

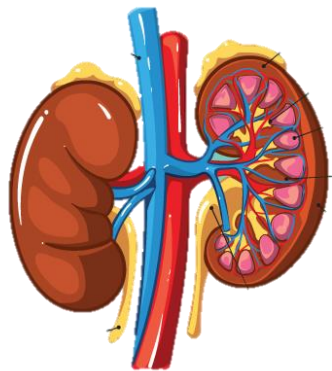
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ginjal

1. Anatomi Ginjal

Ginjal merupakan organ retriperitoneal yang terletak di kedua sisi kolumna vertebralis, tepat di bawah hati dan limpa. Bentuknya menyerupai kacang dengan permukaan halus, dan ginjal kanan sedikit lebih rendah dibanding kiri karena terdorong ke bawah oleh hati. Organ ini dibungkus oleh dua lapisan lemak, yaitu lemak parirenal dan pararenal, yang berfungsi melindungi ginjal dari guncangan dan trauma mekanis. Pada orang dewasa, ginjal memiliki panjang 12–13 cm, lebar 5–7 cm, tebal 2,5 cm, dengan berat rata-rata sekitar 140 gram, di mana pria memiliki ginjal lebih berat (150–170 gram) dibanding wanita (115–155 gram) (Dicki Alamsyah, 2020).



Gambar 1 Anatomi Ginjal (Abi, 2020)

2. Fisiologi Ginjal

Ginjal memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan cairan dan elektrolit tubuh dengan melakukan proses penyaringan, penyerapan, serta pembuatan zat sisa metabolisme (Indratmoko, Cahyani and Tenri, 2024). Pada tahap awal, glomerulus menyaring darah untuk memisahkan komponen yang masih diperlukan dari zat yang harus dikeluarkan. Selanjutnya, tubulus ginjal melakukan penyerapan kembali berbagai zat yang dibutuhkan tubuh guna mempertahankan keseimbangan asam-basa, tekanan osmotik, serta konsentrasi garam dalam darah. Melalui mekanisme yang terkoordinasi ini, ginjal

berkontribusi menjaga homeostasis dan mendukung fungsi fisiologi tubuh secara optimal (Irene, Yelmina, dan Pangaribulan, 2023).

3. Fungsi Ginjal

Jika ginjal tidak dijaga dengan baik, fungsinya akan menurun secara bertahap dan dapat berkembang menjadi penyakit ginjal. Kondisi ini dikenal sebagai *renal failure*, yaitu gangguan fungsi ginjal yang dapat terjadi secara tiba-tiba atau perlahan seiring waktu. Ginjal memiliki berbagai peran penting dalam menjaga keseimbangan tubuh. Setiap hari, ginjal menyaring sekitar 200 liter darah untuk memisahkan zat sisa metabolisme dari komponen yang masih dibutuhkan tubuh. Hasil penyaringan ini kemudian diproses lebih lanjut, di mana zat limbah, racun, dan kelebihan ion akan dikeluarkan melalui urin, sedangkan zat bermanfaat diserap kembali (Dicki Alamsyah, 2020).

Selain berfungsi sebagai organ ekskresi, ginjal juga berperan dalam mengatur volume darah serta keseimbangan air, garam, asam, dan basa agar tetap stabil. Ginjal memproduksi enzim renin yang membantu mengatur tekanan darah, serta hormon eritropoietin yang merangsang pembentukan sel darah merah di sumsum tulang. Tak hanya itu, sel-sel ginjal juga berperan dalam mengaktifkan vitamin D, yang penting untuk metabolisme kalsium dan kesehatan tulang (Irene, Yelmina, dan Pangaribulan, 2023).

B. Gagal Ginjal Kronis

1. Definisi Gagal Ginjal Kronis

Gagal Ginjal Kronis (GGK) atau *Chronic Kidney Disease* (CKD) adalah penurunan fungsi ginjal yang berlangsung perlahan, progresif, dan bersifat *irreversible*. Kondisi ini menyebabkan ginjal tidak mampu membuang sisa metabolisme serta menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit. Akibatnya, terjadi penumpukan urea dan zat nitrogen lain dalam darah karena tubuh gagal mempertahankan fungsi metabolisme dan keseimbangan cairan (Adhiatma *et al.*, 2020).

2. Tanda dan Gejala Gagal Ginjal Kronis

Gejala gagal ginjal kronis (GGK) timbul akibat akumulasi sisa metabolisme seperti ureum, kreatinin, elektrolit, dan cairan dalam tubuh. Peningkatan ureum darah memicu sindrom uremia, yang muncul saat laju filtrasi glomerulus turun di bawah $10 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$, serta menyebabkan gangguan multisystem dan gejala sistemik (Mas Inten, 2023).

Pada kelompok lansia yang berisiko mengalami penurunan fungsi ginjal, dapat muncul berbagai indikasi awal gangguan ginjal, seperti rasa tidak nyaman pada dada, kulit yang cenderung kering dan gatal, mudah lelah, serta keluhan sakit kepala. Berbagai keluhan tersebut dapat menjadi sinyal untuk melakukan pemeriksaan kadar kreatinin sebagai bagian dari upaya skrining dini (Suryawan, 2020).

3. Patofisiologi Gagal Ginjal Kronis

Patofisiologi penyakit ginjal kronis pada awalnya bergantung pada penyakit yang mendasarinya, tetapi pada perkembangannya menunjukkan pola yang sama. Penurunan massa ginjal menyebabkan hipertrofi struktural dan fungsional pada nefron yang masih tersisa sebagai mekanisme kompensasi yang dimediasi oleh molekul vasoaktif, sitokin, dan *growth factor* (Gliselda, 2021). Proses ini memicu hiperfiltrasi serta peningkatan tekanan kapiler dan aliran darah glomerulus, yang kemudian berkembang menjadi sklerosis nefron dan penurunan fungsi ginjal secara progresif (Angga Cipta Narsa, 2022).

4. Klasifikasi Gagal Ginjal Kronis

Penilaian fungsi ginjal paling akurat dilakukan melalui pengukuran Laju Filtrasi Glomerulus (LFG). Nilai LFG diperoleh secara tidak langsung dari perhitungan kadar kreatinin serum dengan mempertimbangkan jenis kelamin dan usia. Meskipun tidak dapat diukur secara langsung, estimasi LFG dapat dinilai melalui klirens penanda filtrasi, salah satunya kreatinin serum. Berdasarkan pedoman *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO), Gagal Ginjal Kronis diklasifikasikan menjadi beberapa derajat sebagai berikut:

Tabel 1 Klasifikasi Gagal Ginjal Kronis

Stadium	LFG (ml/min/1,73 m ²)	Terminologi
G1	≥90	Normal/meningkat
G2	60–89	Ringan
G3A	45–59	Ringan - sedang
G3B	30–44	Sedang - berat
G4	15–29	Berat
G5	<15	Terminal

Sumber: Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO)

C. Kreatinin

1. Definisi Kreatinin

Kreatinin merupakan produk akhir metabolisme otot yang dilepaskan ke darah secara konstan dan diekskresikan melalui filtrasi glomerulus. Kadar kreatinin plasma relatif stabil, berkisar antara 0,7–1,2 mg/100 mL, dan umumnya lebih tinggi pada laki-laki karena massa otot yang lebih besar. Pemeriksaan kreatinin serum direkomendasi oleh *National Kidney Disease Education Program* (NKDEP) sebagai indikator utama fungsi ginjal. Peningkatan kadar kreatinin menandakan gangguan fungsi ginjal, sedangkan nilainya dapat dipengaruhi oleh massa otot, aktivitas fisik, diet, dan kondisi kesehatan. Penurunan kadar kreatinin dapat terjadi akibat gangguan sekresi ginjal atau penurunan perfusi ginjal pada gagal jantung, syok, dan dehidrasi (Yulianti, 2024).

Pemeriksaan kreatinin digunakan untuk mendeteksi peningkatan kadar kreatinin dalam darah yang mencerminkan adanya gangguan pada fungsi filtrasi ginjal. Selain itu, pemeriksaan ini berperan dalam memantau perkembangan fungsi ginjal secara berkala, sehingga dapat diketahui perubahan fungsi ginjal dari waktu ke waktu, baik mengalami perbaikan maupun penurunan. Kadar kreatinin serum juga dapat dimanfaatkan sebagai indikator dalam penegakan diagnosis untuk membedakan gagal ginjal kronis dan akut (Nugraha, 2020).

Pemeriksaan kreatinin dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain reaksi *Jaffe Reaction*, metode *Kinetik*, dan *Enzymatic Colometry Test*, masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan keterbatasan (Dharmawati, 2023). Pemeriksaan kreatinin serum merupakan pemeriksaan yang spesifik dan

digunakan sebagai salah satu indikator untuk menilai kerusakan fungsi ginjal, hal ini selama 24 jam yang cenderung konstan (Kesuma, Eka Farpina and Sultan, 2024).

2. Metabolisme Kreatinin

Kreatinin berasal dari kreatin, yaitu senyawa yang terbentuk selama proses metabolisme ketika tubuh mengubah makanan menjadi energi. Sekitar dua persen kreatin tubuh diubah menjadi kreatinin setiap hari, kemudian dialirkan melalui darah menuju ginjal untuk disaring dan diekskresikan melalui urin. Gangguan pada fungsi ginjal menyebabkan akumulasi kreatinin dalam darah, kadar kreatinin yang meningkat menjadi indikator adanya kerusakan atau gagal ginjal (Yulianti, 2024).

3. Faktor yang Memengaruhi Kadar Kreatinin

Peningkatan kadar kreatinin darah dapat disebabkan oleh perubahan massa otot, pola makan, aktivitas fisik berlebihan, serta penggunaan obat-obatan seperti sefalosporin, aldactone, aspirin, dan co-trimoxazole yang menghambat sekresi kreatinin. Faktor usia, jenis kelamin, peningkatan sekresi tubulus, dan destruksi kreatinin endogen juga berpengaruh. Kadar kreatinin pada wanita cenderung lebih rendah dibandingkan pria karena perbedaan massa otot. Variasi faktor-faktor tersebut penting dipertimbangkan dalam interpretasi hasil pemeriksaan kreatinin, mengingat kadar kreatinin mencerminkan efektivitas fungsi ginjal dalam melakukan filtrasi (Priyanto, 2020).

4. Jenis Pemeriksaan Kreatinin

a. Klirens kreatinin

Klirens kreatinin menggambarkan kemampuan ginjal membersihkan plasma dari kreatinin dalam waktu tertentu dan digunakan untuk menilai laju filtrasi glomerulus (GFR). Nilainya tidak sepenuhnya akurat karena sebagian kreatinin direabsorpsi dan sekitar 10% disekresikan oleh tubulus ginjal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengumpulkan urin 24 jam dan sampel darah pada waktu yang sama, dengan hasil dinyatakan dalam mL/menit (Widiati, 2024).

b. *Estimated glomerular filtration rate (eGFR)*

The National Kidney Foundation menyarankan bahwa nilai eGFR dapat dihitung berdasarkan kadar kreatinin serum. Klirens kreatinin digunakan untuk menilai jumlah kreatinin yang difiltrasi oleh ginjal, sedangkan GFR berfungsi sebagai indikator utama dalam menilai kinerja atau fungsi ginjal (Verdiansyah, 2020).

3. Metode Pemeriksaan Kreatinin

Pemeriksaan kadar kreatinin dalam darah menjadi salah satu parameter utama untuk menilai fungsi ginjal. Analisis kreatinin serum berperan penting dalam pengambilan keputusan terapi bagi pasien dengan gangguan fungsi ginjal. Tinggi rendahnya kadar kreatinin darah dijadikan indikator penting untuk menentukan perlunya tindakan hemodialisis pada penderita gangguan ginjal (Alfonso, 2021). Adapun metode pemeriksaan kreatinin meliputi:

a. *Jaffe Reaction*

Pemeriksaan kreatinin dengan metode ini didasarkan pada reaksi antara kreatinin dan asam pikrat dalam kondisi basa, yang menghasilkan kompleks berwarna kuning jingga. Pengukuran hasil reaksi dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (Natsir *et al.*, 2020).

b. *Kinetik*

Pada metode ini, prinsip pemeriksaannya serupa, tetapi tahap pembacaannya memerlukan ketelitian tinggi karena hasil sangat bergantung pada akurasi pengukuran. Alat yang digunakan adalah autoanalyzer. (Kamil1a* and 1, 2022).

c. *Enzymmatic colorimetri test*

Pemeriksaan kadar kreatinin dengan metode enzimatis menggunakan alat Mindray BS-240. Pada prosesnya, kreatinin dikonversi menjadi kreatinin oleh enzim kreatininase, kemudian mengalami serangkaian reaksi lanjutan yang melibatkan enzim kreatin kinase, piruvat kinase, dan laktat dehidrogenase hingga menghasilkan senyawa berwarna. Alat secara otomatis mencampur sampel dan reagen, menginkubasi reaksi, serta mengukur intensitas warna secara fotometrik pada panjang gelombang

sekitar 510 nm. Intensitas warna yang terbentuk berbanding lurus dengan kadar kreatinin dalam sampel.

6. Kreatinin sebagai Skrining Awal Gagal Ginjal Kronis

Peningkatan kasus gagal ginjal kronis sering kali disebabkan oleh kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya deteksi dini fungsi ginjal. Pemeriksaan kadar kreatinin merupakan salah satu metode skrining awal yang efektif untuk menilai fungsi filtrasi ginjal. Nilai kreatinin yang meningkat dapat menjadi indikator awal terjadinya penurunan fungsi ginjal sebelum munculnya gejala klinis yang berat. Oleh karena itu, pemeriksaan kadar kreatinin berperan penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian gagal ginjal kronis melalui deteksi dini serta edukasi gaya hidup sehat (Peterson et al., 2025).

Dalam penelitian fungsi ginjal, kadar kreatinin digunakan sebagai parameter utama yang mencerminkan kemampuan ginjal menyaring limbah metabolik. Nilai normal kreatinin berkisar antara 0,62–1,10 mg/dL pada pria dan 0,45–0,75 mg/dL pada wanita. Kadar kreatinin yang melebihi batas tersebut menunjukkan adanya gangguan pada fungsi filtrasi ginjal. Pemeriksaan ini memungkinkan deteksi dini terhadap gagal ginjal, sehingga intervensi medis dan edukasi dapat dilakukan lebih cepat untuk mencegah progresivitas penyakit ginjal kronis (Chacko *et al.*, 2024).

D. Lansia dan Risiko Gagal Ginjal Kronis

1. Definisi Lansia

Lansia merupakan kelompok yang rentan terhadap berbagai gangguan fisik maupun psikologis. Kerentanan ini muncul seiring proses penuaan, yang merupakan tahapan alami siklus hidup dan ditandai oleh penurunan fungsi organ secara bertahap. Akibatnya, tubuh menjadi lebih rentan terhadap penyakit yang berpotensi mengancam nyawa, seperti gangguan kardiovaskular, diabetes, hipertensi, dan penyakit ginjal. Perubahan ini terjadi karena struktur dan fungsi sel, jaringan, serta sistem organ mengalami modifikasi seiring bertambahnya usia (Ummah, 2022).

2. Perubahan Fisiologis Ginjal pada Lansia

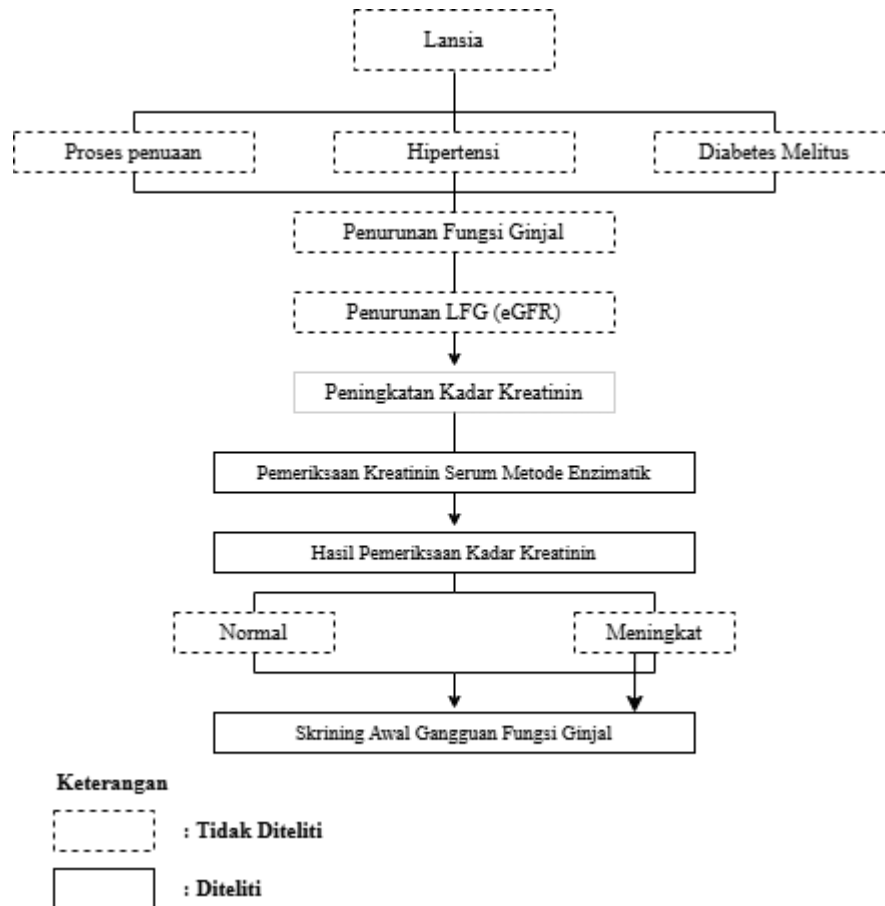
Gagal ginjal kronis sering terjadi pada lansia akibat perubahan fisiologis yang memengaruhi ginjal. Jumlah nefron fungsional menurun seiring

bertambahnya usia, sehingga laju filtrasi glomerulus (LFG) berkurang secara bertahap. Setelah usia 40 tahun, LFG menurun sekitar 8mL/menit per dekade, dan penurunan ini lebih cepat setelah usia 65–70 tahun. Akibatnya, lansia memiliki risiko lebih tinggi terhadap gagal ginjal kronis, dengan prevalensi global antara 21,4% hingga 47% (AlQashqri, 2023).

3. Risiko Gagal Ginjal Kronis pada Lansia

Lansia memiliki risiko tinggi mengalami gagal ginjal kronis akibat penurunan jumlah nefron fungsional dan laju filtrasi glomerulus yang seiring penuaan. Kondisi ini, ditambah tingginya prevalensi hipertensi, diabetes, dan penyakit kardiovaskular, meningkatkan kerentanan lansia terhadap perkembangan gagal ginjal kronis. Akibatnya, mereka lebih berisiko mengalami komplikasi serius yang memerlukan terapi pengganti ginjal dan berpotensi menurunkan kualitas hidup (Indratmoko, Cahyani and Tenri, 2024).

E. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep

