

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang ditemukan di dalam sel darah merah yang memberikan warna merah dan bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Protein ini mengandung zat besi struktur hemoglobin terdiri dari gugus hem dan globin, di mana gugus globin tersusun dari empat rantai polipeptida panjang. Setiap rantai polipeptida terdiri dari urutan asam amino yang spesifik. Molekul hemoglobin disatukan oleh dua pasang rantai globin dan empat gugus hem. Setiap gugus hem mengikat satu atom besi tunggal. Hemoglobin memiliki daya ikat yang kuat terhadap oksigen, memungkinkan pembentukan oksihemoglobin di dalam sel darah merah (Made, 2020).

Hemoglobin berperan sebagai pigmen pernapasan utama dalam sel darah merah. Kadar hemoglobin normal dalam darah orang dewasa berkisar sekitar 15 gram per 100 mililiter darah, yang seringkali dinyatakan sebagai 100%. Batas nilai normal hemoglobin dipengaruhi oleh faktor usia dan jenis kelamin (Made, 2020).

Tabel 1 Nilai batas normal Hb menurut world Health Organizazion

Usia	Kadar Hb
5-11 Tahun	< 11,5 g/dl
12-14 Tahun	≤ 12,0 g/dl
>15 Tahun (Wanita)	> 12,0 g/dl
Wanita Hamil	≥ 11,0 g/dl
>15 Tahun (Laki-laki)	> 13,0 g/dl

Sumber : (Made, 2020)

2. Fungsih Hemoglobin

Hemoglobin memiliki peran yang krusial dalam menjaga kelancaran aliran darah di seluruh tubuh. Peranan utama hemoglobin terletak pada fungsi sebagai pengantar bagi pertukaran oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh. Hemoglobin mampu mengikat oksigen dan membentuk hemoglobin dalam eritrosit atau sel

darah merah. Hemoglobin memiliki kemampuan untuk mengikat karbondioksida dan mengantarkannya kembali ke paru-paru agar bisa dikeluarkan melalui proses pernapasan. Karbondioksida memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan pH dalam darah (Sudrajat, 2022).

3. Hubungan Penurunan Kadar Hemoglobin pada pasien gagal ginjal yang melakukan hemodialisa

Penderita PGK yang menjalani hemodialisis terdapat sebagian besar yang mengalami anemia. penderita PGK banyak mengalami anemia, hal tersebut dikarenakan pada penderita PGK produksi eritropoetin (EPO) berkurang. Penyebabnya berdasarkan primer usia jenis kelamin dan beberapa penyebab sekunder lama melakukan hemodialisa juga berperan sebagai penyebab anemia pada PGK. Beberapa penyebab di antaranya adalah survival eritrosit pendek. Jangka hidup eritrosit pada PGK berkurang 40-60% dari 100-140 hari menjadi sekitar 40-90 hari darah hilang terutama pada waktu hemodialysis (Peri Zuliani, 2020).

Pada pasien PGK yang menjalani HD rutin 2 sampai 3 kali perminggu, pengurangan kadar Hb dapat terjadi karena prosedur tindakan HD. Pada saat pasien menjalani HD pasien akan mengalami kehilangan darah lebih kurang 5 ml/sesi HD. Kehilangan darah ini terjadi pada saat mengakhiri proses HD terdapat sisa-sisa darah yang masih tertinggal pada selang saluran darah ginjal buatan (dialyzer) serta seringnya pengambilan contoh darah untuk pemeriksaan laboratorium. Hal ini turun mempengaruhi kadar Hb pasien, sehingga semakin sering melakukan pemeriksaan laboratorium maka pasien akan mengalami kehilangan darah dan penurunan kadar hemoglobin dapat membuat komplikasi lain anemia (Peri Zuliani, 2020).

4. Faktor yang mempengaruhi Penurunan hemoglobin

Kadar hemoglobin pada pasien gagal ginjal yang menurun di pengaruhi 2 faktor internal dan eksternal. Faktor internal dari usia, jenis kelamin, kekurangan eritropoetin (EPO), kekurangan zat besi yang berperan dalam terjadinya anemia. Kerusakan ginjal menghambat produksi hormon eritropoetin dan kekurangan zat besi menghambat pembentukan hemoglobin. Dan faktor eksternal lama waktu hemodialisa, aktivitas fisik yang berlebihan, status gizi, pendarahan dan lama

melakukan hemodialisa yang memperburuk kadar hemoglobin semua ini memengaruhi kadar hemoglobin (Sun *et al.*, 2023).

Beberapa factor yang dapat membuat terjadinya penurunan kadar hemoglobin darah:

a. Faktor internal

1) Usia

Usia memengaruhi fungsi ginjal karena seiring bertambahnya umur, fungsi ginjal akan menurun. Setelah usia 40 tahun, laju filtrasi glomerulus mulai menurun secara bertahap hingga usia 70 tahun. Hal ini menyebabkan produksi eritropoietin berkurang dan berdampak pada penurunan pembentukan sel darah merah (Mardiyansyah Bahar, 2024).

2) Jenis Kelamin

Jenis kelamin memengaruhi kadar hemoglobin pada pasien hemodialisa. Perempuan lebih sering mengalami penurunan Hb dibandingkan laki-laki, yaitu sebesar 53% pada perempuan dan 47% pada laki-laki. Hal ini disebabkan oleh kehilangan darah saat menstruasi dan kebutuhan zat besi yang lebih tinggi (Mardiyansyah Bahar, 2024).

3) Defisiensi Eritropoietin

Ginjal memproduksi zat eritropoietin yang di mana zat ini akan mengatur pembentukan sel darah merah di sumsum tulang. Pada pasien gangguan ginjal, defisiensi eritropoietin terganggu di mana ginjal tidak menghasilkan eritropoietin dengan normal (Yuniarti, 2021).

4) Pasien gagal ginjal kronik sering mengalami kekurangan zat besi hal ini terjadi karena hormon hepcidin yang berfungsi mengatur penyerapan dan distribusi zat besi. Pada pasien GGGK peradangan kronis membuat hati memproduksi lebih banyak hepcidin, akibatnya zat besi sulit dilepaskan dari simpanan hati dan sel darah putih, serta penyerapan usus berkurang. Meskipun Cadangan zat besi cukup tubuh tidak bisa mengunkanya untuk membuat hemoglobin sehingga membuat kekurangan zat besi fungsional (Putu dina, 2024).

b. Faktor eksternal

1) Aktivitas fisik

Aktivitas fisik teratur baik untuk Kesehatan tubuh dan mental. saat berolahraga, metabolisme meningkat sehingga hemoglobin melepaskan banyak oksigen ke otot. Namun olahraga berlebihan dapat menyebabkan pemecahan sel darah merah (hemolisis) karena menyebabkan penurunan hemoglobin (Putu dina, 2024).

2) Status gizi/ indeks massa tubuh (IMT)

Status gizi berhubungan erat dengan kadar hemoglobin gizi yang baik mendukung kadar hemoglobin, sedangkan gizi buruk bisa menurunkan hemoglobin. (Nadila *et al.*, 2024) Status gizi diukur dengan IMT:

- Normal : 18,5-25
- Gemuk : kurang dari 25-27
- Obesitas: Kurang dari 27

3) Pendarahan

Pasien GGK beresiko kehilangan zat besi karena pendarahan, mau pendaran karena kecelakaan ataupun bendarah di dalam tubuh sehingga dapat membuat penurunan hemoglobin dan membuat resiko anemia (Putu dina, 2024).

4) Lama menjalani hemodialisa.

Semakin lama melakukan hemodialisa kadar hemoglobin biasanya dapat menurun karena berkurangnya produksi eritropoietin, kekurangan zat besi, kehilangan darah selama dialisis dan peradangan yang meningkat karena meningkatnya kadar hepcidin (Rantepadang, 2022).

5. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

a. Metode POCT (*Point Of Care Testing*)

Metode ini adalah mengukur kadar hemoglobin secara sederhana karena hanya menggunakan sampel darah sedikit dan dengan kerja cepat, mudah dan cukup efektif dilakukan dengan metode POCT melalui penggunaan strip darah di letakkan pada strip dan kemudian strip di masukkan ke alat hemoglobin (Nidianti, 2019).

b. Metode Cyanmethemoglobin

Metode ini adalah standar pengukuran hemoglobin, sampel darah utuh dilepaskan dari sel darah merah dan dioksidasi menjadi

methemoglobin dengan bantuan ferisianida kemudia hemoglobin diubah mejadi sianmethemoglobin yang stabil dengan di tambahkan sianida.di ukur menggunakan alat spektrofotometer (Nidianti, 2019).

c. Metode Sahli

Metode ini berkerja dengan membentuk hematin asam sesudah menambahkan asam klorin atau hcl 0,1n dan di encerkan dengan aquades dan ukur sampai waran menyeruapi warna pada satndar warna pembanding sahli (Nidianti, 2019).

d. Metode Hemotologi Analyzer

Metode ini banyak di gunakan karena di anggap sangat akurat untuk mendiagnosis kondisi hematologi,terutama mengukur kadar hemoglobin. Prinsip kerja nya darah yang dicampur larutan pengencer (elektrolit) dialirkan melalui lubang kecil yang memiliki dua elektroda saat darah melewati lubang, resistensi Listrik antara elektroda berubah menghasilkan sinyal tegangan lalu sinyal ini diperkuat lalu disaring agar hasilnya kaurat (Hamam *et al.*, 2024).

e. Metode Tallquist

Metode ini janrang digunakan karena memiliki tingkat akurat yang rendah. Dimana kerjanya dengan melakukan perbandingan warna darah asli skala warna yang bervariasi dari merah tua sampai muda. Meyebabkan ketidaksatabilan hasil (Hamam *et al.*, 2024).

B. Anemia

1. Definisi Anemia

Anemia merupakan kondisi kadar hemoglobin mengalami penurunan sehingga membuat tubuh hipoksida akibat kemampuan pengangkutan oksigen dari darah berkurang. Terjadinya anemia hal yang sering di temukan pada pasien yang mengalami ginjal kronik pada pasien PGK yang melakukan hemodialisa. Anemia bukan suatu diagnosis penyakit tetapi menggambarkan keadaan tubuh seseorang atau keberadaan suatu penyakit atau terjadinya gangguan fungsi tubuh dan perubahan patofisiologi melewati anamnesis berupa pemeriksaan fisik dan laporan pemeriksaan laboratorium (Made, 2020).

Tanda seseorang yang mengalami anemia berat (nyeri dada,pucat,dispnea saat aktivitas,takikardia,penurunan kesadaran) dalam keadaan kadar hemogalobin

yang terlalu rendah kira-kira saat kadar hemoglobin turun hingga < 7 g/dl. Untuk mengetahui anemia diperlukan ketetapan batas hemoglobin yang sudah dapat dianggap dapat menyebabkan anemia. Maka dari itu batas itu juga dapat dipengaruhi Berdasarkan factor usia, kelamin. Batas umum yang biasa digunakan menurut kriteria WHO dinyatakan (Rahmi, 2019).

Tabel 2 Klasifikasi Anemia Berdasarkan Nilai Hemoglobin

Klasifikasi anemia	Kadar Hemoglobin
Tidak Anemia	>11 g/dl
Anemia Ringan	9-10 g/dl
Anemia Sedang	8-7 g/dl
Anemia Berat	< 7 g/dl

Sumber: (Rahmi, 2019)

Tidak anemia menunjukkan bahwa kadar hemoglobin masih dalam batas normal sehingga proses pengangkutan oksigen ke seluruh jaringan tubuh berjalan dengan baik. Hemoglobin berfungsi mengikat oksigen dan menghantarkannya ke seluruh tubuh untuk membantu aktivitas organ dan jaringan. Jika kadar hemoglobin normal maka kebutuhan oksigen tubuh tetap terpenuhi sehingga tubuh tidak mudah lelah dan aktivitas dapat dilakukan dengan baik (Rahmi, 2019).

Anemia ringan terjadi ketika kadar hemoglobin sedikit menurun dari batas normal. Pada dewasa anemia ringan berada pada kadar Hb 9,0–10,9 g/dL. Kondisi ini biasanya mulai menimbulkan gejala seperti mudah lelah, kurang konsentrasi, dan tubuh terasa lemas karena suplai oksigen ke jaringan mulai berkurang (Rahmi, 2019).

Anemia sedang terjadi apabila kadar hemoglobin menurun lebih rendah yaitu 8,0–7,0 g/dL. Pada kondisi ini kemampuan darah membawa oksigen semakin menurun sehingga penderita dapat mengalami pucat, pusing, cepat lelah, sesak saat beraktivitas, dan penurunan daya tahan tubuh. Anemia sedang biasanya dipengaruhi oleh kurangnya asupan zat besi, perdarahan, atau penyakit kronis yang mengganggu pembentukan sel darah merah (Rahmi, 2019).

Anemia berat merupakan kondisi kadar hemoglobin yang sangat rendah yaitu $<7,0$ g/dL. Pada keadaan ini tubuh mengalami kekurangan oksigen yang

berat sehingga dapat mengganggu fungsi organ tubuh. Penderita anemia berat biasanya tampak sangat lemah, pucat, mudah sesak napas, dan berisiko mengalami komplikasi serius apabila tidak segera ditangani (Rahmi, 2019).

2. Penyebab anemia pada penyakit ginjal kronik

Penurunan laju filtrasi glomerulus pada pasien ginjal kronik berhubungan dengan penurunan hemoglobin atau hematokrit. Dikarenakan defisiensi eritropoietin stimulating factor. Eritropoietin diproduksi oleh juxtaglomerulus yang ada di dalam ginjal sebanyak 90% dalam keadaan ginjal normal dan 10% di hati. Produksi eritrosit dipengaruhi oleh eritropoietin yang dihasilkan oleh ginjal dan hati. Di mana hormon ini mentransfer proliferasi, diferensiasi dan maturasi precursor eritroid. Tubuh akan melakukan kompensasi jika terjadinya penurunan sel darah merah dengan merangsang fibroblas peritubular ginjal untuk meningkatkan produksi eritropoietin di mana hormon ini dapat meningkat. Ketika hematokrit di bawah 20%. Tetapi respon juga tidak dapat berjalan apabila penderita ginjal kronik, di mana ginjal tidak maksimal menghasilkan eritropoietin otomatis mengalami penurunan sehingga terjadinya anemia (Made, 2020).

Anemia dapat timbul pada pasien Penyakit Ginjal Kronis (PGK), yaitu ketika fungsi ginjal menurun antara 20% hingga 50% dari kapasitas normalnya. Kerusakan ginjal menyebabkan penurunan produksi eritropoietin (EPO) yang memadai. Eritropoietin adalah hormon yang merangsang sumsum tulang untuk menghasilkan sel darah merah. (Yuniarti, 2021).

Hormon eritropoietin ini terhambat memproduksi karena kekurangan gizi, kekurangan zat besi, umur sel darah merah yang pendek dan banyak lainnya dapat menghambat siklus eritropoietin sehingga membuat penurunan kadar hemoglobin (Made, 2020).

1. Hemokonsentrasi pada Pasien Pasca Hemodialisa

Hemokonsentrasi adalah kondisi di mana terjadi peningkatan konsentrasi komponen darah akibat berkurangnya volume plasma, sehingga darah menjadi lebih pekat. Pada pasien yang menjalani hemodialisa, kondisi ini dapat terjadi sebagai akibat dari proses ultrafiltrasi selama tindakan dialisis (Huda, 2020).

Pada periode awal pasca hemodialisa hingga beberapa jam setelah tindakan, terjadi hemokonsentrasi yang ditandai dengan peningkatan kekentalan darah. Hal ini disebabkan oleh proses dialisis yang mengeluarkan zat-zat terlarut berupa sisa metabolisme tubuh melalui mekanisme ultrafiltrasi. Proses tersebut menyebabkan penurunan volume cairan dalam pembuluh darah, sehingga konsentrasi komponen darah, termasuk hemoglobin, mengalami peningkatan. Kondisi ini juga ditunjukkan dengan meningkatnya kadar hematokrit yang dapat mencapai atau mendekati lebih dari 45% (Huda, 2020).

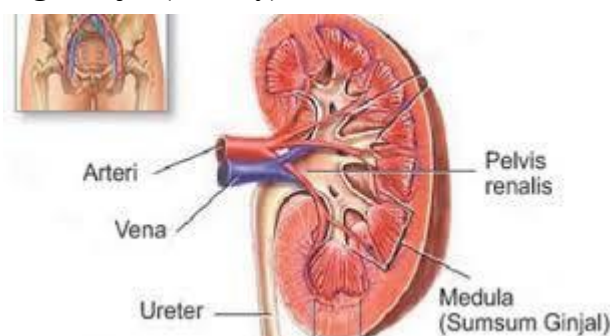
Selanjutnya, pada jam-jam berikutnya hingga sekitar jam ke-12 sampai dengan jam ke-18 pasca hemodialisa, kadar hemoglobin dapat mengalami penurunan. Hal ini berkaitan dengan mekanisme kompensasi tubuh dalam mempertahankan keseimbangan cairan (homeostasis), dimana terjadi perpindahan cairan dari ruang intraseluler dan interstisial menuju intravaskuler. Proses ini menyebabkan darah kembali mengalami pengenceran sehingga kadar hemoglobin tampak menurun (Huda, 2020).

C. Ginjal

1. Definisi Ginjal

Ginjal memegang peranan krusial dalam tubuh manusia, dengan fungsi utamanya adalah mengeluarkan produk sisa metabolisme tubuh seperti urea, kreatinin, dan asam urat. Gangguan pada fungsi ginjal dapat mempercepat penurunan kapasitas ginjal dalam menyaring racun atau sisa metabolisme dari dalam darah. (Syuryani, arman and Putri, 2021).

2. Anatomi Fisiologi Ginjal (Kidney)



Gambar 1 Anatomi ginjal (Komal Kumar, 2019)

Keterangan gambar anatomi fisiologi ginjal (Komal Kumar, 2019).

a. Arteri (arteri renalis)

Saluran vaskular yang mengarahkan darah dari jantung ke ginjal untuk proses filtrasi.

b. Vena (vena renalis)

Pembuluh darah yang membawa darah keluar dari ginjal setelah disaring, menuju vena cava inferior. Setelah darah disaring oleh ginjal (di nefron), hasil saringan berupa urin akan diproses lebih lanjut, sedangkan darah yang sudah bersih (tanpa zat sisa) akan dikembalikan ke peredaran darah melalui vena renalis.

c. Pelvis renalis

Area internal ginjal yang berfungsi sebagai wadah sementara untuk urin sebelum dialirkan ke ureter. Area ini, yang dikenal sebagai pelvis renalis, merupakan bagian pangkal ureter di ginjal. Strukturnya berbentuk corong lebar yang bercabang, terdiri dari beberapa kaliks mayor yang mengarah ke kaliks minor. Kaliks minor mengumpulkan urin dari papilla, yang kemudian mengalir ke kaliks mayor, selanjutnya ke pelvis renalis, lalu ke ureter, dan akhirnya tertampung di vesika urinaria.

d. Medula (sumsum ginjal)

Bagian dalam ginjal yang terdiri dari piramid ginjal. Di sini terjadi proses penyerapan kembali dan pengumpulan urin. Sumsum ginjal (medulla) terdapat piramid renal menghadap korteks dan puncaknya (*apeks/papilla renalis*) mengarah di dalam ginjal. Kolumna renal berada di piramid dan ditemukan jaringan korteks. Sebagai tempat kumpulnya pembuluh halus yang mengangkut urine hasil dari penyaringan darah dalam malpighian tubule lalu selanjutnya sampai Bowman's capsule.

e. Ureter

Kanal yang memfasilitasi pengaliran urin dari ginjal menuju kandung kemih sebelum dikeluarkan dari tubuh.

3. Stuktur Ginjal

Ginjal adalah organ tubuh yang berpasangan berada di dinding posterior abdomen di luar kavum paritoneal. Masing-Masing ginjal berada di sisi kolum vertebra dengan katub atas bawah memanjang dari vertebra T12 hingga vertebra L3. Ginjal bagian kanan lebih rendah di karenakan ada organ hati di atasnya masing-masing ginjal berukuran 11 cm dan lebar sekitar 5-6 cm dengan ketebalan 3-4 cm. Ginjal dikelilingi sebuah kapsul yang terikat ketat (kapsul renal) setiap ginjal tertutupi ditutupi oleh massa lemak. kapsul dan lapisan lemak di bungkus oleh dua lapisan fascia ginjal Sebagai jaringan ikat yang memfikasi ginjal pada dinding posterior. Bantalan lemak dan posis ginjal di antara organ-organ abnormal dan otot panggang melindungi dari trauma (Sue E. Huether, 2018).

4. Fungsi Ginjal

Ginjal menurut (Komal Kumar, 2019) memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu:

- a. Mengatur cairan volume di dalam tubuh melewati dan di keluar kan lewat urine.
- b. Mengatur keseimbangan osmotik dan ion yang optimal dalam plasma keseimbangan elektrolit merupakan suatu proses krusial, terutama ketika ekskresi ion oleh ginjal terjadi secara abnormal. Dalam situasi ini, ginjal akan berperan dalam mengatur ekskresi ion tersebut secara efektif. natrium, kalium, kalsium.
- c. Mengatur keseimbangan asam basah urine sesuai ph darah yang berubah.
- d. Mengekresi sisah metabolisme ureum, kreatinin, asam urat zat toksik dan hasil metabolisme pada hemoglobin.
- e. Mengatur fungsi hormonal, seperti sekresi hormon renin untuk mengendalikan tekanan darah dan metabolisme, serta memproduksi eritropoietin yang berperan penting dalam sintesis sel darah merah.

5. Gagal ginjal kronik

Gagal ginjal terdapat dua yaitu gagal ginjal akut dan gagal ginjal kronik. Pada gagal ginjal akut terjadi penurunan fungsi ginjal secara tiba-tiba, terjadi peningkatan kadar ureum dan kreatinin darah dalam beberapa hari bahkan dalam beberapa minggu saja dan kadar nitrogen dalam darah meningkat. Sedangkan

gagal ginjal kronik terjadi juga peningkatan kadar ureum dan kreatinin tapi dalam keadaan perlahan tidak langsung secepat gagal ginjal akut dimana prosesnya dapat terjadi dalam waktu berbulan-bulan bahkan bertahun sampai ginjal kehilangan fungsinya. Gagal ginjal kronik di bagi menjadi lima stadium Berdasarkan laju penyaringan (filtrasi) glomerulus (Glomerulus filtration rate) nilai normal GFR 20-120 ml/min/1.73 m² (Collins *et al.*, 2021).

Tabel 3 Glomerulus Filtration Rate

Stadium	Glomerulus filtration rate (ml/min/1.73 m²)	Deskripsi
1	Lebih dari 90	Kerusakan pada ginjal, filtrasi masih normal atau sedikit meningkat
2	50-89	Terjadi sedikit penurunan fungsi ginjal
3	30-59	Terjadi lebih banyak penurunan fungsi ginjal
4	15-29	Terjadi penurunan fungsi ginjal yang semakin berat
5	Kurang dari 15	Gagal ginjal stadium akhir

Sumber : (Collins *et al.*, 2021)

Stadium 1: Kerusakan ginjal yang ditandai dengan penurunan filtrasi GFR normal, yang biasanya berada pada angka 90 atau lebih, dapat mulai terdeteksi sebelum GFR mengalami penurunan signifikan. Pada tahap satu ini, tujuan utama adalah melakukan intervensi terapeutik untuk memperlambat progresi penyakit ginjal kronis serta mengurangi risiko terhadap penyakit jantung dan gangguan pembuluh darah (Collins *et al.*, 2021).

Stadium 2: Kerusakan pada stadium ini sedang/ringan pada GFR 60-89 saat fungsi ginjal semakin mulai menurun dokter akan mulai memperkirakan pengobatan lanjutannya untuk mengurangi risiko lainnya (Collins *et al.*, 2021).

Stadium 3: Kerusakan pada stadium ini dengan GFR 30-59 saat gagal ginjal kronik mulai berlanjut sering terjadi masalah dalam tubuh yaitu anemia akibat penurunan eritropoietin hormon yang dihasilkan oleh ginjal untuk merangsang/mentransfer ke tulang sumsum untuk membuat sel darah merah dan

tulang terjadi ketidakseimbangan fosfor, metabolisme kalsium dan vitamin D semakin umum pada stadium ini (Collins *et al.*, 2021).

Stadium 4: Terjadi penurunan berat GFR sekitar 15-29 diteruskan dengan pengobatan untuk komplikasi gagal ginjal kronik dan bisa memilih hemodialisa sebagai terapi pengganti fungsi ginjal dengan memperkuat pembuluh darah lengan agar kuat dalam penusukan jarum pada pembuluh darah lengan secara sering (Collins *et al.*, 2021).

Stadium 5: Kegagalan ginjal pada stadium ini biasanya ginjal sudah tidak mampu bekerja untuk kehidupan kita di perlukan pencangkokan ginjal/Transplantasi ginjal (Collins *et al.*, 2021).

6. Etiologi

Kondisi yang dapat menyebabkan gagal ginjal kronis dapat disebabkan dari ginjal sendiri maupun dari luar ginjal (Collins *et al.*, 2021).

a. Penyebab dari dalam ginjal

- 1) Glomerulonefritis: Peradangan pada glomerulus yang mengganggu proses penyaringan darah.
- 2) Infeksi kuman (pielonefritis, uretritis): Infeksi pada saluran kemih yang dapat menyebar ke ginjal dan merusak jaringan ginjal.
- 3) Batu ginjal (nefrolitiasis): Endapan mineral yang menghambat aliran urin dan merusak ginjal.
- 4) Kista ginjal (polikistik ginjal): Terbentuknya banyak kista yang mengganggu fungsi normal ginjal.
- 5) Trauma ginjal: Cedera langsung pada ginjal yang menyebabkan kerusakan jaringan.
- 6) Keganasan ginjal: Pertumbuhan sel abnormal (kanker) yang merusak struktur dan fungsi ginjal.
- 7) Sumbatan (batu, tumor, penyempitan): Menghambat aliran urin sehingga menimbulkan tekanan dan kerusakan ginjal.

b. Penyebab dari luar

- 1) Penyakit sistemik (DM, hipertensi, kolesterol tinggi): Menyebabkan kerusakan pembuluh darah ginjal secara bertahap.

- 2) Dislipidemia: Kadar lemak darah tinggi yang dapat memperburuk kerusakan pembuluh darah ginjal.
- 3) SLE: Penyakit autoimun yang menyerang ginjal dan menyebabkan peradangan.
- 4) Infeksi (TBC, sifilis, malaria, hepatitis): Infeksi kronis yang dapat merusak jaringan ginjal.
- 5) Preeklamsia: Tekanan darah tinggi saat hamil yang dapat mengganggu fungsi ginjal.
- 6) Obat-obatan: Penggunaan obat tertentu dalam jangka panjang dapat bersifat toksik bagi ginjal.

7. Patofisiologi

Peroses terjadinya PGK kerusakan fungsi ginjal dan struktur ginjal secara progresif serta irreversible peroses terjadinya PGK dapat bergantung pada penyakit (underlying disease), dalam perkembangan berikut perosesnya kurang lebih sama. Progresitas kerusakan dari struktural dan fungsional nefron tersisah (surviving nephrons) yang di perantarain oleh molekul vokatif yang mengakibatkan meningkatnya hemodinamik, tekanan kapiler yang terjadi pada glomerulus (Pohan, 2025).

Mekanisme tersebut adalah peroses adaptasi yang berlangsung secara singkat oleh peroses maladaptasi berupa sclerosis nefron yang tersisah. Pada peroses ini fungsi nefron akan menurun secara progresif mengakibatkan gangguan keseimbangan air dan elektrolit terutama pada natrium dan kalium. Kejadian ini dapat berlangsung sehingga menyebabkan pasien melakukan beberapa perawatan PGK salah satunya hemodialisa hal yang dapat menyebabkan terjadinya peroses PGK ialah hipertensi, hiperkalemia, albuminuria, dan dislipidemia (Pohan, 2025).

Pada stadium awal PGK terjadinya kehilangan renal reserve pada Dimana keadaan LFG masih normal atau terjadi peningkatan secara progresif akan terjadi penurunan nefron. Pada laju filtrasi glomerulus (LFG) di bawah 15% dapat terjadi gejala serius pada pasien sehingga memerlukan terapi seperti hemodialisa ataupun transplasi ginjal tahap ini disebut dengan kidney failure atau gagal ginjal (Pohan, 2025).

8. Gambaran Klinis

Individu yang menderita penyakit ginjal kronis (PGK) pada stadium 1 dan 2, yang merupakan tahap awal, umumnya tidak menunjukkan keluhan atau bersifat asimtomatik. Hal ini terjadi meskipun terdapat penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG), sehingga diagnosis berdasarkan pemeriksaan klinis saja menjadi sulit. Gejala klinis yang dikeluhkan oleh pasien PGK pada umumnya berkaitan dengan penyakit penyerta yang mendasarinya, seperti edema yang muncul pada pasien dengan sindrom nefrotik. Pada stadium 3 dan 4, pasien menunjukkan manifestasi klinis dan kelainan laboratorium yang lebih signifikan. Hal ini dikarenakan kondisi PGK telah mempengaruhi hampir seluruh sistem organ tubuh. Beberapa kelainan yang dapat diamati meliputi rasa lelah yang berlebihan dan penurunan selera makan (Anggraini, 2022).

Pada stadium 5, tubuh pasien akan mengalami akumulasi toksin, yang mengakibatkan timbulnya gejala sindrom uremia. Gejala-gejala ini mencakup letargi, kelemahan, anoreksia, mual, muntah, nokturia, kelebihan volume cairan, neuropati perifer, pruritus, frost uremik, perikarditis, serta kejang hingga koma. Komplikasi lebih lanjut dari penyakit ginjal kronis dapat bermanifestasi sebagai anemia, osteodistrofi renal, asidosis metabolik, ketidakseimbangan elektrolit, dan gagal jantung (Anggraini, 2022).

9. Komplikasi

Menurut Abraham dalam artikel idtime (2018), terdapat beberapa komplikasi gagal ginjal kronis, yaitu:

a. Kelebihan kalium (hiperkalemia)

Komplikasi terjadi karena Ketika di diagnosis terkena gagal ginjal kronis terdapat kelebihan kadar kalium dalam darah sering di sebut hiperkalemia. Kita tau bahwa di saat seseorang mengalami gangguan ginjal otomatis akan terjadi gangguan dalam filtrasi (penyaringan awal) pada ginjal. Pada saat ginjal tidak dapat menyaring dengan benar hal ini yang menyebabkan tubulus ginjal tidak bisa menukar ion K^+/H^+ dengan Na^+ membuat kalium dalam darah berlebihan.

Kadar kalium dalam darah penting dalam tubuh untuk menjaga keseimbangan ion memperlancar fungsi otot, syaraf dan jantung namun kalium dalam kondisi berlebihan mengakibatkan terganggunya fungsi jantung dapat

menyebabkan jantung berhenti berdetak dikarenakan jika kadar kalium terlalu tinggi keseimbangan tersebut terganggu sehingga impuls listrik pada otot dan saraf termasuk otot jantung. Kondisi ini membuat irama (aritma) jantung tidak teratur dan kontraksi otot jantung melemah sehingga dapat menyebabkan henti jantung mendadak.

b. Pembekakan paru-paru (Edema)

Disaat seseorang penderita gagal ginjal kronik membuat ginjal mengalami penurunan fungsi ginjal dapat menyebabkan turunnya kadar albumin (hipoalbuminemia) keadaan ini membuat peningkatan permeabilitas kapiler sehingga cairan menumpuk di dalam paru-paru, terutama bagian interstisial dan alveolus, yang dimana biasanya paru-paru mengembang karena ruang alveolus terisi oksigen. Namun pada gangguan ini ruang tersebut justru terisi cairan sehingga menyebabkan penderita kesulitan bernafas.

c. Tingginya asam dalam tubuh (Asidosis)

Ginjal memiliki fungsi memfiltrasi darah serta melakukan reabsorpsi ion-ion. Ion H^+ terikat dengan HCO_3^- agar dapat dikeluarkan sehingga keseimbangan pH tubuh tetap stabil pada kondisi ini gagal ginjal kronis kerusakan tubulus ginjal menghambat reabsorpsi HCO_3^- sehingga H^+ menumpuk dalam darah sistemik. Pada kondisi ini menyebabkan meningkatnya kadar asam dalam tubuh dampaknya asidosis terjadinya kelemahan otot, penurunan refleks, hingga kelumpuhan dan dapat juga asidosis dapat memicu pengendapan kalsium darah yang dapat membuat pembentukan batu ginjal.

d. Gangguan otak (Ensefalopati)

Metabolisme normal protein dalam makanan dapat di pecah menjadi asam amino dengan produk samping ammonia bersifat toksik, biasanya didektoksifikasi di hati lalu diekskresikan melalui ginjal dalam bentuk urine. Dalam pasien gangguan ginjal proses ini terganggu sehingga membuat ammonia menumpuk dalam darah terbawa ke otak. Akibatnya fungsi otak terganggu dan menyebabkan gejala penurunan kesadaran, gangguan aktivitas, hingga kejang-kejang.

e. Anemia

Kasus anemia pada pasien gangguan ginjal terjadi karena kerusakan ginjal mengganggu produksi eritropoietin, yaitu hormon yang merangsang ke sumsum tulang

untuk membentuk sel darah merah. Akibatnya produksi sel darah merah menurun di karenakan ginjal tidak dapat berkerja dengan baik untuk memeberikan respon ke pada sungsung tulang untuk melakukan pembentukan sel darah merah.

D. Hemodialisa

1. Definisi Hemodialisa

Hemodialisa adalah suatu proses yang di lakukan untuk pasien yang memerlukan terapi dialisis dengan penyakit gagal ginjal dengan penyakit stadium akhir yang memerlukan terapi jangka Panjang. Dan hemodialisa suatu terapi yang digunakan pada pasien gagal ginjal untuk membantu proses zat-zat metabolisme, zat toksik untuk membantu memperbaiki keseimbangan elektrolit lainnya melalui membran semi permeabel Sebagai pemisah darah dan cairan dialisat yang di buat di dalam dialyzer (Husain *et al.*, 2019).

2. Tujuan Hemodialisa

Hemodialisis berfungsi sebagai pengganti peran ginjal dalam proses ekskresi, yaitu mengeluarkan sisa-sisa metabolisme dari tubuh, seperti urea, kreatinin, dan produk metabolik lainnya. Selain itu, hemodialisis juga berperan dalam mempertahankan atau mengembalikan keseimbangan elektrolit tubuh, memulihkan sistem buffer, serta mengeliminasi kelebihan cairan dengan memengaruhi tekanan darah dan cairan. Prosedur ini menggantikan fungsi ginjal dalam membuang cairan tubuh yang dikeluarkan melalui urine saat ginjal berfungsi dengan baik. Hemodialisis bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup pasien yang mengalami gangguan fungsi ginjal sebagai alternatif pengganti fungsi ginjal yang hilang (Latif, 2025).

Hemodialisa terapi yang efektif saat ini bagi penderita gagal ginjal kronik tetapi terapi ini juga dapat membuat komplikasi anemia sesudah menjalani hemodialisa. Penderita gagal ginjal kronik menyebabkan anemia karena terganggunya produksi eritropoetin akibat fungsi ginjal yang tidak normal. Tetapi kondisi anemia bisa juga terjadi akibat kehilangan darah selama pengambilan sampel berulang untuk pemeriksaan laboratorium dan darah tertinggal dalam unit hemodialisa (Mardiyansyah Bahar, 2024).

3. Indikasi Hemodialisa

Menurut (Zasra, Harun and Azmi, 2018), Indikasi pasien yang dapat melakukan hemodialisa antara lain:

- a. Pasien gagal ginjal kronik dan gagal ginjal akut sampai fungsi ginjal pulih pasien
- b. yang terdapat indikasi hiperkalemia, asidosis, kegagalan terapi konservatif, kadar ureum dan kreatinin yang terlalu tinggi di dalam darah.
- c. Ketidakseimbangan cairan, elektrolit berat.
- d. Intoksikasi obat dan zat kimia.
- e. Sindrom hepatorenal dan kriteria.

4. Kontraindikasi Hemodialisa

Menurut (Putri *et al.*, 2022) Kontraindikasi dari hemodialysis sendiri adalah sebagai berikut:

- a. Hipotensi berat dengan tekanan darah $>200/100$ mmHg
- b. Terjadi pendarah hebat
- c. Demam tinggi

E.Kerangka Konsep