

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Katarak

a. Definisi

Katarak yaitu kelainan pada mata yang ditandai dengan perubahan warna keruh pada lensa mata sehingga menghambat proses masuknya cahaya ke mata. Kekeruhan lensa mata dapat menyebabkan penglihatan kabur bahkan dapat mengalami kebutaan. Katarak merupakan penyakit yang biasanya dapat dialami oleh seseorang dengan usia lansia atau diatas 40 tahun, yang terjadi akibat dari proses penuaan dan dapat terjadi saat kelahiran maupun trauma (kecelakaan). Pada penderita katarak akan mengalami penglihatan yang kurang jelas karena lensa mata pada penderita keruh, sehingga cahaya sulit mencapai retina dan menciptakan bayangan yang samar (Desiani, 2023).

Katarak merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh multifaktoral. Usia menjadi salah satu faktor risiko katarak yang jelas, faktor degeneratif ini didiagnosis sebagai katarak senilis dimana 51% dari kasus kebutaan dunia. Penyakit katarak senilis yang diderita pada seseorang dengan usia diatas 40 tahun. Selain itu jenis kelamin perempuan juga merupakan salah satu faktor

risiko terjadinya katarak senilis. Hal ini dikarenakan terjadi penurunan kadar estrogen pada wanita pasca menopause. Kelainan metabolik seperti penyakit diabetes meliitus serta kelainan sistemik seperti hipertensi juga merupakan salah satu faktor terjadinya katarak senilis (Christina, 2023).

b. Etiologi

Katarak merupakan penyakit yang disebabkan oleh multifaktoral. Sebagian besar dari mereka berkembang dengan etiologi spesifik seperti karat subkapsular posteroir (klasik karena penggunaan steroid) dan anterior (katarak senilis). Katarak juga dapat disebabkan oleh karena kelainan lain seperti mata uventis anterior, trauma mata tajam maupun tumpul, penggunaan kortikosteroid jangka panjang, penyakit sistemik seperti diabetes melitus, pajanan radiasi, pajanan sinar ultraviolet (UV) dalam jangka waktu yang lama. Pada penyakit sistemik seperti diabetes akan mengganggu jalannya proses metabolisme lensa, sehingga dapat memengaruhi transparansi lensa. Faktor usia, jenis kelamin, gizi, gangguan metabolisme, lingkungan geografis merupakan faktor yang dapat memengaruhi serta mempercepat perkembangan terjadinya katarak. Efek dari sinar ultraviolet B cahaya matahari, efek racun dari rokok, alkohol, radang menahun dalam bola mata juga akan memengaruhi kecepatan perkembangan kekeruhan lensa (Sudrajat *et al.*, 2021).

c. Faktor-faktor yang mempengaruhi katarak

1) Usia

Seiring bertambahnya usia, lensa mata akan mengalami ketebalan dan pertambahan berat, serta akan mengalami penurunan daya akomodasi. Setiap pembentukan lapisan baru dari serat kortikal secara konsentris, nukleus lensa akan mengalami kompresi dan pengerasan. Modifikasi kimia dan pembelahan preteolitik lensa protein mengakibatkan pembentukan kumpulan protein dengan berat molekul tinggi. Kumpulan protein ini akan terakumulasi cukup banyak sehingga dapat menyebabkan fluktuasi mendadak pada indeks bias lokal lensa, sehingga muncul hamburan cahaya dan mengurangi transparansi lensa (Rizal *et al.*, 2023).

Menurut *World Health Organization* (WHO, 2013) dalam (Yasir, 2024) terdapat empat tahapan usia lanjut, yaitu usia pra-lansia atau *middle age* 45-59 tahun, lanjut usia atau *elderly* 60-74 tahun, lanjut usia tua atau *old* 75-90 tahun dan usia sangat tua atau *very old* >90 tahun. Sedangkan menurut Kementerian Kesehatan RI (2015) lanjut usia dikelompokkan menjadi usia lanjut 60-69 tahun dan usia lanjut dengan risiko tinggi >70 tahun dengan masalah kesehatan. Menurut Depkes RI (2019), klasifikasi lansia meliputi pra-lansia 45-59 tahun, lansia 60 tahun atau lebih.

2) Jenis Kelamin

Usia hidup wanita akan lebih lama dibandingkan laki-laki, sehingga faktor risiko terjadinya katarak senilis lebih besar pada wanita, hal ini juga disebabkan karena terjadinya penurunan hormon estrogen pada wanita pasca menopause (Rizal *et al.*, 2023).

3) Pekerjaan

Pada pekerja yang berhubungan dengan paparan sinar ultraviolet diketahui akan berisiko mengalami katarak. Sinar ultraviolet yang berasal dari matahari akan diserap oleh protein lensa dan kemudian akan menimbulkan reaksi fotokimia sehingga terbentuk radikal bebas atau spesies oksigen yang bersifat sangat reaktif. Reaksi tersebut akan memengaruhi struktur protein lensa dan kemudian menyebabkan kekeruhan lensa (Rizal *et al.*, 2023).

4) Diabetes Melitus

Kelainan sistemik yang menyebabkan katarak yang sering terjadi adalah diabetes melitus. Patogenesis yang mendasari adalah penurunan visus pada pasien katarak dengan diabetes melitus yaitu adanya penumpukan sorbitol yang terbentuk dari aktivasi polyol pada keadaan hiperglikemia yang dimana akumulasi sorbitol dalam lensa akan menarik air ke dalam

lensa dan terjadi hidrasi lensa yang kemudian berakhir terjadinya kekeruhan pada lensa mata (Rizal *et al.*, 2023).

5) Riwayat Genetik

Riwayat keluarga atau genetik dengan keluarga dapat berpengaruh terhadap penerusan gen kepada keturunan. Beberapa gen kristalin diekspresikan pada awal embriogenesis, dan mutasi pada gen ini dapat menyebabkan perubahan pada protein yang berperan terhadap agregasi protein hingga mengakibatkan terjadinya katarak. Katarak berhubungan dengan kelainan genetik. Katarak yang disebabkan oleh karena riwayat keturunan dikaitkan juga dengan pengaruh lingkungan luar yang dapat menyebabkan perubahan genetik dalam tubuh seseorang. Gen ini menyebabkan perubahan protein yang berperan terhadap agregasi protein sehingga mengakibatkan terjadinya katarak (Pamungkas *et al.*, 2024).

6) Merokok

Merokok dapat dikaitkan dengan kejadian katarak, dikarenakan merokok dapat meningkatkan stress oksidatif yang akan memicu perubahan struktur protein di dalam lensa, sehingga terjadi kekeruhan pada lensa. Merokok dapat menyebabkan katarak, beberapa mekanisme biologis diantaranya karena tembakau mengandung logam berat seperti kadmium, timbal dan tembaga yang menumpuk dalam lensa menyebabkan

kerusakan secara langsung. Aldehida dan isosianat yang terbentuk dari sianida dapat mengubah struktur protein lensa yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada lensa dan akan berdampak untuk pembentukan katarak (Rizal *et al.*, 2023).

7) Paparan Sinar UV

Riwayat keluarga atau genetik dengan keluarga dapat berpengaruh terhadap penerusan gen kepada keturunan. Beberapa gen kristalin diekspresikan pada awal embriogenesis, dan mutasi pada gen ini dapat menyebabkan perubahan pada protein yang berperan terhadap agregasi protein hingga mengakibatkan terjadinya katarak. Katarak berhubungan dengan kelainan genetik. Katarak yang disebabkan oleh karena riwayat keturunan dikaitkan juga dengan pengaruh lingkungan luar yang dapat menyebabkan perubahan genetik dalam tubuh seseorang. Gen ini menyebabkan perubahan protein yang berperan terhadap agregasi protein sehingga mengakibatkan terjadinya katarak (Pamungkas *et al.*, 2024).

d. Patogenesis

Lensa merupakan sebuah objek transparan yang membuat pembiasan serta dapat memfokuskan cahaya yang masuk ke dalam retina. Lensa manusia terselubungi oleh sebuah kapsul tipis, berserat dan mempunyai zonula di kedua sisinya yang memiliki fungsi untuk mempertahankan kedudukannya. Serta yang ada di

dalam lensa ini terbentuk dari epitel lensa dan dapat melakukan perpindahan dari tepi ke tengah. Dengan itu, inti dari lensa yang berasal dari serat lensa tua akan di tempatkan pada bagian tengah, sementara korteks adalah sebuah serat lensa yang baru akan dibentuk dan berada di bagian terluar lensa. Sel epitel lensa akan berperan aktif secara metabolik yang akan menyebabkan lensa mengalami oksidasi, pengikatan silang dan insolubilisasi. Kemudian, sel epitel ini akan berpindah dari pinggir ke pusat untuk membentuk serat lensa yang dikompresi secara progresif dan membentuk sklerosis nuklear sehingga lensa akan mengalami kekeruhan. Pada katarak subkapsular posteroir, kekeruhan seperti plak akan tumbuh pada lapisan kortikal posteroir aksial (*Alamri et al., 2018*)

Faktor utama terjadi perubahan dan kekeruhan lensa kristal mata, yang ditutupi dengan bintik putih dapat memengaruhi penglihatan. Katarak merupakan salah satu kondisi dimana seluruh atau sebagian dari lensa mata menjadi keruh, sehingga akan menghalangi masuknya cahaya ke lensa mata. Pada kondisi tersebut, mata pada pasien katarak akan mengalami gangguan dan objek yang terlihat kabur seperti tertutup kabut. Katarak adalah penyakit usia lanjut, namun katarak dapat juga diakibatkan oleh karena adanya gangguan kongenital. Selain itu katarak juga dapat

diakibatkan oleh komplikasi dari penyakit diabetes melitus, keracunan obat, dan penyakit intraocular (Muliani *et al.*, 2020).

e. Manifestasi Klinis

Menurut (Basri, 2019) manifestasi klinis yang umumnya terjadi pada penderita katarak, yaitu :

- 1) Turunnya ketajaman penglihatan tanpa bergejala radang pada mata. Keparahan penurunan tajam penglihatan tergantung dari letak dan stadium kekeruhan lensa.
- 2) Pandangan kabur atau berkabut.
- 3) Sensitif terhadap cahaya.
- 4) Diplopia atau pandangan ganda.
- 5) Pupil nampak seperti mutiara keabuan, sehingga oftalmoskop tidak dapat menampakkan retina.

f. Klasifikasi

Menurut (Desiani, 2023) klasifikasi katarak berdasarkan usia dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) Katarak kongenital, adalah katarak yang dapat terlihat pada usia kurang dari 1 tahun. Katarak kongenital merupakan salah satu jenis katarak yang diturunkan atau katarak cacat bawaan.
- 2) Katarak juvenile, yaitu katarak yang muncul setelah berusia 1 tahun. Jenis katarak ini dapat terjadi pada saat usia perkembangan atau pertumbuhan.

- 3) Katarak degeneratif atau senilis, yaitu katarak yang dapat terjadi setelah usia 50 tahun. Katarak senilis dapat disebabkan karena proses penuaan, dimana lensa mengalami kekeruhan pada saat seiring bertambahnya usia.
- 4) Katarak subkapsularis posteroir, merupakan salah satu jenis katarak yang terjadi akibat komplikasi dari penyakit-penyakit tertentu seperti diabetes melitus dan tekanan darah tinggi atau hipertensi.

g. Penatalaksanaan

1. Non Bedah

Perbaikan fungsi visual sementara waktu dapat dilakukan dengan tatalaksana non bedah. Namun sampai saat ini belum ada obat yang dapat terbukti untuk memperlambat pertumbuhan katarak. Menurut beberapa penelitian, antioksidan seperti vitamin E dan vitamin C dapat mengurangi kemungkinan terjadinya katarak. Pemberian kacamata masih dipertimbangkan untuk mengatasi katarak meskipun hanya dapat meningkatkan ketajaman penglihatan dan tidak memperbaiki rasa silau (Retnosari, 2024).

2. Bedah

Menurut (Astari, 2018) dalam (Natasia *et al.*, 2024) untuk mengobati katarak yaitu dengan tindakan bedah atau operasi. Tujuan tindakan bedah katarak adalah untuk mengoptimalkan

fungsi penglihatan dan juga seberapa besar katarak mengganggu aktivitas pasien. Indikasi medis operasi katarak yaitu apabila terjadi komplikasi antara lain *glaucoma fakolitik*, *glaucoma fokomorfik*, *uveitis fakoantigenik*, dislokasi lensa ke bilik depan dan katarak sangat padat sehingga menghalangi pandangan.

a. Ekstraksi Katarak Intrakapsuler (EKIK)

Lensa dan kapsul akan dibuang seluruhnya pada operasi dengan metode ini. Dimana metode ini dapat dilakukan pada pasien dengan kondisi lensa subluksasi, lensa yang sangat padat dan lensa yang mengalami eksfoliasi. Metode EKIK cukup banyak memiliki kontraindikasi seperti katarak pada anak, katarak pada dewasa muda, dan *rupture capsule traumatic*. Kelebihan metode ini tidak membutuhkan peralatan yang sulit dan rumit serta pemulihan penglihatan dalam waktu dekat. Kekurangan metode ini yaitu waktu yang dibutuhkan untuk penyembuhan luka yang cukup lama karena irisan yang dibuat cukup besar, munculnya astigmatisma dan potensi untuk terdapat irisan dan vitreus inkasera.

b. Ekstraksi Katarak Ektrakapsuler (EKEK)

Operasi EKEK dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah sebagai berikut :

1) EKEK Konvensional

Metode operasi ini dengan dilakukan pembuangan nukleus dan korteks lensa. Pembuangan dilakukan dengan lubang yang terdapat di kapsul anterior. Lensa intraokuler (LIO) akan ditanamkan di kantong kapsul. Ada keuntungan dan kelebihan dari metode operasi ini. Untuk keuntungannya waktu penyembuhan luka yang terbilang cukup cepat, trauma endotel kornea yang kecil dan stabilnya luka. Kekurangan metode ini terdapat risiko mata silinder dan waktu perbaikan penglihatan terbilang lebih lambat dibanding metode lain.

2) *Small Incision Cataract Surgery (SICS)*

Teknik SICS merupakan perkembangan dari teknik EKEK. Perbedaan dari keduanya yaitu irisan pada teknik SICS sangatlah kecil (McCreery, 2024). Kelebihan metode ini masalah risiko komplikasi yang lebih rendah, tidak memakan biaya sebanyak metode lain, lebih sederhana, dan kurve pembelajaran yang lebih pendek. Kekurangan dari metode ini adalah masih banyak risiko astigmatisme dan potensi terdapat edema korna post operasi.

3) Fakoemulsifikasi

Teknik fakoemulsifikasi merupakan *gold standard* dalam tindakan operasi katarak. Perbedaan fakoemulsifikasi dengan operasi katarak lainnya yaitu penggunaan mesin

sehingga sayatan yang dilakukan tidak terlalu lebar. Sayatan di kornea hanya berkisar dari 2 sampai 3 mm, dilanjutkan dengan penggunaan energi *ultrasound* dalam penghancuran lensa kataraknya, potongan-potongan lensa keruh disedot, dan pemasangan lensa intraokular ke belakang iris dan pupil. Luka setelah operasi sangatlah kecil sehingga tidak diperlukan jahitan. Kacamata atau penutup mata akan diberikan kepada pasien untuk melindungi mata setelah tindakan operasi dilakukan.

2. Tinjauan Teori Faktor-faktor yang mempengaruhi katarak

a. Usia

Usia merupakan rentang waktu yang dihitung dengan satuan waktu dari tahun lahir manusia hingga pada ulang tahun terakhirnya. Menurut Depkes RI (2019), klasifikasi lansia meliputi pra-lansia 45-59 tahun, lansia 60 tahun atau lebih. Katarak merupakan proses terbentuknya gangguan yang disebabkan oleh penuaan, dimana penuaan mempunyai peran yang sangat penting dalam penurunan regenerasi, karena seiring bertambahnya usia maka akan terjadi penurunan kemampuan dalam bergenerasi (Retnosari, 2024).

Semakin bertambahnya usia manusia, protein lensa akan mengalami proses non enzimatik, perkembangan genetik juga dapat menyebabkan kerentanan terhadap proses oksidasi,

perubahan susunan molekul lensa dan peningkatan penghamburan cahaya. Lensa manusia yang tumbuh sepanjang hidup menyebabkan inti lensa terkena pengaruh tersebut dalam jangka waktu yang lama dan berisiko mengalami kerusakan oksidatif yang akan meningkat pada usia dekade keempat. Oleh karena itu, akan mengakibatkan transparansi lensa berkurang dan inti lensa akan menjadi lebih kaku sehingga dapat mengakibatkan kesulitan dalam kemampuan akomodasi mata yang dapat memperberat dalam pembentukan katarak (Christina, 2023).

Perubahan yang terjadi tidak hanya pada lensa, namun penyebaran cahaya matahari juga terjadi secara introakular, dan akan meningkat secara eksponensial sesuai dengan peningkatan usia. Perubahan ini akan terjadi secara nyata pada usia 40 tahun kemudian akan meningkat hingga 2 kali lipat saat usia 65 tahun dan menjadi 3 kali lipat pada usia 77 tahun (Christina, 2023).

b. Jenis Kelamin

Menurut WHO, jenis kelamin merupakan sebuah perbedaan biologis antara laki-laki dan perempuan. Perbedaan biologis dapat dilihat dari alat kelamin dan perbedaan genetik. Perbedaan biologis dan fungsi biologis laki-laki dan perempuan tidak dapat dipertukarkan diantara keduanya, fungsi yang tetap sama dengan laki-laki dan perempuan pada segala ras yang ada (Retnosari, 2024).

Kejadian katarak pada seorang perempuan lebih tinggi di bandingkan dengan laki-laki, dikarenakan pada perempuan terjadi *menopause*. Hal ini dipengaruhi oleh hormonal sehingga terdapat jaringan tubuh yang mudah rusak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Framingham Eye Study* di Punjab India, ditemukan sebuah indikasi bahwa penderita katarak di atas usia lebih dari 60 tahun banyak ditemukan pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki, namun sampai saat ini belum ada penjelasan yang dapat mendasari hal tersebut (Bachtiar, 2021).

Prevalensi katarak pada perempuan menjadi faktor banyaknya sebuah penelitian yang dilakukan untuk mengobservasi efek dari esterogen dan eksogen. Dimana seseorang yang mengalami *menarche* lebih awal dan atau *menopause* lebih lambat akan menunjukkan risiko terjadinya katarak yang mengindikasikan bahwa esterogen memiliki efek protektif terhadap lensa (Bachtiar, 2021).

Hormon esterogen merupakan hormon steroid yang memiliki beberapa bentuk utama, selain E2 juga terdapat esteron (E1) dan esteriol (E3), dari ketiganya kemudian terbentuk dari anrogen testosterone androstenedion melalui aromatisasi enzimatis. Esterogen pada wanita premenopause disintesis di ovarium, meskipun jumlahnya kecil juga dapat di produksi di kelenjar adrenal, otak, hati, payudara dan di jaringan adipose. Esterogen

yang bersumber dari extra ovarium sangat penting pada wanita pasca menopause. Estrogen terikat pada albumin dalam plasma dan estrogen mengikat globulin E2 plasma hanya sekitar 3 jam, setelah itu akan teroksidasi menjadi E1 dan E3. Sebuah studi yang menyatakan lebih dari 6.000 pasien yang menderita kanker prostat menunjukkan adanya peningkatan katarak pada mereka yang diobati karena kekurangan androgen, yang menyebabkan penurunan produksi E2 (Bachtiar, 2021).

Menurut (Donaldson, 2017) perempuan akan mengalami ketidakseimbangan hormon seks terutama pada hormon estrogen yang mengalami penurunan seiring bertambahnya usia. Hormon estrogen memiliki sifat mitogenik dan antioksidatif terhadap sel epitel lensa manusia yang memiliki peran sebagai pelindung lensa dari katarogenesis. Kemudian dengan bertambahnya usia manusia maka kadar esterogennya akan mengalami penurunan yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan risiko penyakit katarak pada perempuan.

c. Pekerjaan

Pada pekerja yang berhubungan dengan paparan sinar ultraviolet diketahui akan berisiko mengalami katarak. Sinar ultraviolet yang berasal dari matahari akan diserap oleh protein lensa dan kemudian akan menimbulkan reaksi fotokimia sehingga terbentuk radikal bebas atau spesies oksigen yang bersifat sangat

reaktif. Reaksi tersebut akan memengaruhi struktur protein lensa dan kemudian menyebabkan kekeruhan lensa (Rizal *et al.*, 2023).

Sinar UV merupakan faktor risiko terjadinya katarak. Katarak khususnya lebih banyak dijumpai di negara berkembang yang berlokasi di khatulistiwa. Sinar *ultraviolet* yang berasal dari sinar matahari akan diserap oleh protein lensa terutama asam amino aromatik, yaitu *triptofan*, *ferilalanin*, dan *tirosin* sehingga menimbulkan reaksi fotokimia dan menghasilkan fragmen molekul yang disebut radikal bebas, seperti anion superoksida, hidroksil dan spesies oksigen reaktif seperti hidrogen peroksida yang semuanya bersifat toksik. Reaksi tersebut mempengaruhi struktur lensa (Husna *et al.*, 2022).

Menurut (Natasia *et al.*, 2024) paparan sinar matahari berlebihan ke mata dapat mengakibatkan terjadinya perubahan fisik maupun kimiawi pada struktur lensa sehingga mengakibatkan kerusakan pada lensa mata yang dapat menimbulkan terjadinya katarak. Hal ini dapat dicegah dengan menggunakan pelindung mata (kacamata) saat berada di luar ruangan, terutama yang memiliki pekerjaan di luar gedung. Hasil penelitian (Virgo, 2020) menyatakan bahwa responden yang terpajan sinar ultraviolet yang lama akan berpeluang 63 kali mengalami katarak senilis. Penelitian ini diperkuat oleh (Sudrajat, 2021) bahwa terdapat hubungan antara

paparan sinar ultraviolet >4 jam perhari dengan kejadian katarak senil.

d. Riwayat Penyakit Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit yang di derita seumur hidup yang disebabkan oleh gangguan metabolisme yang terjadi di organ pankreas, kemudian ditandai dengan peningkatan gula darah atau kondisi hiperglikemia yang disebabkan menurunnya jumlah insulin dari pankreas. Penyakit DM akan dapat mengakibatkan komplikasi baik makrovaskuler maupun mikrovaskuler. Penyakit ini mengakibatkan gangguan pada kardiovaskuler dan terbilang cukup serius apabila tidak secepatnya diberikan penanganan sehingga meningkatkan penyakit hipertensi dan infark jantung (Puspitasari *et al.*, 2024).

Katarak merupakan salah satu penyebab utama gangguan penglihatan pada penderita DM. Pada penderita DM akan memiliki risiko lima kali lebih besar untuk terkena katarak. Hal ini disebabkan karena tingginya kadar gula darah dalam waktu yang panjang dapat menjadi salah satu komplikasi pada organ lain seperti mata. Kebutaan karena katarak pada penderita DM sebenarnya merupakan penyebab kebutaan yang dapat diintervensi dengan mengontrol kadar gula darah dan gaya hidup (Damayanti, 2024).

Menurut Perkeni dalam (Soelistijo, 2021) seseorang dikatakan menderita diabetes melitus apabila memiliki kadar gula sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dL. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam.
- 2) Pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dL atau 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.
- 3) Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dL dengan keluhan klasik atau krisis atau hiperglikemia.
- 4) Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ dengan menggunakan metode terstandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization program (NGSP)* dan *Diabetes Control and Complications Trial assay (DCCT)*.

Klasifikasi diabetes melitus berdasarkan kadar tes laboratorium darah untuk diagnosis diabetes dan prediabetes menurut perkeni dalam (Soelistijo, 2021) :

- 1) Diabetes apabila nilai HbA1c $\geq 6,5\%$, glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL dan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO ≥ 200 mg/dL.
- 2) Pre-Diabetes apabila HbA1c 5,7-6,4%, glukosa darah puasa 100 – 125 mg/dL dan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO 140 - 199 mg/dL.

- 3) Normal apabila HbA1c < 5,7 %, glukosa darah puasa 70 – 99 mg/dL dan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO 70 – 139 mg/dL.

Menurut (Soelistijo, 2021) diabetes melitus diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan penyebab dan karakteristiknya. Klasifikasi utama meliputi :

- 1) Diabetes Melitus Tipe 1, ditandai dengan kerusakan sel beta yang disebabkan oleh proses autoimun, biasanya karena defisiensi insulin absolut. Tipe 1 biasanya ditandai dengan kehadiran anti-asam glutamat dekarboksilase, sel islet atau insulin antibodi yang mengidentifikasi proses autoimun yang menyebabkan beta kerusakan sel. Akhirnya, semua pasien diabetes tipe 1 akan membutuhkan terapi insulin untuk menjaga kadar insulin dan gula darah.
- 2) Diabetes Melitus tipe 2, terdiri dari 80-90 persen dari semua kasus Diabetes Melitus. Etiologi yang bervariasi, mulai dari dominan resistensi insulin disertai dengan defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin. Kebanyakan individu dengan DM Tipe 2 menunjukkan intra-abdomen (visceral) obesitas, yang erat terkait dengan adanya resistensi insulin. Selain itu, hipertensi dan dislipidemia (trigliserida tinggi dan kadar kolesterol HDL rendah; hiperlipidemia postprandial) sering ditemukan pada

individu ini. Ini adalah bentuk paling umum dari diabetes melitus dan sangat tinggi terkait dengan riwayat keluarga diabetes, usia yang lebih tua, obesitas dan kurangnya olahraga.

- 3) Gestational Diabetes Melitus (GDM) adalah diabetes yang terjadi saat kehamilan sedangkan sebelum hamil ibu tidak memiliki penyakit diabetes. Pre Gestational Diabetes Melitus (PGDM) adalah diabetes yang terjadi pada ibu hamil dengan memiliki riwayat diabetes sebelumnya, baik diabetes melitus tipe 1 maupun tipe 2 (Adli, 2021).
- 4) Diabetes melitus yang terjadi karena sebab yang lain, seperti defek genetik fungsi sel β , defek genetik dari fungsi insulin, penyakit pada pankreas (kista fibrosis), dan karena adanya induksi obat (pengobatan pada penderita HIV/AIDS atau pengobatan setelah transplantasi organ) (Adli, 2021).

e. Riwayat Keluarga

Dalam ilmu genetika riwayat keluarga diartikan sebagai faktor-faktor genetik dan riwayat penyakit dalam sebuah keluarga. Riwayat keluarga dapat menjadi faktor risiko tinggi bagi seseorang untuk mengalami suatu penyakit yang kompleks. Dimana penyakit yang kompleks dapat dipengaruhi oleh kombinasi antara faktor genetik, kondisi lingkungan dan gaya hidup (Pamungkas *et al.*, 2024).

Riwayat keluarga dengan katarak dapat memberikan pengaruh terhadap penerusan gen kepada keturunan. Beberapa gen kristalin yang di ekspresikan pada awal embriogenesis, dan mutasi pada gen yang dapat menyebabkan perubahan pada protein yang berperan dalam agregasi protein sehingga akan mengakibatkan terjadinya katarak senilis (Kusumajaya, 2024).

Protein pada penderita katarak senilis tidak dapat larut di dalam lensa dikarenakan adanya denaturasi. Seiring dengan bertambahnya usia penderita katarak tidak hanya mengalami denaturasi dan ikatan silang, tetapi juga terdapat sebagian kecil peptida yang berukuran relatif pendek yang dipecah dari protein yang lebih besar. Protein yang terdenaturasi diduga ada yang menjadi amiloid meskipun sebelumnya menjadi intraseluler (Bachtiar, 2021).

Pengendapan protein normal dari sel serat lensa, sebagian besar kristal yang tidak stabil atau mengendap, dimana protein lain yang tidak merusak sel akan berkontribusi dalam pembentukan katarak, tidak hanya melewati hamburan cahaya secara langsung oleh agregat protein namun juga dapat melalui gangguan metabolisme dan kerusakan arsitektur sel (Bachtiar, 2021).

Katarak kongenital yang terjadi disebabkan oleh anomali pada kromosom individu sekitar sepertiga dari seluruh katarak kongenital bersifat turun temurun. Hal ini terjadi dengan ada atau

tidaknya mikrofthalmia, aniridia, genetik multisistem lainnya atau tipe neurofibromatis. Gen yang bertanggungjawab untuk mewariskan katarak yaitu gen PITX3 (Kusumajaya, 2024).

Adanya riwayat keluarga yang menderita katarak berhubungan dengan kejadian katarak. Dimana katarak disebabkan oleh riwayat keturunan akan berkaitan dengan pengaruh lingkungan luar yang dapat menyebabkan perubahan genetik dalam tubuh manusia. Gen tersebut akan menyebabkan perubahan pada protein yang berperan sebagai agregasi protein sehingga mengakibatkan terjadinya katarak (Kusumajaya, 2024).

f. Perilaku Merokok

Merokok merupakan salah satu faktor ekstrinsik yang dapat menyebabkan katarak. Merokok merupakan sebuah kegiatan membakar gulungan tembakau yang kemudian menghirupnya melalui rokok atau pipa sehingga menimbulkan asap rokok yang dapat dihirup. Perokok merupakan seseorang yang menghisap asap rokok baik secara langsung maupun tidak (Putri *et al.*, 2023).

Perokok terbagi menjadi 2, yaitu perokok aktif dan perokok pasif. Perokok aktif akan lebih beresiko untuk terjadinya katarak dan dengan berhenti merokok akan menurunkan risiko terjadinya katarak, namun dengan tetap meningkat apabila dibandingkan dengan seseorang yang tidak merokok. Pada perokok pasif juga

dapat memiliki risiko untuk terjadi katarak akibat paparan dari asap rokok (Putri *et al.*, 2023).

Kandungan dalam rokok yang berbahaya bagi tubuh terutama mata. Kandungan yang berbahaya pada rokok diantaranya adalah nikotin, tar, radikal bebas, logam berat (kadmium, timbal dan tembaga), gas nitrioksida, anion superoksida dan karbon monoksida yang mempunyai peran penting bagi patogenesis katarak. Mekanisme terjadinya katarak pada perokok disebabkan oleh zat yang berbahaya yang terkandung dalam rokok. Secara teori, merokok dapat menyebabkan katarak dengan beberapa mekanisme biologisnya karena kandungan yang berbahaya dalam tembakau yang menumpuk dalam lensa akan mengakibatkan kerusakan secara langsung yang dapat mengubah struktur protein lensa yang juga dapat mengakibatkan terjadinya kekeruhan dalam lensa yang berdampak pada pembentukan katarak. (Lumunon & Kartadinata, 2020).

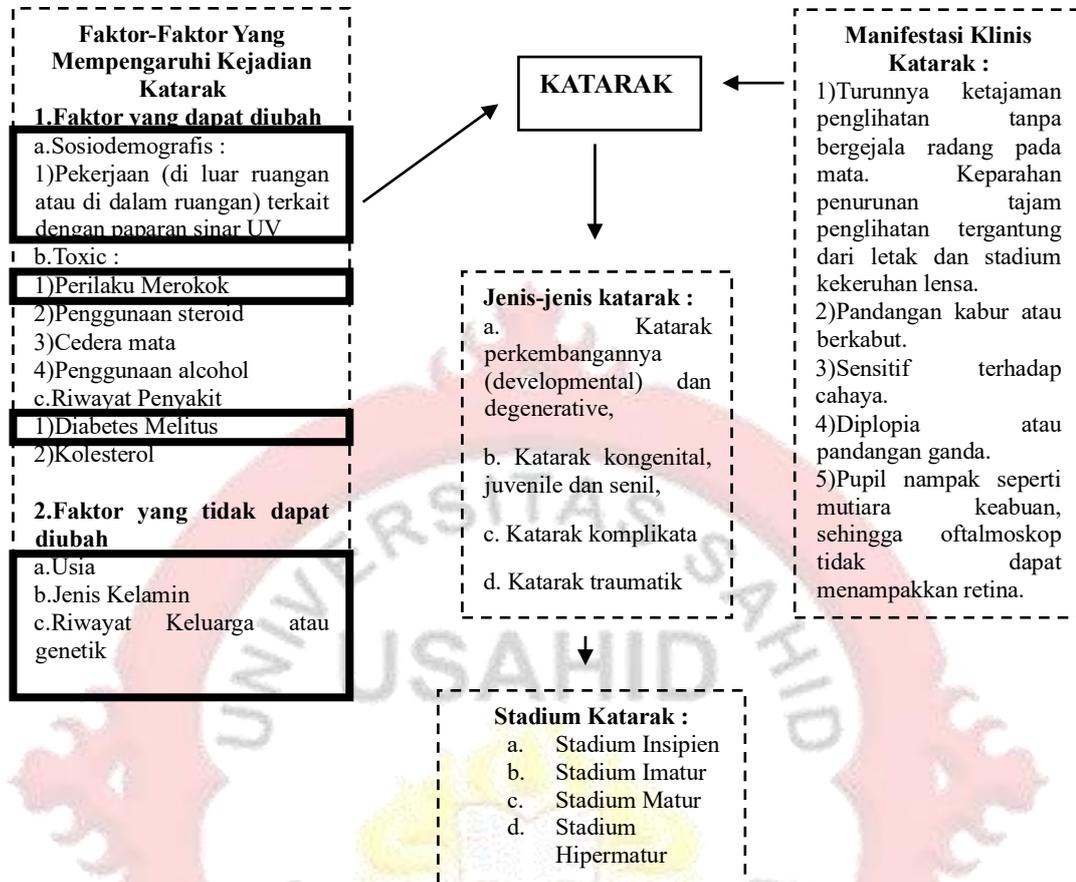
g. Paparan Sinar UV

Sinar ultraviolet dari matahari yang diserap oleh protein lensa terutama asam amino aromatic, yaitu *tirptofam*, *fenilamin* dan *tirosin* akan mengakibatkan reaksi dan menghasilkan fragmen molekul yang disebut dengan radikal bebas atau spesies oksigen yang bersifat sangat reaktif. Kemudian radikal bebas ini akan menyebabkan reaksi patologis dalam jaringan lensa dan senyawa

toksis lainnya, sehingga terjadi reaksi oksidatif pada gugus sulfhidril protein. Reaksi oksidatif ini akan mengganggu struktur protein lensa sehingga *cross link* antar dan intra protein dan menambah jumlah *high molekul weight* protein sehingga terjadi agregasi protein yang kemudian akan menyebabkan kekeruhan lensa dan disebut dengan katarak. Sinar ultraviolet dari matahari akan mempercepat kekeruhan pada lensa mata. Seseorang yang aktivitas sehari-hari sering terpapar sinar UV maka akan berisiko lebih tinggi untuk terjadi katarak. Efek dari paparan sinar matahari secara terus menerus dalam waktu yang lama akan mengakibatkan keruhnya lensa mata, hal ini dapat menyebabkan katarak, terlebih apabila mata tanpa pelindung terpapar sinar matahari yang cukup lama (Wati *et al.*, 2022).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Wati *et al.*, 2022) didapatkan sebagian besar responden yang terkena paparan sinar UV >4 jam mengalami katarak dengan hasil analisis *chi-square* nilai signifikan (*p value*) sebesar 0,057.

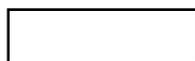
B. Kerangka Teori



Sumber : diadaptasi dan dimodifikasi dari (Bachtiar, 2021)

Gambar 2. 1 Kerangka Konsep

Keterangan :



: Diteliti

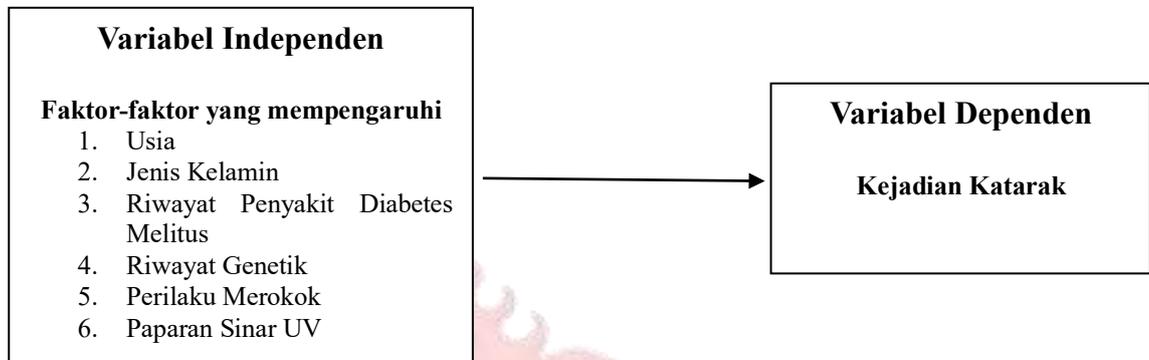


: Tidak diteliti



: Arah yang menunjukkan kemungkinan terjadinya pengaruh

C. Kerangka Penelitian



Gambar 2. 2 Kerangka Penelitian

D. Hipotesis

Hipotesis atau hipotesa adalah pernyataan sementara atau dugaan logis tentang suatu populasi, khususnya dalam ilmu statistik di mana hipotesis mencerminkan parameter populasi. Dalam penelitian kuantitatif, hipotesis dinyatakan sebagai H_0 atau hipotesis nol, yang digunakan untuk menguji parameter populasi. Hipotesis ini memiliki beberapa kegunaan, seperti menjadi petunjuk bahwa peneliti memiliki pengetahuan yang cukup, memberikan arah pada pengumpulan dan penafsiran data, memberi petunjuk tentang prosedur dan jenis data yang dikumpulkan, serta memberikan kerangka untuk melaporkan kesimpulan penelitian (Tamaulina Br. Sembiring, Irmawati, 2023). Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ada hubungan antara usia, jenis kelamin, riwayat diabetes melitus, dan paparan sinar *ultraviolet* dengan terjadinya kejadian katarak pada pasien di Poliklinik Mata RSUD Diponegoro Dua Satu Klaten.

2. Tidak ada hubungan antara riwayat keluarga katarak dan perilaku merokok dengan terjadinya kejadian katarak pada pasien di Poliklinik Mata RSUD Diponegoro Dua Satu Klaten.

