
Review Literature: an Update Faktor Risiko dan Skrining Awal Retinopati Diabetik

Literature Review: an Update Risk Factors and Early Screening of Diabetic Retinopathy

Andi Asram¹

Prema Hapsari Hidayati^{2*}

Zulfikri Khalil Novriansyah³

Hasan²

Marlyanti Nur Rahmah³

¹ Program Studi Profesi Dokter,
Fakultas Kedokteran, Universitas
Muslim Indonesia

² Departemen Ilmu Penyakit Dalam,
Fakultas Kedokteran, Universitas
Muslim Indonesia

³ Departemen Ilmu Kesehatan Mata,
Fakultas Kedokteran, Universitas
Muslim Indonesia

*email:

andiasram151@gmail.com

prema.hapsari@umi.ac.id

zulfikrikhalil.novriansyah@umi.ac.id

hasanumr65@gmail.com

marlyantinurrahmah.akib@umi.ac.id

Abstrak

Retinopati diabetik (RD) merupakan komplikasi mikrovaskular serius dari diabetes melitus (DM) yang dapat menyebabkan kebutaan bila tidak dideteksi secara dini. Prevalensi RD di Indonesia cukup tinggi, mencapai 43,1% pada pasien DM tipe 2, dengan 26,1% di antaranya mengancam penglihatan. Penelitian ini menggunakan metode literature review terhadap 10 artikel ilmiah yang relevan, dipublikasikan antara 2020–2025, untuk mengidentifikasi faktor risiko utama RD dan menekankan pentingnya skrining awal. Hasil kajian menunjukkan bahwa faktor risiko paling konsisten adalah durasi DM, kadar HbA1c tinggi, hipertensi, serta jenis kelamin laki-laki. Penurunan HbA1c sebesar 1% dapat menurunkan risiko RD hingga 40%, sedangkan penurunan tekanan darah 10 mmHg menurunkan risiko sebesar 35%. Dislipidemia juga berperan, meskipun hasil penelitian terkait masih bervariasi. Skrining awal RD terbukti efektif mencegah kebutaan melalui deteksi dini menggunakan fotografi fundus, Optical Coherence Tomography (OCT), dan teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI). Integrasi skrining ke layanan primer dan pemanfaatan telemedicine direkomendasikan untuk menjangkau daerah dengan akses terbatas. Kesimpulannya, pengendalian faktor risiko dan skrining rutin merupakan strategi utama dalam pencegahan RD dan pengurangan beban kesehatan masyarakat.

Kata Kunci:

Retinopati diabetik, diabetes melitus, faktor risiko, skrining dini, HbA1c, hipertensi

Keywords:

Diabetic retinopathy, diabetes mellitus, risk factors, early screening, HbA1c, hypertension

Abstract

Diabetic retinopathy (DR) is a severe microvascular complication of diabetes mellitus (DM) that can lead to blindness if not detected early. In Indonesia, DR prevalence reaches 43.1% among type 2 DM patients, with 26.1% posing a vision-threatening risk. This study employed a literature review of 10 relevant articles published between 2020–2025 to identify major risk factors for DR and emphasize the importance of early screening. Findings indicate that the most consistent risk factors include longer DM duration, elevated HbA1c, hypertension, and male gender. A 1% reduction in HbA1c lowers DR risk by up to 40%, while a 10 mmHg decrease in blood pressure reduces risk by 35%. Dyslipidemia also contributes, although evidence remains inconsistent. Early screening is crucial for preventing blindness, utilizing fundus photography, Optical Coherence Tomography (OCT), and AI-based technologies. Integration of screening into primary care and telemedicine is recommended to improve access in underserved areas. In conclusion, controlling risk factors and implementing routine screening are key strategies to prevent DR and reduce public health burden.

PENDAHULUAN

Retinopati Diabetika (RD) adalah kerusakan pada pembuluh darah mikro retina yang bersifat progresif yang dapat mengancam penglihatan dan dikaitkan dengan hiperglikemi berkepanjangan dan kondisi-kondisi lain yang berhubungan dengan diabetes mellitus (DM). Diabetes melitus sendiri merupakan penyakit metabolik jangka panjang yang ditandai dengan gangguan sensitivitas dan produksi insulin, sehingga menyebabkan hiperglikemia yang mengganggu berbagai metabolisme tubuh dan berujung pada komplikasi seperti penyakit jantung, kebutaan, gagal ginjal, serta amputasi anggota tubuh bagian bawah. (PERKENI, no date; Prema Hapsari Hidayati, Indah Lestari Daeng Kanang, Dzulrizka Razak and Basri, 2021; Primaputri *et al.*, 2022; Hill, 2023)

Dalam laporan WHO, RD adalah penyebab kebutaan pada sekitar 4% dari total 45 juta penderita kebutaan di seluruh dunia. Indonesia memiliki prevalensi RD terjadi pada pasien DM tipe 2 sebesar 43,1%, dengan sekitar 26,1% kasus RD yang mengancam penglihatan (PERDAMI 2018). Jumlah penderita diperkirakan akan terus meningkat seiring bertambahnya penderita diabetes yang di perkirakan sekitar 98.400 orang akan menderita diabetes pada tahun 2030, dengan 11.000 di antaranya diperkirakan akan mengalami kebutaan. Selain angka tersebut di dapatkan pula data yang tidak terduga pada penelitian di RSUP Wahidin Sudirohusodo bahwa prevalensi RD yang tidak terdiagnosis sebesar 71,11%. (Nursyamsi, Habibah S. Muhiddin, 2018)

Tingginya prevalensi RD di kaitkan dengan berbagai faktor risiko diantaranya seperti usia, pubertas, jenis kelamin, kehamilan, hipertensi, obesitas, dislipidemia, nefropati, durasi menderita diabetes, dan kontrol glikemik yang buruk. (Nafia *et al.*, 2021; Hill, 2023) Dari faktor-faktor tersebut, gula darah yang tidak terkontrol dinyatakan sebagai faktor risiko utama yang menyebabkan RD, meskipun ada beberapa penelitian yang tidak menemukan hubungan yang signifikan antara kontrol glikemik dan kejadian RD. (Unung *et al.*, 2020; Nafia *et al.*, 2021; Sone, 2023)

Berdasarkan tingginya prevalensi RD di Indonesia serta hasil penelitian yang masih bervariasi dan kontradiktif, sangat penting untuk mengidentifikasi faktor risiko utama yang berperan dalam perkembangan RD. Skrining dini terhadap RD menjadi langkah krusial dalam upaya pencegahan kebutaan sebagai komplikasi dari diabetes melitus (DM), mengingat RD sering berkembang tanpa gejala pada tahap awal. Melalui skrining, pasien DM yang berisiko tinggi dapat dikenali lebih awal, sehingga memungkinkan pemantauan pengobatan dan pencegahan progresivitas penyakit. Skrining yang efektif juga berkontribusi dalam menurunkan beban kesehatan masyarakat dan meningkatkan kualitas hidup pasien. American Diabetes Association (ADA) dan World Health Organization (WHO) telah merekomendasikan skrining RD secara berkala dan integrasi teknologi seperti teleoftalmologi untuk menjangkau wilayah dengan akses terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dalam pelaksanaan skrining RD yang tepat, sehingga komplikasi berat dapat dicegah dan pengelolaan DM menjadi lebih optimal. (WHO, 2020; ADA, 2023)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya retinopati diabetik (RD) serta mengetahui skrining awal dalam upaya pencegahan penyakit tersebut. Secara khusus, penelitian ini berfokus pada identifikasi faktor risiko utama yang berhubungan dengan kejadian retinopati diabetik pada pasien diabetes melitus, menilai pengaruh durasi penyakit terhadap tingkat keparahan retinopati diabetik, menilai pengaruh kontrol glukosa darah terhadap perkembangan retinopati diabetik, serta menyusun rekomendasi skrining awal yang tepat berdasarkan hasil skrining dan faktor risiko yang ditemukan. Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan bacaan yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya terkait faktor risiko dan skrining awal retinopati diabetik, serta menambah informasi bagi akademisi dan masyarakat mengenai pentingnya deteksi

dini dan pengendalian faktor risiko untuk mencegah terjadinya retinopati diabetik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode literature review dengan menelaah hasil-hasil penelitian relevan terkait faktor risiko dan skrining awal retinopati diabetik. Proses penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui berbagai sumber daring seperti jurnal ilmiah, skripsi, buku teks, dan e-book. Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan relevansi dan kualitas menggunakan instrumen critical appraisal Joanna Briggs Institute (JBI) sesuai jenis penelitian, untuk menilai kelayakan, ketepatan desain, kesesuaian sampel, serta validitas hasil penelitian dengan Proses pencarian artikel dilakukan melalui tiga basis data utama, yaitu PubMed-MEDLINE, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: “diabetic retinopathy”, “diabetes mellitus”, “risk factors”, “early screening”, “HbA1c”, dan “Hypertension”.

Data yang digunakan merupakan data sekunder, dirangkum dalam tabel berisi penulis, tahun, desain studi, sampel, instrumen, hasil, serta konflik teori. Literatur yang dianalisis dipilih berdasarkan **kriteria inklusi**: Artikel penelitian asli (original research) dengan desain cross-sectional, cohort, atau case-

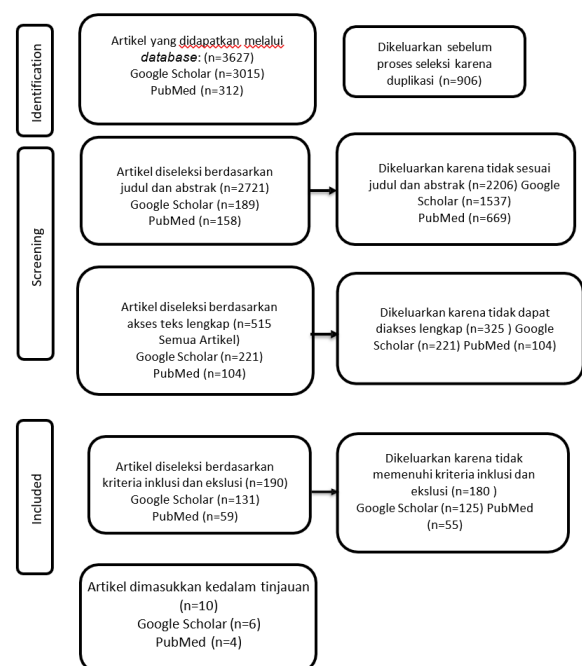
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode literature review (studi literatur), dengan mengumpulkan data melalui scholar search (penelusuran ilmiah) mengenai topik “Faktor Risiko dan Skrining Awal Retinopati Diabetik”. Sebelum dilakukan review, literature kemudian disaring terlebih dahulu sesuai alur dan kriteria yang diinginkan.

Tabel 1. Literatur

No	Tahun	Judul	Penulis	Metode	Faktor Risiko RD	Skrining awal
1	2022	Risk Factors for the Development of Retinopathy in	White et al., 2022	studi longitudinal observasional	<ul style="list-style-type: none"> Ras American Indian dibandingkan dengan ras kulit putih non-Hispanik (NHW). HbA1c yang lebih tinggi kadar glukosa puasa dan glukosa 2 jam selama tes toleransi glukosa oral. Hipertensi, Dislipidemia 	<ul style="list-style-type: none"> Fotografi fundus stereoskopik dilakukan pada empat titik waktu: tahun ke-1, 5, 11, dan 16 selama studi DPPOS. Gambar retina dinilai oleh Wisconsin Reading

control, pasien dewasa dengan diabetes tipe 1 atau 2, topik terkait faktor risiko atau skrining awal retinopati diabetik, desain studi observasional, uji klinis, atau review sistematis/meta-analisis, serta publikasi tahun 2020–2025. **Kriteria eksklusi**: studi tentang pengobatan retinopati diabetik, artikel yang tidak dapat diakses full text, artikel non-penelitian, serta literatur tanpa data kuantitatif. Hasil literature review kemudian disintesis untuk menyimpulkan faktor risiko dan metode skrining yang paling relevan.



Gambar 1. Prisma Study Flow Diagram

Literatur yang digunakan setelah disaring berjumlah 10 yang berkaitan dengan topik dan judul penelitian ini, kemudian dijadikan sebagai referensi. Literatur tersebut kemudian diulas dan rangkum untuk kemudian dibahas dan ditarik kesimpulan. Uraian literatur disajikan pada tabel di bawah ini:

		Prediabetes and Type 2 Diabetes: The Diabetes Prevention Program Experience		• kebiasaan merokok	Center menggunakan sistem ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study).	
2	2021	Screening for Diabetic Retinopathy with Extended Intervals, Safe and Without Compromising Adherence: A Retrospective Cohort Study	Sharif et al., 2021	Studi Cohort Retrospektif	<ul style="list-style-type: none"> • Durasi diabetes yang lebih lama • HbA1c (Hemoglobin A1c) yang lebih tinggi • Tekanan Darah Diastolik(TDS) TDS yang lebih tinggi • Usia lebih muda yang tidak patuh terhadap skrining 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografi fundus retina dengan kamera Topcon TRC-NW8. • Penilaian dilakukan berdasarkan International Clinical Diabetic Retinopathy Severity Scale.
3	2022	Male sex increases the risk of diabetic retinopathy in an urban safety-net hospital population without impacting the relationship between axial length and retinopathy	Qian et al., 2022	studi observasional cross-sectional	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada perbedaan signifikan antara jenis kelamin. • Durasi diabetes yang lebih lama • kadar HbA1c yang tinggi • Hipertensi • Panjang aksial mata (AL) yang lebih pendek 	<ul style="list-style-type: none"> • foto fundus ultra-widefield yang dikombinasikan dengan pengukuran panjang bola mata.
4	2023	Retinopati Diabetik : Manifestasi Klinis, Diagnosis, Tatalaksana dan Pencegahan	Purnama et al., 2023	Literatur review	<ul style="list-style-type: none"> • Durasi Diabetes Mellitus (DM) • Hipertensi (Tekanan Darah Tinggi) • Kadar HbA1c Tinggi • Faktor Genetik yang rentan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pemeriksaan Tajam Penglihatan menggunakan kartu Snellen atau logMAR. 2) Slit Lamp Biomicroscopy. 3) Tekanan Intraokular (TIO) 4) Gonioskopi (Pemeriksaan sudut bilik mata). 5) Funduskopi Pupil Lebar. 6) Pemeriksaan Penunjang: Foto Fundus dengan <ul style="list-style-type: none"> • Optical Coherence Tomography (OCT) • Fluorescein Angiography (FA) • Ultrasonografi (USG)
5	2022	Diabetic retinopathy progression in patients under monitoring for treatment or vision loss: external validation and update of a	Haider et al., 2023	Cohort retrospektif	<ul style="list-style-type: none"> • Durasi menderita DM di kaitkan dengan progresi DR • Nilai HbA1c yang lebih tinggi • Kolesterol total yang tinggi • Tekanan Darah Sistolik Yang Tinggi 	Pemeriksaan rutin pada program nasional bernama Diabetic Eye Screening Programme (DESP) di Inggris yaitu suatu layanan skrining populasi untuk pasien diabetes, dimulai sejak usia 12 tahun.

						multivariabl e prediction model
6	2022	Long-term prediction models for vision-threatening diabetic retinopathy using medical features from data warehouse	Jo et al., 2022	Studi Cohort Retrospektif	<ul style="list-style-type: none"> • Ketajaman penglihatan awal • Durasi pengobatan diabetes • Kadar hemoglobin terglikosilasi (HbA1c) • Kreatinin serum yang meningkat • Penurunan laju filtrasi glomerulus • Tekanan darah 	Data yang Dikumpulkan pada Skrining Awal: Demografi: <ul style="list-style-type: none"> • usia, jenis kelamin, tinggi, berat badan • Riwayat klinis: durasi pengobatan DM, tekanan darah, status merokok • Komorbiditas: hipertensi, penyakit ginjal kronis (CKD), penyakit jantung dan serebrovaskular • Laboratorium: HbA1c, glukosa, kreatinin, eGFR, BUN Visual acuity (VA): hanya data awal dari pemeriksaan mata
7	2023	Development and validation of a diabetic retinopathy risk prediction model for middle-aged patients with type 2 diabetes mellitus	Wang et al., 2023	Studi retrospektif observasional (Case Control)	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis kelamin (pria) • Penggunaan insulin • Durasi diabetes • Rasio albumin/kreatinin urin (UACR) – Tinggi UACR menandakan disfungsi endotel dan nefropati, terkait DR. • BUN (Blood Urea Nitrogen) Tinggi • Fosfor serum rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data klinis dasar: Jenis kelamin (laki-laki lebih berisiko) Lama menderita diabetes (durasi penyakit) Riwayat penggunaan insulin • Pemeriksaan laboratorium sederhana UACR (Urine Albumin-to-Creatinine Ratio): • Kadar fosfor serum • Model prediksi berbasis nomogram: Menggabungkan faktor-faktor di atas menjadi alat skrining berbasis web dapat digunakan dokter untuk menghitung risiko individual pasien T2DM usia 30–59 tahun.
8	2021	Diagnostic performance of deep-learning based screening methods for diabetic retinopathy in primary care—A meta-analysis	Wewetzer et al., 2021	Studi Meta-analisis sistematis	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar glukosa darah tinggi (hiperglikemia kronis) • Durasi diabetes • Kurangnya skrining rutin • Akses terbatas ke spesialis mata • Perbedaan tingkat prevalensi RD berdasarkan sektor layanan kesehatan Lebih tinggi di layanan sekunder/tersier dibandingkan layanan primer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deep Learning (DL) berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) dengan Sistem seperti IDx-DR (Intelligent Diagnostic for Diabetic Retinopathy) • EyeArt (Eye Automated Retinal Technology) • IRIS (Intelligent Retinal Imaging System), • EyePACS untuk membedakan antara pasien sehat dan pasien dengan RD
9	2022	Long-term Prediction Models for Vision-Threatening Diabetic Retinopathy Using Medical Features from Data Warehouse	Rigato et al., 2022	Studi observasional retrospektif.	<ul style="list-style-type: none"> • HbA1c tinggi • Durasi diabetes lebih lama • Penyakit jantung koroner (CHD). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ophthalmoscope otomatis dari NextSight. Penilaian berdasarkan klasifikasi ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study).
10	2023	The Role of Inflammatio	Gomulka & Ruta, 2023	Studi Literatur Review	<ul style="list-style-type: none"> • Hiperglikemia Kronis • Hypoinsulinemia • Dislipidemia 	<ul style="list-style-type: none"> • Skrining tahunan pasien diabetes

n and
Therapeuti
c Concepts
in Diabetic
Retinopath
y—A Short
Review

- Hipertensi
- Durasi Diabetes
- Jenis Kelamin Wanita.
- Stres Oksidatif & Peradangan Kronis.
- Gangguan Fungsi Retina Awal.
- Iskemia Retina & Hipoksia

- Fotografi Fundus Digital dianalisis oleh tenaga medis atau sistem berbasis AI.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap sepuluh literatur ilmiah yang dikaji dalam penelitian ini, ditemukan bahwa retinopati diabetik (RD) merupakan komplikasi kronis yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko sistemik dan lokal. Diantara beberapa faktor risiko yang berperan adalah durasi diabetes mellitus, Kadar HbA1c, hipertensi, dan jenis kelamin

Durasi diabetes mellitus

Salah satu faktor risiko yang paling konsisten ditemukan adalah durasi menderita diabetes mellitus (DM). Hampir seluruh studi menyatakan bahwa semakin lama seseorang menderita DM, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya RD. Hal ini disebabkan oleh paparan hiperglikemia kronis yang dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan mikrovaskular retina secara progresif. Sebagai contoh, studi oleh Ali Sharif et al. menunjukkan bahwa pasien dengan durasi DM selama 7,5 tahun memiliki risiko progresi RD yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang hanya 4,5 tahun. Bahkan, studi longitudinal oleh Neil H. White et al. menunjukkan bahwa RD dapat terjadi sejak fase prediabetes, menandakan bahwa kerusakan retina bisa dimulai bahkan sebelum diagnosis DM ditegakkan secara klinis. (Sharif, Jendle and Hellgren, 2021; Jo et al., 2022; White et al., 2022)

Klasifikasi Retinopati Diabetik

Retinopati diabetik diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahan dan perubahan patologis pada retina:

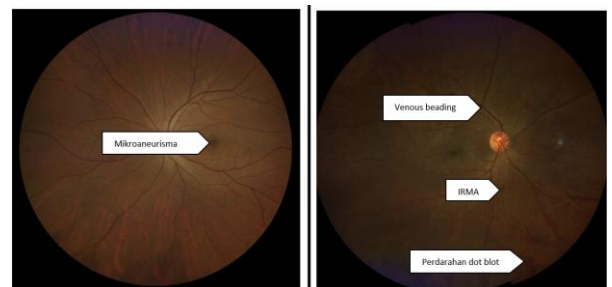
1. Retinopati Diabetika Non-Proliferatif (NPDR)

Ciri umum: Perubahan mikrovaskular intraretinal tanpa neovaskularisasi ekstraretinal.

Lesi yang ditemukan: Mikroaneurisma, perdarahan dot blot, eksudat keras, edema retina, cotton wool spots, IRMA, venous beading.

Tahapan:

- a. Ringan: Hanya mikroaneurisma.
- b. Sedang: Mikroaneurisma + perdarahan dot blot + eksudat keras + cotton wool spot(CWS) + venous beading + *Intraretinal Microvascular Abnormalities*(IRMA).
- c. Berat (Preproliferaatif): Aturan 4:2:1 pada *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS):
 - 1) Perdarahan di 4 kuadran.
 - 2) Venous beading di 2 kuadran.
 - 3) IRMA di 1 kuadran.
- d. Sangat Berat: Dua dari tiga kriteria di atas. NPDR risiko 45% menjadi PDR dalam 1 tahun. (Kemkes, 2023; Johnson, 2024)



Sumber : Kemkes. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran : Tata Laksana Retinopati Diabetika. Kementerian Kesehatan Republik Indones. 2023;1–36.

Gambar 2.1. Retinopati Diabetika Non Proliferaatif Ringan(kiri) dan Retinopati Diabetik Non Proliferaatif Berat(kanan) (Kemkes, 2023)

2. Retinopati Diabetika Proliferaatif (PDR)

Ciri umum: Adanya neovaskularisasi retina akibat iskemia.

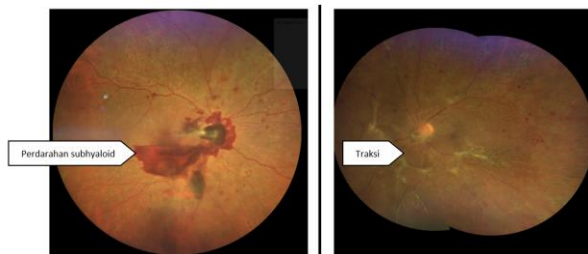
Komplikasi: Perdarahan vitreus, jaringan fibrotik → traksi retina → ablasi retina.

Tahapan:

Awal: Neovaskularisasi di diskus (NVD) atau area lain (NVE).

Risiko Tinggi: NVD $>1/4$ diameter diskus(DD) atau NVD $<1/4$ DD + perdarahan vitreus, atau NVE $>1/2$ DD + perdarahan vitreus.

Advanced: PDR risiko tinggi + ablasio retina traksional melibatkan makula. (Kemkes, 2023; Johnson, 2024)



Sumber : Kemkes. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran : Tata Laksana Retinopati Diabetika. Kementerian Kesehat Republik Indonesia. 2023;1-36.

Gambar 2.2. Retinopati diabetika proliperatif dengan perdarahan subhyaloid(Kiri) dan retinopati diabetika proliferatif berat dengan ablasio retina traksional(kanan) (Kemkes, 2023)

3. Edema Makula Diabetika/Diabetic Macular Edema (DME) dan dan Clinically Significant Makular Edema (CSME)

Definisi: Penebalan retina sentral akibat kebocoran vaskular.

Klasifikasi: Berdasarkan keterlibatan pusat makula (melibatkan atau tidak).

CSME (ETDRS): Edema dalam jarak 500 μ m dari fovea atau zona penebalan >1 disc area dekat pusat.

Saat ini: Istilah CSME jarang digunakan, diganti dengan klasifikasi EMD menurut International Council of Ophthalmology (3 kategori berdasarkan OCT) berdasarkan kategori tersebut akan menentukan kebutuhan penanganan dan rekomendasi penanganan tingkat lanjut.

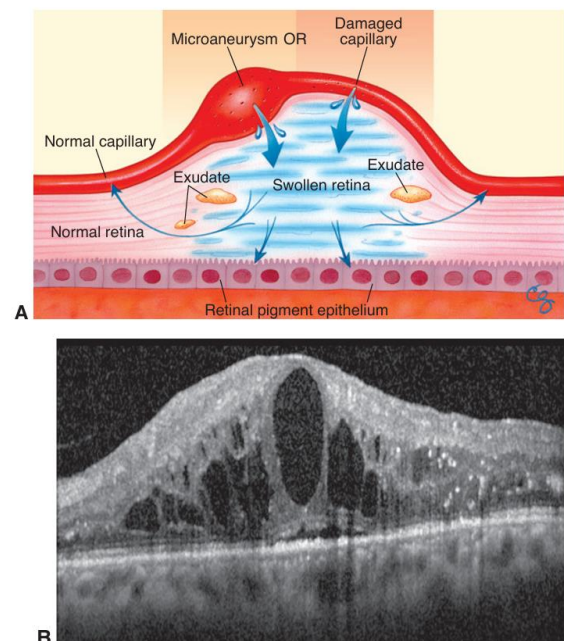
Tabel 2. Klasifikasi Internasional Edema Makula Diabetika/Diabetic Macular Edema(Kemkes, 2023)

Edema Makula Diabetika (EMD)	Temuan yang dapat diamati pada <i>Dilated Ophthalmoscopy</i> *
Tidak ada EMD	Tidak terdapat penebalan retina atau eksudat keras pada makula
<i>Noncentral-involved</i> EMD	Penebalan retina pada makula yang tidak meliputi zona <i>central subfield</i> dengan diameter 1 mm
<i>Central-involved</i> EMD	Penebalan retina pada makula yang meliputi zona <i>central subfield</i> dengan diameter 1 mm

Sumber : Kemkes. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran : Tata Laksana Retinopati Diabetika. Kementerian Kesehat Republik Indonesia. 2023;1-36.

*Eksudat keras merupakan sebuah tanda adanya edema makula sekarang atau sebelumnya. EMD didefinisikan sebagai penebalan

retina, dan membutuhkan penilaian tiga dimensi yang paling baik dilakukan melalui sebuah pemeriksaan pelebaran menggunakan slit lamp biomicroscopy dan/atau stereo-fundus photography.



Gambar 2.2. Edema makula diabetik (DME). A. Ilustrasi mekanisme DME, menunjukkan pembentukan penebalan retina akibat kerusakan penghalang darah-retina. B. Pindaian OCT spektral-domain DME. Meskipun terdapat perubahan kistik yang luas pada lapisan plexiform luar dan lapisan nuklear luar, garis membran pembatas eksternal tampak utuh sepanjang area pindaian, kecuali adanya artefak bayangan dari lesi hiperreflektif yang lebih superficial. Perhatikan adanya pelepeasan fovea.

Kadar HbA1c

Selain durasi penyakit, kadar HbA1c sebagai indikator kontrol glukosa jangka panjang juga terbukti sangat berpengaruh terhadap risiko RD. Dalam beberapa studi, peningkatan kadar HbA1c secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya RD. Misalnya, peningkatan 1 standar deviasi HbA1c (sekitar 0,7%) dapat meningkatkan risiko RD hampir dua kali lipat. Temuan ini memperkuat rekomendasi klinis dari organisasi seperti ADA dan PERKENI bahwa menjaga kadar HbA1c di bawah 7% dapat menurunkan risiko RD secara signifikan. Bahkan, penurunan 1% HbA1c dapat menurunkan risiko RD hingga 40%, menurunkan progresivitas penyakit sebesar 25%, dan menurunkan risiko kebutaan sebesar 15%.(PERKENI, no date; White et al., 2022; Haider et al., 2023; Wang et al., 2023; Namirah et al., 2025)

Hipertensi

Faktor risiko lain yang juga berperan penting adalah hipertensi. Tekanan darah tinggi, baik sistolik maupun diastolik, berkontribusi terhadap kerusakan pembuluh darah retina. Studi oleh Jing Qian et al. dan Sajjad Haider et al. menunjukkan bahwa pasien dengan hipertensi memiliki risiko lebih tinggi mengalami progresi RD. Penurunan tekanan darah sebesar 10 mmHg bahkan dapat menurunkan risiko RD hingga 35%. Oleh karena itu, pengelolaan tekanan darah harus menjadi bagian integral dari strategi pencegahan RD, tidak hanya fokus pada kontrol glukosa semata. (Qian et al., 2022; Haider et al., 2023; Kemkes, 2023)

Faktor ginjal & kerusakan vaskular sistemik terkait

Indikator fungsi ginjal seperti kreatinin, eGFR (estimated Glomerular Filtration Rate), UACR (Urine Albumin-to-Creatinine Ratio), dan BUN (Blood Urea Nitrogen) memiliki hubungan erat dengan risiko terjadinya retinopati diabetik karena keduanya merupakan manifestasi kerusakan mikrovaskular akibat diabetes. Peningkatan kadar kreatinin dan penurunan eGFR menunjukkan gangguan fungsi ginjal yang sering berjalan paralel dengan kerusakan pembuluh darah retina. UACR yang tinggi menandakan kebocoran protein akibat disfungsi endotel kapiler ginjal, yang juga mencerminkan kerentanan vaskular retina. Demikian pula, kadar BUN yang tinggi mengindikasikan gangguan metabolisme nitrogen dan kerusakan ginjal yang berhubungan dengan komplikasi mikrovaskular sistemik. Dalam model prediksi jangka panjang dan nomogram untuk pasien usia menengah, variabel-variabel ini muncul sebagai prediktor penting karena mudah diukur melalui pemeriksaan laboratorium rutin dan memberikan gambaran komprehensif tentang status mikrovaskular pasien. Oleh karena itu, pemeriksaan indikator fungsi ginjal tidak hanya relevan untuk mendeteksi nefropati diabetik, tetapi juga penting untuk stratifikasi risiko retinopati diabetik, sehingga dapat

membantu menentukan prioritas skrining dan intervensi dini. (Jo et al., 2022; Wang et al., 2023; Andi et al., 2024)

Jenis Kelamin dan Dislipidemia

Jenis kelamin juga ditemukan sebagai faktor yang memengaruhi risiko RD. Studi oleh Jing Qian et al. menunjukkan bahwa laki-laki memiliki prevalensi RD yang lebih tinggi dibandingkan perempuan, meskipun tidak ditemukan perbedaan signifikan dalam tingkat keparahan. Perbedaan ini mungkin dipengaruhi oleh faktor hormonal, gaya hidup, atau kepatuhan terhadap pengobatan. Sementara itu, dislipidemia juga disebutkan dalam beberapa studi sebagai faktor risiko tambahan, terutama kadar kolesterol total dan trigliserida yang tinggi. Namun, hasilnya tidak selalu konsisten. Dalam beberapa studi, dislipidemia tidak menunjukkan hubungan signifikan terhadap RD, sehingga peran faktor ini mungkin bersifat kontekstual dan perlu dikaji lebih lanjut. (Qian et al., 2022; Haider et al., 2023; Tiwari, Chander and Singh, 2023)

Skrining awal RD menjadi aspek penting dalam pencegahan kebutaan akibat komplikasi ini. Hampir semua studi menekankan pentingnya deteksi dini melalui metode seperti fotografi fundus retina, Optical Coherence Tomography (OCT), dan angiografi retina. Teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) dan deep learning juga mulai banyak digunakan dalam skrining RD, terutama di layanan primer. Sistem seperti EyePACS, IDx-DR, dan EyeArt menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas tinggi dalam mendeteksi RD secara otomatis. Selain itu, beberapa studi mengembangkan model prediksi berbasis nomogram dan machine learning yang menggabungkan data klinis seperti durasi DM, HbA1c, tekanan darah, dan biomarker lain seperti rasio albumin-kreatinin urin (UACR) dan kadar fosfor serum. Model ini memungkinkan pendekatan skrining yang lebih personal dan efisien, terutama di daerah dengan keterbatasan akses ke spesialis mata. (Sharif, Jendle and Hellgren, 2021; Wewetzer, Held and Steinhäuser, 2021; Jo et al., 2022; Qian et al., 2022; Rigato et al., 2022;

White *et al.*, 2022; Gomulka and Ruta, 2023; Haider *et al.*, 2023; Ranti Filarma Negara Purnama, Isna Kusuma Nintyastuti, 2023; Wang *et al.*, 2023)

Implikasi dari temuan ini sangat luas, baik dalam praktik klinis maupun kebijakan kesehatan masyarakat. Strategi skrining berbasis risiko dapat mengurangi beban sistem kesehatan dan meningkatkan efisiensi deteksi dini. Edukasi pasien, integrasi teknologi dalam layanan primer, serta kolaborasi lintas disiplin antara dokter umum, internis, dan dokter mata menjadi kunci dalam pengendalian RD. Dengan pendekatan yang tepat, retinopati diabetik sebagai penyebab utama kebutaan pada penderita diabetes dapat dicegah dan dikendalikan secara efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan durasi Diabetes Mellitus (DM) adalah faktor risiko paling konsisten terhadap terjadinya retinopati diabetik (RD). Semakin lama seseorang menderita DM, semakin tinggi risiko RD, bahkan bisa dimulai sejak fase prediabetes. Kadar HbA1c yang tinggi menunjukkan kontrol glukosa yang buruk dan sangat berpengaruh terhadap progresivitas RD. Penurunan HbA1c sebesar 1% dapat menurunkan risiko RD hingga 40%. Hipertensi (tekanan darah tinggi) mempercepat kerusakan pembuluh darah retina. Penurunan tekanan darah 10 mmHg dapat menurunkan risiko RD sebesar 35%. Jenis kelamin laki-laki memiliki prevalensi RD lebih tinggi dibandingkan perempuan, meskipun tingkat keparahan tidak berbeda signifikan. Dislipidemia (kolesterol dan trigliserida tinggi) berperan dalam kerusakan vaskular retina, namun hasil penelitian terkait faktor ini masih bervariasi. Skrining awal RD sangat penting untuk mencegah kebutaan. Metode seperti fotografi fundus, OCT, dan teknologi berbasis AI terbukti efektif dalam deteksi dini RD.

DAFTAR PUSTAKA

- ADA (2023) 'Standards of Care in Diabetes-2023 Abridged for Primary Care Providers American Diabetes Association', *American Diabetes Association*, 41(1), pp. 1–28.
- Andi, A. *et al.* (2024) 'Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar', 8(Dm), pp. 3338–3344.
- Gomulka, K. and Ruta, M. (2023) 'The Role of Inflammation and Therapeutic Concepts in Diabetic Retinopathy—A Short Review', *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms24021024>.
- Haider, S. *et al.* (2023) 'Diabetic retinopathy progression in patients under monitoring for treatment or vision loss: external validation and update of a multivariable prediction model', *BMJ Open*, 13(4), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-073015>.
- Hill, D.W. (2023) 'Diabetic retinopathy.', *Practitioner*, 198(183), pp. 176–177.
- Jo, K. *et al.* (2022) 'Long-term prediction models for vision-threatening diabetic retinopathy using medical features from data warehouse', *Scientific Reports*, 12(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12369-0>.
- Johnson, T.M. (2024) 'Retina and Vitreous', *Ophthalmology: Clinical and Surgical Principles*, pp. 479–521. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781003525424-15>.
- Kemkes (2023) 'Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran : Tata Laksana Retinopati Diabetika', *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*, pp. 1–36.
- Nafia, N.K. *et al.* (2021) 'Berbagai Faktor Risiko Retinopati Diabetik pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2', 8(3), pp. 265–272.
- Namirah, H.A. *et al.* (2025) 'LITERATURE REVIEW : PERAN KONTROL GLIKEMIK DALAM', 9, pp. 9284–9294.
- Nursyamsi, Habibah S. Muhiddin, A.M.I. (2018) 'Prevalensi retinopati Diabetik Yang Mengancam penglihatan dan tidak terdiagnosa di RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo', 8(2), pp. 169–175.
- PERKENI (no date) *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia-2021 PERKENI Penerbit PB. PERKENI*.
- Prema Hapsari Hidayati, Indah Lestari Daeng Kanang, Dzulrizka Razak, R.P. and Basri, L. (2021) 'HbA1c levels with albuminuria in diabetes mellitus patients', 129(4), pp. 852–857. Available at: <https://doi.org/10.47307/GMC.2021.129.4.4>.
- Primaputri, A. *et al.* (2022) 'Hubungan Jenis Retinopati Diabetik dengan Lama Menderita Diabetes Melitus dan Kadar HbA1C', *Fakumi Medical journal*, 2(8), pp. 585–591.
- Qian, J. *et al.* (2022) 'Male sex increases the risk of diabetic retinopathy in an urban safety-net hospital population without impacting the

- relationship between axial length and retinopathy', *Scientific Reports*, 12(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13593-4>.
- Ranti Filarma Negara Purnama, Isna Kusuma Nintyastuti, M.R. (2023) 'Retinopati Diabetik : Manifestasi Klinis, Diagnosis, Tatalaksana dan Pencegahan', *Lombok Medical Journal*, 2(2), pp. 1–4.
- Rigato, M. et al. (2022) 'Effectiveness of remote screening for diabetic retinopathy among patients referred to Mozambican Diabetes Association (AMODIA): a retrospective observational study', *Acta Diabetologica*, 59(4), pp. 563–569. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00592-021-01834-3>.
- Sharif, A., Jendle, J. and Hellgren, K.J. (2021) 'Screening for Diabetic Retinopathy with Extended Intervals, Safe and Without Compromising Adherence: A Retrospective Cohort Study', *Diabetes Therapy*, 12(1), pp. 223–234. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13300-020-00957-0>.
- Sone, H. (2023) 'Recent updates in factors associated with incidence and screening of diabetic eye disease', *Journal of Diabetes Investigation*, 14(6), pp. 744–745. Available at: <https://doi.org/10.1111/jdi.13991>.
- Tiwari, M., Chander, A. and Singh, V.K. (2023) 'Association of serum lipids and random plasma glucose levels with severity of diabetic retinopathy', *Indian Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology*, 9(2), pp. 155–160. Available at: <https://doi.org/10.18231/j.ijceo.2023.031>.
- Unung, P.J. et al. (2020) 'Effect of glycemic control and dyslipidemia on plasma vascular endothelial growth factor and pigment epithelium-derived factor in diabetic retinopathy patients in Northern Nigeria.', *International journal of health sciences*, 14(6), pp. 4–12.
- Wang, G.X. et al. (2023) 'Development and validation of a diabetic retinopathy risk prediction model for middle-aged patients with type 2 diabetes mellitus', *Frontiers in Endocrinology*, 14(March), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1132036>.
- Wewetzer, L., Held, L.A. and Steinhäuser, J. (2021) 'Diagnostic performance of deep-learning-based screening methods for diabetic retinopathy in primary care—A meta-analysis', *PLoS ONE*, 16(8 August), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255034>.
- White, N.H. et al. (2022) 'Risk Factors for the Development of Retinopathy in Prediabetes and Type 2 Diabetes: The Diabetes Prevention Program Experience', *Diabetes Care*, 45(11), pp. 2653–2661. Available at: <https://doi.org/10.2337/dc22-0860>.
- WHO (2020) *Diabetic retinopathy screening: a short guide*.