

## RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

## Pengaruh dari Faktor Sosiodemografi, Pola Makan, dan Klinis terhadap Risiko Retinopati Diabetik pada Pasien Diabetes Tipe 2

### *Influence of Sociodemographic, Dietary and Clinical Factors on The Risk of Diabetic Retinopathy among Type 2 Diabetic Patients*

Shanthi Dhandapani<sup>1\*</sup>, V. Yuvaraj<sup>2</sup>, Siddarth Narendran<sup>3</sup>, Aakriti Sharma<sup>4</sup>, Catherine Lily Vincy<sup>5</sup>, Kamar Afshan<sup>6</sup>, B. Premagowri<sup>7</sup>, Aruna M<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Division of Nutrition and Dietetics, School of Health Sciences, Kuala Lumpur, Malaysia

<sup>2</sup>Department of Statistics, Kristu Jayanti College, Bengaluru, Karnataka, India

<sup>3</sup>Aravind Eye Hospital, Coimbatore, India

<sup>4</sup>Food and Nutrition, ICMR-National Institute of Nutrition, Sikkim, India

<sup>5</sup>Department of Preventive and Digital Health Research, Madras Diabetes Research Foundation, Chennai, India

<sup>6</sup>Department of Food and Nutrition, PSG College of Arts and Science, Coimbatore, India.

<sup>7</sup>Department of Clinical Nutrition and Dietetics, PSG College of Arts and Science, Coimbatore, India

#### INFO ARTIKEL

Received: 06-11-2024

Accepted: 05-11-2025

Published online: 21-11-2025

#### \*Koresponden:

Shanthi Dhandapani

[ShanthiDhandapani@imu.edu.my](mailto:ShanthiDhandapani@imu.edu.my)



10.20473/amnt.v9i4.2025.657-666

#### Tersedia secara online:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

#### Kata Kunci:

Retinopati diabetik, DM tipe 2, Pola makan, Asupan makanan

#### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Diabetes melitus merupakan salah satu gangguan metabolik yang paling sering terjadi, dan berkaitan dengan Retinopati Diabetik (RD), yang merusak retina dan dapat menyebabkan kehilangan penglihatan.

**Tujuan:** Penelitian ini menelaah tentang hubungan antara faktor sosiodemografi, pola makan, dan klinis terhadap risiko RD pada individu dengan Diabetes Tipe 2 (DMT2).

**Metode:** Penelitian ini dilakukan dari bulan November 2023 hingga April 2024 di Coimbatore, India Selatan. Pengukuran antropometri, demografi, klinis, dan informasi pola makan dikumpulkan melalui wawancara pasien. Regresi logistik deskriptif dan binomial digunakan untuk mengetahui hubungan antara prediktor dan RD.

**Hasil:** Sebanyak 216 pasien didiagnosis menderita T2DM minimal satu tahun, meliputi 41,66% peserta penelitian yang menderita retinopati dan 58,33% yang tidak menderita retinopati; mayoritas (58%) adalah laki-laki, berusia 40 sampai 59 tahun. Berdasarkan regresi logistik binomial multivariabel, menunjukkan bahwa Pekerjaan (OR: 112,23; 95% CI=6,91,1820), Pendidikan (OR: 0,0753; 95% CI=0,01,0,53), Pendapatan per bulan (OR: 0,01; 95% CI=0,01,8,27x10<sup>-04</sup>,0,25), Hipertensi (OR: 1,15; 95% CI=0,02,1,89), konsumsi buah kering (OR: 11,41; 95% CI=1,009,128,98), gula dan gula aren (OR: 1,10, 95%CI = 0,020,1,521), minyak tak jenuh tunggal (Minyak kacang, minyak mustard, minyak wijen) (OR: 0,028; 95% CI = 0,037, 0,0,22) memiliki hubungan signifikan dengan RD.

**Kesimpulan:** Faktor sosiodemografi, pola makan, dan klinis tampaknya memiliki hubungan yang signifikan dengan keberadaan dan tingkat keparahan RD. Penting untuk memantau penderita diabetes tipe II dengan pola makan sehat, serta menjaga tekanan darah dan status glikemik dalam kisaran normal yang kemungkinan dapat memperlambat perkembangan penyakit.

#### PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) adalah salah satu gangguan metabolik yang paling umum dan sering dikaitkan dengan komplikasi seperti Retinopati Diabetik (RD), suatu kondisi yang merusak retina dan dapat menyebabkan kehilangan penglihatan. Saat ini, prevalensi diabetes global telah meningkat menjadi 537 juta kasus yang mengkhawatirkan di seluruh dunia<sup>1</sup>. Angka ini diproyeksikan akan meningkat menjadi 700,2 juta pada tahun 2045, menurut Federasi Diabetes Internasional (IDF). Diperkirakan sekitar 10,9% dari populasi global akan menderita diabetes<sup>2,3</sup>. Ini termasuk Diabetes Tipe 1

(T1DM) dan Diabetes Tipe 2 (T2DM). RD mempengaruhi sekitar 22,27% dari penderita diabetes di seluruh dunia<sup>4</sup>. Dengan perkiraan 101 juta orang menderita diabetes pada tahun 2021, ditafsirkan bahwa sekitar 21 juta orang dengan diabetes akan mengalami gangguan penglihatan di India<sup>5</sup>. Penelitian yang muncul menyoroti peran potensial faktor makanan dalam memodifikasi risiko dan perkembangan dari RD. Pola makan dan asupan gizi dapat memengaruhi metabolisme glukosa sistemik, tingkat stres oksidatif, dan jalur inflamasi, sehingga memengaruhi komplikasi mikrovaskular yang terkait dengan diabetes<sup>6</sup>. Sebaliknya, pola makan tinggi

karbohidrat olahan, lemak jenuh, dan asupan kalori berlebih telah dikaitkan dengan kontrol glikemik yang buruk dan peningkatan stres oksidatif, yang dapat memperburuk perkembangan RD<sup>6,7</sup>.

Satu pertanyaan penting yang masih harus dijawab adalah makanan apa yang paling berpengaruh terhadap penurunan risiko diabetes mellitus (DM)<sup>8</sup>. Selanjutnya, komponen makanan tertentu seperti asam lemak omega-3 yang terdapat pada ikan dan kacang-kacangan telah menunjukkan efek perlindungan terhadap diabetes mellitus (RD) melalui sifat anti-inflamasi dan penstabil vaskularnya<sup>9,10</sup>. Meskipun semakin banyak bukti yang menunjukkan peran intervensi diet dalam pencegahan dan penanganan dari RD, pemahaman yang komprehensif dan aplikasi klinisnya masih menjadi tantangan. Variabilitas dalam desain studi, metode penilaian diet, dan populasi pasien berkontribusi pada kompleksitas interpretasi temuan dan penetapan rekomendasi diet yang jelas bagi individu dengan diabetes<sup>11</sup>. Beberapa pola makan sehat yang menekankan kualitas diet secara keseluruhan dapat diadaptasi untuk pencegahan diabetes<sup>12</sup>. Modifikasi pola makan merupakan pendekatan yang mudah dan terjangkau untuk manajemen komprehensif diabetes dan komplikasi mikrovaskularnya pada pasien diabetes. Penelitian di India yang mengkaji korelasi antara pola makan dan risiko RD masih terbatas. Dalam studi ini, peneliti bertujuan untuk meninjau secara komprehensif hubungan antara pola makan dan perkembangan dari RD. Secara khusus, penelitian ini menyelidiki dampak berbagai jenis makanan terhadap perkembangan RD pada pasien diabetes melitus tipe 2 yang tinggal di wilayah perkotaan di India Selatan. Penelitian bertujuan untuk merangkum hubungan antara faktor sosiodemografi, pola makan, dan klinis dengan retinopati diabetik.

## METODE

Penelitian *cross-sectional* atau studi potong lintang dilakukan selama periode enam bulan antara bulan November 2023 dan April 2024 terhadap responden yang pernah berobat jalan dengan riwayat diabetes minimal satu tahun. Ukuran sampel dihitung menggunakan rumus proporsi tunggal  $(Za/2p(1-p)/d^2)^{13}$  dengan asumsi prevalensi (p) sebesar 16,3%, nilai distribusi normal baku pada tingkat kepercayaan 95% (Z) sebesar 1,96, dan margin kesalahan (d) sebesar 5%. Secara total, ukuran sampel yang dibutuhkan untuk studi ini ditetapkan sebesar 20,9<sup>13</sup>, termasuk 10% responden yang tidak berpartisipasi, sehingga total sampel yang memenuhi kriteria inklusi adalah 229 responden. Setelah data 13 subjek yang tidak lengkap dihilangkan, analisis akhir dilakukan terhadap 216 subjek (RD=90, DTR=126). Peserta berusia antara 18 dan 65 tahun yang menerima perawatan di bagian rawat jalan di rumah sakit, telah didiagnosis menderita Diabetes Melitus setidaknya selama satu tahun sebelum tanggal dimulainya penelitian. Kriteria eksklusi mencakup pasien tanpa diagnosis DM selama minimal satu tahun atau di luar kriteria usia. Protokol penelitian ditinjau oleh Komite Etik Institusional Manusia (IHEC) PSG IMS&R (No. Referensi: PSG/IHEC/2022/Appr/FB/010 tanggal 16/03/2022). Pemeriksaan mata meliputi pemeriksaan segmen

anterior dengan slit-lamp dan pemeriksaan fundus yang melebar menggunakan mikroskopi bio slit-lamp (90D) dan oftalmoskopi tidak langsung (20D) untuk menilai RD<sup>16</sup>.

Kuesioner Frekuensi Makanan (FFQ) yang terukur, dikelola oleh pewawancara, dan mudah direkam untuk menilai asupan gizi individu dibuat dengan menyesuaikan daftar makanan dari instrumen yang dikembangkan untuk menilai asupan makanan di India Utara<sup>14</sup> dan skala penilaian yang diadaptasi<sup>15</sup>. Asupan makanan dicatat sebagai jumlah (dalam gram) makanan yang biasanya dikonsumsi per hari, minggu, atau bulan untuk menghitung asupan individu dan frekuensi konsumsi. Dalam Kuesioner Frekuensi Makanan (FFQ), kategori frekuensi dikurangi dari empat menjadi tiga tingkat: sekali sehari atau lebih sering, sekali seminggu, atau lebih jarang. Draft FFQ telah diuji coba, tanpa revisi yang diperlukan. Mahasiswa dietetik terlatih melakukan pengumpulan data melalui wawancara terstruktur yang dijadwalkan secara terpisah. Setiap peserta menyelesaikan ingatan makanan 24 jam yang dilaporkan sendiri pada dua hari yang tidak berurutan, yang mencatat asupan makanan dan minuman mereka selama tiga bulan terakhir. Wawancara, yang dilakukan di klinik rawat jalan, menggabungkan pertanyaan terbuka tentang pola makan yang biasa dengan pertanyaan terstruktur untuk menangkap asupan total seakurat mungkin. Data diproses menggunakan Tabel Komposisi Makanan India (2017) untuk memperkirakan asupan gizi.

Pengukuran antropometri, tinggi badan, dan berat badan dilakukan menggunakan timbangan standar, dan nilai Tekanan Darah didapat dari rekam medis pada hari kunjungan ke klinik rawat jalan. Tinggi badan diukur menggunakan metode peregangan. Berat badan diukur menggunakan timbangan elektronik terkalibrasi. Saat menimbang, peserta diminta berdiri di tengah untuk menghindari kesalahan. Variabel demografi independen meliputi usia, jenis kelamin, riwayat diabetes dalam keluarga, durasi diabetes, pekerjaan, adanya pengobatan farmakologis, adanya tekanan darah tinggi<sup>17</sup>, Tinggi Badan, Berat Badan, dan kategori IMT (normal atau kelebihan berat badan/obesitas). Variabel independen untuk pola makan dibuat untuk analisis (lebih sering atau lebih jarang) untuk setiap item dalam FFQ (lihat pada tabel 1&2).

Data dinilai distribusinya menggunakan uji Shapiro-Wilk karena ukuran sampelnya lebih kecil. Analisis statistik dilakukan menggunakan Jamovi 2.3.24, perangkat lunak statistik sumber terbuka, dan IBM SPSS Statistics 21. Analisis bivariat dilakukan menggunakan uji Chi-square atau uji eksak Fisher untuk variabel kategoris yang memengaruhi RD. Variabel yang berhubungan signifikan dengan luaran ( $p\text{-value}<0,05$ ) dipertimbangkan untuk dimasukkan dalam regresi logistik binomial multivariabel. Koefisien positif dan rasio  $OR>1$  menunjukkan kemungkinan RD yang lebih tinggi dengan prediktor spesifik, sementara koefisien negatif dan rasio  $OR<1$  menunjukkan efek protektif terhadap retinopati diabetik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Karakteristik Demografi dan Klinis**

Penelitian ini melibatkan 216 pasien diabetes tipe II, 90 dengan retinopati dan 126 tanpa retinopati. Mayoritas peserta penelitian (73%) berusia antara 40 dan 59 tahun. Temuan penting lainnya adalah prevalensi RD yang sangat tinggi di antara individu berusia 60 tahun ke atas. Lebih lanjut, 38% peserta berusia 40-59 tahun juga ditemukan memiliki RD. Namun, analisis regresi logistik biner menunjukkan bahwa bertambahnya usia berkaitan dengan peluang yang lebih rendah untuk mengalami luaran yang diteliti, dengan signifikansi statistik. Rasio

peluang dan interval kepercayaan memberikan pemahaman kuantitatif tentang hubungan ini, yang menunjukkan hubungan negatif antara usia, karena sebagian besar individu yang terkena berada dalam kelompok usia 40-59 tahun, dengan kemungkinan luaran tersebut. Lebih lanjut, mayoritas pasien diabetes tanpa retinopati (65,6%) mengalami obesitas atau kelebihan berat badan. Selain itu, mayoritas (85%) dalam kategori ini telah menyelesaikan pendidikan tinggi. Lebih dari 60% penderita diabetes menderita hipertensi, dan 17% mengalami hiperkolesterolemia.

**Tabel 1.** Distribusi frekuensi faktor sosiodemografi, diet, dan klinis (n=216)

| Kategori  | Ada atau Tidaknya RD                |                     | p-value    |
|---|-------------------------------------|---------------------|------------|
|   | Penderita Diabetes tanpa Retinopati | Retinopati Diabetik |            |
|   | n (%)                               | n (%)               |            |
| Jenis Kelamin                                       |                                     |                     |            |
| Pria  | 77 (53,1)                           | 68 (46,9)           | 0,026*     |
| Wanita  | 49 (69)                             | 22 (31)             |            |
| Usia  |                                     |                     |            |
| 18-39 tahun   | 23 (95,8)                           | 1 (4,2)             | 0,001*     |
| 40-59 tahun   | 103 (66)                            | 53 (34)             |            |
| Diatas 59 tahun                                     | 0 (0)                               | 36 (100)            |            |
| Pendidikan  |                                     |                     |            |
| SD  | 13 (21,3)                           | 48 (78,7)           | 0,001*     |
| SMP   | 28 (49,1)                           | 29 (50,9)           |            |
| SMA   | 85 (86,7)                           | 13 (13,3)           |            |
| Pekerjaan   |                                     |                     |            |
| Tidak banyak bergerak - Guru, pegawai bank, ahli IT | 18 (100)                            | 0 (0)               | 0,001*     |
| Ibu rumah tangga                                    | 32 (66,7)                           | 16 (33,3)           |            |
| Pensiunan   | 14 (56)                             | 11 (44)             |            |
| Lainnya   | 62 (49,6)                           | 63 (50,4)           |            |
| Pendapatan Bulanan                                  |                                     |                     |            |
| < USD 225   | 58 (40,3)                           | 86 (59,7)           | <0,001*    |
| > USD 225   | 68 (94,4)                           | 4 (5,6)             |            |
| Kategori BMI  |                                     |                     |            |
| Normal  | 46 (48,9)                           | 48 (51,1)           | 0,014*     |
| Kelebihan Berat Badan & Obesitas                    | 80 (65,6)                           | 42 (34,4)           |            |
| Perawatan Farmakologis                              |                                     |                     |            |
| Tidak   | 71 (100)                            | 0 (0)               | 0,001*     |
| Iya   | 55 (37,9)                           | 90 (62,1)           |            |
| Hipertensi  |                                     |                     |            |
| Tidak   | 27 (37,5)                           | 45 (62,5)           | 0,001*     |
| Iya   | 99 (68,8)                           | 45 (31,3)           |            |
| Rata-rata Asupan Makanan (minimum, maksimum)        |                                     |                     |            |
| Karbohidrat   | 232 (136,343)                       | 210 (113,454)       | <0,001**   |
| Protein   | 64 (35,2,93)                        | 43.6 (21,65)        | <0,001**   |
| Total Lemak   | 58.9 (16,6,99,4)                    | 42.2 (20,98,7)      | <0,001**   |
| Kalori  | 1794 (1086,266)                     | 1519 (902,309)      | <0,001**   |
| Persiapan sereal                                    |                                     |                     |            |
| Sekali sehari atau kurang sering                    | 1 (100)                             | 0 (0)               | 0,39b, c   |
| Tiga kali sehari atau lebih sering                  | 125 (58,1)                          | 90 (41,9)           |            |
| Olahan milet  |                                     |                     |            |
| Sekali saminggu atau lebih jarang                   | 51 (56,7)                           | 39 (43,3)           | 0,675      |
| Sekali sehari atau lebih sering                     | 75 (59,5)                           | 51 (40,5)           |            |
| Kacang-kacangan                                     |                                     |                     |            |
| Sekali saminggu atau lebih jarang                   | 6 (66,7)                            | 3 (33,3)            | 0,60b      |
| Sekali sehari atau lebih sering                     | 120 (58)                            | 87 (42)             |            |
| Kacang-kacangan                                     |                                     |                     |            |
| Sekali saminggu atau lebih jarang                   | 0 (0)                               | 10 (100)            | <0,001*, b |

| Kategori                                    | Ada atau Tidaknya RD                |                     | p-value    |
|---|-------------------------------------|---------------------|------------|
|   | Penderita Diabetes tanpa Retinopati | Retinopati Diabetik |            |
|   | n (%)                               | n (%)               |            |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 126 (61,2)                          | 80 (38,8)           |            |
| Sayuran berdaun hijau                       |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 0 (0)                               | 8 (100)             | 0,001*, b  |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 126 (60,6)                          | 82 (39,4)           |            |
| Sayuran                                     |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 0 (0)                               | 6 (100)             | <0,001*, b |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 126 (60)                            | 84 (40)             |            |
| Buah-buahan segar                           |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 3 (10,7)                            | 25 (89,3)           | <0,001*    |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 123 (65,4)                          | 65 (34,6)           |            |
| Buah-buahan kering                          |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 31 (45,6)                           | 37 (54,4)           | 0,010*     |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 95 (64,2)                           | 53 (35,8)           |            |
| Susu & Yogurt                               |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 4 (23,5)                            | 13 (76,5)           | 0,002*     |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 122 (61,3)                          | 77 (38,7)           |            |
| Ghee & Mentega                              |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 39 (56,5)                           | 30 (43,5)           | 0,711      |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 87 (59,2)                           | 60 (40,8)           |            |
| Keju & Paneer                               |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau lebih jarang           | 79 (63,2)                           | 46 (36,8)           | 0,089      |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 47 (51,6)                           | 44 (48,4)           |            |
| Daging merah                                |                                     |                     |            |
| Tiga kali seminggu atau lebih sering        | 39 (44,8)                           | 48 (55,2)           | 0,001*     |
| Beberapa kali sebulan atau lebih jarang     | 87 (67,4)                           | 42 (32,6)           |            |
| Unggas - Ayam                               |                                     |                     |            |
| Tiga kali seminggu atau lebih sering        | 25 (42,4)                           | 34 (57,6)           | 0,004*     |
| Beberapa kali sebulan atau lebih jarang     | 101 (64,3)                          | 56 (35,7)           |            |
| Ikan  |                                     |                     |            |
| Tiga kali seminggu atau lebih sering        | 33 (55)                             | 27 (45)             | 0,538      |
| Beberapa kali sebulan atau lebih jarang     | 93 (59,6)                           | 63 (40,4)           |            |
| Telur                                       |                                     |                     |            |
| Tiga kali seminggu atau lebih sering        | 16 (41)                             | 23 (59)             | 0,015*     |
| Beberapa kali sebulan atau lebih jarang     | 110 (62,1)                          | 67 (37,9)           |            |
| Kacang Tanah                                |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau kurang sering          | 11 (42,3)                           | 15 (57,7)           | 0,077      |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 115 (60,5)                          | 75 (39,5)           |            |
| Kelapa                                      |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau kurang sering          | 2 (22,2)                            | 7 (77,8)            | 0,03*, b   |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 124 (59,9)                          | 83 (40,1)           |            |
| Kacang Almond & Kacang Mete                 |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau kurang sering          | 39 (50)                             | 39 (50)             | 0,062      |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 87 (63)                             | 51 (37)             |            |
| Minyak Bunga Matahari                       |                                     |                     |            |
| Sekali sehari atau kurang sering            | 21 (60)                             | 14 (40)             | 0,827      |
| Tiga kali sehari atau lebih sering          | 105 (58)                            | 76 (42)             |            |
| Minyak kelapa                               |                                     |                     |            |
| Sekali sehari atau kurang sering            | 35 (62,5)                           | 21 (37,5)           | 0,462      |
| Tiga kali sehari atau lebih sering          | 91 (56,9)                           | 69 (43,1)           |            |
| Minyak kacang, minyak wijen, minyak mustard |                                     |                     |            |
| Sekali sehari atau kurang sering            | 14 (18,4)                           | 62 (81,6)           | 0,001*     |
| Tiga kali sehari atau lebih sering          | 112 (80)                            | 28 (20)             |            |
| Gula & Gula Merah                           |                                     |                     |            |
| Sekali seminggu atau kurang sering          | 17 (20,7)                           | 65 (79,3)           | 0,001*     |
| Sekali sehari atau lebih sering             | 109 (81,3)                          | 25 (18,7)           |            |

\* Statistik Chi-square signifikan pada level 0,05.

\*\* Data dibandingkan menggunakan uji Mann-Whitney U.

b. Lebih dari 20% sel dalam subtabel ini memiliki jumlah sel yang diharapkan kurang dari 0,05. Oleh karena itu, uji Fisher's Exact diterapkan, RD - Retinopati Diabetik

Di antara pasien RD, 1,11% memiliki Retinopati Diabetik non-proliferasif ringan (18,88%), sedang (7,77%), dan berat, sedangkan sisanya (72,22%) memiliki Retinopati Diabetik proliferasif. Pasien RD memiliki durasi diabetes rata-rata 16,91±8,1. Dan 60% responden melaporkan berpenghasilan kurang dari USD 225 per bulan. Terdapat hubungan negatif yang signifikan secara statistik dan kuat antara pendapatan bulanan yang lebih tinggi dan hasil yang dipelajari. Hasilnya mengungkapkan bahwa individu dengan pendapatan bulanan yang lebih tinggi memiliki peluang yang jauh lebih rendah untuk mengalami hasil dibandingkan dengan mereka yang berpenghasilan bulanan lebih rendah. Efek perlindungan ini ditekan oleh rasio peluang yang sangat rendah dan interval kepercayaan yang sempit yang tidak mencakup 1, yang menunjukkan hubungan yang kuat. Menunjukkan hubungan negatif yang signifikan secara statistik dan kuat antara kelompok studi dan RD. Pengamatan tingkat gangguan penglihatan dan kebutaan yang lebih tinggi di antara individu dari latar belakang sosial ekonomi rendah di India. Pembuat kebijakan harus memprioritaskan kelompok rentan ini untuk mengurangi kesenjangan perawatan kesehatan.

#### Hubungan antara Prediktor dan Diabetes, Status RD

Temuan penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti IMT, pengobatan farmakologis, tekanan darah, dan pola makan, termasuk susu, telur, lemak tak jenuh tunggal, keju, buah-buahan, sayur-sayuran, gula, gula aren, dan daging merah, juga ditemukan berhubungan signifikan dengan RD ( $p\text{-value}<0,05$ ). Analisis komparatif terhadap berbagai karakteristik terkait dengan ada atau tidaknya RD pada pasien diabetes menunjukkan bahwa perbedaan gender menunjukkan prevalensi RD yang lebih tinggi pada laki-laki (46,9%) dibandingkan perempuan (31%) dengan  $p\text{-value}$  signifikan sebesar 0,026, yang mengindikasikan potensi faktor risiko terkait gender untuk RD. Usia merupakan penentu penting, dengan individu berusia 18-39 tahun menunjukkan prevalensi yang sangat rendah (4,2%), sementara mereka yang berusia di atas 59 tahun menunjukkan prevalensi 100%, menggarisbawahi pentingnya usia dalam risiko menderita RD. Tingkat pendidikan juga memainkan peran penting; individu dengan pendidikan dasar memiliki prevalensi tinggi (78,7%) dibandingkan dengan mereka yang berpendidikan lebih dari menengah (13,3%). Selain itu, pekerjaan dan tingkat pendapatan berkorelasi signifikan dengan keberadaan RD, sementara kelompok berpenghasilan rendah menunjukkan prevalensi yang lebih tinggi. Pendapatan ditemukan terkait dengan risiko RD dalam penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan di Tiongkok dan di Inggris yang menunjukkan bahwa individu dengan pendapatan dan asuransi kesehatan sosial yang lebih tinggi memiliki kontrol glikemik yang lebih baik dan risiko RD yang lebih rendah (OR: 0,88) dibandingkan dengan mereka yang berpenghasilan lebih rendah<sup>11</sup>. Secara spesifik, data menunjukkan bahwa pasien yang dikategorikan memiliki

BMI normal, 46 (48,9%), tidak memiliki RD, sedangkan 48 (51,1%) memiliki RD, dengan  $p\text{-value}$  sebesar 0,014, menunjukkan adanya hubungan yang signifikan secara statistik.

Tercatat bahwa semua pasien RD perlu menjalani perawatan farmakologis karena tingkat keparahan diabetes yang mendasarinya memerlukan perawatan tersebut. Pasien tanpa hipertensi memiliki insiden RD yang lebih rendah (37,5%) dibandingkan dengan mereka yang hipertensi (68,8%). Secara keseluruhan, hasil ini menggarisbawahi interaksi yang kompleks antara perawatan farmakologis, hipertensi, dan perkembangan RD, yang menyoroti perlunya pemantauan dan manajemen yang cermat pada pasien diabetes. Dalam studi ini hipertensi merupakan faktor risiko yang signifikan untuk RD. Temuan ini sejalan dengan studi yang dilakukan<sup>18</sup> di mana pasien dengan T2DM menemukan bahwa kadar Tekanan Darah Sistolik (SBP) yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko RD, terutama ketika tekanan darah sistolik melebihi 132 mmHg, di mana setiap peningkatan 10 mmHg meningkatkan risiko sebesar 28%. Secara kolektif, temuan ini menggarisbawahi pentingnya mengelola hipertensi untuk mengurangi risiko RD. Studi ini juga membandingkan asupan karbohidrat, protein, lemak, dan kalori antara pasien RD dan pasien Diabetik Tanpa Retinopati (DTR). Asupan rata-rata pasien RD ditemukan lebih rendah dibandingkan dengan pasien diabetes tanpa retinopati: karbohidrat (210 g vs. 232 g), protein (43,6 g vs. 64 g), lemak (42,2 g vs. 58,9 g), dan asupan kalori (1519 kkal vs. 1794 kkal). Namun, perbedaannya signifikan secara statistik ( $p\text{-value}<0,05$ ). Pola makan yang memadai dapat secara signifikan mengurangi risiko diabetes dan Retinopati Diabetik<sup>19</sup>.

Terdapat hubungan yang signifikan antara konsumsi legum dan RD ( $p\text{-value}<0,001$ ). Mereka yang lebih sering mengonsumsi legum cenderung lebih kecil kemungkinannya untuk menderita RD. Konsumsi sayuran berdaun hijau secara signifikan berkaitan dengan risiko DR yang lebih rendah ( $p\text{-value}<0,001$ ). Individu yang sering mengonsumsi sayuran ini cenderung lebih kecil kemungkinannya untuk menderita RD. Serupa dengan sayuran berdaun hijau, konsumsi sayuran secara umum juga secara signifikan berkaitan dengan rendahnya RD ( $p\text{-value}<0,001$ ). Konsumsi buah sangat signifikan berkaitan dengan RD ( $p\text{-value}<0,001$ ). Individu yang jarang mengonsumsi buah cenderung lebih besar kemungkinannya untuk menderita DR. Peningkatan konsumsi buah dan sayur secara efektif mengurangi kemungkinan berkembangnya RD<sup>20</sup> dan memberikan efek perlindungan terhadapnya<sup>21</sup>. Buah-buahan dan sayuran berdaun hijau berkontribusi dalam menunda perkembangan RD dan mengurangi gangguan penglihatan<sup>22</sup>. Konsumsi buah dan sayur lebih dari dua kali seminggu dilaporkan oleh semua partisipan studi ( $n=219$ ), menunjukkan hubungan yang signifikan ( $p\text{-value}<0,05$ ). Namun, faktor risiko dan RD tidak dapat ditentukan secara konklusif dari pengamatan yang dilakukan oleh peneliti. Sebagian besar pasien RD dalam



studi ini menerima suplemen antioksidan dalam bentuk suplemen multivitamin. Meningkatkan konsumsi sayur dan buah dapat menurunkan risiko penyakit mata tertentu<sup>23</sup>. Studi epidemiologi telah melaporkan bahwa pola makan kaya antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, atokoferol, atau  $\beta$ karoten menunjukkan efek menguntungkan pada metabolisme glukosa dan pencegahan diabetes<sup>24</sup>.

Terdapat hubungan yang signifikan antara konsumsi buah kering dan RD ( $p$ -value<0,05). Konsumsi susu dan yogurt berhubungan signifikan dengan keberadaan RD ( $p$ -value<0,05). Individu yang mengonsumsi produk-produk ini lebih sering cenderung lebih kecil kemungkinannya mengalami RD. Terdapat hubungan yang signifikan antara konsumsi daging merah dan RD ( $p$ -value<0,05). Peningkatan konsumsi daging merah menyebabkan akumulasi Produk Akhir Glikasi Lanjutan (AGEs) di membran subretina dan pembuluh darah mikro, yang berperan dalam RD dan perkembangan katarak<sup>25</sup>. Mereka yang jarang mengonsumsi daging merah lebih mungkin untuk menderita RD. Konsumsi ayam berhubungan signifikan dengan RD ( $p$ -value<0,05). Individu yang lebih sering mengonsumsi ayam lebih kecil kemungkinannya untuk menderita RD. Konsumsi telur menunjukkan hubungan signifikan dengan RD ( $p$ -value<0,05). Konsumsi yang lebih tinggi dikaitkan dengan lebih rendahnya keberadaan RD. Terdapat hubungan signifikan antara konsumsi kelapa dan RD ( $p$ -value<0,05). Konsumsi kelapa yang sering dikaitkan dengan lebih rendahnya keberadaan RD. Terdapat hubungan yang sangat signifikan antara Lemak dan Minyak Tak Jenuh Tunggal (MUFA) dan RD ( $p$ -value<0,05). Individu yang

mengonsumsi lebih banyak MUFA lebih kecil kemungkinannya mengalami RD. Konsumsi gula dan gula aren sangat signifikan dalam kaitannya dengan RD ( $p$ -value<0,05). Konsumsi pemanis yang lebih tinggi ini dikaitkan dengan lebih rendahnya keberadaan RD. Disparitas ini mungkin disebabkan oleh kesadaran yang lebih tinggi di antara pasien RD mengenai risiko yang terkait dengan asupan gula tinggi, mungkin karena durasi diabetes melitus mereka yang lebih lama. Diet tinggi sukrosa dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah, yang krusial dalam perkembangan komplikasi vaskular pada diabetes. Untuk mencegah kehilangan penglihatan yang terkait dengan RD, intervensi dini dalam kebiasaan makan, terutama mengurangi asupan gula, sangat penting<sup>26,27</sup>. Namun, dalam penelitian ini, peneliti menemukan hubungan negatif yang signifikan secara statistik antara asupan gula dan gula aren dengan Retinopati Diabetik. Konsumsi sereal, kacang-kacangan, ghee dan mentega, keju dan paneer, ikan, kacang tanah, almond dan kacang mete, Lemak dan Minyak Tak Jenuh Ganda (PUFA), serta lemak dan minyak (SFA) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dalam penelitian ini. Mengonsumsi ikan berminyak setidaknya dua kali seminggu mengurangi risiko retinopati hingga hampir 60%. Konsumsi 85–141 g ikan berwarna gelap (seperti salmon, makerel, ikan todak, sarden, dan bluefish) per minggu dibandingkan tidak pernah dikaitkan dengan kemungkinan retinopati yang hampir 70% lebih rendah<sup>28</sup>. Konsumsi keju dan roti gandum menunjukkan penurunan risiko perkembangan RD di antara populasi penderita diabetes Australia usia kerja<sup>29</sup>.

**Tabel 2.** Regresi logistik binomial multivariabel yang menyelidiki prediktor RD di antara orang dewasa

| Kategori           | Koefisien Model - Status RD |  |
|--------------------|-----------------------------|--|
|                    | p-value                     | Rasio Peluang (IK 95%)                               |
| Jenis Kelamin      |                             |  |
| Perempuan          | 0,233                       | 4,63 (0,37 – 57,48)                                  |
| Laki-laki          | Referensi                   | –  |
| Usia               |                             |  |
| 18–39 tahun        | 0,492                       | 118,29 ( $4,4 \times 10^{-4}$ – $9,73 \times 10^7$ ) |
| ≥59 tahun          | 0,992                       | $4,4 \times 10^{-10}$ (0 – $\infty$ )                |
| 40–59 tahun        | Referensi                   | –  |
| Pendidikan         |                             |  |
| SD                 | 0.318                       | 0.374 (0.054 – 2.57)                                 |
| SMP                | 0.010*                      | 0.075 (0.011 – 0.53)                                 |
| SMA                | Referensi                   | –  |
| Pekerjaan          |                             |  |
| Ibu Rumah Tangga   | 0,149                       | 7,41 (0,49 – 112,8)                                  |
| Profesional TI     | 0,995                       | $2,4 \times 10^8$ (0 – $\infty$ )                    |
| Pensiunan          | 0,001*                      | 112,24 (6,92 – 1820,49)                              |
| Lainnya            | Referensi                   | –  |
| Pendapatan Bulanan |                             |  |
| < USD 225          | 0,004*                      | 0,0145 ( $8,3 \times 10^{-4}$ – 0,25)                |

| Kategori                        | Koefisien Model - Status RD |                        |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                                 | p-value                     | Rasio Peluang (IK 95%) |
| ≥ USD 225                       | Referensi                   | –                      |
| Kategori BMI                    |                             |                        |
| Kelebihan Berat Badan/Obesitas  | 0,691                       | 0,711 (0,13 – 3,82)    |
| Normal                          | Referensi                   | –                      |
| Hipertensi                      |                             |                        |
| Ya vs. Tidak                    | 0,037*                      | 1,154 (0,027 – 1,89)   |
| Buah Segar                      |                             |                        |
| ≤ Sekali/minggu                 | 0,27                        | 0,166 (0,007 – 4,04)   |
| ≥ Sekali/hari                   | Referensi                   | –                      |
| Buah Kering                     |                             |                        |
| ≤ Sekali/minggu                 | 0,049*                      | 11,41 (1,009 – 128,99) |
| ≥ Sekali/hari                   | Referensi                   | –                      |
| Susu & Yogurt                   |                             |                        |
| ≤ Sekali/minggu                 | 0,209                       | 0,142 (0,007 – 2,99)   |
| ≥ Sekali/hari                   | Referensi                   | –                      |
| Daging Merah                    |                             |                        |
| ≥3 kali/minggu                  | 0,994                       | 0,99 (0,127 – 7,78)    |
| Beberapa kali/bulan atau kurang | Referensi                   | –                      |
| Unggas (Ayam)                   |                             |                        |
| ≥3 kali/minggu                  | 0,789                       | 0,671 (0,036 – 12,58)  |
| Beberapa kali/bulan atau kurang | Referensi                   | –                      |
| Telur                           |                             |                        |
| ≥3 kali/minggu                  | 0,713                       | 1,92 (0,059 – 62,89)   |
| Beberapa kali/bulan atau kurang | Referensi                   | –                      |
| Minyak Kacang/Mustard/Wijen     |                             |                        |
| ≤ Sekali/hari                   | 0,001*                      | 0,029 (0,004 – 0,22)   |
| ≥ Tiga kali/hari                | Referensi                   | –                      |
| Gula & Gula Merah               |                             |                        |
| ≤ Sekali/minggu                 | 0,006*                      | 1,103 (0,021 – 1,52)   |
| ≥ Sekali/hari                   | Referensi                   | –                      |

\* Tingkat signifikan pada p-value<0,05, Rs.- Rupee.

Regresi Logistik Binomial Multivariabel (Tabel 2) menyelidiki prediktor RD, mengkaji hubungan antara berbagai prediktor dan kemungkinan RD pada individu dengan diabetes. Rasio odds Jenis Kelamin (4,6306) menunjukkan bahwa perempuan memiliki peluang sekitar 4,6 kali lebih tinggi untuk menderita RD dibandingkan laki-laki. Ini berarti, berdasarkan model ini, menjadi perempuan dikaitkan dengan kemungkinan yang lebih tinggi untuk menderita RD. Rasio odds untuk kategori usia tidak signifikan secara statistik, dan interval kepercayaan yang lebar serta rasio odds yang tinggi untuk kelompok usia 18-39 tahun menunjukkan bahwa estimasi model sangat tidak stabil, kemungkinan karena keterbatasan data atau faktor lain yang mungkin memerlukan investigasi lebih lanjut. Pasien dengan BMI normal memiliki peluang sekitar 0,71 kali lebih besar

(atau peluang 29% lebih rendah) untuk menderita RD dibandingkan dengan individu yang kelebihan berat badan atau obesitas. Dengan kata lain, memiliki BMI normal mungkin berkaitan dengan kemungkinan DR yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kelebihan berat badan atau obesitas. Rasio odds (OR: 112,23; 95%CI = 6,91, 1820) menunjukkan bahwa pensiunan memiliki kemungkinan yang jauh lebih tinggi untuk menderita DR dibandingkan dengan individu yang bekerja. Interval kepercayaan 95% yang lebar (6,91 hingga 1820) menunjukkan tingkat ketidakpastian yang tinggi mengenai risiko pastinya, tetapi hal ini menegaskan adanya hubungan yang signifikan secara statistik. Intinya, meskipun pensiunan tampaknya menghadapi risiko RD yang jauh lebih tinggi, dan prevalensi diabetes pada pensiunan dan mereka yang menderita RD merupakan

masalah yang signifikan secara global, lansia menghadapi risiko komplikasi dan mortalitas yang lebih tinggi<sup>30</sup>.

Dalam studi ini, Individu dengan tingkat pendidikan menengah memiliki risiko lebih rendah secara signifikan untuk mengembangkan retinopati. Rasio peluang sebesar 0,0753, bersama dengan interval kepercayaan 95% dan p-value, mengonfirmasi bahwa hubungan ini signifikan secara statistik dan tidak mungkin terjadi karena kebetulan. Pendidikan menengah tampaknya memberikan efek perlindungan yang kuat terhadap retinopati. Pendidikan (OR: 0,0753; 95% CI = 0,01, 0,53). Rasio ODD yang terkait dengan pendapatan bulanan (OR: 0,01; 95% CI = 0,01, 8,27x10<sup>-04</sup>, 0,25), menunjukkan hubungan yang signifikan dengan pendapatan. Individu dengan pendapatan bulanan di atas USD 225 memiliki peluang yang jauh lebih rendah (sekitar 1% dari peluang) untuk mengalami hasil dibandingkan dengan mereka yang berpenghasilan di bawah USD 225. Rasio peluang dan interval kepercayaan mengonfirmasi hubungan yang signifikan secara statistik, yang menunjukkan bahwa pendapatan yang lebih tinggi dikaitkan dengan risiko hasil yang jauh lebih rendah. Interval kepercayaan yang lebar mencerminkan ketidakpastian mengenai besarnya efek perlindungan ini, tetapi mendukung temuan umum tentang penurunan risiko. Rasio odds (OR: 1,15; 95%CI = 0,02, 1,89) untuk hipertensi dalam kaitannya dengan RD menunjukkan peningkatan kemungkinan 15% untuk mengembangkan DR pada individu dengan hipertensi dibandingkan dengan mereka yang tidak hipertensi.

Hasilnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat antara konsumsi buah kering dan peningkatan kemungkinan hasil yang dipelajari. Rasio peluang (OR: 11,41; 95% CI = 1,009, 128,98) menunjukkan peluang hasil yang jauh lebih tinggi bagi mereka yang mengonsumsi buah kering lebih sering dibandingkan dengan mereka yang mengonsumsinya lebih jarang. Interval kepercayaan, yang berkisar dari sedikit di atas 1 hingga hampir 129, menggarisbawahi pentingnya hubungan ini, meskipun rentang yang lebar menunjukkan beberapa ketidakpastian tentang besarnya efek yang tepat. Rasio peluang (OR: 0,028; 95%CI = 0,037, 0,22) menunjukkan bahwa konsumsi minyak kacang, minyak mustard, dan minyak wijen dikaitkan dengan peluang yang jauh lebih rendah (sekitar 2,8% dari peluang) untuk mengembangkan RD dibandingkan dengan mereka yang mengonsumsi minyak kelapa. Minyak ini memiliki efek perlindungan terhadap Retinopati Diabetik. Dalam penelitian ini, asupan minyak kacang, minyak kacang tanah, dan minyak wijen dikaitkan dengan penurunan peluang RD. Terdapat korelasi terbalik antara MUFA dan asam oleat dengan kemungkinan retinopati<sup>31,32</sup>. MUFA dan asam oleat, termasuk OA, dapat memberikan efek perlindungan terhadap perkembangan dan progresi RD dengan memengaruhi resistensi insulin dan inflamasi<sup>33</sup>.

Hubungan negatif antara konsumsi kacang-kacangan dan biji-bijian seperti almon, kacang tanah, dan biji chia menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi makanan ini memiliki peluang lebih rendah untuk mengalami efek samping dibandingkan dengan mereka

yang tidak mengonsumsinya. Diet Mediterania yang diperkaya kacang-kacangan dikaitkan dengan penurunan risiko Retinopati Diabetik sebesar 37%<sup>34</sup>. Konsumsi kacang tanah lebih jarang pada pasien RD (39,5%) dibandingkan dengan pasien diabetes non-retinopati (60,5%). Kacang tanah mengandung resveratrol (RSV), yang menghambat peningkatan kebocoran vaskular dan hilangnya perisit serta mengatur kadar protein VEGF pada retina tikus, sehingga menghambat perkembangan DR<sup>25</sup>.

Gula dan gula aren (OR: 1,10; 95%CI = 0,020, 1,521). Rasio peluang (OR) sebesar 1,10 untuk asupan gula dalam kaitannya dengan RD menunjukkan peningkatan sederhana dalam peluang terjadinya RD dengan setiap peningkatan unit konsumsi gula. Secara spesifik, hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap unit tambahan gula, kemungkinan terjadinya RD meningkat sebesar 10%. Sebagian besar peserta studi dari kedua kelompok mengonsumsi millet lebih sering. Peningkatan asupan millet (>2 kali per minggu), meskipun tidak ada signifikansi, millet mengandung serat pangan, yang membantu dalam manajemen glukosa darah dengan memperlambat penyerapan glukosa di usus halus dan menurunkan indeks glikemik makanan<sup>35</sup>. Di antara peserta studi, 60% mengonsumsi ikan (>2 kali per minggu). Tidak ada hubungan signifikan yang diamati antara daging ikan, konsumsi keju, dan Retinopati Diabetik. Banyak studi menunjukkan efek perlindungan dari konsumsi ikan terhadap hasil, di mana individu yang secara teratur mengonsumsi ikan lebih kecil kemungkinannya mengalami hasil kesehatan yang merugikan dibandingkan dengan mereka yang tidak mengonsumsi ikan<sup>28</sup>.

#### Kekuatan dan Batasan

Peneliti telah memasukkan bahan pangan dari kelompok pangan utama dan menilai asupan makronutrientnya, yang menentukan kekuatan studi. Meskipun studi ini telah disesuaikan dengan beberapa faktor seperti bias ingatan diet, IMT, dan pengobatan farmakologis, faktor pengganggu potensial lainnya, seperti tingkat aktivitas fisik dan predisposisi genetik, tidak sepenuhnya diperhitungkan. Faktor-faktor ini dapat mempengaruhi pilihan pola makan dan perkembangan RD. Dalam studi ini, interval kepercayaan yang lebih lebar diamati karena ukuran sampel tidak memberikan representasi yang tepat dari interval rata-rata populasi. Penelitian selanjutnya harus berupaya mengatasi keterbatasan ini untuk menghasilkan estimasi yang lebih kuat dan andal.

#### KESIMPULAN

Beberapa temuan penting diperoleh dalam penelitian ini, terutama hubungan antara kebiasaan makan dan risiko DR pada penderita DM tipe 2. Dibandingkan dengan individu tanpa RD, pasien RD biasanya mengonsumsi lebih sedikit kalori serta lebih sedikit protein, karbohidrat, dan lemak. Risiko RD terbukti berkorelasi kuat dengan variabel sosial ekonomi, hipertensi, dan makanan tertentu seperti gula, gula aren, dan buah kering. Temuan ini menunjukkan bahwa intervensi diet yang berfokus pada asupan gizi yang tepat



dan pilihan makanan seperti makanan rendah glikemik, tinggi serat, protein rendah lemak, dan lemak sehat, sekaligus membatasi gula dan karbohidrat olahan untuk mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi, berpotensi mengurangi risiko RD atau memperlambat perkembangannya, sehingga meningkatkan luaran klinis dan kualitas hidup pasien diabetes. Institusi pelayanan kesehatan harus memperkuat skrining dini, edukasi gizi, dan akses terhadap makanan sehat untuk mengurangi komplikasi diabetes dan mendorong penuaan yang lebih sehat pada pasien diabetes.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Rumah Sakit PSG, Coimbatore, India, dan para peserta studi atas dukungan mereka yang tak henti-hentinya.

#### KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Para penulis tidak memiliki konflik kepentingan untuk diungkapkan. Penelitian ini didanai sendiri.

#### KONTRIBUSI PENULIS

SD: Bertanggung jawab atas pengumpulan data, penyusunan, perancangan, dan koordinasi penyerahan naskah; SN: Konseptualisasi penelitian; AS: Membuat kuesioner dengan persetujuan dan mengelola kuesioner; YV: Membantu dalam analisis & interpretasi statistik; KA: Mengelola data yang dikumpulkan, penyusunan, dan penyerahan naskah; CV: Membantu dalam penyusunan naskah; BP: Mengelola pengumpulan data; MA: Penulisan manuskrip.

#### REFERENSI

- Hossain, M. Diabetes mellitus, the fastest growing global public health concern: early detection should be focused. *Health Sci. Rep.* **7**, e2004 (2024).
- International Diabetes Federation. Diabetes basics. <https://idf.org> (accessed 18 June 2024).
- Williams, R. *et al.* IDF Diabetes Atlas 2019. *Int. Diabetes Found.* **9**, 107843 (2019).
- Teo, Z. L. *et al.* Global prevalence of diabetic retinopathy and projection of burden through 2045: systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* **128**, 1580–1591 (2021).
- Gurudas, S. *et al.* National prevalence of vision impairment and blindness and associated risk factors in adults with diabetes: results from the SMART-India study. *Lancet Glob. Health* **12**, e838–e847 (2024).
- Schwingshackl, L. & Hoffmann, G. Mediterranean dietary pattern, inflammation and endothelial function: a systematic review and meta-analysis. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **24**, 929–939 (2014).
- Hu, F. B. Globalization of diabetes: the role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care* **34**, 1249–1257 (2011).
- Schwingshackl, L. *et al.* Food groups and risk of chronic disease: a protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst. Rev.* **5**, 125 (2016).
- Chong, M. F. F., Macdonald, R. & Lovegrove, J. A. Fruit polyphenols and CVD risk: a review of human intervention studies. *Br. J. Nutr.* **104** (Suppl), S28–S39 (2010).
- Kiecolt-Glaser, J. K. *et al.* Omega-3 fatty acids, oxidative stress and leukocyte telomere length: a randomized controlled trial. *Brain Behav. Immun.* **28**, 16–24 (2013).
- Guilbert, E. *et al.* Short-term effectiveness of nutrition therapy to treat type 2 diabetes in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* **12**, e056108 (2022).
- Ley, S. H. *et al.* Prevention and management of T2DM: dietary components and nutritional strategies. *Lancet* **383**, 1999–2007 (2014).
- Charan, J. *et al.* Sample size calculation in medical research: a primer. *Ann. Natl. Acad. Med. Sci. (India)* **57**, 74–80 (2021).
- Telles, S. *et al.* Development of a food frequency questionnaire to assess dietary intake for residents of northern India. *Indian J. Ancient Med. Yoga* **9**, 4 (2016).
- Rothenberg, E. *et al.* Relative validity of a short 15-item food frequency questionnaire measuring dietary quality. *Nutrients* **13**, 3754 (2021).
- Flaxel, C. J. *et al.* Diabetic retinopathy preferred practice pattern. *Ophthalmology* **127**, P66–P145 (2020).
- Jia, G. & Sowers, J. R. Hypertension in diabetes: an update of basic mechanisms and clinical disease. *Hypertension* **78**, 5 (2021).
- Luo, Y. F. *et al.* Nonlinear relationship between systolic blood pressure and diabetic retinopathy in type 2 diabetes. *medRxiv* (2022). <https://doi.org/10.1101/2022.10.18.22281231>.
- Bryl, A. *et al.* The effect of diet and lifestyle on the course of diabetic retinopathy: a review of the literature. *Nutrients* **14**, 1252 (2022).
- Boeing, H. *et al.* Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur. J. Nutr.* **51**, 637–663 (2012).
- She, C. *et al.* Association between dietary antioxidants and risk for diabetic retinopathy in a Chinese population. *Eye* **35**, 1977–1984 (2021).
- Rahimi-Madiseh, M. *et al.* The research and development on the antioxidants in prevention of diabetic complications. *Asian Pac. J. Trop. Med.* **9**, 825–831 (2016).
- Shah, J. *et al.* Dietary intake and diabetic retinopathy: a systematic review. *Nutrients* **14**, 5021 (2022).
- Valero-Vello, M. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective potential of natural foods and supplements for ocular health. *Foods* **10**, 1231 (2021).
- Misra, R. *et al.* Red meat consumption (heme iron intake) and risk for diabetes and comorbidities. *Curr. Diab. Rep.* **18**, 100 (2018).

26. Kearney, P. Review of the role of refined dietary sugars (fructose and glucose) in the genesis of retinal disease. *Clin. Exp. Ophthalmol.* (2024).
27. Yang, C., Yu, Y. & An, J. Effect of high-sucrose diet on the occurrence and progression of diabetic retinopathy. *Nutrients* **16**, 1393 (2024).
28. Sala-Vila, A. *et al.* Dietary marine  $\omega$ -3 fatty acids and incident sight-threatening retinopathy in type 2 diabetes. *JAMA Ophthalmol.* **134**, 1142–1149 (2016).
29. Millen, A. E. *et al.* Adequate vitamin D status is associated with reduced odds of diabetic retinopathy. *Cardiovasc. Diabetol.* **15**, 128 (2016).
30. Lau, D. C. Diabetes in the elderly: a silent global tsunami. *Can. J. Diabetes* **40**, 2–3 (2016).
31. Sasaki, M. *et al.* Associations of dietary polyunsaturated fatty acids with diabetic retinopathy in well-controlled diabetes. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **56**, 7473–7479 (2015).
32. Alcubierre, N. R. *et al.* Association of low oleic acid intake with diabetic retinopathy in type 2 diabetes. *Nutr. Metab.* **13**, 99 (2016).
33. Wang, Z. *et al.* Deciphering the role of oleic acid in diabetic retinopathy: an empirical analysis of monounsaturated fatty acids. *Nutr. Metab.* **21**, 97 (2024).
34. Díaz-López, A. *et al.* Mediterranean diet, retinopathy, nephropathy and microvascular diabetes complications: a post hoc analysis of a randomized trial. *Diabetes Care* **38**, 1117–1123 (2015).
35. Radhika, G. *et al.* Glycaemic index of Indian flatbreads (rotis) prepared using whole wheat flour and 'atta mix'. *Br. J. Nutr.* **102**, 1017–1023 (2009).