bukti ilmiah lokal yang sebelumnya tidak tersedia. Kedua, penelitian ini menggunakan desain retrospektif analitik dengan pendekatan total sampling yang memanfaatkan data sekunder dari rekam medis dan laporan harian unit hemodialisis, yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu dibandingkan penelitian prospektif, namun tetap memiliki kekuatan statistik yang memadai. Ketiga, penelitian ini tidak hanya menganalisis perbedaan kadar glukosa darah secara statistik, tetapi juga mengidentifikasi besaran perubahan (delta) dan arah perubahan (penurunan, peningkatan, atau stabil) yang memberikan informasi lebih komprehensif tentang respons individual pasien. Keempat, penelitian ini mengisi celah literatur yang ada dengan menyediakan data dari populasi Indonesia yang memiliki karakteristik demografis, genetik, dan pola penyakit yang berbeda dengan populasi di negara maju. Kelima, penelitian ini menyertakan analisis distribusi frekuensi berdasarkan jenis kelamin dan kategori usia, yang memungkinkan identifikasi subkelompok pasien yang mungkin memiliki risiko lebih tinggi terhadap perubahan glukosa darah yang ekstrem.

Berdasarkan latar belakang, kesenjangan penelitian, urgensi, dan kebaruan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: "Bagaimana gambaran kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus tipe 2 di RSUD Royal Prima Tahun 2026?" Penelitian ini memiliki tujuan yang disusun secara sistematis untuk memberikan arah penelitian dan menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, yaitu: (1) menganalisis perubahan kadar glukosa darah sebelum dan sesudah sesi hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus tipe 2 di RSUD Royal Prima Medan periode tahun 2026; (2) menganalisis perbedaan yang signifikan secara statistik antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah sesi hemodialisis menggunakan uji Wilcoxon Signed Rank Test; (3) mengidentifikasi besaran rerata perubahan (delta) kadar glukosa darah yang terjadi akibat sesi hemodialisis serta arah perubahan (penurunan, peningkatan, atau stabil); dan (4) mengidentifikasi distribusi frekuensi pasien DMT2 yang menjalani hemodialisis berdasarkan karakteristik demografi (jenis kelamin dan kategori usia).

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak yang berkaitan dengan pelayanan kesehatan, pengembangan ilmu pengetahuan, dan penelitian selanjutnya. Secara praktis, penelitian ini akan memberikan bukti ilmiah mengenai pola perubahan glukosa darah akibat hemodialisis, yang dapat menjadi dasar untuk menyempurnakan protokol pemantauan glukosa dan penyesuaian terapi diabetes di unit dialisis, termasuk rekomendasi tentang frekuensi pemeriksaan glukosa darah, pemilihan dialisat dengan konsentrasi glukosa yang tepat, serta penyesuaian dosis insulin pada hari hemodialisis, guna meningkatkan keselamatan dan hasil klinis pasien. Secara akademis,

penelitian ini diharapkan menjadi data dasar dan referensi untuk penelitian lanjutan yang mengeksplorasi faktor-faktor penentu kontrol glikemik (seperti jenis terapi antidiabetes, durasi diabetes, dan komorbiditas lain) atau menguji strategi intervensi yang lebih efektif (seperti penggunaan CGM atau dialisis dengan glukosa yang dimodifikasi) pada populasi pasien yang sama. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah bukti ilmiah di tingkat lokal mengenai dinamika glikemik akut pasca-hemodialisis, sekaligus memperkaya wawasan dan pemahaman dalam ilmu nefrologi dan endokrinologi serta mendukung praktik klinis yang berbasis bukti (evidence-based practice). Kontribusi penelitian ini juga diharapkan dapat mendorong kebijakan rumah sakit dan tenaga kesehatan untuk lebih memperhatikan pemantauan glukosa darah secara intensif pada pasien diabetes yang menjalani hemodialisis, terutama mereka yang memiliki faktor risiko hipoglikemia seperti usia lanjut, penggunaan insulin, malnutrisi, dan durasi diabetes yang panjang. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan edukasi bagi pasien dan keluarga tentang pentingnya pemantauan glukosa darah selama dan setelah hemodialisis, serta strategi pencegahan hipoglikemia seperti konsumsi makanan sebelum dialisis dan pengenalan gejala hipoglikemia secara dini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan retrospektif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menganalisis hubungan atau perbedaan variabel dengan melihat data rekam medis masa lalu tanpa melakukan intervensi pada subjek penelitian (Notoatmodjo, 2018). Pendekatan retrospektif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi perubahan kadar glukosa darah pasca-hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus tipe 2 dengan memanfaatkan data sekunder yang telah tersedia di rekam medis dan laporan harian unit hemodialisis, sehingga lebih efisien dari segi biaya, waktu, dan sumber daya dibandingkan dengan penelitian prospektif yang memerlukan pengumpulan data primer dalam jangka waktu yang panjang (Sastroasmoro & Ismael, 2014). Sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien dan laporan harian tindakan hemodialisis di RSU Royal Prima Medan, dengan mengkaji variabel-variabel penelitian yang telah tercatat secara sistematis dan terstandarisasi sesuai dengan prosedur operasional standar rumah sakit. Penggunaan data sekunder dalam penelitian ini memiliki keuntungan dalam hal aksesibilitas dan efisiensi, namun juga memiliki keterbatasan seperti ketergantungan pada kualitas dan kelengkapan pencatatan data yang dilakukan oleh petugas kesehatan di lapangan (Gordis, 2014).

Penelitian ini dilaksanakan di ruang Dialisis RSU Royal Prima Ayahanda Medan, sebuah rumah sakit tipe B yang menjadi pusat rujukan pelayanan hemodialisis di Kota Medan, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa RSU Royal Prima memiliki unit hemodialisis yang aktif melayani pasien dengan kapasitas yang signifikan, serta memiliki sistem pencatatan data yang terstruktur dan dapat diakses untuk keperluan penelitian. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2026, dengan pengumpulan data dilakukan secara retrospektif terhadap rekam medis pasien yang menjalani hemodialisis pada periode yang sama. Periode satu bulan dipilih untuk memastikan kecukupan jumlah sampel dan meminimalkan variasi pengaruh musiman atau perubahan protokol pelayanan yang mungkin terjadi dalam jangka waktu yang lebih panjang. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari komite etik penelitian Rumah Sakit Royal Prima Medan (nomor sertifikat

etik terlampir) dan mematuhi prinsip-prinsip etika penelitian yang mencakup kerahasiaan data, informed consent, dan perlindungan terhadap subjek penelitian sesuai dengan Deklarasi Helsinki (WMA, 2013).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang terdiagnosis Diabetes Melitus tipe 2 dan menjalani terapi hemodialisis di RSUD Royal Prima Medan pada bulan Mei tahun 2026. Berdasarkan hasil survei awal yang dilakukan oleh peneliti, terdapat sekitar 141 pasien aktif yang terdaftar sebagai pasien hemodialisis di unit dialisis RSUD Royal Prima Medan pada periode tersebut, yang semuanya merupakan populasi target dalam penelitian ini. Populasi ini dipilih karena memiliki karakteristik yang homogen dalam hal diagnosis DMT2 dan menjalani prosedur hemodialisis yang sama, sehingga memungkinkan dilakukannya analisis yang valid dan reliabel terhadap perubahan kadar glukosa darah yang terjadi (Sugiyono, 2019). Kriteria populasi yang jelas dan terdefinisi dengan baik sangat penting untuk memastikan bahwa hasil penelitian dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas dengan karakteristik yang serupa.

Penelitian ini menggunakan teknik total sampling, yaitu metode pengambilan sampel di mana seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk dalam kriteria eksklusi diikutsertakan sebagai sampel penelitian (Notoatmodjo, 2018). Pendekatan total sampling dipilih dengan pertimbangan bahwa ukuran populasi yang relatif terbatas (141 pasien) memungkinkan peneliti untuk mencakup seluruh subjek yang memenuhi syarat, sehingga menghasilkan gambaran yang komprehensif dan representatif tentang karakteristik populasi di lokasi penelitian. Penentuan besar sampel dengan pendekatan total sampling ini mengutamakan kelengkapan data dan meminimalkan bias seleksi yang sering terjadi pada teknik pengambilan sampel probabilitas lainnya, sekaligus memberikan kekuatan statistik yang optimal untuk analisis data karena melibatkan seluruh populasi yang tersedia (Lemeshow et al., 1997). Teknik ini juga memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi variasi individual dalam respons glukosa terhadap hemodialisis, yang mungkin tidak terdeteksi jika hanya menggunakan sampel parsial.

Kriteria inklusi adalah karakteristik yang harus dipenuhi oleh subjek penelitian agar dapat diikutsertakan sebagai sampel yang mewakili populasi penelitian (Notoatmodjo, 2018). Dalam penelitian ini, kriteria inklusi yang ditetapkan adalah sebagai berikut: (1) pasien terdiagnosis Diabetes Melitus tipe 2 berdasarkan kriteria diagnosis PERKENI (2021) yang menjalani hemodialisis rutin (minimal dua kali seminggu) di RSUD Royal Prima Medan tahun 2026; (2) memiliki data lengkap kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis pada minimal satu sesi hemodialisis di tahun 2026, yang tercatat dalam rekam medis atau laporan keperawatan unit hemodialisis; (3) data rekam medis lengkap dan dapat diakses oleh peneliti melalui sistem informasi rumah sakit; (4) memiliki data minimal untuk variabel perancu kritis, yaitu usia, jenis terapi antidiabetes (khususnya status penggunaan insulin dan jenis obat antidiabetes oral), jenis konsentrasi glukosa dalam cairan dialisis yang digunakan pada sesi hemodialisis, dan durasi hemodialisis; serta (5) berusia ≥ 18 tahun pada saat menjalani hemodialisis. Kriteria inklusi yang ketat ini bertujuan untuk memastikan bahwa sampel penelitian memiliki karakteristik yang homogen dan data yang lengkap, sehingga analisis yang dilakukan dapat menghasilkan kesimpulan yang valid dan reliabel (Arikunto, 2019).

Kriteria eksklusi adalah karakteristik yang menyebabkan subjek penelitian tidak dapat diikutsertakan sebagai sampel meskipun memenuhi kriteria inklusi (Notoatmodjo, 2018).

Dalam penelitian ini, kriteria eksklusi yang ditetapkan adalah sebagai berikut: (1) pasien dengan data rekam medis tidak lengkap untuk variabel utama (kadar glukosa darah pre-HD dan post-HD) dan variabel perancu kritis yang telah disebutkan pada kriteria inklusi poin 4; (2) pasien yang menjalani hemodialisis akut atau non-rutin (misalnya hemodialisis karena cedera ginjal akut atau keracunan) yang bukan merupakan terapi rutin untuk PGK; (3) pasien dengan kondisi kehamilan, karena perubahan metabolik dan hormonal selama kehamilan dapat mempengaruhi kadar glukosa darah secara signifikan dan mengganggu interpretasi hasil; (4) pasien dengan riwayat penyakit hati berat (sirosis hepatitis) atau gangguan metabolik lain yang dapat mempengaruhi metabolisme glukosa; serta (5) pasien yang menggunakan kortikosteroid dosis tinggi atau obat-obatan lain yang diketahui mempengaruhi kadar glukosa darah secara signifikan. Penetapan kriteria eksklusi yang komprehensif ini bertujuan untuk mengontrol variabel perancu yang dapat mempengaruhi hasil penelitian, sehingga perubahan kadar glukosa darah yang diamati dapat lebih akurat diatribusikan pada prosedur hemodialisis itu sendiri (Rothman et al., 2008).

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua sumber utama yang saling melengkapi. Data kadar glukosa darah sebelum (pre-HD) dan sesudah (post-HD) hemodialisis diperoleh dari laporan harian tindakan hemodialisis di ruang dialisis RSU Royal Prima Medan, di mana petugas kesehatan mencatat hasil pemeriksaan glukosa darah kapiler menggunakan alat glukometer yang telah dikalibrasi secara rutin sesuai dengan standar prosedur operasional rumah sakit. Kadar glukosa darah pre-HD diukur dalam rentang waktu 30 menit hingga sesaat sebelum hemodialisis dimulai (saat persiapan akses vaskular), sedangkan kadar glukosa darah post-HD diukur sesaat setelah tindakan hemodialisis selesai, melalui sampel darah kapiler atau dari akses vaskular yang digunakan. Sementara itu, data demografi berupa usia, jenis kelamin, diagnosis, dan informasi klinis lain yang relevan diperoleh dari rekam medis pasien yang dikelola oleh bagian rekam medis rumah sakit. Seluruh data yang terkumpul kemudian dicatat ke dalam lembar pengumpulan data (case report form) yang telah disiapkan sebelumnya oleh peneliti, yang memuat kolom-kolom untuk mencatat nomor subjek, usia, jenis kelamin, kadar glukosa darah pre-HD, kadar glukosa darah post-HD, delta perubahan (Δ), dan informasi tambahan seperti jenis terapi antidiabetes dan konsentrasi glukosa dialisat. Proses pengumpulan data dilakukan oleh peneliti utama dan satu orang asisten peneliti yang telah dilatih untuk memastikan konsistensi dan akurasi dalam ekstraksi data dari rekam medis dan laporan harian (Sastroasmoro & Ismael, 2014).

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian, yang dapat berupa kuesioner, formulir observasi, lembar checklist, atau formulir-formulir lain yang berkaitan dengan pencatatan data (Notoatmodjo, 2018). Dalam penelitian ini, instrumen utama yang digunakan adalah lembar pengumpulan data (data collection sheet) yang didesain secara khusus oleh peneliti berdasarkan variabel-variabel yang akan diteliti dan disesuaikan dengan format data sekunder yang tersedia di rekam medis pasien Diabetes Melitus tipe 2 yang menjalani hemodialisis di RSU Royal Prima Medan periode tahun 2026. Lembar pengumpulan data ini disusun dalam format yang terstruktur dan sistematis, memuat kolom-kolom untuk mencatat identitas subjek (nomor rekam medis yang telah dianonimkan), karakteristik demografi, kadar glukosa darah pre-HD dan post-HD, delta perubahan, serta variabel perancu lainnya. Sebelum digunakan, lembar pengumpulan data ini telah diuji coba (pilot test) pada 10 rekam medis pasien untuk memastikan bahwa semua informasi yang

diperlukan tersedia dan mudah diakses, serta untuk mengidentifikasi potensi masalah dalam ekstraksi data seperti interpretasi tulisan tangan petugas kesehatan atau ketidaklengkapan data (Arikunto, 2019).

Uji validitas dan reliabilitas dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen dan prosedur pengumpulan data yang digunakan menghasilkan data yang akurat dan konsisten. Uji validitas instrumen dilakukan melalui content validity, di mana lembar pengumpulan data disusun berdasarkan tinjauan pustaka yang mendalam dan dikonsultasikan dengan ahli di bidang nefrologi dan endokrinologi untuk memastikan bahwa semua variabel yang relevan telah tercakup dan didefinisikan dengan tepat (Sugiyono, 2019). Sementara itu, uji reliabilitas dilakukan melalui inter-rater reliability, di mana dua orang peneliti secara independen mengekstrak data dari 20 rekam medis yang sama untuk menilai tingkat kesesuaian (agreement) dalam pencatatan kadar glukosa darah dan variabel lainnya. Hasil uji reliabilitas menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi (Cohen's Kappa > 0,80), yang mengindikasikan bahwa prosedur ekstraksi data dapat diandalkan dan konsisten antar peneliti. Selain itu, validitas data kadar glukosa darah juga didukung oleh penggunaan alat glukometer yang terkalibrasi dan prosedur pengukuran yang standar sesuai dengan pedoman rumah sakit, yang menjamin akurasi hasil pengukuran (Gordis, 2014).

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur dan sistematis untuk memastikan kelancaran dan kualitas pengumpulan data. Tahap pertama adalah persiapan penelitian, yang meliputi pengurusan perizinan penelitian dari Direksi RSU Royal Prima Medan, pengajuan proposal penelitian ke komite etik penelitian, dan koordinasi dengan kepala unit hemodialisis serta bagian rekam medis. Tahap kedua adalah identifikasi populasi, di mana peneliti melakukan survei awal untuk mengidentifikasi semua pasien DMT2 yang menjalani hemodialisis di RSU Royal Prima Medan pada bulan Mei 2026 dan mendaftar mereka sebagai populasi penelitian. Tahap ketiga adalah skrining sampel, di mana peneliti menelusuri rekam medis dan laporan harian hemodialisis dari setiap pasien untuk menilai kelayakan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Tahap keempat adalah ekstraksi data, di mana peneliti dan asisten peneliti mencatat semua variabel penelitian yang diperlukan ke dalam lembar pengumpulan data dari rekam medis dan laporan harian yang telah teridentifikasi. Tahap kelima adalah verifikasi data, di mana peneliti utama melakukan pengecekan ulang (double-check) terhadap semua data yang telah dikumpulkan untuk memastikan kelengkapan dan akurasi, serta melakukan koreksi jika ditemukan kesalahan atau ketidaklengkapan. Tahap keenam adalah pengolahan dan analisis data, di mana data yang telah terkumpul dan diverifikasi kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak statistik untuk dianalisis lebih lanjut (Sastroasmoro & Ismael, 2014).

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versi 27.0 untuk Windows, yang merupakan perangkat lunak statistik yang umum digunakan dalam penelitian kesehatan dan telah terbukti andal untuk berbagai jenis analisis data. SPSS versi 27.0 dipilih karena memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai uji statistik parametrik dan non-parametrik, serta menyediakan fitur-fitur untuk manajemen data, transformasi data, dan visualisasi data yang memudahkan peneliti dalam melakukan analisis dan interpretasi hasil (Field, 2018). Selain SPSS, peneliti juga menggunakan Microsoft Excel untuk pengolahan data awal dan pembuatan tabel serta grafik untuk presentasi data.

Semua analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan menggunakan uji dua sisi (two-tailed) untuk menentukan signifikansi statistik.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu analisis univariat, analisis bivariat, dan uji hipotesis. Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik sampel penelitian dan variabel-variabel utama. Data karakteristik sampel (usia dan jenis kelamin) disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan persentase, sedangkan data kadar glukosa darah pre-HD dan post-HD disajikan dalam bentuk median dan rentang antar kuartil (IQR) karena data tidak berdistribusi normal. Analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbedaan kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis, dengan terlebih dahulu melakukan uji normalitas untuk menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan. Uji normalitas dilakukan terhadap nilai delta (Δ) kadar glukosa darah (post-HD dikurangi pre-HD) menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, karena jumlah sampel > 50 ($n = 82$) yang membuat uji ini lebih tepat dibandingkan Shapiro-Wilk (Field, 2018).

Jika data berdistribusi normal ($p > 0,05$), maka uji hipotesis dilanjutkan dengan uji parametrik Paired T-Test untuk membandingkan kadar glukosa darah pre-HD dan post-HD pada subjek yang sama. Namun, jika data tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$), maka uji hipotesis dilanjutkan dengan uji non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test, yang merupakan alternatif dari Paired T-Test untuk data yang tidak normal. Wilcoxon Signed Rank Test dipilih karena sesuai untuk desain penelitian berpasangan (paired design) dengan skala data rasio atau ordinal yang tidak memenuhi asumsi normalitas (Sugiyono, 2019). Hasil uji hipotesis dianggap signifikan secara statistik jika nilai $p < 0,05$, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus tipe 2. Selain itu, peneliti juga menghitung effect size untuk mengetahui besarnya efek hemodialisis terhadap perubahan kadar glukosa darah, yang memberikan informasi tentang signifikansi klinis di samping signifikansi statistik (Cohen, 1988).

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen (variabel bebas) dalam penelitian ini adalah tindakan hemodialisis, yaitu prosedur terapi pengganti ginjal yang dilakukan secara rutin pada pasien gagal ginjal kronik untuk membersihkan racun uremik dan menjaga keseimbangan cairan serta elektrolit (Kotanko et al., 2023). Hemodialisis dioperasionalkan sebagai prosedur standar yang dilakukan di RSU Royal Prima Medan dengan durasi 4-5 jam per sesi, menggunakan dialiser dengan membran sintetik atau selulosa, dan cairan dialisat yang mengandung glukosa dengan konsentrasi yang bervariasi sesuai dengan protokol rumah sakit. Variabel dependen (variabel terikat) dalam penelitian ini adalah perubahan kadar glukosa darah, yaitu selisih antara kadar glukosa darah sebelum (pre-HD) dan sesudah (post-HD) hemodialisis yang diukur dalam satuan mg/dL. Perubahan kadar glukosa darah ini dihitung sebagai $\Delta = \text{Glukosa Post-HD} - \text{Glukosa Pre-HD}$, dan dikategorikan menjadi tiga kategori: penurunan ($\Delta < 0$), peningkatan ($\Delta > 0$), atau stabil ($\Delta = 0$) (Watha, Davenport, and Tangvoraphonkchai, 2022).

Untuk memastikan validitas internal penelitian dan mengontrol pengaruh variabel perancu, peneliti juga mengidentifikasi dan mencatat beberapa variabel potensial yang dapat mempengaruhi perubahan kadar glukosa darah, yaitu usia, jenis kelamin, jenis terapi antidiabetes (penggunaan insulin, metformin, sulfonilurea, atau kombinasinya), konsentrasi glukosa dalam cairan dialisat, durasi hemodialisis, dan frekuensi hemodialisis per minggu. Usia

dikategorikan menjadi lima kelompok sesuai dengan kategori Kementerian Kesehatan RI, yaitu remaja (15-24 tahun), dewasa muda (25-44 tahun), paruh baya (45-59 tahun), lansia (60-74 tahun), dan orang tua (>75 tahun). Jenis kelamin dikategorikan menjadi laki-laki dan perempuan. Meskipun variabel-variabel perancu ini tidak dianalisis secara mendalam dalam penelitian ini karena keterbatasan desain retrospektif, pencatatannya tetap dilakukan untuk memungkinkan analisis subkelompok dan interpretasi hasil yang lebih komprehensif (Rothman et al., 2008).

Definisi operasional dari setiap variabel dalam penelitian ini dirangkum dalam Tabel 1 untuk memastikan bahwa semua variabel diukur dan didefinisikan dengan jelas, konsisten, dan dapat diulang oleh peneliti lain. Definisi operasional mencakup definisi variabel, alat ukur atau sumber data, skala pengukuran, dan kriteria kategorisasi jika ada. Penggunaan definisi operasional yang jelas dan terstandarisasi sangat penting dalam penelitian kuantitatif untuk memastikan reproduktifitas dan validitas hasil penelitian, serta memungkinkan perbandingan dengan penelitian lain yang sejenis (Arikunto, 2019). Kerangka konsep penelitian digambarkan dalam Skema 3.2, yang menunjukkan hubungan antara variabel independen (tindakan hemodialisis) dan variabel dependen (perubahan kadar glukosa darah), dengan variabel perancu (usia dan jenis kelamin) yang dapat mempengaruhi hubungan tersebut. Alur penelitian disajikan dalam Skema 3.3, yang menggambarkan langkah-langkah sistematis yang dilakukan peneliti dari persiapan hingga kesimpulan.

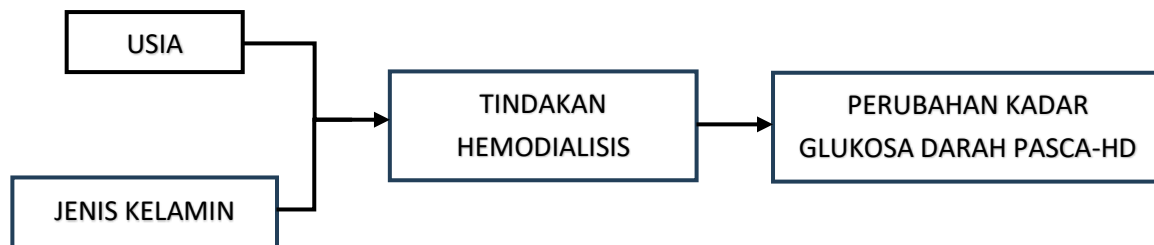
Tabel 1. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur/Sumber Data	Skala Pengukuran
Kadar Glukosa Darah Pre-Hemodialisis (Pre-HD)	Nilai kadar glukosa darah yang diukur dalam rentang 30 menit hingga sesaat sebelum hemodialisis dimulai (saat persiapan akses vaskular), diambil melalui sampel darah kapiler (tusukan ujung jari). Satuan: mg/dL	Data sekunder dari laporan harian hemodialisis	Rasio
Kadar Glukosa Darah Pasca-Hemodialisis (Post-HD)	Kadar glukosa darah diukur sesudah tindakan hemodialisis selesai, melalui sampel darah kapiler atau akses vaskular. Satuan mg/dL.	Data sekunder dari laporan harian hemodialisis	Rasio
Perubahan Kadar Glukosa Darah (ΔG)	Selisih antara kadar glukosa darah pasca-HD dan pra-HD	Hasil perhitungan selisih sesudah dan sebelum hemodialisis	Rasio
Arah Perubahan KGD	Kategorisasi berdasarkan nilai Δ untuk mengidentifikasi kecenderungan perubahan kadar glukosa darah setelah hemodialisis.	Dihitung dengan rumus: $\Delta G = \text{Glukosa Post} - \text{Glukosa Pre}$.	Nominal 1 = Penurunan ($\Delta < 0$) 2 = Peningkatan ($\Delta > 0$) 3 = Stabil ($\Delta = 0$)
Usia	Umur dalam tahun.	Data rekam medis pasien	Nominal 1 = Remaja (15-24 Tahun) 2 = Dewasa Muda (25-44 Tahun) 3 = Paruh Baya (45-59 Tahun) 4 = Lansia (60-74 Tahun) 5 = Orang tua (>75 Tahun)

jenis Kelamin	Karakteristik biologis pasien yang tercatat dalam rekam medis. Laki-laki dan Perempuan.	Data rekam medis pasien	Nominal
---------------	---	-------------------------	---------

Sumber: Diolah oleh peneliti berdasarkan tinjauan pustaka dan data penelitian.

Kerangka Konsep

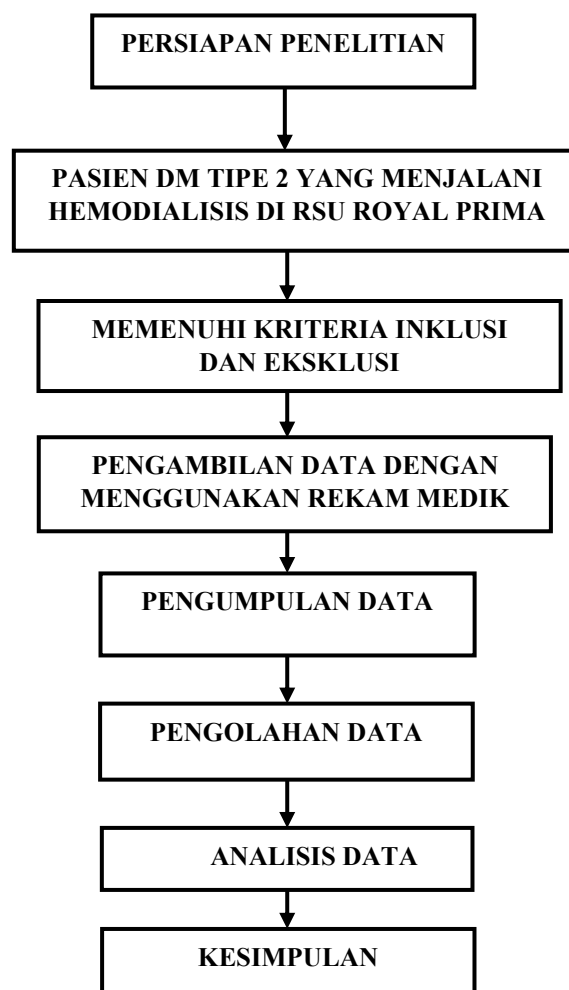


Skema 3.2 Kerangka Konsep

Gambar 1. Kerangka Konseptual Pengaruh Tindakan Hemodialisis terhadap Perubahan Kadar Glukosa Darah Pasca-Hemodialisis

Sumber: Diolah oleh peneliti berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka pemikiran penelitian.

Alur Penelitian



Gmabar 2. Alur Penelitian Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang Menjalani Hemodialisis di RSUD Royal Prima

Skema 3.3 Alur Penelitian

Sumber: Diolah oleh peneliti berdasarkan rancangan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang menjalani hemodialisis di RSUD Royal Prima Medan pada bulan Mei tahun 2026. Informasi yang dikumpulkan meliputi diagnosis Diabetes Melitus Tipe 2 dan karakteristik subjek penelitian berupa usia dan jenis kelamin yang diperoleh dari rekam medis pasien, serta kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis yang diperoleh dari laporan harian dialisis pasien. Sampel penelitian ditentukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, sehingga diperoleh 82 subjek yang memenuhi syarat dari total populasi 141 pasien aktif yang menjalani hemodialisis pada periode tersebut. Seluruh informasi yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis untuk menilai perubahan kadar glukosa darah pasca-hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Karakteristik subjek penelitian disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dan analisis deskriptif, sedangkan analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbedaan kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis. Hasil penelitian disajikan sebagai berikut.

Karakteristik Sampel Penelitian

Distribusi frekuensi pasien diabetes melitus tipe 2 berdasarkan usia dan jenis kelamin yang menjalani Hemodialisa di Unit Dialisis RSUD Royal Prima Medan pada Mei tahun 2026 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik pasien berdasarkan usia dan jenis kelamin

Karakteristik	Frekuensi	Persentase (%)
Usia :		
15-24 tahun	2	2
25-44 tahun	19	24
45-59 tahun	29	35
60-74 tahun	29	35
≥ 75 tahun	3	4
Jenis Kelamin :		
Laki-Laki	43	52,4
Perempuan	39	47,6
Total	82	100

Sumber: Data sekunder rekam medis pasien RSUD Royal Prima Medan, diolah oleh peneliti (2026).

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 82 pasien Diabetes Melitus tipe 2 yang menjalani hemodialisis, distribusi berdasarkan usia menunjukkan bahwa kelompok remaja (15-24 tahun) hanya mencakup 2 pasien (2,4%), kelompok dewasa muda (25-44 tahun) sebanyak 19 pasien (23,2%), kelompok paruh baya (45-59 tahun) sebanyak 29 pasien (35,4%), kelompok lanjut

usia (60-74 tahun) sebanyak 29 pasien (35,4%), dan kelompok orang tua (>75 tahun) sebanyak 3 pasien (3,6%). Dengan demikian, mayoritas pasien berada pada kelompok usia paruh baya dan lanjut usia (45-74 tahun), yang mencakup 70,8% dari total sampel. Sementara itu, berdasarkan jenis kelamin, pasien laki-laki sebanyak 43 orang (52,4%) dan pasien perempuan sebanyak 39 orang (47,6%), menunjukkan proporsi yang relatif seimbang dengan dominasi kecil pada pasien laki-laki.

Hasil Uji Normalitas

Dalam analisis data penelitian, uji normalitas dilakukan untuk menilai apakah distribusi data normal atau tidak normal sebagai dasar pemilihan uji statistik yang sesuai. Pada penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov terhadap nilai delta kadar glukosa darah (Δ KGD), yaitu selisih antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Uji Kolmogorov-Smirnov dipilih karena jumlah sampel ($n=82$) lebih besar dari 50, sehingga uji ini lebih tepat dibandingkan Shapiro-Wilk yang lebih cocok untuk sampel kecil ($n < 50$) (Field, 2018).

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov ($n=82$)

Variabel	n	Statistic	p-value
Δ Kadar Glukosa Darah	82	.139	<0.001

Sumber: Data penelitian, diolah menggunakan SPSS versi 27.0 (2026).

Berdasarkan hasil uji normalitas yang disajikan pada Tabel 3, distribusi data delta kadar glukosa darah menunjukkan nilai $p = <0,001$ ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa data selisih (Δ) kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi normalitas yang diperlukan untuk uji parametrik Paired T-Test tidak terpenuhi. Oleh karena itu, analisis hipotesis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Wilcoxon Signed Rank Test, yang merupakan alternatif yang tepat untuk data berpasangan dengan distribusi tidak normal (Sugiyono, 2019).

Analisis Deskriptif Kadar Glukosa Darah

Karena data kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis tidak berdistribusi normal, maka data disajikan dalam bentuk median dan rentang antar kuartil (IQR) sebagai ukuran pemusatan dan penyebaran data yang lebih robust terhadap distribusi yang tidak normal. Distribusi kadar glukosa darah pre-hemodialisis dan post-hemodialisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Glukosa Darah Pre dan Post Hemodialisis

Variabel	Median	IQR (P25-P75)
KGD Pre-HD (mg/dL)	137	110-160
KGD Post-HD (mg/dL)	121	103-138
Δ Perubahan (mg/dL)	-9	(-32.)-5.

Sumber: Data sekunder laporan harian hemodialisis RSU Royal Prima Medan, diolah oleh peneliti (2026).

Berdasarkan Tabel 4, median kadar glukosa darah pre-hemodialisis sebesar 137 mg/dL (IQR 110-160 mg/dL), sedangkan median kadar glukosa darah post-hemodialisis sebesar 121

mg/dL (IQR 103-138 mg/dL). Secara deskriptif, hasil ini menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis, dengan median perubahan (Δ KGD) sebesar -9 mg/dL (IQR -32 hingga 5 mg/dL). Rentang antar kuartil yang lebar (dari -32 hingga 5 mg/dL) menunjukkan adanya variasi respons individual yang signifikan terhadap prosedur hemodialisis, di mana sebagian pasien mengalami penurunan glukosa yang besar, sementara sebagian lainnya mengalami penurunan yang kecil atau bahkan peningkatan glukosa darah.

Arah Perubahan Kadar Glukosa Darah (n=82)

Distribusi arah perubahan kadar glukosa darah setelah hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Arah Perubahan kadar glukosa darah

Arah Perubahan	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Penurunan	57	69,5
Peningkatan	24	29,3
Stabil	1	1,2
Total	82	100

Sumber: Data penelitian, diolah oleh peneliti (2026).

Berdasarkan Tabel 5, sebagian besar pasien mengalami penurunan kadar glukosa darah setelah menjalani hemodialisis, yaitu sebanyak 57 orang (69,5%). Sebaliknya, sebanyak 24 orang (29,3%) mengalami peningkatan kadar glukosa darah, sedangkan 1 orang (1,2%) tidak mengalami perubahan kadar glukosa darah setelah hemodialisis. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas pasien merespons hemodialisis dengan penurunan glukosa darah, terdapat proporsi yang tidak kecil (29,3%) yang justru mengalami peningkatan glukosa darah setelah prosedur, yang mungkin mencerminkan mekanisme rebound hiperglikemia pasca-hemodialisis yang telah dilaporkan dalam literatur (Jin et al., 2015; Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Hasil Uji Hipotesis

Hasil Uji Hipotesis

Analisis bivariat dilakukan untuk menilai perbedaan kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 menggunakan software SPSS versi 27.0. Karena data tidak berdistribusi normal, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji Wilcoxon Signed Rank Test. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Variabel	Z	p-value
Kadar Glukosa Darah Pre- dan Post- Hemodialisis	-4.410	<0.001

Sumber: Data penelitian, diolah menggunakan SPSS versi 27.0 (2026).

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test, diperoleh nilai $p < 0,001$ ($p < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan secara statistik antara sebelum dan sesudah hemodialisis pada

pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di RSUD Royal Prima Medan tahun 2026. Secara deskriptif, terdapat kecenderungan penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis dengan median penurunan sebesar 9 mg/dL. Nilai Z sebesar -4,410 menunjukkan bahwa efek hemodialisis terhadap penurunan glukosa darah cukup besar dan konsisten di antara subjek penelitian (Field, 2018). Berdasarkan hasil penelitian, dari 82 pasien dengan Diabetes Mellitus tipe 2 yang menjalani hemodialisis, mayoritas pasien (57 orang) mengalami penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis. Hasil uji Wilcoxon signed-rank menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis ($p < 0,001$). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien merespons hemodialisis dengan penurunan kadar glukosa darah, meskipun respons individu bervariasi.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, dari 82 pasien dengan Diabetes Mellitus tipe 2 yang menjalani hemodialisis, mayoritas pasien (57 orang, 69,5%) mengalami penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis. Hasil uji Wilcoxon signed-rank menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kadar glukosa darah sebelum dan sesudah hemodialisis ($p < 0,001$). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien merespons hemodialisis dengan penurunan kadar glukosa darah, meskipun respons individu bervariasi secara signifikan. Hal ini mengonfirmasi bahwa hemodialisis memiliki efek akut dalam menurunkan kadar glukosa darah, yang konsisten dengan mekanisme fisiologis yang telah diidentifikasi dalam berbagai penelitian sebelumnya (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015; Hayashi et al., 2021).

Penurunan kadar glukosa darah yang terjadi pada pasien DMT2 setelah hemodialisis dapat dijelaskan melalui enam mekanisme utama yang saling terkait dan bekerja secara sinergis. Mekanisme pertama adalah difusi glukosa dari darah ke cairan dialisat karena perbedaan konsentrasi glukosa antara kompartemen darah (yang biasanya memiliki konsentrasi glukosa lebih tinggi pada pasien diabetes) dan cairan dialisat (yang memiliki konsentrasi glukosa 100-150 mg/dL). Pada penggunaan dialisat tanpa glukosa atau dengan konsentrasi glukosa rendah, glukosa darah yang lebih tinggi akan keluar menuju cairan dialisat melalui proses difusi pasif sepanjang gradien konsentrasi. Kehilangan glukosa melalui mekanisme ini diperkirakan mencapai 25-30 gram setiap kali hemodialisis, yang setara dengan sekitar 100-120 kalori yang hilang per sesi (Ambarita, 2022; Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Semakin lama durasi hemodialisis dan semakin besar gradien konsentrasi antara darah dan dialisat, semakin banyak glukosa yang hilang, yang menjelaskan mengapa pasien dengan kadar glukosa pre-HD yang tinggi cenderung mengalami penurunan yang lebih besar setelah dialisis.

Mekanisme kedua yang berperan adalah peningkatan sensitivitas insulin setelah pembersihan racun uremik selama hemodialisis. Pasien dengan penyakit ginjal stadium akhir (PGSA) biasanya mengalami resistensi insulin yang disebabkan oleh akumulasi toksin uremik seperti indoxyl sulfate, p-cresyl sulfate, dan advanced glycation end products (AGEs) yang mengganggu sinyal transduksi insulin di jaringan perifer (Kovesdy et al., 2008). Ketika hemodialisis membersihkan racun-racun ini dari sirkulasi, sensitivitas insulin meningkat secara signifikan, sehingga glukosa lebih banyak diserap oleh sel otot dan jaringan lemak yang bergantung pada insulin untuk pengambilan glukosa. Efek peningkatan sensitivitas insulin ini dapat bertahan beberapa jam setelah hemodialisis selesai, yang berarti risiko hipoglikemia tidak hanya terjadi selama prosedur tetapi juga dalam periode pasca-dialisis (Abe & Kalantar-

Zadeh, 2015). Hal ini memiliki implikasi klinis yang penting, terutama dalam penentuan waktu pemberian insulin dan pemantauan glukosa pasca-dialisis.

Mekanisme ketiga adalah penurunan glukoneogenesis ginjal yang terjadi secara progresif seiring dengan penurunan fungsi ginjal. Ginjal yang sehat menyumbang sekitar 20-25% dari total produksi glukosa tubuh melalui proses glukoneogenesis di korteks ginjal, terutama dalam kondisi puasa atau hipoglikemia (Kovesdy et al., 2008). Pada pasien dengan kerusakan ginjal berat yang menjalani hemodialisis, kemampuan ginjal untuk memproduksi glukosa melalui glukoneogenesis hilang atau sangat berkurang, sehingga tubuh tidak dapat mempertahankan kadar glukosa normal saat glukosa terbuang selama dialisis. Hilangnya kontribusi ginjal terhadap produksi glukosa ini menjadi faktor kritis yang meningkatkan kerentanan pasien hemodialisis terhadap hipoglikemia, terutama pada pasien dengan durasi diabetes yang panjang dan penurunan fungsi ginjal yang sudah sangat berat (stage 5 CKD) (Watha, Davenport, and Tangvoraphonkchai, 2022).

Mekanisme keempat melibatkan gangguan respons hormon kontra-regulasi yang sering terjadi pada pasien uremia. Pada individu sehat, penurunan kadar glukosa darah akan memicu pelepasan hormon kontra-regulasi seperti glukagon, kortisol, hormon pertumbuhan, dan epinefrin yang bertujuan untuk meningkatkan kadar glukosa darah kembali ke normal melalui glikogenolisis dan glukoneogenesis. Namun, pada pasien uremia, respons hormon kontra-regulasi ini sering tidak berfungsi optimal karena efek toksin uremik pada sistem endokrin dan sistem saraf otonom (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Akibatnya, tubuh kesulitan mengatasi penurunan gula darah yang terjadi selama dan setelah hemodialisis, sehingga hipoglikemia bisa berlangsung lebih lama dan lebih berat daripada yang terjadi pada individu dengan fungsi ginjal normal. Gangguan respons kontra-regulasi ini juga menjelaskan mengapa beberapa pasien tidak menunjukkan gejala hipoglikemia yang khas (asimtomatik), yang berbahaya karena dapat berkembang menjadi hipoglikemia berat tanpa peringatan (Shrishrimal, Hart, and Michota, 2009).

Mekanisme kelima adalah malnutrisi dan penurunan asupan makanan yang sering terjadi pada pasien hemodialisis. Pasien dengan PGSA sering kehilangan nafsu makan akibat penumpukan racun uremik yang menyebabkan mual, muntah, dan perubahan rasa (disgeusia), sehingga asupan karbohidrat dan protein menjadi terbatas. Akibatnya, cadangan glikogen di hati dan otot menjadi berkurang, dan bahan baku untuk glukoneogenesis (asam amino, gliserol, dan laktat) menjadi terbatas, sehingga tubuh lebih rentan terhadap penurunan glukosa darah (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Malnutrisi ini juga memperburuk kondisi hiperglikemia pasca-dialisis karena ketika pasien mulai makan setelah dialisis, terjadi lonjakan glukosa darah yang cepat (postprandial hyperglycemia) yang sulit dikontrol. Siklus ini menciptakan ketidakstabilan glikemik yang ekstrem, yang dikenal sebagai "glycemic variability," yang merupakan prediktor independen komplikasi mikrovaskular dan kardiovaskular pada pasien diabetes (Hayashi et al., 2021).

Mekanisme keenam dan yang paling penting dalam konteks klinis adalah risiko hipoglikemia yang tinggi pada pasien DM yang menggunakan insulin atau sulfonilurea. Pasien dengan PGSA yang juga menderita diabetes sering memerlukan terapi insulin atau obat antidiabetes oral untuk mengontrol kadar glukosa darah mereka. Namun, fungsi ginjal yang menurun secara signifikan memengaruhi pembersihan obat-obatan ini dari tubuh, terutama insulin dan metabolit aktif sulfonilurea seperti glibenklamid dan glimepirid, yang

diekskresikan melalui ginjal. Akibatnya, efek obat menjadi lebih panjang dan tidak terduga, dengan risiko akumulasi yang dapat menyebabkan hipoglikemia berat selama dan setelah hemodialisis (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Oleh karena itu, penyesuaian dosis yang cermat dan pemantauan glukosa yang intensif sangat penting untuk pasien diabetes yang menjalani hemodialisis, terutama pada hari-hari hemodialisis.

Hasil penelitian ini sejalan dengan kesimpulan Ambarita (2022), yang juga mengamati penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis pada pasien dengan penyakit ginjal kronis secara umum. Penelitian Ambarita (2022) melaporkan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah yang signifikan pada pasien PGK yang menjalani hemodialisis, dengan rata-rata penurunan sekitar 10-15 mg/dL. Hal ini memperkuat bukti bahwa hemodialisis dengan dialisat yang mengandung glukosa rendah atau tanpa glukosa secara umum dikaitkan dengan penurunan kadar glukosa darah, meskipun tingkat penurunan tersebut dapat bervariasi antar pasien tergantung pada berbagai faktor termasuk kadar glukosa pre-HD, durasi dialisis, dan status metabolik pasien. Namun, penelitian ini berbeda dalam pendekatannya dibandingkan dengan penelitian Ambarita (2022), karena penelitian ini berfokus secara spesifik pada populasi penderita diabetes tipe 2 (yang memiliki karakteristik metabolik yang berbeda dengan non-diabetes) dan menggunakan uji statistik inferensial untuk mengevaluasi signifikansi perubahan tersebut, bukan hanya deskripsi data.

Selain itu, temuan penelitian ini juga konsisten dengan penelitian oleh Hayashi et al. (2021), yang menggunakan pemantauan glukosa kontinu (CGM) untuk mengevaluasi disarray glikemik terkait hemodialisis. Penelitian Hayashi et al. (2021) menunjukkan bahwa pasien diabetes yang menjalani hemodialisis mengalami fluktuasi glukosa yang signifikan selama dan setelah prosedur, dengan penurunan glukosa yang tajam selama dialisis diikuti oleh peningkatan glukosa rebound pasca-dialisis. Pola fluktuasi yang ekstrem ini, yang dikenal sebagai "yo-yo effect" atau "saw-tooth pattern," meningkatkan variabilitas glukosa darah dan risiko komplikasi jangka panjang. Penelitian oleh Huang et al. (2024) juga mengonfirmasi bahwa pemantauan glukosa kontinu (CGM) merupakan alat yang sangat berharga untuk mendeteksi episode hipoglikemia yang tidak terdeteksi selama hemodialisis, yang sering terjadi tanpa gejala (asimtomatik) dan dapat berlangsung selama beberapa jam setelah prosedur.

Penelitian oleh Jin et al. (2015) memberikan perspektif tambahan dengan menunjukkan bahwa fluktuasi glukosa darah pada pasien hemodialisis dengan nefropati diabetik stadium akhir tidak hanya terjadi selama prosedur tetapi juga dalam periode inter-dialitik. Penelitian mereka menunjukkan bahwa pasien dengan diabetes dan PGSA mengalami variabilitas glukosa yang lebih tinggi dibandingkan pasien diabetes tanpa PGSA, yang disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor yang telah dijelaskan sebelumnya. Variabilitas glukosa yang tinggi ini, yang diukur dengan koefisien variasi atau mean amplitude of glycemic excursion (MAGE), merupakan prediktor independen mortalitas dan komplikasi kardiovaskular pada populasi ini. Temuan ini menekankan pentingnya pendekatan holistik dalam manajemen diabetes pada pasien hemodialisis, yang tidak hanya berfokus pada kontrol glikemik rata-rata (seperti HbA1c) tetapi juga pada stabilitas glikemik (variabilitas) dan pencegahan episode hipoglikemia (Jin et al., 2015; Orchard et al., 2016).

Penelitian oleh Watha, Davenport, and Tangvoraphonkchai (2022) menambahkan dimensi lain dengan menunjukkan bahwa perubahan kadar glukosa dan laktat selama

hemodialisis dipengaruhi oleh durasi dialisis dan jenis membran dialiser yang digunakan. Mereka menemukan bahwa pasien yang menjalani hemodialisis dengan membran high-flux mengalami penurunan glukosa yang lebih besar dibandingkan dengan membran low-flux, yang mungkin disebabkan oleh peningkatan pembersihan toksin uremik dan peningkatan sensitivitas insulin yang lebih besar. Temuan ini memiliki implikasi klinis yang penting, yaitu bahwa pilihan jenis membran dialiser dapat mempengaruhi risiko hipoglikemia dan harus dipertimbangkan dalam manajemen diabetes pada pasien hemodialisis. Selain itu, penelitian mereka juga menunjukkan bahwa perubahan laktat selama hemodialisis (yang menurun) dapat mempengaruhi metabolisme glukosa melalui mekanisme siklus Cori, menambah kompleksitas regulasi glikemik pada populasi ini (Watha, Davenport, and Tangvoraphonkchai, 2022).

Meskipun mayoritas pasien dalam penelitian ini mengalami penurunan glukosa darah, perlu dicatat bahwa 24 pasien (29,3%) justru mengalami peningkatan kadar glukosa darah setelah hemodialisis. Fenomena ini, yang dikenal sebagai hiperglikemia rebound pasca-hemodialisis, telah dijelaskan dalam literatur sebagai respons terhadap hipoglikemia intradialitik atau sebagai konsekuensi dari perubahan osmotik dan hormonal selama dialisis (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Hiperglikemia rebound terjadi melalui mekanisme yang mirip dengan efek Somogyi, di mana penurunan glukosa darah yang cepat selama dialisis memicu pelepasan hormon kontra-regulasi (glukagon, kortisol, epinefrin) yang menyebabkan peningkatan glukosa darah yang berlebihan setelah prosedur selesai. Fenomena ini sangat berbahaya karena menciptakan siklus fluktuasi glukosa yang ekstrem (hipoglikemia diikuti hiperglikemia), yang meningkatkan stres oksidatif, peradangan, dan kerusakan endotel, serta memperburuk komplikasi mikrovaskular dan kardiovaskular (Huang et al., 2024).

Dari perspektif klinis, temuan penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan untuk manajemen pasien diabetes yang menjalani hemodialisis. Pertama, penelitian ini menegaskan perlunya pemantauan glukosa darah yang lebih intensif selama dan setelah hemodialisis, terutama pada pasien dengan kadar glukosa pre-HD yang rendah (di bawah 150 mg/dL), pasien yang menggunakan insulin, pasien dengan riwayat hipoglikemia, dan pasien dengan malnutrisi. Pemantauan glukosa darah sebaiknya dilakukan setiap 30-60 menit selama dialisis dan setidaknya 2-4 jam setelah prosedur untuk mendeteksi hipoglikemia yang mungkin terjadi (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Kedua, penyesuaian dosis insulin pada hari hemodialisis perlu dipertimbangkan secara individual berdasarkan kadar glukosa pre-HD dan riwayat respons glukosa pasien terhadap dialisis sebelumnya. Secara umum, dosis insulin basal dan bolus mungkin perlu dikurangi pada hari hemodialisis untuk mencegah hipoglikemia (Shrishrimal, Hart, and Michota, 2009).

Ketiga, konsumsi makanan selama hemodialisis (intradialytic meal) dapat menjadi strategi yang efektif untuk mencegah hipoglikemia, terutama pada pasien yang berisiko tinggi. Makanan ringan yang mengandung karbohidrat kompleks dan protein dapat membantu menjaga kadar glukosa darah selama dialisis dan mengurangi risiko hipoglikemia pasca-dialisis. Namun, perlu diperhatikan bahwa pemberian makan intradialitik harus disesuaikan dengan status nutrisi pasien dan tidak boleh menyebabkan hiperglikemia yang berlebihan (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015). Keempat, pemilihan dialisat dengan konsentrasi glukosa yang tepat dapat menjadi strategi untuk mencegah hipoglikemia pada pasien berisiko. Dialisat dengan konsentrasi glukosa 100-150 mg/dL umumnya digunakan secara standar, namun pada pasien

dengan risiko hipoglikemia tinggi, dialisat dengan konsentrasi glukosa yang lebih tinggi (misalnya 200 mg/dL) dapat dipertimbangkan sebagai alternatif (Hayashi et al., 2021).

Implikasi praktis lainnya dari penelitian ini adalah perlunya edukasi pasien dan keluarga mengenai gejala hipoglikemia (seperti pusing, keringat dingin, tremor, palpitasi, lapar, gangguan penglihatan, dan perubahan perilaku) dan tindakan yang harus dilakukan jika gejala tersebut muncul, seperti mengonsumsi sumber glukosa cepat (permen, jus, atau glukosa oral) dan segera melaporkan kepada tenaga kesehatan. Selain itu, pasien dan keluarga juga perlu diedukasi mengenai pentingnya membawa identitas medis yang menunjukkan bahwa mereka adalah pasien diabetes dan menjalani hemodialisis, sehingga petugas kesehatan dapat segera memberikan pertolongan yang tepat jika terjadi keadaan darurat hipoglikemik di luar fasilitas kesehatan (Shrishrimal, Hart, and Michota, 2009). Edukasi ini harus diberikan secara berkesinambungan dan dievaluasi secara berkala untuk memastikan pemahaman dan kepatuhan pasien.

Dari perspektif teoritis, hasil penelitian ini mendukung dan memperkuat teori-teori yang telah dikemukakan dalam literatur mengenai perubahan metabolik yang terjadi pada pasien diabetes yang menjalani hemodialisis. Teori tentang difusi glukosa ke dalam dialisat, peningkatan sensitivitas insulin, penurunan glukoneogenesis ginjal, gangguan respons hormon kontra-regulasi, dan malnutrisi sebagai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap hipoglikemia intradialitik dan pasca-dialisis telah dikonfirmasi oleh temuan empiris penelitian ini (Abe & Kalantar-Zadeh, 2015; Kovesdy et al., 2008; Hayashi et al., 2021). Penelitian ini juga memperkuat teori bahwa hemodialisis tidak hanya merupakan prosedur pembersihan toksin, tetapi juga merupakan intervensi metabolik yang secara signifikan mempengaruhi homeostasis glukosa dan memerlukan pendekatan manajemen diabetes yang khusus dan individual (Jin et al., 2015; Orchard et al., 2016).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui dan dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Pertama, desain retrospektif yang digunakan memiliki keterbatasan dalam hal kontrol variabel perancu dan potensi bias informasi, karena data yang digunakan adalah data sekunder yang dikumpulkan oleh petugas kesehatan untuk tujuan klinis, bukan untuk tujuan penelitian. Hal ini dapat menyebabkan ketidaklengkapan data atau variasi dalam metode pengukuran yang mempengaruhi akurasi dan konsistensi data (Rothman et al., 2008). Kedua, penelitian ini tidak mengontrol faktor-faktor perancu penting lainnya seperti durasi diabetes, kadar HbA1c, penggunaan obat-obatan lain yang mempengaruhi metabolisme glukosa (seperti kortikosteroid), dan status nutrisi pasien, yang dapat mempengaruhi perubahan kadar glukosa darah yang diamati. Ketiga, penelitian ini hanya menganalisis satu sesi hemodialisis per pasien, sehingga tidak dapat menangkap variasi respons glukosa dari waktu ke waktu atau efek kumulatif dari hemodialisis berulang.

Keempat, penelitian ini tidak membedakan antara jenis terapi antidiabetes yang digunakan oleh pasien (insulin versus oral) atau konsentrasi glukosa dialisat, yang dapat mempengaruhi respons glukosa terhadap hemodialisis secara signifikan. Hal ini karena keterbatasan data sekunder yang tidak selalu mencatat informasi tersebut secara lengkap dan konsisten. Kelima, penelitian ini menggunakan data dari satu rumah sakit (RSU Royal Prima Medan) dengan jumlah sampel yang relatif terbatas ($n=82$), sehingga generalisasi hasil penelitian ini ke populasi yang lebih luas di Indonesia perlu dilakukan dengan hati-hati. Keenam, penelitian ini tidak mengukur kadar glukosa darah selama proses hemodialisis

(intradialitik) atau dalam periode pasca-dialisis yang lebih panjang, sehingga tidak dapat menggambarkan pola fluktuasi glukosa secara lengkap. Penggunaan pemantauan glukosa kontinu (CGM) dalam penelitian di masa depan akan sangat membantu untuk mengatasi keterbatasan ini (Hayashi et al., 2021; Huang et al., 2024).

Meskipun memiliki keterbatasan, penelitian ini memiliki beberapa kekuatan yang perlu diakui. Pertama, penelitian ini merupakan salah satu studi pertama di Indonesia yang secara spesifik menganalisis perubahan kadar glukosa darah akut pasca-hemodialisis pada populasi DMT2 di Sumatera Utara, sehingga memberikan kontribusi penting pada literatur lokal yang masih terbatas. Kedua, penggunaan teknik total sampling memungkinkan penelitian ini untuk mencakup seluruh populasi yang memenuhi kriteria, sehingga mengurangi bias seleksi dan meningkatkan representativitas sampel terhadap populasi di lokasi penelitian (Sugiyono, 2019). Ketiga, penelitian ini menggunakan uji statistik yang tepat (Wilcoxon Signed Rank Test) untuk data yang tidak berdistribusi normal, sehingga hasil yang diperoleh valid dan dapat diandalkan. Keempat, penelitian ini tidak hanya menganalisis perbedaan statistik tetapi juga menyajikan data deskriptif yang komprehensif (median, IQR, dan distribusi frekuensi) yang memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang perubahan glukosa darah yang terjadi.

Untuk penelitian di masa depan, disarankan untuk melakukan penelitian dengan desain prospektif yang memungkinkan pengumpulan data primer dengan kontrol yang lebih ketat terhadap variabel perancu dan pengukuran yang lebih standar. Penggunaan pemantauan glukosa kontinu (CGM) sangat direkomendasikan untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang variabilitas glikemik selama sesi hemodialisis dan periode inter-dialitik, termasuk deteksi episode hipoglikemia yang tidak terdeteksi (asimtomatik) dan hiperglikemia rebound pasca-dialisis (Hayashi et al., 2021; Huang et al., 2024). Selain itu, penelitian lanjutan sebaiknya mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi respons glukosa terhadap hemodialisis, seperti kadar HbA1c, durasi diabetes, status nutrisi (albumin, BMI), jenis terapi antidiabetes (insulin versus oral), konsentrasi glukosa dialisat, dan durasi hemodialisis, untuk mengidentifikasi subkelompok pasien yang berisiko tinggi dan mengembangkan strategi intervensi yang lebih individual dan efektif (Shrishrimal, Hart, and Michota, 2009).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap 82 pasien Diabetes Melitus tipe 2 yang menjalani hemodialisis di RSU Royal Prima Medan tahun 2026, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan secara statistik antara sebelum dan sesudah hemodialisis ($p < 0,001$). Mayoritas pasien (69,5%) mengalami penurunan kadar glukosa darah setelah hemodialisis dengan median penurunan sebesar 9 mg/dL, meskipun respons individu bervariasi (IQR -32 hingga 5 mg/dL). Penurunan ini disebabkan oleh mekanisme multifaktorial yang saling terkait, meliputi difusi glukosa ke dalam dialisat, peningkatan sensitivitas insulin setelah pembersihan toksin uremik, penurunan glukoneogenesis ginjal, gangguan respons hormon kontra-regulasi pada pasien uremia, malnutrisi, serta risiko efek obat antidiabetes yang berkepanjangan akibat penurunan fungsi ginjal. Karakteristik pasien didominasi oleh kelompok usia paruh baya dan lanjut usia (45-74 tahun) sebesar 70,8%, dengan proporsi laki-laki (52,4%) lebih tinggi dibandingkan perempuan (47,6%).

Penelitian ini memiliki implikasi praktis yang penting bagi pelayanan kesehatan, khususnya dalam pemantauan kadar glukosa darah pada pasien DMT2 yang menjalani hemodialisis. Tenaga kesehatan disarankan untuk melakukan pemantauan glukosa darah secara lebih intensif sebelum, selama, dan setelah hemodialisis, terutama pada pasien dengan kadar glukosa pre-HD rendah, pengguna insulin, dan malnutrisi. Penyesuaian dosis insulin pada hari hemodialisis perlu dipertimbangkan secara individual berdasarkan kadar glukosa pre-HD dan respons pasien sebelumnya. Edukasi pasien dan keluarga mengenai gejala hipoglikemia serta pentingnya konsumsi camilan selama hemodialisis juga perlu ditingkatkan. Bagi peneliti di masa mendatang, disarankan untuk melakukan penelitian dengan desain prospektif, ukuran sampel lebih besar, serta menggunakan pemantauan glukosa kontinu (CGM) untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai variabilitas glikemik selama sesi hemodialisis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

REFERENSI

- Arsyad, N. R. (2025). *Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Hidup Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Daerah Tenriawaru Bone Tahun 2024* = *Factors Associated with the Quality of Life of Type 2 Diabetes Mellitus Patients at Tenriawaru Regional General Hospital, B.* Universitas Hasanuddin.
- Faselis, C. et al. (2019) 'Microvascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus', *Current Vascular Pharmacology*, 18(2), pp. 117–124. Available at: <https://doi.org/10.2174/1570161117666190502103733>.
- Fitaloka, I. T. A. B., Windartik, E., & Pratiwi, R. M. (2026). *Hubungan Dukungan Keluarga Dengan Kadar Glukosa Darah Pada Diabetes Melitus Tipe 2 Di Poli Penyakit Dalam RSI Sakinah Mojokerto*. Perpustakaan Universitas Bina Sehat.
- Gallieni, M. et al. (2021) 'Continuous glucose monitoring in patients with type 2 diabetes on hemodialysis', *Acta Diabetologica*, 58(8), pp. 975–981. Available at: <https://doi.org/10.1007/S00592-021-01699-6>.
- Goyal, R., Singhal, M. and Jialal, I. (2023) 'Type 2 Diabetes', NCBI Bookshelf [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513253/> (Accessed: 14 October 2025).
- Hayashi, A. et al. (2021) 'Hemodialysis-Related Glycemic Disarray Proven by Continuous Glucose Monitoring; Glycemic Markers and Hypoglycemia', *Diabetes Care*, 44(7), pp. 1647–1656. Available at: <https://doi.org/10.2337/FIGSHARE.14372123>.
- Huang, P. et al. (2024) 'Research Progress on the Application of CGM in Patients with Diabetes and Hemodialysis', *International Journal of Medical Sciences*. Ivyspring International Publisher, pp. 3083–3090. Available at: <https://doi.org/10.7150/ijms.102727>.
- Irawan, V. R., Allorerung, N., & Susanto, D. (2026). Kendala dalam Pengelolaan Mandiri pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Wilayah Paling Timur di Indonesia. *Damianus Journal of Medicine*, 25(1), 75–87.
- Jin, Y.P. et al. (2015) 'Blood glucose fluctuations in hemodialysis patients with end stage diabetic nephropathy', *Journal of Diabetes and its Complications*, 29(3), pp. 395–399. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.12.015>.
- Kotanko, P. et al. (2023) 'Hemodialysis', *Comprehensive Clinical Nephrology*, pp. 1091–1099.e1. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-82592-4.00098-5>.
- Koye, D.N. et al. (2018) 'The Global Epidemiology of Diabetes and Kidney Disease', *Advances in Chronic Kidney Disease*, pp. 121–132. Available at: <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2017.10.011>.

- Masi, G.N.. and Kundre, R. (2018) 'Perbandingan Kualitas Hidup Pasien Gagal Ginjal Kronik dengan Comorbid Faktor Diabetes Melitus dan Hipertensi di RSUP Prof.Dr.R.D. Kanou Manado', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 21–25. Available at: <http://www.elsevier.com/locate/scp>.
- Mulia, D.S. et al. (2018) 'Kualitas Hidup Pasien Gagal Ginjal Kronis yang menjalani Hemodialisis di RSUD Dr. Doris Sylvanus Palangka Raya', *Borneo Journal of Pharmacy*, 1(1), pp. 19–21. Available at: <https://doi.org/10.33084/bjop.v1i1.238>.
- Orchard, T.J. et al. (2016) 'Haptoglobin 2–2 genotype and the risk of coronary artery disease in the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications study (DCCT/EDIC)', *Journal of Diabetes and its Complications*, 30(8), pp. 1577–1584. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.07.014>.
- Putri, N. C., Sudarsih, S., & Meuthia, R. M. K. (2024). *Pengaruh Terapi Slow Deep Breathing (Sdb) Terhadap Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus*. Universitas Bina Sehat PPNI.
- Rout, P. and Jialal, I. (2025) 'Diabetic Nephropathy', *StatPearls* [Preprint]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534200/> (Accessed: 14 October 2025).
- Schwartz, S.S. et al. (2016) 'The time is right for a new classification system for diabetes: Rationale and implications of the β -cell-centric classification schema', *Diabetes Care*, 39(2), pp. 179–186. Available at: <https://doi.org/10.2337/dc15-1585>.
- Shrishrimal, K., Hart, P. and Michota, F. (2009) 'Managing diabetes in hemodialysis patients: Observations and recommendations', *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, pp. 649–655. Available at: <https://doi.org/10.3949/ccjm.76a.09054>.
- Sirajuddin, S. P., Hendrayati, D. C. N., & Lydia Fanny, D. C. N. (2026). *Asuhan Gizi Penyakit Degeneratif*. PT Nas Media Indonesia.
- Sitanggang, P. G. (2025). *Faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 pada pegawai pemerintah di Indonesia (Analisis data SKI tahun 2023)*. Universitas Jambi.
- Tarwadi, A. N., Nu'im Haiya, N., & Aspihan, M. (2025). Hubungan Tingkat Stres dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus: Relationship Between Stress Levels and Blood Sugar Levels in Diabetes Mellitus. *Jurnal Keperawatan Berbudaya Sehat*, 3(2), 53–60.
- Watha, K., Davenport, A. and Tangvoraphonkchai, K. (2022) 'Changes in blood glucose and lactate concentrations with hemodialysis', *Artificial Organs*, 46(1), pp. 138–145. Available at: <https://doi.org/10.1111/aor.14097>.