

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Glukosa adalah gula sederhana yang merupakan sumber utama energi dalam tubuh manusia dan hewan (Larasati et al., 2023). Berdasarkan standar Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus di Indonesia melalui organisasi Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) kadar glukosa darah puasa (GDP) yang dikategorikan normal pada individu sehat adalah kurang dari 100 mg/dL (Soelistijo et al., 2021). Faktor yang bisa mempengaruhi kadar glukosa pada tubuh seseorang ada dua, yang pertama yaitu faktor endogen (humoral faktor) seperti insulin, glukagon, dan kortisol berguna untuk sistem reseptor pada sel hati dan otot (Rosares & Boy, 2022). Kedua, faktor eksogen seperti jumlah dan makanan yang dikonsumsi (Rosares & Boy, 2022).

Metabolisme darah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penumpukan glukosa dalam sirkulasi darah dan mengganggu homeostatis tubuh (Kamal et al., 2020). Hiperglikemia merupakan suatu kondisi medis yaitu berupa peningkatan kadar glukosa di dalam darah melebihi batas normal (Rosares & Boy, 2022) Glukosa darah yang tinggi dapat berdampak besar pada masalah kesehatan karena dapat berkembang menjadi penyakit kardiovaskuler, trombosis otak, stroke dan gagal ginjal (Dhanny, 2022). Ketidakseimbangan antara produksi glukosa hepatic yang berlebihan dan penurunan pengambilan glukosa perifer menjadi pendorong utama glukosa darah yang tidak terkontrol (Baynest, 2020). Disfungsi metabolisme glukosa tidak hanya berkaitan dengan perubahan hormonal, tetapi juga melibatkan

gangguan pada transpor glukosa di tingkat sel melalui penurunan ekspresi GLUT-4 (Brilakis et al., 2020).

Latihan eksentrik merupakan salah satu jenis kontraksi otot yang menyebabkan otot memanjang (Hody et al., 2020). Konsumsi oksigen pada gerakan eksentrik sangat sedikit karena kontraksi yang dikeluarkan menghasilkan perlambatan terhadap otot, namun gaya yang dihasilkan oleh gerakan eksentrik besar karena adanya gerakan menuju gravitasi sehingga terjadi penurunan tegangan otot pada akhir gerakan, yang mengakibatkan otot akan memanjang serta ruang gerak sendi bertambah (Ferdian et al., 2020). Kontraksi otot eksentrik, yang menyebabkan otot memanjang secara aktif di bawah beban eksternal (terkadang disebut sebagai beban kerja otot), jarang terjadi sendiri selama gerakan alami (Szűcs et al., 2023).

Aktivitas eksentrik dapat mempengaruhi kadar glukosa darah (Habibi & Artanty, 2020). Hal itu berhubungan erat dengan metabolisme otot dan pelepasan ion Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma (Habibi & Artanty, 2020). Latihan eksentrik dapat menormalkan kadar insulin dan glukosa serum yang tidak fisiologis serta indeks HOMA pada remaja (Szűcs et al., 2023). Latihan eksentrik dapat memodifikasi mekanisme latar belakang, misalnya peningkatan sensitivitas serum, kapasitas antioksidan, ekspresi GLUT-4, peningkatan profil lipid, penurunan resistensi insulin dan kandungan insulin serum (Szűcs et al., 2023). Menurut penelitian (Handoko Adelia et al., 2021) satu sesi latihan eksentrik lari *downhill* selama 12 menit dapat meningkatkan kadar protein GLUT-1 dan GLUT-4.

Senam Sabar Indonesia (SSI) merupakan sebuah gerakan terstruktur yang mengadopsi dan mengintegrasikan gerakan-gerakan eksentrik ke dalam rangkaian gerakan tangan dan tubuh. Senam Sabar Indonesia merupakan gabungan dari beberapa konsep yang terdiri dari *Base of Support* (BOS), *ankle strategy*, *postural control*, *distal stability* dan gerak eksentrik. Konsep *Base of Support* (BOS) terkait erat dengan keseimbangan dinamis di mana kemampuan untuk mempertahankan pusat massa di dalam batas dukungan sangat dipengaruhi oleh kekuatan otot inti dan stabilitas (Özmen et al., 2020). *Ankle Strategy* kontrol pergelangan kaki dan kaki sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas gaya berjalan (Liang et al., 2025). Integritas dari *postural control* bergantung pada koordinasi interaksi antara sistem muskuloskeletal, sensorik, dan saraf (Sakellari, 2025). Dalam konteks biomekanika, stabilitas pada bagian *distal* (seperti pergelangan kaki) sangat krusial untuk mendukung mobilitas dan kontrol fungsional anggota tubuh bagian bawah (Liang et al., 2025). Latihan eksentrik didefinisikan sebagai aktivitas otot yang terjadi saat otot memanjang di bawah beban (Harris-Love et al., 2021). Pada SSI Studi pendahuluan telah dilakukan dengan melibatkan 11 individu sehat dalam satu sesi latihan selama 15 menit. Hasil observasi terhadap kadar glukosa darah pasca latihan menunjukkan variasi respon antar subjek. Dari total 11 partisipan, terdapat 3 subjek yang mengalami penurunan kadar glukosa darah, 7 subjek menunjukkan peningkatan sementara 1 subjek lainnya berada pada kondisi stabil.

Dengan paparan komprehensif mengenai krusial glukosa, risiko hiperglikemia akibat disfungsi metabolik dan transport GLUT-4 serta potensi

terapeutik latihan eksentrik terhadap perubahan kadar glukosa darah, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai efektivitas dan implementasi Senam Sabar Indonesia (SSI) sebagai intervensi yang terstruktur. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak intervensi latihan eksentrik dengan senam sabar Indonesia terhadap perubahan glukosa darah pada individu sehat. Hal ini juga bisa memberikan bukti yang kuat terhadap pemanfaatan SSI sebagai modalitas *non-farmakologis* yang mudah diakses dalam manajemen kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perubahan kadar glukosa darah yang signifikan pada individu sehat setelah dilakukan latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui adanya perubahan kadar glukosa darah yang signifikan pada individu sehat setelah dilakukan latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengukur perbedaan kadar glukosa darah subjek yang terjadi segera sebelum dan segera setelah satu kali sesi latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia.
2. Mengukur perbedaan kadar glukosa darah subjek yang terjadi segera sebelum dan setelah 3 kali sesi latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia di minggu ke-1.

3. Mengukur perbedaan kadar glukosa darah subjek yang terjadi segera sebelum dan setelah 6 kali sesi latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia di minggu ke-2.
4. Mengukur perbedaan kadar glukosa darah subjek yang terjadi segera sebelum dan setelah 9 kali sesi latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia di minggu ke-3.
5. Mengetahui adanya pola perubahan kadar glukosa darah setelah dilakukan latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Penulis.

Memberikan pengetahuan dan pengalaman penulis tentang manfaat latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia dalam perubahan kadar glukosa darah pada individu sehat.

1.4.2 Manfaat Bagi Subyek Penelitian.

Penelitian ini bermanfaat bagi individu sehat untuk mengetahui jenis latihan fisik yang efektif terhadap perubahan kadar glukosa darah. Subyek mendapatkan teknik latihan *non-farmakologis* yang baik untuk kesehatan sehingga bisa diterapkan di masa depan untuk mencegah penyakit seperti Diabetes Melitus.

1.4.3 Manfaat Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).

Hasil penelitian ini sangat bermanfaat bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) karena dapat memberikan informasi ilmiah mengenai bagaimana latihan eksentrik dengan Senam Sabar Indonesia dalam berpengaruh dalam perubahan

kadar glukosa darah. Hal ini juga bisa menjadi data yang nyata bagi para ahli teknologi untuk pengembangan aplikasi dan teknologi lain untuk menciptakan protokol latihan eksentrik yang tepat.

1.4.4 Manfaat Bagi Layanan Kesehatan.

Penelitian ini memberikan manfaat yang signifikan bagi seluruh profesional layanan kesehatan meliputi dokter, ahli gizi, perawat dan terutama fisioterapis. Hasil penelitian ini akan menyajikan bukti ilmiah empiris yang konkret mengenai efektivitas latihan eksentrik dengan senam sabar Indonesia sebagai intervensi promotif *non-farmakologis*. Bukti ini penting sebagai landasan klinis untuk mengintegrasikan program latihan eksentrik ke dalam protokol penanganan pasien dan klien.

1.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian eksperimental yang berjudul *Eccentric Exercise Decrease Blood Glucose Level and Improve Protein Level of Glucose Transporters in Diabetic Mice Muscle* yang dilakukan oleh Handoko Adelia, Purwanto Bambang and Mustika Arifa, (2021) bertujuan untuk menguji pengaruh aktivitas eksentrik terhadap transporter glukosa. Penelitian ini menggunakan subjek sebanyak 28 ekor mencit (mice) model Diabetes Melitus yang diinduksi Streptozotocin, yang kemudian dibagi secara acak ke dalam 4 kelompok. Aktivitas eksentrik tunggal diberikan dengan berlari downhill diatas treadmill pada kemiringan 10 derajat selama 12 menit. Intervensi yang diberikan berfokus pada aktivitas eksentrik untuk menginvestigasi perubahan kadar GLUT-1 dan GLUT-4 pada otot gastrocnemius mencit. Hasilnya menunjukkan bahwa latihan eksentrik signifikan dalam

meningkatkan kadar protein GLUT-4 dan menurunkan glukosa darah. Penelitian ini dilakukan di Indonesia, dengan afiliasi penulis di Universitas Jember dan Universitas Airlangga, Surabaya.

Penelitian selanjutnya berjudul Efektivitas Latihan Eksentrik Sesaat Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah tahun 2015 yang dilakukan oleh Dwi Purwantini di STIKES Katolik St Vincetius a Paulo Surabaya. Penelitian ini menggunakan 28 mencit (*Mus Musculus*) Galur balb/c yang dibagi dalam 4 kelompok, kelompok control dengan perlakuan lari pada sudut 0° (K0), kelompok perlakuan latihan eksentrik sesaat/lari downhill pada sudut -5° (K1), kelompok perlakuan latihan eksentrik sesaat/ lari downhill pada sudut -10° , dan kelompok perlakuan latihan eksentrik sesaat/lari downhill pada sudut -15° . Latihan eksentrik dilakukan dengan lari *downhill* pada treadmill dengan surasi 18 menit termasuk pemanasan 5 menit dan kecepatan 31 cm/detik. Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan dengan mengukur kadar glukosa darah. Rerata kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan K1 ($293,71 \pm 50,07$), K2 ($233,29 \pm 54,81$), dan K3 ($216,43 \pm 66,32$) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok control K0 ($305 \pm 77,46$). Rerata kadar glukoda pada darah mencit K1 menunjukkan ada perbedaan dibandingkan dengan K2 dan K3, sedangkan K2 dan K3 menunjukkan tidak ada perbedaan. Latihan eksentrik sesaat/lari *downhill* dengan sudut deklinasi -5° , -10° , dan -15° terbukti menurunkan kadar glukosa pada darah, sedangkan perbedaan antar sudut tidak menyebabkan perbedaan penurunan kadar glukosa pada darah.