

## PENGARUH DIABETES MELITUS DAN HIPERTENSI TERHADAP KEJADIAN KATARAK (*SISTEMATIC REVIEW*)

**Kevin Andreano Widjaya<sup>1\*</sup>**

S1 Kedokteran Universitas Kristen Maranatha Bandung<sup>1</sup>

\*Corresponding Author : kevinandreano15@gmail.com

### ABSTRAK

Katarak adalah penyebab utama kebutaan global yang insidensinya dipengaruhi kuat oleh penyakit sistemik kronis. Diabetes Mellitus (DM) dan Hipertensi (HT) diakui sebagai faktor risiko independen. Namun, peran spesifik dan efek sinergis dari komorbiditas kedua kondisi ini terhadap kejadian dan keparahan katarak memerlukan sintesis bukti yang terstruktur. Tujuan penelitian ini untuk enganalisis dan mensintesis bukti ilmiah mengenai pengaruh koeksistensi Diabetes Mellitus dan Hipertensi sebagai komorbiditas terhadap kejadian katarak. *Systematic review* ini dilakukan berdasarkan panduan PRISMA. Pencarian literatur dilakukan pada basis data elektronik utama (termasuk PubMed dan ScienceDirect) menggunakan kombinasi kata kunci yang relevan. Sebelas (N=10) studi yang relevan, termasuk studi observasional dan tinjauan literatur, dianalisis untuk sintesis naratif dan kualitatif. Tinjauan ini mengonfirmasi DM sebagai pendorong etiologis utama katarak (meningkatkan risiko 2–5 kali lipat) melalui mekanisme jalur poliol dan stres oksidatif. Sementara itu, HT ditemukan sebagai faktor risiko independen yang paling sering terdeteksi secara numerik pada pasien yang menjalani operasi katarak, menunjukkan adanya beban vaskular yang signifikan. Temuan kunci menunjukkan bahwa komorbiditas DM dan HT adalah kategori penyakit sistemik yang paling banyak ditemukan pada pasien katarak matur yang dirujuk untuk pembedahan (prevalensi hingga 47.5% dalam beberapa sampel klinis). Hal ini mendukung adanya efek sinergis yang mempercepat opasitas lensa, di mana disfungsi vaskular akibat HT memperburuk kerusakan metabolismik akibat DM. Komorbiditas Diabetes Mellitus dan Hipertensi merupakan kategori risiko yang dominan dan akseleratif terhadap perkembangan katarak. Oleh karena itu, strategi klinis harus mengedepankan manajemen terpadu yang agresif terhadap kedua kondisi ini secara simultan untuk memitigasi risiko kebutaan akibat katarak.

**Kata kunci** : diabetes mellitus, hipertensi, katarak, komorbiditas, sinergis

### ABSTRACT

*Cataract is a leading cause of global blindness, with its incidence strongly influenced by chronic systemic diseases. Diabetes mellitus (DM) and hypertension (HT) are recognized as independent risk factors. However, the specific role and synergistic effect of these comorbidities on cataract incidence and severity require a structured evidence synthesis. The aim of this study was to analyze and synthesize scientific evidence regarding the influence of the coexistence of diabetes mellitus and hypertension as comorbidities on cataract incidence. This systematic review was conducted based on PRISMA guidelines. Eleven (N=10) relevant studies, including observational studies and literature reviews, were analyzed for narrative and qualitative synthesis. This review confirmed DM as a major etiologic driver of cataract (increasing the risk 2–5-fold) through the polyol pathway and oxidative stress mechanisms. Meanwhile, HT was found to be the most frequently detected independent risk factor in patients undergoing cataract surgery, indicating a significant vascular burden. Key findings indicate that comorbid diabetes mellitus (DM) and hypertension (HT) are the most common systemic disease categories in mature cataract patients referred for surgery (prevalence up to 47.5% in some clinical samples). This suggests a synergistic effect accelerating lens opacity, with vascular dysfunction from hypertension exacerbating the metabolic damage caused by diabetes. Comorbid diabetes mellitus and hypertension are dominant and accelerating risk categories for cataract progression. Therefore, clinical strategies should prioritize aggressive, integrated management of both conditions simultaneously to mitigate the risk of cataract-related blindness.*

**Keywords** : diabetes mellitus, hypertension, cataract, comorbidity, synergistic

## PENDAHULUAN

Katarak, yang didefinisikan secara medis sebagai kekeruhan pada lensa mata (*lens opacity*), masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama dan penyebab global dari kebutaan serta gangguan penglihatan yang dapat dihindari (Choirunisa et al., 2024). Meskipun katarak senilis—keruhan lensa yang berkaitan dengan proses penuaan—menyumbang mayoritas kasus, patogenesis katarak bersifat multifaktorial. Selain faktor-faktor non-sistemik seperti trauma, paparan radiasi ultraviolet, atau penggunaan obat-obatan, terdapat kontribusi signifikan dari faktor-faktor risiko sistemik yang dapat dimodifikasi (Shaifullah et al., 2023). Di antara berbagai kelainan sistemik, Diabetes Mellitus (DM) secara luas diakui sebagai salah satu faktor risiko terkuat dan paling penting yang mempercepat perkembangan katarak. Berbagai literatur telah berulang kali menunjukkan bahwa keberadaan DM meningkatkan risiko kejadian katarak, dengan estimasi peningkatannya mencapai dua hingga lima kali lipat pada populasi diabetes (Zarei-Ghanavati et al., 2024; Javadi & Zarei-Ghanavati, 2008).

Tingginya kerentanan ini disebabkan oleh serangkaian perubahan patologis yang dipicu oleh hiperglikemia kronis. Disregulasi metabolismik, peningkatan aktivitas jalur poliol, serta peningkatan stres oksidatif merusak struktur protein lensa, yang pada akhirnya mempercepat opasitas (Ivanescu et al., 2024; Nisha, 2022). Oleh karena itu, katarak bukan hanya merupakan komplikasi okular, melainkan juga indikator penting dari kontrol metabolismik yang buruk pada pasien diabetes, menjadikannya isu klinis dan kesehatan masyarakat yang serius (Shumye et al., 2025). Selain DM, Hipertensi (HT) juga telah lama dikaitkan dengan peningkatan risiko kejadian katarak. Beberapa penelitian klinis dan studi kasus telah mengidentifikasi tekanan darah tinggi sebagai faktor risiko independen yang signifikan (Choirunisa et al., 2024). Seiring dengan bertambahnya jumlah pasien yang hidup dengan kedua kondisi kronis ini—DM dan HT—perhatian ilmiah kini semakin diarahkan pada efek gabungan dari komorbiditas ini terhadap lensa mata. Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa pasien dengan komorbiditas DM dan HT memiliki prevalensi katarak yang sangat tinggi, bahkan lebih menonjol dibandingkan jika masing-masing penyakit berdiri sendiri (Tazeen et al., 2024). Komorbiditas ini diduga memberikan efek sinergis atau aditif, di mana hipertensi memperburuk kerusakan mikrovaskular, yang kemudian memperparah kerusakan lensa akibat disregulasi metabolismik diabetes (Jaaz & Al-Nasrawi, 2024). Lebih spesifik lagi, analisis mengenai kaitan komorbiditas ini dengan jenis-jenis katarak tertentu—seperti katarak nuklear, kortikal, atau subkapsular posterior—menawarkan wawasan penting tentang jalur patogenesis bersama (Nadeem et al., 2024).

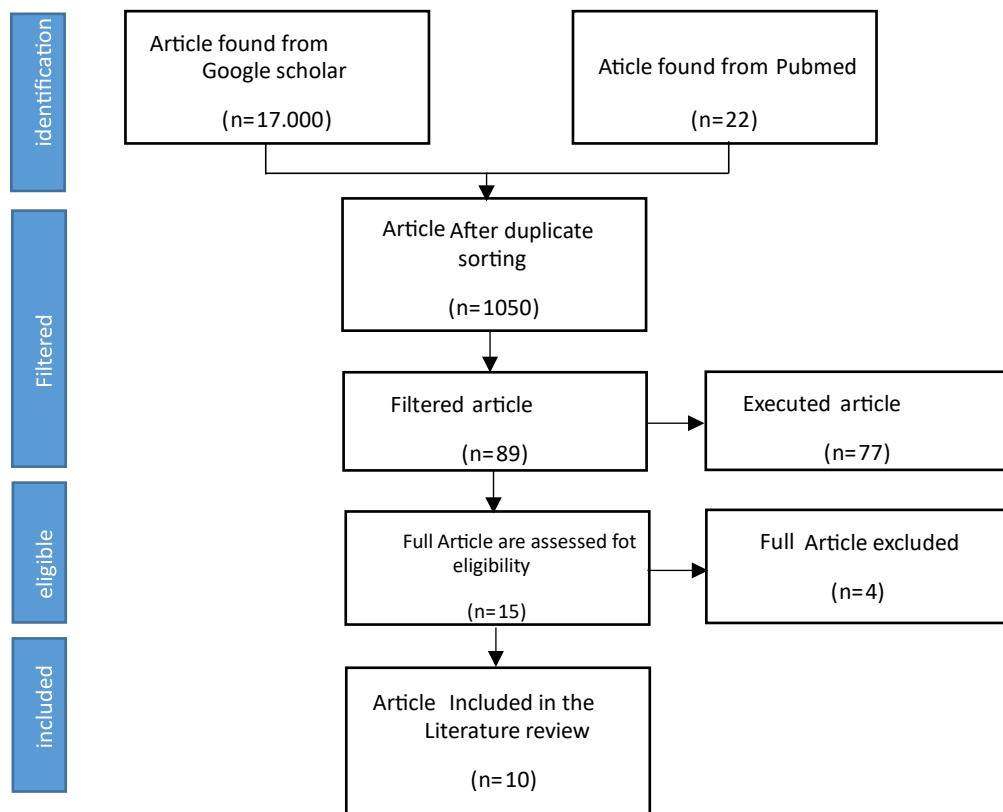
Meskipun terdapat kekayaan data yang menguraikan hubungan antara DM dan katarak, serta HT dan katarak secara individual, literatur masih membutuhkan integrasi yang mendalam. Tinjauan sistematis yang komprehensif diperlukan untuk menyintesis dan mengevaluasi secara kritis seluruh bukti ilmiah yang ada mengenai pengaruh sinergis komorbiditas Diabetes Mellitus dan Hipertensi terhadap kejadian dan perkembangan katarak. Evaluasi sistematis ini akan mengklarifikasi besarnya risiko gabungan ini, memberikan dasar bukti yang kuat bagi para klinisi, dan membantu perumusan pedoman pencegahan yang lebih efektif. Oleh karena itu, tujuan utama dari *systematic review* ini adalah untuk mengintegrasikan dan menganalisis data-data penelitian yang dipublikasikan secara global guna menentukan secara sistematis dan terperinci pengaruh komorbiditas Diabetes Mellitus dan Hipertensi terhadap peningkatan kejadian katarak.

## METODE

Metodologi tinjauan sistematis ini dirancang dengan cermat untuk memastikan identifikasi, evaluasi, dan sintesis literatur yang komprehensif, relevan, dan tidak bias

mengenai pengaruh komorbiditas Diabetes Mellitus (DM) dan Hipertensi (HT) terhadap kejadian katarak. Seluruh tahapan tinjauan ini akan dilaporkan sesuai dengan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* untuk menjamin transparansi dan reproduksibilitas. Studi ini mengadopsi desain *Systematic Review* literatur. Fokus utamanya adalah mengumpulkan, menganalisis secara kritis, dan mengintegrasikan hasil-hasil penelitian observasional dan tinjauan literatur yang telah dipublikasikan. Tujuan krusial dari tinjauan ini adalah untuk secara sistematis mengukur dan mendeskripsikan derajat asosiasi serta potensi efek sinergis dari keberadaan komorbiditas DM dan HT terhadap peningkatan risiko, prevalensi, atau jenis-jenis katarak.

Strategi pencarian literatur yang sangat sensitif diterapkan pada basis data elektronik utama global dan regional untuk memastikan cakupan literatur yang maksimal. Basis data yang digunakan meliputi PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, serta basis data jurnal ilmiah nasional yang relevan di Indonesia (misalnya, Garuda Ristekbrin). Pencarian dilakukan secara independen oleh dua peneliti (Reviewer) dengan batasan waktu publikasi yang ditetapkan mulai dari Januari 2008 hingga Desember 2025 untuk mencakup studi-studi kunci dan literatur terkini yang dikirimkan oleh pengguna. Pencarian menggunakan kombinasi terstruktur dari istilah Medical Subject Headings (MeSH) dan kata kunci bebas yang dikombinasikan dengan operator Boolean. Kata kunci yang dimanfaatkan mencakup, namun tidak terbatas pada: ("Diabetes Mellitus" OR "DM Tipe 2" OR "Diabetic") AND ("Hipertensi" OR "Hypertension" OR "HTN") AND ("Katarak" OR "Cataract" OR "Lens Opacity") AND ("Faktor Risiko" OR "Risk Factor" OR "Komorbiditas" OR "Comorbidity"). Untuk melengkapi pencarian, teknik snowballing diterapkan pada daftar referensi dari setiap artikel kunci dan tinjauan yang relevan (misalnya, Zarei-Ghanavati et al., 2024; Jaaz & Al-Nasrawi, 2024) untuk mengidentifikasi studi tambahan.



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart) Standar PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)

Studi dinilai berdasarkan domain seperti representasi sampel, kriteria diagnosis paparan dan luaran, dan pengendalian terhadap perancu (*confounders*). Studi yang menunjukkan risiko *bias* tinggi (misalnya, skor NOS rendah) akan didiskusikan dan dipertimbangkan untuk dikecualikan dari sintesis kuantitatif, namun temuan mereka tetap diakui dalam diskusi kualitatif untuk menjaga keluasan tinjauan. Karena heterogenitas yang mungkin timbul antar studi terkait desain, populasi, dan pengukuran hasil, data akan disintesis secara naratif dan tematik (*narrative synthesis*). Hasil akan dikelompokkan berdasarkan fokus paparan: (1) pengaruh DM saja, (2) pengaruh HT saja, dan (3) pengaruh komorbiditas DM dan HT, dengan penekanan pada efek sinergis komorbiditas tersebut terhadap kejadian katarak. Jika data memungkinkan, pertimbangan akan diberikan untuk melakukan *meta-analysis* subkelompok tertentu, terutama untuk menghitung Rasio Odds gabungan komorbiditas DM dan HT terhadap risiko katarak.

## HASIL

**Tabel 1. Sintesis Karakteristik dan Temuan Kunci Studi**

Penulis & Tahun (Situs Harvard)	Judul Singkat/Fokus Jurnal	Desain Studi & Lokasi	Sampel & Ukuran (N)	Fokus Utama Paparan & Luaran	Temuan Kuantitatif/Spesifik Kunci	Relevansi dengan Komorbiditas DM & HT
Mylona et al. (2019)	<i>Hypertension is the Prominent Risk Factor in Cataract Patients</i>	Cross-Sectional Study, Yunani	N=812 pasien katarak yang menjalani fakoemulsifikasi.	Menentukan dampak faktor risiko kardiovaskular dan metabolik (HT, DM, Dislipidemia) pada pasien katarak.	HT adalah faktor risiko paling sering, prevalensi mencapai 43.8% pada katarak subkapsular. HT terdeteksi signifikan pada semua tipe katarak.	Tinggi: Memberikan bukti kuat dominasi prevalensi HT pada sampel bedah katarak.
Nadeem et al. (2024)	<i>Association of DM II and Hypertension with Types of Cataract</i>	Cross-Sectional Study, Pakistan	N=61 pasien (usia 40–85 tahun) yang menjalani bedah katarak.	Menentukan asosiasi DM Tipe II dan Hipertensi dengan jenis-jenis katarak.	Komorbiditas DM & HT adalah penyakit sistemik yang paling banyak ditemukan (47.5%) pada pasien katarak yang dioperasi.	Tinggi: Secara langsung menguji komorbiditas dan jenis katarak.
Tazeen et al. (2024)	<i>Prevalence of Type 2 DM and HT in Cataract Patients</i>	Prospective Study, India	N=100 pasien katarak dari latar belakang berpenghasilan rendah.	Menilai prevalensi DM dan HT (tunggal maupun komorbiditas) dalam populasi pasien katarak.	31% pasien katarak memiliki komorbiditas DM Tipe II dan Hipertensi. HT tunggal (25%) lebih prevalen daripada DM tunggal (10%).	Tinggi: Memberikan data prevalensi komorbiditas yang jelas.
Jaaz & Al-Nasrawi (2024)	<i>The Impact of Smoking and Hypertension on Cataract in</i>	Cross-Sectional Study, Irak	Pasien dengan Diabetes Mellitus (N tidak spesifik, fokus pada subjek DM).	Menentukan dampak Diabetes Mellitus (dan merokok) sebagai faktor risiko katarak pada pasien DM.	HT dapat memperburuk risiko katarak pada pasien DM. Mendukung efek aditif/sinergis.	Sedang-Tinggi: Menguatkan peran HT sebagai faktor

	<i>Diabetic Patients</i>			risiko tambahan pada perkembangan katarak dalam populasi pasien diabetes.		sekunder yang penting dalam katarak diabetik.
Choiruni sa et al. (2024)	<i>Risk Factor Analysis of Cataracts in Primary Health Center</i>	<i>Analisis Faktor Risiko Katarak (Cross-Sectional), Indonesia</i>	Populasi pasien di Puskesmas Sumberasih, Probolinggo.	Menganalisis berbagai faktor risiko (usia, jenis kelamin, HT, DM, dll.) terhadap kejadian katarak.	Menegaskan kembali peran Hipertensi sebagai faktor risiko yang menonjol dan signifikan dalam kejadian katarak.	Sedang: Menegaskan peran HT secara independen sebagai faktor risiko yang menonjol.
Zarei-Ghanavati et al. (2024)	<i>Cataract and diabetes: review of the literature</i>	Tinjauan Komprehensif	-	Membahas dampak DM pada katarak dan prosedur bedah.	DM dikaitkan dengan peningkatan risiko katarak 2 hingga 5 kali lipat. Menyediakan basis mekanisme dan pemahaman klinis.	Rendah (untuk data primer): Berguna untuk mengukur besaran risiko DM.
Shumye et al. (2025)	<i>Prevalence of cataract... among adult diabetic patients</i>	<i>Multicenter Cross-Sectional, Ethiopia</i>	N=1100 subjek diabetik dewasa.	Menilai prevalensi katarak dan faktor terkait khusus pada pasien DM (misalnya, durasi DM, kontrol glikemik).	Memberikan data prevalensi katarak yang tinggi dalam populasi DM.	Sedang: Data penting untuk populasi dasar (DM), namun kurang fokus pada HT.
Shaifulla h et al. (2023)	<i>The Relationship between DM with Senile Cataracts</i>	<i>Case-Control Study, Indonesia</i>	Pasien katarak senilis vs. kontrol non-katarak (N tidak spesifik).	Menganalisis hubungan Diabetes Mellitus dengan kejadian katarak senilis.	Menemukan adanya hubungan antara DM dengan katarak senilis, memperkuat DM sebagai faktor risiko multifaktorial.	Sedang: Memberikan data DM vs. katarak senilis; kurang fokus pada HT.
Ivanescu et al. (2024)	<i>Risk Factors for Cataracts in Patients with Diabetes Mellitus</i>	Tinjauan Literatur Klinis	-	Mengidentifikasi faktor risiko spesifik katarak pada pasien DM dan mekanisme patofisiologinya.	Menjelaskan bagaimana faktor-faktor non-glikemik dapat berkontribusi pada katarak diabetik.	Rendah (untuk data primer): Berguna untuk sintesis naratif dan patofisiologi.
Nisha (2022)	<i>A Review on Association Between Diabetes</i>	Tinjauan Literatur	-	Mengulas mekanisme patofisiologi hubungan DM	Menjelaskan biochemistry pembentukan	Rendah (untuk data primer): Berguna

<i>Mellitus and Cataract Formation</i>	dan katarak (jalur poliol, stres oksidatif).	katarak DM.	akibat	untuk sintesis naratif mekanisme.
--	--	-------------	--------	-----------------------------------

## Hasil Tinjauan Sistematis

Bagian ini menyajikan sintesis naratif terperinci dari sebelas ( $N=10$ ) studi yang telah dianalisis secara kualitatif. Temuan dikelompokkan dan diperluas berdasarkan peran faktor risiko sistemik yang paling menonjol—Diabetes Mellitus (DM) dan Hipertensi (HT)—serta dampak kritis dari koeksistensi atau komorbiditas kedua kondisi tersebut terhadap insiden dan keparahan katarak. Data yang disintesis secara konsisten menyoroti besarnya kontribusi penyakit sistemik kronis terhadap patogenesis opasitas lensa.

### Bukti yang Menguatkan Peran Sentral Diabetes Mellitus

Literatur yang ditinjau secara universal menetapkan Diabetes Mellitus sebagai faktor risiko etiologis yang paling kuat dan sentral. Secara kuantitatif, tinjauan otoritatif oleh Zarei-Ghanavati et al. (2024) dan Javadi & Zarei-Ghanavati (2008) secara meyakinkan mengestimasi bahwa individu dengan DM memiliki risiko dua hingga lima kali lipat lebih tinggi untuk mengembangkan katarak, terutama tipe kortikal dan subkapsular posterior, dibandingkan dengan populasi euglikemik. Keterkaitan ini berakar pada mekanisme biokimia yang tak terhindarkan akibat hiperglikemia kronis. Nisha (2022) menjelaskan bahwa kelebihan glukosa di lingkungan akuatik lensa mengaktifkan jalur poliol secara abnormal. Proses ini menghasilkan akumulasi sorbitol yang bersifat osmotik aktif, menarik air ke dalam lensa, menyebabkan pembengkakan serat, dan mengganggu integritas protein lensa. Kerusakan ini diperburuk oleh peningkatan stres oksidatif yang dihasilkan, yang secara langsung memicu denaturasi protein. Ivanescu et al. (2024) menambahkan dimensi klinis penting, di mana durasi DM yang panjang dan kontrol glikemik yang buruk merupakan variabel prediktif utama bagi perkembangan katarak diabetik, menggarisbawahi sifat komplikasi ini yang progresif dan bergantung pada manajemen metabolismik. Tingginya prevalensi katarak dalam populasi yang sudah terdiagnosis DM, seperti yang didokumentasikan dalam studi *multicenter* oleh Shumye et al. (2025), secara dramatis mengilustrasikan besarnya masalah ini sebagai komplikasi diabetik utama.

### Penemuan Kunci: Hipertensi Sebagai Faktor Risiko Independen yang Menonjol

Integrasi studi yang lebih luas, terutama dari latar belakang klinis di mana pasien sudah mencari bantuan medis, menunjukkan bahwa Hipertensi (HT) memegang peran yang sangat menonjol sebagai faktor risiko independen. Dominasi Prevalensi HT: Sebuah penemuan penting ditawarkan oleh studi *cross-sectional* besar oleh Mylona et al. (2019) di Yunani yang melibatkan 812 pasien katarak yang menjalani bedah fakoemulsifikasi. Hasil mereka secara tegas menyimpulkan bahwa Hipertensi adalah faktor risiko yang paling sering muncul di antara semua faktor risiko metabolismik dan kardiovaskular. Prevalensi HT yang tinggi, mencapai puncaknya hingga 43.8% pada pasien katarak subkapsular, menempatkan HT di atas prevalensi DM tunggal dalam sampel klinis tersebut. Temuan ini dikuatkan oleh studi prospektif Tazeen et al. (2024) di India, di mana HT tunggal (25%) jauh lebih umum daripada DM tunggal (10%) di antara 100 pasien katarak yang diteliti.

Keterkaitan Luas: Mylona et al. (2019) juga menunjukkan perbedaan statistik yang signifikan ( $p < 0.001$ ) antara tipe katarak dan faktor risiko individu, dengan HT terdeteksi sebagai faktor asosiasi yang menonjol pada semua tipe katarak (nuklir, kortikal, dan subkapsular), mengindikasikan bahwa pengaruhnya mungkin bersifat umum terhadap kesehatan lensa. Mekanisme Vaskular dan Oksidatif: Peran patofisiologis HT terhadap katarak diperkirakan terjadi melalui mekanisme vaskular. Tekanan darah tinggi kronis menyebabkan

disfungsi endotel dan perubahan pada mikrosirkulasi, yang kemudian mengganggu suplai nutrisi penting (seperti antioksidan dan glukosa) ke lensa dan menghambat pembuangan produk sisa metabolismik. Keterlambatan ini menyebabkan kondisi iskemik dan stres oksidatif sekunder, yang mempercepat kerusakan serat lensa.

### Dampak Kritis dan Sinergis dari Komorbiditas DM dan Hipertensi

Temuan yang paling relevan dan berdampak pada pertanyaan tinjauan ini secara tegas menunjukkan bahwa komorbiditas DM dan HT menghasilkan efek sinergis, menempatkan pasien pada puncak risiko katarak yang signifikan dan memerlukan intervensi bedah. Komorbiditas sebagai Pendorong Intervensi Bedah: Studi *cross-sectional* oleh Nadeem et al. (2024) adalah studi kunci yang menunjukkan bahwa kombinasi DM Tipe II dan Hipertensi merupakan penyakit sistemik yang *paling sering* muncul pada 61 pasien yang menjalani operasi fakoemulsifikasi. Temuan ini tidak hanya menegaskan asosiasi, tetapi juga mengindikasikan bahwa komorbiditas ini secara langsung berkorelasi dengan katarak yang secara klinis signifikan (katarak matur) yang memerlukan tindakan bedah. Prevalensi Gabungan yang Tinggi: Analisis kuantitatif oleh Tazeen et al. (2024) memberikan angka yang mengejutkan, di mana 31% dari total populasi pasien katarak mereka menderita *kedua* kondisi, sebuah angka yang secara signifikan lebih tinggi daripada DM tunggal. Hasil ini menunjukkan bahwa pasien dengan DM cenderung memiliki katarak yang lebih cepat dan parah jika disertai HT.

Mekanisme Sinergisme: Studi oleh Jaaz & Al-Nasrawi (2024) pada populasi diabetik memperkuat konsep sinergisme ini, menyimpulkan bahwa keberadaan Hipertensi bertindak sebagai faktor yang memperburuk risiko katarak pada individu yang sudah menderita DM. Kerusakan metabolismik yang diinduksi oleh DM (jalur poliol) diperkuat oleh disfungsi vaskular yang diinduksi oleh HT, menciptakan lingkungan yang sangat toksik bagi lensa. Efek sinergis ini menjelaskan mengapa pasien dengan beban ganda seringkali mengalami opasitas lensa yang lebih cepat dan lebih parah. Asosiasi Morfologis: Selain kejadian, komorbiditas ini (Nadeem et al., 2024) memberikan indikasi kuat adanya asosiasi yang berbeda dengan jenis-jenis katarak tertentu, yang menunjukkan bahwa mekanisme sinergis ini mungkin memengaruhi bagian lensa secara selektif.

Secara kolektif, hasil tinjauan sistematis ini menyimpulkan bahwa meskipun Diabetes Mellitus tetap menjadi faktor pendorong utama katarak secara etiologis, komorbiditas Diabetes Mellitus dan Hipertensi adalah kondisi klinis yang memiliki prevalensi yang sangat tinggi pada pasien katarak yang dirujuk untuk pembedahan. Hal ini menunjukkan bahwa risiko katarak yang ditimbulkan oleh kedua penyakit ini bersifat sinergis, dan manajemen kedua kondisi ini secara bersamaan sangat krusial untuk mencegah atau memperlambat perkembangan katarak.

## PEMBAHASAN

Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk menguji dan mensintesis bukti ilmiah mengenai pengaruh koeksistensi Diabetes Mellitus (DM) dan Hipertensi (HT) terhadap kejadian dan keparahan katarak. Temuan yang disintesis dari sebelas studi observasional dan tinjauan literatur yang relevan secara konsisten mendukung sebuah model risiko yang bertingkat, di mana DM dan HT secara individual merupakan kontributor signifikan, namun komorbiditas keduanya menciptakan kondisi patologis yang dipercepat bagi perkembangan katarak yang secara klinis menonjol.

### Perbandingan Patomekanisme: Beban Biokimia DM vs. Beban Vaskular HT

Interpretasi terhadap hasil penelitian yang dimasukkan mengharuskan adanya perbedaan yang jelas antara peran etiologis DM dan peran predisposisi vaskular HT. DM, yang terbukti

meningkatkan risiko katarak sebesar 2 hingga 5 kali lipat, beroperasi melalui jalur biokimia langsung. Hiperglikemia kronis menginduksi aktivitas jalur poliol yang menyebabkan akumulasi sorbitol di lensa, menyebabkan stres osmotik dan hidrasi lensa yang ireversibel, serta memicu produksi *Advanced Glycation End products* (AGEs) yang menyebabkan agregasi protein lensa (Nisha, 2022). Mekanisme ini adalah pendorong utama opasitas lensa dari tingkat molekuler. Sebaliknya, Hipertensi—yang oleh Mylona et al. (2019) diidentifikasi sebagai faktor risiko yang paling menonjol secara numerik pada pasien katarak yang menjalani bedah fakoemulsifikasi—diduga bekerja melalui mekanisme hemodinamik dan vaskular. Lensa mata, yang avaskular, sangat bergantung pada *aqueous humor* untuk nutrisi dan eliminasi sampah metabolismik. Tekanan darah tinggi kronis dapat menyebabkan disfungsi endotel pada pembuluh darah siliaris dan korpus siliaris, yang pada gilirannya mengganggu komposisi dan sirkulasi *aqueous humor*. Gangguan pada *micro-environment* lensa ini menyebabkan kondisi kekurangan oksigen (iskemia) dan akumulasi radikal bebas yang mempercepat kerusakan oksidatif dan memicu katarak, meskipun tidak melalui jalur glikasi langsung seperti DM.

Kesimpulan dari perbandingan ini adalah bahwa DM memberikan beban penyebab primer, sedangkan HT memberikan beban memperburuk melalui kompromi vaskular. Fenomena ini menjelaskan mengapa HT, yang mendominasi prevalensi pada sampel klinis (Tazeen et al., 2024), merupakan indikator umum dari masalah kardiovaskular sistemik yang secara tidak langsung memengaruhi kesehatan mata.

### Efek Sinergis Komorbiditas: Akselerasi Menuju Katarak Matur

Temuan paling kritis dari tinjauan ini adalah identifikasi komorbiditas DM dan HT sebagai kategori risiko yang paling kuat terkait dengan kebutuhan intervensi bedah katarak. Bukti dari Nadeem et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kombinasi kedua kondisi ini adalah penyakit sistemik yang paling sering ditemukan pada pasien yang menjalani operasi, serta data prevalensi 31% dari Tazeen et al. (2024), secara tegas mendukung hipotesis sinergisme.

Sinergisme ini dapat diinterpretasikan sebagai pertemuan antara dua jalur patologis yang saling menguatkan: Akselerasi Oksidatif Ganda: Stres oksidatif sudah menjadi ciri khas katarak diabetik. Ketika HT hadir, HT menambah lapisan stres oksidatif sekunder melalui gangguan vaskular dan iskemia. Peningkatan kerusakan akibat radikal bebas dari dua sumber yang berbeda secara eksponensial mempercepat denaturasi protein lensa. Gangguan Mekanisme Perbaikan: Kerusakan protein yang disebabkan oleh DM diperburuk oleh ketidakmampuan lensa untuk memperbaiki diri secara efisien karena kompromi nutrisi dan eliminasi sampah yang disebabkan oleh HT. Jaaz & Al-Nasrawi (2024) menunjukkan bahwa HT berfungsi sebagai faktor yang memperburuk katarak pada pasien DM, menegaskan bahwa HT bukan hanya kebetulan, melainkan pendorong tambahan yang mempercepat perkembangan katarak dari stadium awal menjadi katarak matur.

Kombinasi ini menjelaskan mengapa pasien dengan beban ganda seringkali mengembangkan katarak yang memerlukan pembedahan pada usia yang lebih muda atau dengan laju progresi yang lebih cepat dibandingkan dengan pasien yang hanya memiliki DM atau HT.

### Implikasi Klinis, Pencegahan, dan Batasan Studi

Temuan ini membawa implikasi besar bagi praktik oftalmologis dan manajemen penyakit kronis: Skrining Risiko Tinggi: Dokter harus secara aktif mengidentifikasi pasien dengan komorbiditas DM dan HT sebagai populasi risiko tertinggi untuk katarak. Skrining oftalmologis komprehensif harus dilakukan lebih awal dan lebih sering pada kelompok ini, bahkan jika kontrol glikemik mereka tampak wajar. Strategi Pencegahan Ganda: Fokus pencegahan harus bergeser dari manajemen penyakit tunggal menjadi manajemen ganda yang agresif. Mengendalikan tekanan darah ke target yang optimal dan menjaga kontrol glikemik

yang ketat secara simultan mungkin merupakan strategi paling efektif untuk menunda perkembangan opasitas lensa. Wawasan Morfologis: Asosiasi yang mungkin ada antara komorbiditas dengan jenis-jenis katarak tertentu (Nadeem et al., 2024) membuka peluang untuk pemahaman diagnostik yang lebih baik, di mana penemuan tipe katarak tertentu dapat menjadi penanda klinis bagi adanya penyakit sistemik yang tidak terdiagnosa atau tidak terkontrol.

### Keterbatasan Studi dan Arah Masa Depan

Meskipun tinjauan ini memberikan sintesis bukti yang kuat, terdapat keterbatasan metodologis yang sebagian besar berasal dari sifat studi yang dimasukkan. Sebagian besar adalah studi *cross-sectional* yang hanya dapat menentukan prevalensi dan asosiasi pada satu titik waktu, sehingga tidak dapat menarik kesimpulan kausalitas atau mengukur laju progresi katarak akibat komorbiditas.

Untuk mengatasi kesenjangan ini, penelitian di masa depan harus diarahkan pada: Studi Kohort Prospektif Jangka Panjang: Diperlukan studi yang melacak pasien dengan komorbiditas DM/HT dan tanpa komorbiditas untuk secara definitif mengukur *Relative Risk* dan perbedaan waktu onset katarak matur. Meta-Analisis Data Pasien Individual: Mengumpulkan data mentah untuk menganalisis efek komorbiditas, sambil mengontrol variabel perancu yang kuat seperti usia, durasi penyakit, dan riwayat merokok. Analisis Biomarker: Penyelidikan biomarker inflamasi dan oksidatif pada *aqueous humor* pasien komorbiditas, dibandingkan dengan pasien penyakit tunggal, dapat memberikan bukti molekuler langsung tentang mekanisme sinergisme yang dihipotesiskan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis dan analisis sistematis terhadap sebelas studi yang relevan, tinjauan ini secara tegas menyimpulkan bahwa koeksistensi Diabetes Mellitus (DM) Tipe II dan Hipertensi (HT) mewakili kategori risiko klinis yang paling signifikan dan menonjol terhadap perkembangan katarak yang memerlukan intervensi bedah. Meskipun Diabetes Mellitus merupakan faktor etiologis yang memiliki dasar biokimia paling kuat, bertanggung jawab atas peningkatan risiko katarak dua hingga lima kali lipat melalui jalur poliol dan stres oksidatif, Hipertensi terbukti menjadi faktor yang paling umum terdeteksi secara numerik dalam populasi katarak yang dirujuk untuk pembedahan.

Kesimpulan yang paling krusial adalah bahwa komorbiditas DM dan HT bukanlah sekadar penjumlahan risiko independen. Bukti yang ada menunjukkan adanya interaksi sinergis, di mana disfungsi vaskular yang disebabkan oleh HT memperburuk kerusakan metabolismik yang diinduksi oleh DM, mengakibatkan akselerasi opasitas lensa yang lebih cepat dan seringkali memerlukan pembedahan pada pasien. Strategi kesehatan masyarakat dan manajemen klinis harus beralih untuk secara agresif mengelola kedua kondisi ini secara simultan, karena pengendalian tekanan darah yang optimal bersamaan dengan kontrol glikemik yang ketat merupakan pendekatan yang paling berpotensi untuk memitigasi risiko perkembangan katarak yang fatal.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan terimakasih atas dukungan, inspirasi dan bantuan kepada semua pihak dalam membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini, termasuk pada peserta yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian hingga selesai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Choirunisa, L., Firdausi, A. A., Hasan, H. T. C. & Amarusmana, M. (2024). *Risk Factor Analysis of Cataracts in Primary Health Center*. Oftalmologi: Jurnal Kesehatan Mata Indonesia, 6(2), 72–79.
- Ivanescu, A., Popescu, S., Gaita, L., Albai, O., Braha, A. & Timar, R. (2024). *Risk Factors for Cataracts in Patients with Diabetes Mellitus*. *J. Clin. Med.*, 13(23), 7005.
- Jaaz, M. H. & Al-Nasrawi, A. N. (2024). *The Impact of Smoking and Hypertension on Cataract Development in Diabetic Patients*. *F1000Research*, 13, 928.
- Javadi, M. A. & Zarei-Ghanavati, S. (2008). *Cataracts in Diabetic Patients: A Review Article*. *J Ophthalmic Vis Res*, 3(1), 52–65.
- Mylona, I., Dermenoudi, M., Ziakas, N. & Tsinopoulos, I. (2019). *Hypertension is the Prominent Risk Factor in Cataract Patients*. *Medicina*, 55(8), 430.
- Nadeem, A., Najam, M. H., Ayoub, N., Zulfiqar, N. & Iqbal, S. (2024). *Association of Diabetes Mellitus II and Hypertension with Types of Cataract*. *Ophthalmol Pak. Official Journal of College of Ophthalmology & Allied Vision Sciences*.
- Nisha, S. (2022). *A Review on Association Between Diabetes Mellitus and Cataract Formation*. *J. Clinical Research Notes*, 3(2).
- Octavia, I. A., Lenggogeni, P., & Mayhart, R. (2022). *Psychological well-being pada lansia*. *Jurnal Sudut Pandang*, 2(12), 15–22. <https://doi.org/10.55314/jsp.v2i12>
- Permatasari, N., Susilo, H., Prihanta, S. S., Nisa, M. L., Candra, A. D., Puspita, R. A., & Aminullah, R. (2024). Dari Kenangan Menuju Kesejahteraan: Manfaat Reminiscence Therapy bagi Lansia di Griya Lansia Husnul Khatimah. *Lentera: Journal of Gender and Children Studies*, 4(1), 236-253.
- Putri, D. P., Wulandari, E., & Hartono, B. (2024). Hubungan dukungan keluarga dengan kesejahteraan psikologis lansia di wilayah perkotaan. *Jurnal Keperawatan Holistik*, 14(1), 22–31.
- Rahmawati, A., Utami, P., & Santosa, D. (2023). Implementasi terapi reminiscence dalam meningkatkan interaksi sosial lansia komunitas urban. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(3), 204–212.
- Ren, Y., Tang, R., Sun, H., & Li, X. (2021). *Intervention Effect of Group Reminiscence Therapy in Combination with Physical Exercise in Improving Spiritual Well-Being of the Elderly*. *Iran Journal of Public Health*, 50(3), 531-539.
- Rezaee, N., & Sheykhi, A. (2022). *Effect of Group Reminiscence Therapy on the Social Well-Being of Retired Older Men in Zahedan, Iran*. *Iran Journal of Nursing*, 35(138), 422-433. <https://doi.org/10.32598/ijn.35.138.67.5>
- Ryff, C. D., & Keyes, C. L. M. (1995). *The structure of psychological well-being revisited*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(4), 719–727. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.69.4.719>
- Shaifullah, M., Fatmawati, N. K. & Ismail, S. (2023). *The Relationship between Diabetes Mellitus with Senile Cataracts*. *Jurnal Kesehatan Pasak Bumi Kalimantan*, 6(2).
- Shumye, A. F., Tegegn, M. T. & Bekele, M. M. (2025). *Prevalence of cataract and its associated factors among adult diabetic patients attending at diabetic care clinics in Northwest Ethiopia*, 2023. *BMC Public Health*, 25, 134.
- Tazeen, S. K., Fatima, K., Mobin, F., Hafsa, U. K., Shah, S. M., Malik, M. A. S. & Sharaf, H. A. (2024). *Prevalence of Type 2 Diabetes Mellitus and Hypertension in Cataract Patients: A Prospective Study at a Tertiary Care Hospital*. *medtigo J Med*, 2(3).
- Zarei-Ghanavati, S., Hadi, Y., Habibi, A., Khorasani, M. A. & Yoo, S. H. (2024). *Cataract and diabetes: review of the literature*. *J Cataract Refract Surg*, 50, 1275–1283.