

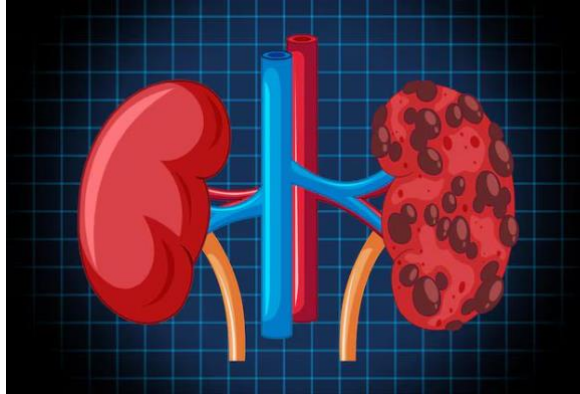
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gagal Ginjal Kronik

1. Definisi Gagal Ginjal Kronik

Gagal Ginjal Kronik (GGK) merupakan keadaan yang di mana peran ginjal mengalami penurunan bertahap dan sulit untuk kembali normal, sehingga tubuh tidak dapat melakukan metabolisme dengan baik serta gagal menjaga keseimbangan cairan elektrolit, yang bisa mengarah ke peningkatan kadar kreatinin. Penyebab dari gagal pada ginjal kronik bisa beragam, termasuk masalah metabolik seperti diabetes melitus, infeksi seperti pielonefritis, penyumbatan pada saluran kemih, gangguan sistem imun, tekanan darah tinggi, kerusakan pada tubulus ginjal akibat nefrotoksin, dan kelainan yang bersifat genetik yang menyebabkan penurunan laju filtrasi glomerulus (Narsa *et al.*, 2022). Gagal ginjal kronik merupakan kondisi yang tidak dapat diubah kembali, dengan berbagai penyebab yang mengarah pada penurunan fungsi ginjal di bawah angka 15 ml/menit/1,73m². (Lumbantobing, 2020).



Gambar 1 Ilustrasi Gagal Ginjal Kronik

Gagal ginjal kronis atau yang biasa dikenal dengan chronic kidney disease (CKD), adalah sebuah masalah degeneratif pada ginjal yang bersifat berkepanjangan dan terus berkembang. Ini dapat dilihat dari penurunan fungsi pada ginjal yang berlangsung secara bertahap dan terjadi lebih dari tiga bulan. Keadaan ini berakibat pada berkurangnya kemampuan ginjal dalam menyaring limbah metabolik tubuh, termasuk kreatinin, yang mengarah pada meningkatnya kadar kreatinin dalam darah pada seseorang yang di diagnosa mengalami GGK. Pada

penelitian ini memperlihatkan bahwa pasien yang mengalami GJK cenderung memiliki kadar kreatinin yang lebih tinggi karena terjadinya penurunan fungsi filtrasi ginjal mereka (Nagarajan Bhuvaneswari *et al.*, 2023)

2. Etiologi

Terdapat berbagai faktor yang bisa menimbulkan gagal ginjal, yaitu:

- a. Faktor prerenal yang ditandai dengan berkurangnya aliran darah menuju ginjal karena hypovolemia (penurunan volume pada darah), kekurangan cairan atau dikenal dengan dehidrasi, asupan cairan yang berkurang, penggunaan berbagai macam obat, bahkan terdapat sumbatan dari aliran darah menuju ginjal akibat penyumbatan di dalam pembuluh darah pada ginjal.
- b. Faktor renal yang melibatkan kerusakan ginjal, yang bisa terjadi karena sepsis, di mana sistem imun bereaksi secara berlebihan karena adanya infeksi, serta mengakibatkan peradangan serta kerusakan pada ginjal, serta penggunaan berbagai macam obatan yang berpotensi merusak ginjal. Rhabdomyolysis adalah kondisi yang memicu kerusakan otot, membuat serat otot yang rusak menghalangi sistem filtrasi ginjal. Selain itu, ada juga multiple myeloma, radang akut di glomerulus, bahkan lupus serta sindrom goodpasture.
- c. Faktor postrenal yaitu mengakibatkan hambatan dalam saluran darah dari ginjal sehingga menyebabkan hambatan pada saluran kemih (ureter atau kandung kemih) serta mengakibatkan aliran urin kembali menuju ginjal. Peningkatan pada ukuran prostat yang mengalami pembengkakan bahkan kanker prostat juga dapat menghalangi saluran pada kandung kemih agar kosong kembali. Selain itu, dapat disebabkan dari tumor di perut, serta batu pada ginjal (Halawa *et al.*, 2023)

3. Patogenesis dan Patofisiologi

Menurut pendapat dari Bayhakki pada (Hutagaol, 2017) Patogenesis dari gagal ginjal kronis meliputi kerusakan serta menurunnya peran dari nefron dan disertai dengan hilangnya peran ginjal secara bertahap. Laju filtrasi pada glomerulus secara keseluruhan (GFR) mengalami penurunan, dan klirens juga berkurang, sementara kadar BUN dan kreatinin yang mengalami peningkatan serta nefron yang masih ada mengalami hipertrofi dikarenakan berusaha menyaring jumlah cairan yang lebih besar. Hal ini mengakibatkan ginjal kehilangan

kemampuan untuk memekatkan urine. Pada tahap ekskresi, sejumlah besar urine dikeluarkan, yang mengakibatkan klien mengalami dehidrasi. Seiring waktu, kemampuan tubulus dalam menyerap elektrolit perlahan-lahan hilang.

Patofisiologi dari penyakit ginjal kronis pada tahap awal sangat dipengaruhi oleh kondisi yang mendasarinya, namun seiring berjalannya waktu, mekanisme yang terjadi menjadi relatif serupa. Penurunan jumlah massa ginjal menyebabkan nefron yang tersisa mengalami hipertrofi secara struktural dan fungsional sebagai respons kompensasi, dan dimediasi dari molekul pada vasoaktif contohnya yaitu sitokin serta faktor pertumbuhan. Sehingga menyebabkan peningkatan hiperfiltrasi, di mana terdapat kenaikan tekanan dari kapiler serta aliran darah di glomerulus (Gliselda, 2021)

4. Manifestasi Klinis

Tanda dan gejala dari gagal ginjal kronis dapat bervariasi tergantung pada proses penyakit dan faktor yang mempengaruhinya. Tahapan dari gagal ginjal kronis menurut Black & Hawks 2005 dalam (Halawa *et al.*, 2023) adalah sebagai berikut:

- a. Penurunan cadangan ginjal, yang memiliki tanda dengan fungsi nefron yang berkurang sekitar 40 hingga 75%, namun belum muncul tanda awal karena fungsi pada organ ginjal masih dalam batas normal.
- b. Insufisiensi pada organ ginjal, memiliki tanda yaitu penurunan fungsi dari nefron antara 75-90%, serta meningkatnya kadar urea dan kreatinin dalam serum, di mana ginjal tidak dapat memekatkan urine, dan ditandai dengan gejala anemia, poliuri, dan nocturia.
- c. Gagal ginjal, yang dapat dilihat dari kondisi azotemia yang parah, asidosis, hambatan dalam memekatkan urine, atau bahkan anemia yang krisis, serta masalah pada hypernatremia, kemudian elektrolit termasuk hiperkalemia, serta hiperfosfatemia.
- d. Gagal ginjal tahap akhir, memiliki tanda adanya dua buah golongan gejala, yaitu disfungsi dalam system ekskresi serta aturan dalam kelompok gangguan pada sistem kardiovaskuler, neuromuscular, dan skeletal, serta manifestasi pada hormonal. Fungsi ginjal tidak mampu untuk mempertahankan homeostasis.

5. Jenis Gagal Ginjal

- a. Gagal ginjal akut (Acute renal failure = ARF) merupakan kondisi di mana fungsi ginjal menurun secara mendadak dalam rentang waktu beberapa hari sampai beberapa minggu, ditunjukkan oleh meningkatnya total ureum serta kreatinin didalam darah serta hasil pemeriksaan fungsi ginjal lainnya.
- b. Gagal pada ginjal kronis merupakan suatu situasi yang memiliki tanda yaitu menurunnya fungsi dari ginjal yang berlangsung melalui bertahap-tahap, sehingga penurunan ini akan berlangsung secara intens terjadi dalam kurun waktu berbulan-bulan bahkan bahkan bertahun-tahun hingga ginjal benar-benar tidak lagi berfungsi (Aridamayanti, 2025)

6. Stadium Gagal Ginjal Kronik

- a. **Stadium 1** : yaitu kerusakan ginjal ringan dengan fungsi normal. Di tahap pertama GJK, individu terkena kerusakan ginjal, tetapi tingkat filtrasi glomerulus (GFR) masih dalam rentang normal, yaitu di atas 90 mL/menit per 1,73 m². Kerusakan ginjal pada tahap ini biasanya tidak memunculkan gejala klinis yang nyata. Pada fase ini, pasien mungkin tidak menunjukkan indikasi gagal ginjal, namun kerusakan pada ginjal dapat terdeteksi melalui pemeriksaan laboratorium, termasuk adanya protein dalam urin atau mikroalbuminuria. Penyebab umum untuk GJK tahap 1 seringkali termasuk hipertensi yang tidak terkelola, diabetes, serta infeksi saluran kemih yang sering terjadi (Aridamayanti, 2025)
- b. **Stadium 2** : yaitu kerusakan pada ginjal dengan penurunan fungsi ginjal yang ringan. Pada tahap kedua, walaupun kerusakan ginjal sudah lebih tampak, GFR pasien masih berada dalam rentang 60 hingga 89 mL/menit per 1,73 m². Meskipun GFR telah mengalami penurunan, banyak pasien mungkin belum terpapar gejala yang mencolok. Di fase ini, gejala seperti peningkatan tekanan darah atau sedikit penurunan volume urin bisa mulai terlihat. Pada tahap ini, sangat penting untuk memulai pengobatan guna mengontrol faktor penyebab kerusakan ginjal, seperti pengelolaan diabetes atau hipertensi, serta mengurangi risiko perkembangan penyakit ke tahap yang lebih serius (Aridamayanti, 2025)

- c. **Stadium 3a** : Penurunan Fungsi Ginjal Sedang. Dalam tahap 3a, GFR berkisar antara 45-59 mL/menit/1,73 m², yang mengindikasikan bahwa ada penurunan fungsi ginjal yang sedang. Meskipun banyak pasien mungkin tidak mengalami gejala yang mencolok pada fase ini, kerusakan ginjal yang menyusul mulai berdampak pada kemampuan ginjal untuk mengatur keseimbangan cairan, elektrolit, dan pH tubuh. Gejala seperti pembengkakan di area kaki atau pergelangan kaki, rasa lelah, dan lonjakan tekanan darah mungkin mulai muncul. Pada titik ini, penanganan yang lebih intensif diperlukan untuk mengelola faktor risiko yang memperparah kondisi ginjal (Aridamayanti, 2025)
- d. **Stadium 3b** : Penurunan Fungsi Ginjal Lebih Lanjut. Stadium 3b, GFR tercatat dalam rentang 30-44 mL/menit /1,73 m². Saat penurunan fungsi pada ginjal sudah semakin nyata serta pasien berisiko mengalami masalah yang lebih serius. Gejala klinis contohnya yaitu selera makan yang hilang, muntah, mual serta berat badan yang mulai terlihat, disebabkan oleh pengumpulannya limbah didalam darah dan tidak dapat disaring lagi dengan efektif oleh ginjal. Fungsi ginjal yang jomplang membuat tubuh sulit mengatur cairan dan elektrolit, yang dapat berujung pada retensi cairan, hiperkalemia (kadar kalium tinggi dalam darah), serta asidosis metabolik. Penanganan yang lebih mendalam, termasuk perubahan pola makan dan penggunaan obat-obatan untuk mengendalikan kadar elektrolit, sangat krusial pada tahap ini (Aridamayanti, 2025)
- e. **Stadium 4** : Gagal ginjal kronis dengan menurunnya fungsi ginjal cukup signifikan. Stadium 4 GKG, memiliki GFR antar 15 hingga 29 mL/menit/1,73 m², memperlihatkan tingkat kerusakan ginjal yang lebih serius dan mendekati kondisi gagal ginjal. Di tahap ini, pasien merasakan gejala yang lebih parah, seperti pembengkakan yang meluas, kesulitan bernapas akibat akumulasi cairan di paru-paru, dan kelelahan yang ekstrem. Penurunan efisiensi ginjal saat menyaring limbah tubuh menimbulkan tingginya urea dan kreatinin pada aliran darah (uremia), yang memicu gejala seperti mual, muntah, dan masalah mental (seperti kebingungan atau kesulitan memfokuskan pikiran). Pada tahap ini, dialisis atau transplantasi

ginjal mulai menjadi pilihan yang perlu dipertimbangkan, tergantung pada kondisi kesehatan pasien (Aridamayanti, 2025)

- f. **Stadium 5** : Gagal Ginjal End-stage. Stadium 5, yang sering disebut sebagai gagal ginjal end-stage, GFR turun menjadi kurang dari 15 mL/menit/1,73 m². Pada titik ini, fungsi ginjal hampir sepenuhnya hilang, dan pasien memerlukan terapi pengganti ginjal, seperti dialisis atau transplantasi ginjal, agar dapat terus hidup. Gejala gagal ginjal yang berat, seperti pembengkakan yang parah, kelebihan cairan dalam tubuh, gangguan keseimbangan elektrolit yang mendesak, dan uremia yang serius, sering kali muncul. Di tahap ini, pasien memerlukan perawatan medis yang intensif untuk menangani komplikasi dan mencegah kerusakan organ lainnya akibat kegagalan fungsi ginjal (Aridamayanti, 2025)

B. Hemodialisa

1. Pengertian

Hemodialisa merupakan sebuah metode untuk membersihkan darah dengan cara mengumpulkan zat-zat buangan. Pada individu yang mengalami gagal ginjal kronik, hemodialisis berfungsi untuk menghindari risiko kematian. Metode utama diterapkan pada saat dialisis adalah hemodialisa, yang merupakan progres untuk memisahkan makromolekul oleh ion serta senyawa dengan molekul rendah terdapat didalam larutan, oleh sebab itu dengan menggunakan perbandingan tingkat difusi melalui membrane semipermeable. Kemudian hemodialisa merupakan pendekatan pengobatan untuk pasien dengan gagal ginjal kronik pada tahap akhir. Di mana saat pasien yang mengalami gagal ginjal kronik, terjadi suatu perbedaan dalam sistem kekebalan tubuh yang mengakibatkan penurunan daya pada tahan tubuh serta meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pada penyakit lainnya. Hemodialisa tidak mampu untuk menyembuhkan dan memperbaiki kondisi ginjal, dan tidak pula mampu mengimbangi hilangnya fungsi metabolisme ginjal atau aktifitas endokrin, serta dampak dari gagal ginjal dan cara pengobatan nya terhadap kualitas hidup. (Cahyani *et al.*, 2022)

Terapi hemodialisis menjadi terapi yang paling umum dimanfaatkan di negara Indonesia. Pada proses hemodialisa biasanya membutuhkan kurun selama 4 hingga 5 jam. Kemudian intensitas hemodialisa dilaksanakan sesuai dengan tingkat

parah atau tidaknya organ ginjal, pada pasien yang menderita kerusakan ginjal namun belum termasuk parah umumnya memperoleh intensitas hemodialisa sebulan sekali. Namun pada organ ginjal yang mengalami kerusakan yang cukup parah dari sebelumnya kemungkinan intensitas agar menjalankan hemodialisa bertambah, contohnya akan berlangsung 3 hingga 5 kali dalam satu minggu (Malfica, Rosita and Yuantari, 2023)

2. Prinsip Hemodialisa

Hemodialisa merupakan suatu alat teknologi modern serta canggih yang dapat digunakan untuk menggantikan kerja ginjal untuk menghapus limbah metabolik serta racun yang terdapat di aliran darah. Elemen-elemen seperti natrium, air, kalium, hydrogen, urea, serta kreatinin, kemudian asam urat serta zat-zat yang lain dihilangkan secara membrane semi permeable yang dapat memisahkan antara cairan dialisa dari darah pada ginjal buatan. Pada progress ini meliputi mekanisme difusi, ultrafiltrasi serta osmosis. Terdapat salah satu cara untuk mendeteksi gagal ginjal yaitu mengevaluasi tingkat kreatinin serta ureum dalam serum, dikarenakan kedua zat tersebut hanya bisa dikeluarkan dari ginjal. Pengujian ureum dan kreatinin umumnya dilakukan untuk menilai kinerja ginjal pada pasien yang dicurigai menderita masalah pada organ ginjal. Tindakan untuk mengurangi kadar kreatinin dalam serum tentunya dengan meningkatkan fungsi ginjal, dan diperlukan prosedur cuci darah (hemodialisis) untuk menggantikan fungsi ginjal dengan membersihkan sisa hasil metabolisme yang terdapat dalam aliran darah (Purnawinadi, 2021)

Ada tiga buah prinsip yang menjadi dasar kerja dari hemodialisa adalah difusi, ultrafiltrasi serta osmosis:

- a. Difusi merupakan perpindahan zat yang telah terlarut (solute) oleh larutan yang memiliki konsentrasi lebih tinggi. Larutan berkepekatan tinggi bergerak menuju pada larutan berkepekatan rendah dengan cara membran semipermeabel. Difusi merupakan sebuah progress pasif serta spontan oleh solute.
- b. Osmosis merupakan proses keluarnya air secara berlebihan. Di mana pengeluaran air ini bisa diatur dengan membuat perbedaan sebuah tekanan,

yang dimaksud yaitu air dapat bergerak menuju area dengan tekanan lebih rendah (cairan dialisat) dari tekanan yang lebih tinggi (tubuh pasien).

- c. Ultrafiltrasi adalah proses di mana air dan zat-zat yang terlarut berpindah. zat dapat melewati membrane semipermeable karena adanya perbedaan tekanan hidrostatik. Pada air yang bergerak dapat terjadi di daerah yang memiliki tekanan hidrostatik cukup tinggi menuju kearah yang memiliki tekanan hidrostatik lebih rendah. (Naryati *et al.*, 2023)

C. Kreatinin

1. Pengertian Kreatinin

Kreatinin adalah hasil dari pemecahan kreatin yang diciptakan dari jaringan otot yang dikeluarkan dari organ pada ginjal. Tingkat kreatinin cukup sering dimanfaatkan untuk menilai kinerja ginjal yang diukur melalui laju filtrasi glomerulus atau dikenal GFR. Kenaikan pada kadar dari kreatinin dalam serum rentang antara 1,2 hingga 2,5 mg/dL. Dikarenakan kadar kreatinin cenderung stabil, sehingga menyebabkannya indikator yang efektif oleh filtrasi pada organ ginjal. Nilai normal kadar dari kreatinin pada pria yaitu 0,7 hingga 1,3 mg/dL serta pada wanita yakni 0,6 hingga 1,1 mg/dL (Arwie Dzikra and Fadila, 2025).

2. Metabolisme Kreatinin

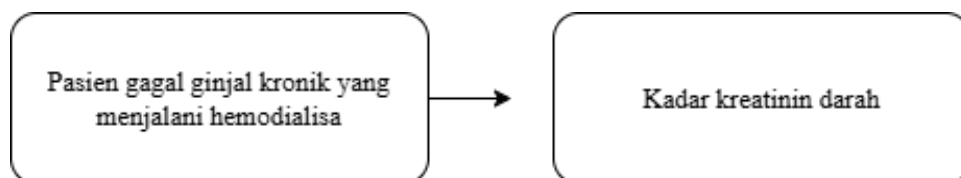
Kreatinin berasal oleh senyawa yang dikenal sebagai kreatin, yang dihasilkan saat makanan diubah sebagai energy melalui sebuah proses yang dinamakan metabolisme. Namun sekitar 2% kreatin dalam tubuh bertransformasi jadi kreatinin setiap harinya. Kreatinin kemudian dialirkan melalui darah menuju ginjal. Kemudian ginjal bertanggung jawab untuk menyaring kreatinin serta mengeluarkannya melalui urin. Apabila fungsi ginjal terganggu, kadar kreatinin akan bertambah seiring waktu. Kadar kreatinin yang tidak normal bisa menunjukkan adanya kegagalan atau kerusakan pada fungsi ginjal (Rinza, Rahma and Nur, 2021)

3. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kreatinin

Berbagai elemen fisiologis dan non-ginjal dapat berpengaruh pada level kreatinin dalam serum, di luar fungsi filtrasi glomerulus, maka analisis hasil pengujian kreatinin harus memperhitungkan faktor-faktor ini. Umur dan jenis kelamin adalah dua aspek krusial karena produksi kreatinin dipengaruhi oleh massa

otot, yang biasanya lebih tinggi pada pria daripada wanita dan berkurang seiring bertambahnya usia; studi terbaru menunjukkan adanya perbedaan dalam tingkat penurunan massa otot tergantung pada usia dan jenis kelamin yang berdampak pada level kreatinin. Massa otot memiliki andil langsung dalam produksi kreatinin, di mana orang dengan massa otot yang lebih besar cenderung menghasilkan kreatinin lebih banyak dibandingkan dengan mereka yang memiliki massa otot rendah (Groothof *et al.*, 2024). Faktor lainnya seperti pola makan dan konsumsi protein dapat memengaruhi pembentukan kreatinin melalui metabolisme kreatin dari makanan tinggi protein, sedangkan keadaan hidrasi tubuh ikut berkontribusi pada perubahan konsentrasi kreatinin yang terukur dalam serum karena variasi volume plasma. Selain itu, penggunaan jenis obat tertentu yang berdampak pada sekresi tubular atau metabolisme tubuh dapat menyebabkan perubahan kadar kreatinin serum tanpa menunjukkan adanya pergeseran nyata pada laju filtrasi glomerulus, sehingga perlu diperhatikan dalam evaluasi klinis (Ávila *et al.*, 2025). Variasi ini menunjukkan bahwa level kreatinin dipengaruhi oleh kombinasi berbagai faktor fisiologis, kebiasaan hidup, dan interaksi biologis individu yang rumit.

D. Kerangka Konsep



Gambar 2 Kerangka Konsep