

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes melitus (DM), yang sering disebut sebagai *Mother of Disease*, adalah penyakit kronis yang memengaruhi kemampuan tubuh untuk mengatur dan memanfaatkan glukosa darah. Penyakit ini ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah yang berkelanjutan sebagai hasil dari gangguan produksi insulin, penurunan sensitivitas tubuh terhadap insulin, atau kombinasi dari kedua kondisi. Diabetes melitus tipe 2 adalah jenis DM yang paling umum, menyumbang sekitar 90 hingga 95 persen dari semua kasus diabetes di seluruh dunia. Jika gaya hidup seseorang berubah, seperti pola makan yang tidak seimbang, kurangnya aktivitas fisik, seperti berolahraga, yang dapat menyebabkan kondisi fisik seperti obesitas, dan juga usia harapan hidup yang lebih lama, maka hal tersebut dapat mengakibatkan prevalensi DM tipe 2 (*American Diabetes Association, 2024*).

Dalam lima tahun terakhir, prevalensi DM di Indonesia meningkat diakibatkan adanya perubahan gaya hidup, obesitas, aktivitas fisik yang menurun dan pola konsumsi masyarakat yang tinggi gula dan lemak (Wahidin dkk., 2024). Pada tahun 2021 *International Diabetes Federation (IDF)* memperkirakan peningkatan prevalensi Diabetes Melitus tipe 2 secara global

mencapai 537 juta orang, dan naik menjadi 783 juta orang pada tahun 2045 (IDF, 2021).

Indonesia berada pada peringkat kelima sebagai negara dengan penderita DM terbanyak di dunia yaitu 19,47 juta jiwa (Kemenkes, 2024). Berdasarkan data Dinkes Provinsi Jawa Barat diketahui bahwa jumlah penderita DM di Jawa Barat pada tahun 2019 dengan total 848.000 orang, dan meningkat secara signifikan pada tahun 2020 menjadi lebih dari 1 juta orang, terdapat penurunan sekitar 640.000 pada tahun 2022 hingga 2023 (Syavera & Syazali, 2024). Berdasarkan data dari Dinkes Kabupaten Bandung terdapat 45.465 orang yang menderita DM pada tahun 2022, sempat meningkat dengan total 59.205 orang pada tahun 2023 kemudian menurun kembali pada tahun 2024 sebanyak 44.200 orang (Dinas kesehatan jabar, 2024). Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan peneliti tercatat pada tahun 2025 sampai awal tahun 2026 terdapat sekitar 630 kasus DM tipe 2 di Puskesmas Cimaung.

Ulkus kaki diabetik yang dikaitkan dengan gangguan sirkulasi perifer adalah salah satu komplikasi yang paling umum apabila DM tipe 2 tidak dikelola dengan baik (PERKENI, 2021). Gangguan sirkulasi perifer pada penderita DM terjadi akibat kondisi hiperglikemia yang berlangsung terus-menerus sehingga menyebabkan gangguan transmisi impuls saraf serta kerusakan pembuluh darah. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh akumulasi glukosa dalam darah yang memicu perubahan abnormal pada sel endotel pembuluh darah, sehingga aliran darah ke jaringan perifer menjadi terganggu (Syafiril, 2018). Obstruksi aliran balik vena melawan gravitasi (*blood flow*)

dapat terjadi karena gangguan aliran darah vena di ekstremitas bawah (Salam dkk., 2020). Penyakit arteri perifer (PAD) adalah salah satu komplikasi makrovaskular yang mempengaruhi arteri perifer yang paling umum pada pasien diabetes tipe 2, dengan prevalensi 20–30 persen dan meningkat seiring dengan durasi penyakit. (Pradeepa & Mohan, 2024).

Penilaian terhadap risiko gangguan sirkulasi perifer dapat dilakukan menggunakan metode *Ankle-Brachial Index* (ABI). ABI adalah rasio tekanan darah sistolik pergelangan kaki dan lengan (Thakur dkk., 2022). Pemeriksaan ABI memiliki sensitivitas hingga 79%-95% (Wijayanti & Warsono, 2022).

Risiko terjadinya komplikasi DM Tipe 2 dapat diminimalkan melalui pemberian terapi farmakologis dan nonfarmakologis. Obat pengontrol gula darah menjadi salah satu intervensi farmakologi hingga saat ini (Perkeni, 2021). Tidak hanya berfokus pada terapi farmakologis, tetapi juga perlu pendekatan nonfarmakologi. Intervensi nonfarmakologi berperan penting dalam memperbaiki perfusi jaringan, juga sebagai pencegahan komplikasi pada pasien DM (Smeltzer dkk., 2020). Salah satu intervensi yang dapat dilakukan oleh penderita diabetes adalah *Buerger Allen Exercise* (BAE) karena termasuk intervensi yang mudah, murah, dapat dilakukan secara mandiri oleh penderita diabetes di rumah dan terbukti efektivitasnya untuk memperbaiki sirkulasi perifer (Wijayanti & Warsono, 2022).

Intervensi BAE adalah latihan gerak variasi yang bertujuan untuk meningkatkan sirkulasi darah di ekstremitas bawah, mempercepat penyembuhan luka, dan mengurangi gejala neuropati perifer pada pasien yang

menderita diabetes tipe 2. Mekanismenya bergantung pada gravitasi yang mengisi dan mengosongkan pembuluh darah di kaki secara bergantian (Radhika dkk., 2020). Kondisi tersebut menstimulasi terjadinya kontraksi dan relaksasi pembuluh darah yang dikenal sebagai mekanisme *muscle pump*. Mekanisme ini membantu mengoptimalkan pergerakan ekstremitas bawah sehingga aliran darah dari tungkai menuju jantung dan sirkulasi sistemik dapat berlangsung lebih efektif (Wijayanti & Warsono, 2022).

Dalam penelitian Wijayanti & Warsono (2022), dilakukan terapi BAE dengan hasil terdapat penurunan keluhan resiko gangguan perfusi perifer seperti rasa kesemutan, kekakuan pada kaki, dan nyeri pada kaki disertai dengan peningkatan nilai ABI hingga $>1,0$ pada subjek responden. Sejalan dengan penelitian Lase dkk (2022), ditemukan peningkatan perfusi perifer dengan adanya perbedaan antara nilai ABI pada kasus 1 dari nilai 0,84 (kategori iskemia ringan) menjadi 1,12 (kategori normal) dengan kasus 2 dari nilai ABI 0,89 (kategori iskemia ringan) menjadi 1,1 (kategori normal) selama pelaksanaan 18-20 menit intervensi BAE.

Berdasarkan penelitian Salihun dkk (2022), ditemukan hasil bahwa BAE memiliki efektifitas yang signifikan dibandingkan intervensi lainnya terhadap perbaikan sirkulasi perifer, hal ini terjadi karena dalam intervensi BAE terdapat penerapan gaya gravitasi, aktivasi *muscle pump*, perubahan posisi yang mempengaruhi vasodilatasi perifer sehingga meningkatkan sirkulasi darah pada jaringan perifer. Namun, mekanisme kerja BAE lebih dominan pada aspek mekanik sirkulasi dan belum secara spesifik menargetkan gangguan regulasi

sistem saraf otonom yang turut berperan dalam vasokonstriksi perifer (Decroli, 2019).

Maka dari itu, dibutuhkan manajemen perawatan yang dapat meregulasi sistem saraf otonom sehingga dapat membantu menurunkan respons stres fisiologis dan mendukung terjadinya vasodilatasi perifer. Terapi relaksasi autogenik berperan dalam meningkatkan perfusi perifer dengan memodulasi aktivitas sistem saraf otonom. Intervensi ini menekan dominasi sistem saraf simpatik yang berkaitan dengan respons stres serta meningkatkan aktivitas parasimpatik, sehingga pelepasan hormon kortisol dan adrenalin menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut dapat membantu memperbaiki sensitivitas insulin dan mengurangi produksi glukosa endogen yang berlebihan. (Farida dkk., 2024).

Relaksasi autogenik merupakan terapi yang dilakukan oleh diri sendiri dengan menyampaikan kalimat pendek dapat berupa kalimat motivasi, kalimat menenangkan, kalimat afirmasi positif atau kalimat refleksi dengan tujuan untuk membuat pikiran dan tubuh menjadi rileks (Silvia & Batubara, 2021). Fokus dari terapi ini yaitu pada kestabilan detak jantung dan pola nafas dengan tujuan untuk memberikan efek rileks pada seluruh anggota tubuh. Dimana seluruh bagian tubuh tersebut akan merasakan sensasi hangat. Sensasi tersebut mampu membuat otot menjadi rileks, perasaan cemas menurun. (Ningrum dkk., 2021).

Studi yang dilakukan oleh Farida dkk (2024), mengungkapkan bahwa intervensi relaksasi autogenik terbukti berperan dalam mereduksi kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2, ditunjukkan melalui perbedaan bermakna

antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi, baik pada variabel stres (p-value 0,000) maupun kadar gula darah (p-value 0,008). Hal ini diperkuat oleh penelitian Al-Fanshuri & Tharida (2023), yang juga memperoleh nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$), mengindikasikan adanya perubahan yang nyata pada kondisi subjek sebelum dan setelah pemberian intervensi. Kedua temuan tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa teknik relaksasi autogenik efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah, yang diperkirakan terjadi melalui mekanisme respons fisiologis tubuh yang teraktivasi selama sesi relaksasi berlangsung.

Berdasarkan pemaparan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya bahwa terdapat pengaruh terapi BAE terhadap perbaikan perfusi perifer pada pasien diabetes melitus. Sementara itu, terapi relaksasi autogenik dapat menurunkan glukosa darah dengan mekanisme penurunan kadar hormon stres seperti kortisol lewat regulasi sistem saraf otonom. Meskipun terdapat perbedaan aspek yang dipengaruhi antara kedua intervensi tersebut, terdapat keterikatan antara glukosa darah dengan sirkulasi perifer.

Hubungan antara glukosa darah dengan sirkulasi perifer erat kaitannya dengan sistem sirkulasi darah. Kadar glukosa darah tinggi menyebabkan adanya kerusakan dinding pembuluh darah melalui proses yang dinamakan glikasi protein. Glikasi protein ini merupakan proses kimiawi dimana molekul glukosa menempel pada protein atau lemak, sehingga akan membentuk molekul baru yang disebut *Advanced Glycation End-products* (AGEs) yang berbahaya dan menyebabkan pembentukan plak aterosklerosis (Lee dkk., 2022). Plak

aterosklerosis ini menyebabkan terganggunya sirkulasi perifer dan meningkatkan resiko penyakit arteri perifer (PAD). Sebaliknya, kadar glukosa darah normal mendukung produksi *Nitric Oxide* (NO) oleh sel endotelial, dimana sel ini merupakan vasodilator utama yang dapat melebarkan pembuluh darah dan meningkatkan aliran darah perifer. Ketika glukosa terkontrol, proses glikasi protein berkurang, sehingga dinding arteri tetap fleksibel dan berespon terhadap sinyal insulin (Maruhashi & Higashi, 2021).

Sebagian besar peneliti hanya meneliti masing-masing intervensi fisik yaitu *Buerger Allen Exercise* dan komplementer yaitu relaksasi autogenik saja. Ini menunjukkan adanya keterbatasan penelitian yaitu terbatasnya kajian yang menggabungkan intervensi fisik dan komplementer secara bersamaan dalam upaya meningkatkan sirkulasi perifer pada pasien DM tipe 2.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan *Buerger Allen Exercise* sebagai intervensi utama yang memiliki keunggulan untuk meningkatkan sirkulasi perifer lewat penerapan gaya gravitasi, aktivasi *muscle pump* dan juga perubahan posisi yang mempengaruhi vasodilatasi perifer dengan relaksasi autogenik sebagai intervensi pendukung yang bekerja melalui pengendalian kadar glukosa darah dan regulasi sistem saraf otonom yang membantu proses vasodilatasi perifer. Penelitian yang menggabungkan *Buerger Allen Exercise* dengan relaksasi autogenik masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penerapan kedua intervensi tersebut diharapkan dapat memperkaya bukti ilmiah mengenai manfaat terapi keperawatan nonfarmakologis,

khususnya dalam upaya meningkatkan sirkulasi perifer pada pasien diabetes melitus tipe 2.

Mengacu pada uraian latar belakang di atas, peneliti memandang perlu untuk melakukan kajian dengan judul "Pengaruh Kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan Relaksasi Autogenik terhadap Sirkulasi Perifer pada Pasien DM Tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung".

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah “Apakah terdapat perbedaan rata-rata nilai ABI antara sebelum dan sesudah diberikan kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik pada pasien diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung?”.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Setelah melakukan penelitian, penulis dapat mengetahui pengaruh kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik terhadap sirkulasi perifer pada pasien diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung.

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus penulisan penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi karakteristik responden berdasarkan usia, jenis kelamin, lamanya mengalami DM tipe 2, kadar gula darah dan kebiasaan merokok.
- b. Mengidentifikasi rata-rata nilai ABI sebelum diberikan kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung.
- c. Mengidentifikasi rata-rata nilai ABI setelah diberikan kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung.
- d. Mengidentifikasi perbedaan rata-rata nilai ABI antara sebelum dan sesudah diberikan kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2 di Puskesmas Cimaung Bandung.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memperkaya khazanah keilmuan keperawatan medikal bedah, khususnya dalam konteks pelaksanaan asuhan keperawatan bagi penderita diabetes melitus yang disertai gangguan pada sirkulasi perifer. Di samping itu, temuan yang diperoleh diharapkan dapat berfungsi sebagai acuan ilmiah bagi para peneliti berikutnya guna mengembangkan serta menyempurnakan berbagai bentuk intervensi dalam praktik keperawatan.

2. Manfaat Praktik

Berikut ini adalah beberapa manfaat dari temuan studi yang dapat diterapkan oleh masyarakat dan fasilitas pelayanan kesehatan untuk menangani berbagai tantangan praktis di dunia nyata :

a. Puskesmas

Dapat menjadi dasar pengetahuan bagi para profesional dan tenaga kesehatan yang ingin meningkatkan standar pelayanan kesehatan medikal bedah, khususnya dalam hal asuhan keperawatan pada klien diabetes melitus untuk menurunkan risiko gangguan sirkulasi perifer dengan pemberian *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik.

b. Klien

Diharapkan klien mampu menerapkan intervensi *Buerger Allen Exercise* dan relaksasi autogenik dalam kehidupan sehari-hari secara mandiri.

E. Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

No	Judul Penelitian	Penulis dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
1	Pengaruh Burger Allen Exercise Terhadap Nilai Angkle Brachial Index (ABI) Pada Pasien Diabetes Melitus	Hidayatul Rahmi Willady, Rasyid (2023)	Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen dengan rancangan <i>one-group pretest-posttest</i> . Analisis data dilakukan menggunakan	Pemberian Buerger Allen Exercise (BAE) meningkatkan rata-rata nilai sensitivitas kaki dari 0,76 (obstruksi ringan) menjadi 0,89 (normal). Analisis statistik menunjukkan	Persamaan : Melakukan intervensi <i>buerger allen exercise</i> pada pasien DM tipe 2. Perbedaan : Hanya menguji 1 variabel independen.

	Tipe II di Puskesmas Lubuk Buaya Padang Hidayatul		uji <i>Paired T-Test</i> .	selisih rerata sebesar 0,14 dengan p-value 0,000. Temuan ini mengindikasikan bahwa BAE efektif dalam memperbaiki perfusi jaringan perifer.	
2	Penerapan Buerger Allen Exercise Terhadap Peningkatan Perfusi Perifer Pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Rumah Sakit TK II Putri Hijau Medan	Diana Lase, Virginia Syafrinanda, Nina Fentiana (2022)	Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pretest dan posttest	Penelitian ini dilakukan selama 6 hari dan diterapkan pada 2 responden. Pada responden pertama terdapat peningkatan ABI dari 0,84 (iskemia ringan) menjadi 1,12 (normal) dan pada responden kedua juga terdapat peningkatan dari 0,89 (iskemia ringan) menjadi 1,1 (normal).	Persamaan : Menguji terapi BAE terhadap perfusi perifer pasien DM tipe 2. Perbedaan: Hanya melakukan 1 intervensi terhadap variabel dependen, tidak menggunakan desain quasi eksperimen.
3	Effect of buerger allen exercise on foot perfusion among patient with diabetes mellitus: A systematic review & meta-analysis	Ankita Thakur, Rakesh Sharma, Suresh K.Sharma, Kalpana Thakur, Prasuna Jelly (2022)	Metode penelitian menggunakan <i>RCT</i> dan <i>Quasi-experimental study</i>	Hasil analisis gabungan (pooled analysis) menunjukkan bahwa <i>Buerger Allen Exercise</i> (BAE) secara signifikan efektif dalam meningkatkan skor Ankle Brachial Index (ABI), dengan rata-rata perbedaan (Mean Difference/MD) sebesar 0,14, interval kepercayaan 95% sebesar 0,08–0,19, tingkat heterogenitas I^2 sebesar 30%, dan nilai $p < 0,001$.	Persamaan : Menguji terapi BAE terhadap perfusi kaki menggunakan ABI. Perbedaan : Penelitian ini hanya menggunakan satu variable independen.
4	Effectiveness of Buerger-	Jinna Radhika, Geetha	Metode penelitian menggunakan	Terdapat perbedaan skor Peripheral	Persamaan : Melakukan Intervensi

	Allen Exercise on Lower Extremity Perfusion and Peripheral Neuropathy Symptoms among Patients with Diabetes Mellitus	Poomalai, Sirala Jagadeesh Nalini, Ramanathan Revathi (2020)	<i>Quasi eksperimental</i> dengan Teknik sampling yaitu <i>purposive sampling</i>	Neuropathy Symptoms (PNS) setelah pemberian Buerger Allen Exercise, baik pada perfusi ekstremitas bawah kanan ($t_{48} = 6,81; p < 0,001$) maupun perfusi ekstremitas bawah kiri ($t_{48} = 5,21; p < 0,001$), yang menandakan bahwa intervensi tersebut efektif dalam meningkatkan perfusi perifer dan menurunkan gejala neuropati pada responden.	<i>Buerger Allen Exercise</i> pada pasien DM dan menggunakan metode quasi eksperimen. Perbedaan : Terdapat variabel dependen tambahan yaitu penilaian gejala neuropati perifer.
5	Pengaruh Tehnik Relaksasi Autogenik Terhadap Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2	Fourni Ardiansyah, Nunuh, Harison, Shinta, Dita Amita, Afrida Hayani (2023)	Penelitian ini menggunakan quasi eksperimen dengan one grup pretest-posttest.	Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa darah setelah pemberian intervensi, yaitu dari 252 mg/dl menjadi 230 mg/dl. Rata-rata usia responden dalam penelitian ini adalah 59 tahun dengan lama menderita diabetes melitus sekitar 7 tahun. Berdasarkan hasil uji <i>Paired t-test</i> , diperoleh nilai $p = 0,001$ yang menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara pengukuran sebelum dan sesudah intervensi.	Persamaan : Melakukan intervensi pada pasien DM tipe 2 dan menggunakan metode quasi eksperimen. Perbedaan : Penelitian ini melakukan pada 10 responden dengan karakteristik responden lama menderita DM 7 tahun.

6	Pengaruh Relaksasi Autogenik dalam Menurunkan Kadar Gula Darah pada Pasien DM Tipe II di Desa Kajhu	Mushawwir Al-Fanshuri, Maimun Tharida (2023)	Metode yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain <i>one-group pretest-posttest</i> . Sebanyak 15 responden dilibatkan dalam penelitian melalui teknik <i>total sampling</i> .	Dalam penelitian relaksasi autogenik ini didapatkan data penurunan gula darah antara sebelum dan sesudah intervensi dengan $p=0,001$.	<p>Persamaan : Melakukan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2 dan menggunakan desain kuasi eksperimen.</p> <p>Perbedaan : Penelitian ini melakukan relaksasi autogenik terhadap glukosa darah.</p>
7	The Influence of Autogenic Relaxation in Lowering Stress and Blood Sugar Levels in Clients with Type II Diabetes Mellitus	Ida Farida, Meirina, & Mia Fatma Ekasari (2024).	Penelitian ini menggunakan rancangan kuasi eksperimen yang terdiri atas kelompok kontrol dan kelompok intervensi.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa relaksasi autogenik memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi, baik pada variabel stres ($p\text{-value} = 0,000$) maupun kadar gula darah ($p\text{-value} = 0,008$).	<p>Persamaan : Melakukan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2.</p> <p>Perbedaan : Penelitian hanya melakukan 1 variabel independen, dan variabel dependen terhadap glukosa darah, dan menggunakan kelompok kontrol dan kelompok intervensi.</p>
8	Teknik Relaksasi Autogenik Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe II Dengan Masalah Ketidakstabilan Kadar Glukosa Darah Di Rumah Sakit Tk II	Silvia, Khairunnisa Batubara (2021)	Studi kasus deskriptif <i>pre test</i> dan <i>post test</i>	Penelitian ini dilakukan pada dua responden yang diberikan terapi yang sama. Kadar gula darah responden pertama menunjukkan penurunan dari 335 mg/gl menjadi 244 mg/dl dan pada responden kedua juga terdapat penurunan dari	<p>Persamaan : Melakukan relaksasi autogenik pada pasien DM tipe 2.</p> <p>Perbedaan : Relaksasi autogenik pada penelitian ini digunakan untuk penurunan kadar glukosa darah dan</p>

Putri Hijau Medan	408 mg/dl menjadi 200mg/dl.	menggunakan metode studi kasus.
----------------------	-----------------------------------	---------------------------------------

Berdasarkan telaah terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu jenis intervensi, baik intervensi fisik berupa *Buerger Allen Exercise* maupun intervensi komplementer berupa relaksasi autogenik, dengan subjek penelitian yang berbeda-beda. Penelitian ini memiliki keaslian karena mengkombinasikan intervensi fisik dan komplementer dalam satu pendekatan keperawatan yang terintegrasi, dengan menempatkan *Buerger Allen Exercise* sebagai intervensi utama yang bekerja secara langsung terhadap peningkatan sirkulasi perifer dan relaksasi autogenik sebagai intervensi pendukung yang berperan secara tidak langsung melalui pengendalian kadar glukosa darah.