

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ginjal

1. Definisi Organ Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk mirip seperti kacang dengan permukaan halus dan warna coklat kemerahan, memiliki dimensi sekitar 12 cm panjang dan lebar 6 cm, Secara morfologi, ginjal memiliki bentuk yang mirip dengan kacang, dengan panjang sekitar 11-25 cm, lebar 5-7 cm, dan ketebalan 2,5 cm (Shier, dkk., 2016). Terletak di belakang peritoneum, di dinding posterior abdomen sejajar dengan *columna vertebralis* di sisi kanan dan kiri, sebagian besar tertutup oleh arcus costalis. Ginjal kanan sedikit lebih rendah dari ginjal kiri karena adanya lobus *hepatis dexter* yang besar. Ketika diafragma berkontraksi selama proses respirasi, kedua ginjal bergerak secara vertikal hingga sekitar 1 inci (2,5 cm). Ginjal memiliki peranan yang sangat penting sebagai organ ekskresi yang memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan internal dengan mengatur komposisi cairan tubuh atau ekstraselular (Snell, 2013).

Ginjal terbagi menjadi dua zona utama saat dilihat dari atas ke bawah: korteks di bagian luar dan medula di bagian dalam. Medula terdiri dari 8 hingga 10 piramida ginjal berbentuk kerucut. Dasar setiap piramida dimulai dari perbatasan antara korteks dan medula, berakhir di papila yang menonjol ke dalam pelvis ginjal. Pelvis ginjal memiliki batas luar yang terbagi menjadi kantong terbuka yang disebut *calyx major*, yang meluas ke bawah dan terbagi menjadi calyx minor (Guyton, 2014).

2. Fungsi Organ Ginjal

Ginjal merupakan sepasang organ saluran kemih yang terletak di bagian atas rongga retroperitoneal. Ginjal berperan penting sebagai organ untuk mengeliminasi zat-zat beracun dan menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh. Selain itu, ginjal juga memiliki fungsi dalam mengeluarkan sisa-sisa akhir metabolisme seperti protein, ureum, kreatinin, dan amoniak. Jika terdapat peningkatan kadar kreatinin dalam darah, hal ini dapat menunjukkan adanya pelemahan pada fungsi sistem ginjal (Arfah dan Andi, 2021).

Ginjal memiliki fungsi vital dalam tubuh manusia, seperti menyaring darah, menghasilkan hormon, dan menjaga keseimbangan basa. Setiap hari ginjal memproses sekitar 200 liter darah atau menghasilkan sekitar 2 liter limbah dan kelebihan cairan dalam bentuk urin. Urin mengalir ke kandung kemih melalui saluran ureter, kemudian ditampung di kandung kemih dan dikeluarkan saat seseorang ingin buang air kecil yang juga dikenal sebagai berkemih (Putra, 2016).

Ginjal memiliki 2 bagian yaitu, ginjal bagian kiri dan bagian kanan. Ginjal bagian kiri memiliki dimensi yang lebih panjang daripada ginjal kanan. Ginjal kanan memiliki berat sekitar 150-170 gram pada pria dewasa dan 115-155 gram pada wanita dewasa, sesuai dengan penelitian oleh (Sartika, 2014). Organ ini menjalankan fungsi-fungsi khusus yang secara signifikan berkontribusi dalam mempertahankan stabilitas lingkungan cairan.

Secara khusus, dapat disimpulkan lima poin yang mencerminkan fungsi ginjal menurut meliputi (Subroto, 2014).

- a. Menjaga keseimbangan pH darah, konsentrasi ion mineral, dan komposisi air dalam darah merupakan fungsi ginjal. Ginjal akan menghasilkan hormon aldosteron dan Hormon Antidiuretik (ADH) untuk mengatur keseimbangan kadar cairan dalam tubuh. Apabila terjadi kelebihan cairan dalam tubuh, kadar aldosteron dan ADH akan menurun, yang mengakibatkan produksi urin menjadi banyak dan encer. Tetapi, jika tubuh mengalami kekurangan cairan, maka kadar aldosteron dan ADH akan meningkat, menyebabkan produksi urin menjadi sedikit dan lebih pekat (Subroto, 2014).
- b. Mengendalikan tekanan darah adalah salah satu fungsi ginjal. Ginjal mengeluarkan enzim renin yang berperan dalam pengaturan tekanan darah dan keseimbangan elektrolit. Renin mengubah protein dalam darah menjadi hormon angiotensin. Hormon angiotensin kemudian diubah menjadi aldosteron, yang berperan dalam menyerap natrium dan air ke dalam darah.
- c. Mengolah vitamin D agar dapat diaktifkan oleh tulang.
- d. Mengeluarkan racun dan produk limbah dari darah, seperti urea dan asam urat; jika jumlah berlebihan, dapat menghambat metabolisme tubuh.
- e. Memelihara kebersihan darah dengan mengatur semua cairan (air dan garam) dalam tubuh.

Menghasilkan hormon eritropoietin yang berfungsi untuk memicu pembentukan sel darah merah di sumsum tulang. Eritropoietin merangsang peningkatan produksi sel darah merah. Renin berperan dalam pengaturan tekanan darah. Kalsitriol atau vitamin D3, bentuk aktif dari vitamin D, berfungsi mengatur tekanan darah dengan menjaga keseimbangan kadar kalsium dan hormon prostaglandin (Subroto, 2014).

3. Gagal Ginjal Kronis

Gagal ginjal kronis (*chronic renal failure*) adalah kerusakan ginjal yang progresif, berpotensi fatal, dan ditandai dengan kondisi uremia, yaitu peningkatan urea dan limbah nitrogen lainnya dalam darah. Kondisi ini dapat mengakibatkan komplikasi jika tidak diobati dengan dialisis atau transplantasi ginjal (Nursalam dan Fransiska, 2014).

Gagal ginjal kronik merupakan kegagalan fungsi ginjal dalam menjaga metabolisme, keseimbangan cairan, dan elektrolit, disebabkan oleh kerusakan progresif pada struktur ginjal dengan gejala penumpukan sisa metabolit (toksik uremik) dalam darah (Mutaqin, dkk., 2013).

Gagal ginjal kronik terjadi ketika fungsi ginjal tidak mampu mengangkut limbah metabolik tubuh atau menjalankan fungsi regulernya. Zat yang biasanya dikeluarkan melalui urin menumpuk dalam cairan darah karena gangguan dalam proses ekskresi renal, yang menyebabkan gangguan fungsi endokrin dan metabolisme, keseimbangan cairan, elektrolit, serta asam basa. Gagal ginjal merupakan suatu penyakit sistemik dan merupakan tahap akhir yang umum terjadi sebagai hasil dari berbagai penyakit pada traktus urinarius dan ginjal (Rendy, 2013).

Menurut Siregar (2020), gagal ginjal kronis pada awalnya mungkin tidak menunjukkan gejala atau tanda yang spesifik, namun manifestasi gejala umumnya terjadi seiring penurunan berkelanjutan dalam fungsi nefron. Penyakit ini dapat berdampak pada gangguan fungsi organ tubuh lainnya. Kurangnya penanganan yang memadai terhadap penurunan fungsi ginjal dapat memiliki konsekuensi negatif, bahkan dapat berujung pada kematian.

Penyakit gagal ginjal yang timbul dikarenakan fungsi ginjal mengalami penurunan hingga tidak mampu melakukan penyaringan zat beracun, elektrolit dalam tubuh, serta menjaga keseimbangan cairan dan produksi urin. Gagal ginjal terjadi ketika kemampuan fungsional ginjal menurun sehingga tidak dapat beroperasi dengan efektif atau normal. Gagal ginjal ini dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yakni gagal ginjal akut dan gagal ginjal kronik. Gagal ginjal akut umumnya terjadi dengan cepat, di mana fungsi ginjal mengalami penurunan secara mendadak. Beberapa penyebab gagal ginjal akut melibatkan pendarahan atau sumbatan saluran kemih, seperti batu, tumor, atau bekuan darah (Ratih, 2018).

Penyakit Gagal ginjal, baik akut maupun kronis, dapat disebabkan oleh berbagai kondisi medis, penyakit, dan obat-obatan. Gagal ginjal akut (GGA) umumnya terjadi akibat dari peristiwa yang dapat merusak ginjal, seperti dehidrasi, kehilangan darah yang signifikan akibat operasi besar atau cedera, atau penggunaan obat-obatan. Penyakit gagal ginjal kronis (GGK) ini biasanya berasal dari kondisi penyakit jangka panjang seperti tekanan darah tinggi atau diabetes, yang secara perlahan merusak ginjal dan mengurangi fungsinya seiring berjalannya waktu (Siallagan, 2014). Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa gagal ginjal kronis (GGK) adalah kerusakan pada ginjal yang mengakibatkan gangguan pada fungsi ginjal dalam mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit. Hal ini menyebabkan hilangnya kemampuan dalam proses metabolisme, sehingga terjadi penumpukan zat-zat yang tidak dapat dikeluarkan oleh ginjal.

4. Perjalanan Penyakit Gagal Ginjal

Menurut Windarti (2023), penyakit ginjal merupakan kondisi di mana kinerja organ ginjal mengalami penurunan secara perlahan, hingga mencapai tahap di mana ginjal kehilangan banyak kemampuannya untuk menyaring pembuangan elektrolit tubuh dengan efektif. Gagal ginjal adalah suatu kondisi di mana kedua ginjal tidak dapat menjalankan peran fungsionalnya. Gagal ginjal dapat disebabkan oleh beragam faktor, tidak terbatas pada satu penyebab tunggal, melainkan melibatkan berbagai macam faktor. Terdapat berbagai penyakit ginjal yang melibatkan mekanisme tersebut. Patofisiologi gagal ginjal bervariasi, namun pada dasarnya, semuanya berkaitan dengan kerusakan nefron yang bersifat progresif. Pada tahap awal penyakit ginjal kronik, terjadi kehilangan kemampuan ginjal untuk mengatasi beban fungsionalnya, yang disebut sebagai cadangan ginjal (*renal reserve*). Pada fase ini, kadar filtrasi glomerulus ginjal (LFG) masih dalam batas normal atau bahkan meningkat. Namun, seiring berjalannya waktu, terjadi penurunan bertahap pada jumlah nefron ginjal, yang dapat diamati dari peningkatan kadar urea dan kreatinin dalam darah.

Menurut Hasanuddin dan Bahar (2014) dalam bidang kedokteran, terdapat dua faktor utama, yakni penyakit ginjal akut dan penyakit ginjal kronik yaitu :

a. Penyakit Gagal Ginjal Akut

Penyakit ginjal akut (PGA) sering berkaitan dengan kondisi kritis, kondisi ini mengalami perkembangan cepat dalam beberapa hari hingga atau minggu, dan umumnya bisa diatasi jika pasien bertahan dari penyakit kritisnya. PGA ditandai oleh penurunan kemampuan fungsi ginjal untuk membersihkan darah

dari zat-zat beracun, menyebabkan akumulasi limbah metabolik dalam darah. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh penurunan aliran darah ke ginjal, penyumbatan saluran kemih setelah keluar dari ginjal, atau trauma pada ginjal.

b. Penyakit Gagal Ginjal Kronis

Penyakit ginjal kronik (PGK) merupakan penurunan fungsi ginjal yang bersifat perlahan. Ini diakibatkan oleh penurunan fungsi ginjal karena faktor tertentu dan berlangsung dalam kurun waktu kurang dari tiga bulan. Pada kasus gagal ginjal kronis, fungsi ginjal telah turun di bawah 10-15% dan tidak dapat diatasi dengan perubahan diet atau penggunaan obat-obatan. Ini merupakan suatu proses alami yang terjadi pada setiap individu seiring bertambahnya usia, dimulai dengan kerusakan progresif yang terjadi secara perlahan pada setiap nefron dalam rentang waktu yang lama dan tidak dapat diubah. Pada kondisi gagal ginjal kronis, fungsi ginjal dalam menyaring zat-zat sisa metabolisme dari dalam tubuh tidak berjalan secara normal, bahkan dapat dikategorikan sebagai tingkat yang parah. Namun, untuk mengatasi gagal ginjal kronis, dapat dilakukan renal *replacement therapy* atau yang dikenal sebagai terapi pengganti ginjal. Terapi ini dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu dialisis atau transplantasi ginjal. Pada metode dialisis, terdapat dua pendekatan, yaitu hemodialisis (cuci darah) dan peritoneal dialisis (cuci perut).

5. Dampak Penyakit Gagal Ginjal

Menurut Rahman, dkk., (2013) mengindikasikan bahwa gagal ginjal dapat menyebabkan masalah gangguan fisik dan psikologis yang beragam. Pada tingkat *filtrasi glomerulus* (LFG) sebesar 60%, sebagian besar pasien tidak merasakan gejala (asimtomatik), meskipun kadar urea dan kreatinin serum sudah

meningkat. Saat LFG mencapai 30%, mulai muncul keluhan seperti nokturia, kelemahan, mual, kurang nafsu makan, dan penurunan berat badan.

Gagal ginjal kronis memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan individu ketika LFG turun di bawah 30%, pasien menunjukkan gejala uremia yang jelas, seperti anemia, peningkatan tekanan darah, gangguan metabolisme fosfor dan kalsium, pruritus, mual, muntah, dan lainnya (Setiati, 2014).

Menurut *national kidney disease education program*, (2014). Berbagai masalah umum lain yang disebabkan oleh gagal ginjal melibatkan rasa gatal, gangguan tidur, ketidaknyamanan pada kaki, kerapuhan tulang, masalah pada sendi, terjadi ketidakseimbangan air seperti hipovolemia atau hipervolemia, serta ketidakseimbangan elektrolit, termasuk natrium dan kalium. Pada tingkat filtrasi glomerulus (LFG) di bawah 15%, timbul gejala dan komplikasi yang lebih serius, memerlukan terapi pengganti ginjal seperti dialisis atau transplantasi ginjal (Setiati, 2014).

B. Hemodialisa

1. Definisi Hemodialisa

Hemodialisa adalah suatu metode terapi dialisis yang digunakan untuk mengeluarkan cairan dan produk limbah yang tertimbun dalam darah yang bersifat toksik ketika secara akut atau secara progresif ginjal tidak mampu melaksanakan proses tersebut. Terapi ini dilakukan dengan menggunakan sebuah mesin yang dilengkapi dengan membran penyaring semipermeabel (ginjal buatan) (Wong, 2017).

Cuci darah dilakukan ketika fungsi ginjal terganggu, yang sering disebut sebagai gagal ginjal. Kondisi ini bisa terjadi tiba-tiba (gagal ginjal akut) atau berkembang

secara perlahan (gagal ginjal kronik), menyebabkan gangguan pada organ atau sistem tubuh lainnya. Ini terjadi karena zat-zat beracun yang seharusnya dikeluarkan oleh ginjal tidak dapat disingkirkan karena kerusakan pada ginjal (Nusaibah, dkk., 2019).

Proses hemodialisis melibatkan eliminasi sisa-sisa produk metabolisme (protein) dan gangguan keseimbangan cairan serta elektrolit antara kompartemen darah dan dialisis melalui selaput membran semipermeabel yang berperan sebagai ginjal buatan (Pardede, dkk., 2021). Menurut National Kidney and Urologic Disease Information Clearinghouse, hemodialisis adalah terapi yang paling umum digunakan pada pasien dengan gagal ginjal kronik (Cahyaningsih, 2020).

2. Tujuan Hemodialisa

Tujuan atau fungsi dari pelaksanaan terapi Hemodialisis (HD) adalah sebagai berikut (Indrasari, 2015) :

- a. Menggantikan peran ginjal dalam melakukan fungsi ekskresi, yaitu mengeliminasi sisa metabolisme dalam tubuh, seperti ureum dan kreatin, serta mengeluarkan cairan tubuh yang seharusnya dikeluarkan sebagai urin pada kondisi ginjal yang sehat.
- b. Menjaga keseimbangan kadar elektrolit dalam darah, mengoreksi keadaan asidosis, dan menjaga tingkat bikarbonat dalam darah.
- c. Meningkatkan kualitas hidup pasien yang mengalami gagal ginjal dengan menggantikan fungsi ginjal sementara menunggu penerapan program pengobatan lainnya.

Menurut (Pernefri, 2015), durasi atau frekuensi sesi hemodialisa disesuaikan dengan kebutuhan individu, dengan setiap sesi berlangsung selama 4-5 jam dan

dilakukan sebanyak 2 kali seminggu. Idealnya, total durasi hemodialisa per minggu adalah 10-15 jam, dengan *Blood Flow (QB)* sekitar 200-300 ml/menit. Sementara itu, menurut (Purba, 2021), hemodialisa memerlukan waktu 3-5 jam per sesi dan dilakukan sebanyak 3 kali seminggu. Pada akhir interval 2-3 hari antara sesi hemodialisa, keseimbangan garam, air, dan pH dalam tubuh sudah tidak normal lagi. Hemodialisa juga berkontribusi terhadap terjadinya anemia karena sebagian sel darah merah mengalami kerusakan dalam proses tersebut.

3. Komponen Hemodialisa

Menurut Purba (2021), *Dialyzer* atau ginjal buatan adalah perangkat untuk menghilangkan sisa metabolisme dan mengatasi ketidakcukupan fungsi ginjal. Meskipun mampu mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit serta menghilangkan racun, ginjal buatan tidak dapat menggantikan fungsi hormonal atau endokrin. Fungsionalitasnya hanya mencapai sekitar 70-80% dari ginjal alami. Jenis-jenis ginjal buatan meliputi :

- 1) *Paraller-Plate Dialyzer*, jenis dializer pertama, tidak lagi digunakan karena volume darah yang besar (sekitar 1000 cc) dan kesulitan serta waktu yang dibutuhkan dalam persiapannya
- 2) *Coil Dialyzer*, jenis ginjal buatan yang sudah lama, jarang digunakan karena memiliki volume darah besar sekitar 300 cc. Kebocoran pada ginjal ini dapat menyebabkan banyaknya darah yang terbuang. Penggunaannya memerlukan mesin khusus dan persiapan yang memakan waktu.
- 3) *Hollow Fibre Dialyzer* adalah jenis ginjal buatan yang banyak digunakan saat ini karena memiliki volume darah yang sangat kecil, sekitar 60-80 cc. Selain itu, persiapannya mudah dan cepat.

4. Prosedur Hemodialisa

Sebelum memulai proses hemodialisis, langkah krusial yang perlu diperhatikan adalah menyiapkan akses vaskular, yaitu suatu lokasi pada tubuh tempat darah diambil dan dikembalikan. Kesiapan ini sangat diperlukan untuk mempermudah pelaksanaan hemodialisis dan mengurangi potensi munculnya komplikasi (Diasys, 2017).

Hemodialisis dilakukan dengan mengalirkan darah melalui suatu tabung yang berfungsi sebagai ginjal buatan, yang disebut dialiser. Dialiser ini memiliki dua kompartemen terpisah, di mana satu kompartemen berisi darah pasien dan kompartemen lainnya berisi cairan dialisat. Dialisat adalah cairan dalam dialiser yang membantu mengeluarkan zat sisa dan kelebihan cairan dari tubuh (Diasys, 2017).

Larutan dalam dialiser memiliki komposisi elektrolit serupa dengan serum normal dan tidak mengandung sisa metabolisme nitrogen (Rahardjo dkk., 2018). Kedua kompartemen ini dipisahkan oleh suatu membran. Perubahan konsentrasi terjadi karena zat terlarut bermigrasi dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah, saat dialisat dan darah berada dalam kondisi terpisah. Konsentrasi zat pelarut sama di kedua kompartemen melalui proses difusi (Rahardjo, dkk., 2018).

Inilah yang menyebabkan perpindahan zat sisa seperti urea, kreatinin, dan kelebihan cairan dari dalam darah. Sel darah, protein, dan zat penting lainnya tidak terlibat dalam perpindahan ini karena ukurannya yang besar, sehingga tidak dapat melewati membran (Diasys, 2017).

5. Pemeriksaan Laboratorium

Menurut Doenges (2000) sebagaimana dikutip dalam penelitian (Kardiyudiani, dkk.,2019), pemeriksaan penunjang untuk mengidentifikasi gagal ginjal kronis mencakup hal-hal berikut :

- a. Urine : Volume urine biasanya kurang dari 400 ml/24 jam (oliguria) atau bahkan tidak ada urine (anuria). Warna urine yang keruh bisa disebabkan oleh keberadaan pus, bakteri, lemak, partikel koloid, fosfat, atau urat. Berat jenis urine kurang dari 1,015, dan terjadi penurunan kreatinin. Kadar natrium lebih besar dari 40 meq/L karena ginjal tidak mampu menyerap kembali natrium. Kehadiran protein dalam urine menunjukkan tingkat proteinuria yang tinggi, disertai dengan edema 3-4+, yang kuat menandakan kerusakan glomerulus.
- b. Menurut Bauldoff (2013), Pemeriksaan darah juga berperan penting dalam pemeriksaan evaluasi fungsi ginjal dan penilaian perkembangan kerusakan ginjal dengan menggunakan BUN (*Blood Urea Nitrogen*) dan serum kreatinin. Nilai BUN dalam kisaran 20-50 mg/dl menunjukkan adanya azotemia ringan; nilai yang melebihi 100 mg/dl mengindikasikan kerusakan ginjal yang parah, sementara nilai $BUN \geq 200$ mg/dl menjadi tanda uremia. Sementara itu, nilai serum kreatinin ≥ 4 mg/dl mengindikasikan adanya kerusakan ginjal yang serius (Najikhah dan Warsono, 2020).